

**ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA MIPYMES DEL SECTOR TEXTIL  
BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PILAR “MANTENIMIENTO AUTÓNOMO” DE  
TPM**

**MARÍA CAMILA GUTIÉRREZ JARAMILLO  
TATIANA VELÁQUEZ DUQUE**



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ENVIGADO  
2014**

**ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO PARA MIPYMES DEL SECTOR TEXTIL  
BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PILAR “MANTENIMIENTO AUTÓNOMO” DE  
TPM**

**MARÍA CAMILA GUTIÉRREZ JARAMILLO  
TATIANA VELÁQUEZ DUQUE**

**Trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero Industrial**

**Germán Augusto Coca Ortegón**

**Ingeniero Industrial, Magister en Ingeniería Industrial**



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ENVIGADO  
2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradecemos a las empresas por su valiosa colaboración en la obtención de información para el desarrollo del trabajo de grado.

Igualmente, le agradecemos a nuestro director de Trabajo de Grado Germán Coca por sus excelentes aportes, orientación y constante apoyo en la elaboración del proyecto.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	12
1. PRELIMINARES.....	13
1.1 problema.....	13
1.1.1 Contexto y caracterización del problema .....	13
1.1.2 Formulación del problema.....	15
1.1.3 Justificación.....	16
1.2 Objetivos del proyecto .....	18
1.2.1 Objetivo General .....	18
1.2.2 Objetivos Específicos .....	18
1.3 Marco de referencia.....	18
1.3.1 Técnicas de Mejoramiento Continuo .....	18
1.3.2 Mantenimiento Productivo Total .....	23
1.3.3 Principales Pérdidas.....	35
1.3.4 Beneficios de TPM .....	37
1.3.5 PYMES en el Sector Textil .....	38
1.3.6 Conceptos de la industria del textil .....	39
2. METODOLOGÍA.....	42
2.1 Etapa 1 .....	42
2.2 Etapa 2 .....	42
2.3 Etapa 3 .....	43
2.4 Etapa 4 .....	43

3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.1	Información de las empresas mipymes del sector textil.....	44
3.1.1	Diseño de la investigación.....	44
3.1.2	Metodología.....	44
3.1.3	Muestra .....	45
3.1.4	Formato de la encuesta.....	46
3.2	Estado actual de las empresas .....	52
3.2.1	Sistema de análisis de los datos .....	52
3.2.2	Análisis cuantitativo de la información – Mantenimiento Autónomo ...	57
3.2.3	Análisis cuantitativo de la información – Pérdidas.....	62
3.3	Estrategias de mejoramiento .....	66
3.3.1	Alternativas de mejora Mantenimiento Autónomo y Pérdidas .....	69
3.4	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN .....	87
3.4.1	Cronograma .....	87
3.4.2	Caso Hipotético .....	89
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	96
5.	CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.....	98
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	100

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Técnicas de mejora continua. ....	19
Tabla 2. Fases de la implementación de TPM. ....	25
Tabla 3. Clasificación de materias primas utilizadas en la industria textil. ....	40
Tabla 4. Tabla de variables y subvariables. ....	46
Tabla 5. Ponderación por paso. ....	53
Tabla 6. Valoración respuestas encuesta. ....	54
Tabla 7. Ponderación de las pérdidas. ....	56
Tabla 8. Grados de cumplimiento Mantenimiento Autónomo. ....	57
Tabla 9. Cumplimiento del sector por paso. ....	58
Tabla 10: Pérdidas programadas. ....	63
Tabla 11: Pérdidas que afectan la disponibilidad. ....	64
Tabla 12: Pérdidas que afectan el rendimiento. ....	65
Tabla 13: Pérdidas que afectan la calidad. ....	66
Tabla 14. Priorización Pasos Mantenimiento Autónomo. ....	67
Tabla 15. Priorización de las pérdidas. ....	68
Tabla 16. Plan de socialización Paso 0. ....	72
Tabla 17. Plan de formación Paso 1. ....	73
Tabla 18. Plan de formación Paso 2. ....	76
Tabla 19. Ejemplo de Formato de reporte de LDA completo. ....	77
Tabla 20. Ejemplo de falla frecuente. ....	81
Tabla 21. Tabla de indicadores. ....	87

Tabla 22. Cronograma de implementación .....	88
Tabla 23. Operaciones de la referencia "X" .....	90
Tabla 24. Operaciones y tiempos estándar.....	90
Tabla 25. Fallas .....	91
Tabla 26. Variables caso hipotético .....	92
Tabla 27. Resultados de la simulación .....	94
Tabla 28. Requerimientos Básicos de acuerdo a la Máquina .....	117

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Layout Empresa A (1 Piso).....	48
Ilustración 2. Layout Empresa A (2 Piso).....	48
Ilustración 3. Layout Empresa B. ....	50
Ilustración 4. Layout Empresa C. ....	51
Ilustración 5. Diagrama de Pareto Pérdidas.....	69
Ilustración 6. Plantilla elementos necesarios puesto de trabajo.....	70
Ilustración 7. Caja de herramientas .....	71
Ilustración 8. Tarjeta de reporte de Anormalidades .....	74
Ilustración 9. Ejemplo de control visual.....	79
Ilustración 10. Componentes máquina de coser plana .....	80
Ilustración 11. Ejemplo de diapositiva de una presentación.....	82
Ilustración 12. Plan de formación Paso 5.....	83
Ilustración 13. Ejemplo Montaje .....	84
Ilustración 14. Plantilla flujo de proceso .....	86
Ilustración 15. Interfaz de la simulación .....	93
Ilustración 16. Formato de limpieza. ....	116



## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Encuesta de recolección .....	104
Anexo 2. Encuesta de recolección – respuestas .....	110
Anexo 3. Formato de Limpieza - Bobina Máquina de Coser .....	116
Anexo 4. Tabla Requerimientos básicos de acuerdo a la máquina .....	117
Anexo 5. Formato de reporte de FC y LDA .....	118
Anexo 7. Plan de Formación Paso 4 .....	121
Anexo 8. Gráfico de Prerrequisitos Cronograma .....	122

## **RESUMEN**

Este trabajo tiene como objetivo estructurar alternativas de mejora con base en el pilar de TPM "Mantenimiento autónomo", a partir de la identificación del estado general de tres mipymes del renglón textil de la ciudad de Medellín, y en lo que respecta a las incidencias de las mayores pérdidas establecidas por la metodología.

Actualmente, el renglón textil es uno de los sectores más demandados en la industria además de ser uno de los principales proveedores de capital a la economía nacional. Sin embargo, las mipymes de este renglón, a pesar de sumar un gran porcentaje de la producción textilera en el país, no son lo suficientemente competitivas para sobresalir puesto que los ingresos se ven reducidos por los costos, y asimismo, la inversión en crecimiento se desacelera.

Para el diagnóstico de cada empresa se utilizó una encuesta que permitiera conocer el nivel de cumplimiento de cada paso del pilar Mantenimiento Autónomo en las empresas seleccionadas; al igual que el grado de incidencia de las mayores pérdidas en el sector, las cuales se asociaron con la teoría de pérdidas de la metodología TPM.

Se realizó un análisis de los resultados obtenidos en cada empresa, encontrando una debilidad notoria respecto a los temas tratados, lo cual se resalta en el resultado de un porcentaje de aplicación del 49,13% en el pilar. Este análisis se llevó a cabo con el fin de proponer acciones de mejora para los puntos cuyo nivel de cumplimiento sea inferior al comportamiento deseado.

Finalmente, se hizo un cronograma del plan de implementación y una simulación que ilustra la mejora después de aplicar la metodología, en la cual se demuestra, a partir de un caso hipotético, mejoras en productividad, eficiencia de los equipos, disponibilidad y calidad.

Palabras clave: Mantenimiento Productivo Total, TPM, Mantenimiento Autónomo, 5'S

## **ABSTRACT**

The aim of this work is to structure improvement alternatives based in the TPM's pillar: "Autonomous Maintenance", starting with the identification of the status of 3 MSMEs from the textile sector in Medellin, and with respect to the incidences of the major losses established by the methodology.

Currently, the textile sector is one of the most demanded in industry besides being one of the main providers of the national economy. The MSMEs of this sector aren't enough competitive to excel, despite representing a big percentage of the country's textile production, though. This situation occurs because the income is reduced by the costs, and the slow investment in development.

To diagnose each enterprise a survey was used in order to know the level of compliance of each step of the Autonomous Maintenance pillar in the selected enterprises, as well as the incidence degree of the major losses in sector, which were associated with the losses theory of TPM methodology.

An analysis of the results obtained in each enterprise was performed, finding a glaring weakness regarding the issues discussed, which is highlighted in the result of an application rate of 49,13% on the pillar. This analysis was held in order to propose improvement actions for points whose compliance level is below the desired behavior.

Finally, a schedule of the implementation plan was made and a simulation that illustrates the improvement after applying the methodology, in which is demonstrated, from a hypothetical case, improvements in productivity, equipment efficiency, availability and quality.

Keywords: Total Productive Maintenance, TPM, Autonomous Maintenance, 5' S

## **INTRODUCCIÓN**

La competitividad es un concepto que define y clásica las empresas, e inclusive los países en todo el mundo, obligándolos a mejorar en este aspecto para poder sobrevivir ante la apertura económica. Sin embargo, según estudios recientes, se puede afirmar que Colombia es un país con poca capacidad para competir gracias a que su industria está compuesta principalmente por micros, pequeñas y medianas empresas, lo cual deja en evidencia el gran riesgo que se corre si no busca un cambio ante esta situación.

En el presente proyecto, se plantea una propuesta de mejoramiento para mipymes en el sector textil, basada en el pilar Mantenimiento Autónomo, con el fin de mejorar aspectos como productividad y eficiencia y disminuir otros como tiempos muertos, productos defectuosos, paros y accidentalidad. Sin embargo, el principal beneficio que brinda esta herramienta de mejoramiento continuo es la reducción de costos generados por las pérdidas, permitiéndole a las empresas mejorar sus estados financieros para volverse más competitivos.

Mediante el desarrollo del trabajo, se pueden observar resultados atractivos para el sector objetivo, como sus principales carencias y pérdidas respecto a la herramienta TPM, las cuales representaron el enfoque de las oportunidades de mejora y como éstas propuestas podrían constituir fuentes de cambios significativos a nivel cuantitativo, incorporados a través de una simulación.

A continuación, se presenta el proceso del proyecto comenzando desde la identificación del estado actual del sector a través del porcentaje de cumplimiento representado por la aplicación de conceptos del pilar Mantenimiento Autónomo y terminando con los resultados generados por cada propuesta de mejoramiento, demostrando los beneficios de su implementación.

## **1. PRELIMINARES**

### **1.1 PROBLEMA**

#### **1.1.1 Contexto y caracterización del problema**

La globalización y el constante cambio en las condiciones sociales y económicas del mundo están creando en las compañías una necesidad de darle frente a los competidores, generando nuevos desafíos para los cuales se deben construir bases sólidas fundamentadas en la planeación estratégica de todos los procesos de la organización. Todo esto es pensado y desarrollado con el fin de seguir cumpliendo las expectativas de los clientes, generando productos de alta calidad y bajos costos.

Según el índice de competitividad IMD en el 2013 (Observatorio de Competitividad, 2013), Colombia ocupó el puesto 48 de 60 países que se clasifican en el ranking, demostrando su poca capacidad para competir ante 329 criterios los cuales, en su mayoría, están relacionados con la producción industrial. Sin embargo, actualmente hay empresas que están empezando a implementar técnicas de mejora continua para dar frente a los grandes cambios en el entorno (Velázquez Duque, 2014).

El sector textil es uno de los más representativos en Colombia, este contribuye con el 20 % del empleo en la industria y representa un 1,4% del PIB del país (SANCHEZ, 2011). Debido a estas importantes cifras el sector esta soportado por el cluster textil enfocado a fortalecer y fomentar su desarrollo, innovación e integración de la cadena de valor. Actualmente la mayoría de fabricantes de textiles y confecciones son pequeñas y medianas empresas y estas producen el mayor porcentaje del vestuario usado diariamente. A pesar de esto, no están

preparadas para los crecientes cambios del entorno poniendo en riesgo la economía del país.

Para las pequeñas y medianas empresas resulta más complicado obtener los recursos necesarios para sobresalir en un entorno tan competitivo ya que son negocios más riesgosos, con una rentabilidad incierta y con menor cantidad de fuentes de financiación que las grandes empresas, además de los desafíos que debe enfrentar relacionados al TLC y al contrabando de productos a menor costo. Debido a esto necesitan técnicas de mejoramiento continuo desde adentro, aprovechando el capital que ya se tiene.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una técnica orientada a aumentar la eficiencia y darle continuidad a los sistemas productivos, optimizando el uso de los activos de la empresa y evitando las mayores pérdidas de esta. La gestión de esta técnica de mejora continua apunta a la productividad, calidad, costos, servicio, seguridad y motivación como medios para alcanzar una alta eficiencia corporativa (Gutiérrez Jaramillo, 2014).

Actualmente esta metodología se ha implementado en grandes empresas tales como CORONA, YAMAHA, MEALS de Colombia, Colcafé, Compañía Nacional de Chocolates, entre otras, mostrando resultados exitosos, sin embargo este nivel de aceptación no se ve tan marcado en las pequeñas empresas debido a que se oponen a un cambio cultural y a grandes inversiones sujetas a pérdidas en las fases iniciales, además TPM no es una técnica que genere resultados inmediatos lo cual podría resultar poco atractivo.

La estructura de TPM incorpora a todos los departamentos y a los colaboradores en miras al cumplimiento de un plan maestro establecido previamente. Para este propósito se otorgan herramientas a los colaboradores que les permitan hacer una

gestión más autónoma en sus labores diarias y tener un mayor sentido de pertenencia en cuanto a estas.

Como anteriormente se describía, las PYMES resultan muy reacias a implementar esta metodología por los altos costos iniciales y los resultados tardíos, pero a largo plazo podrían ser reflejados en los costos, productividad y rotación de personal.

TPM consta de 8 pilares de los cuales el principal es “Mantenimiento Autónomo” y que está apoyado por los otros 7 (TPM administrativo, Control Inicial, Mantenimiento Planeado, Educación y Entrenamiento, Mejoras enfocadas, Mantenimiento de la Calidad y, Seguridad y Medio Ambiente).

### **1.1.2 Formulación del problema**

Dado que el sector textil maneja una significativa cantidad de referencias, existe una gran variabilidad en los procesos generando muchos cambios de referencias e inversiones en materiales que por sus costos no deben ser desperdiciados. Todo esto puede generar tiempos muertos y productos defectuosos debido a la inexperiencia de los operarios. Además, las PYMES no tienen actividades estandarizadas generando problemas para tomar decisiones en cuanto a mejoramiento que les permita ser competitivas en el entorno.

Por lo tanto se propone determinar alternativas de mejoramiento orientadas por el pilar “Mantenimiento Autónomo” de la metodología TPM en 3 Mipymes del sector textil, con el fin de gestionar la eliminación de las mayores pérdidas del sector y maximizar la eficiencia de las máquinas, apuntando así, al aumento en la productividad y adquiriendo capacidad para enfrentar a los competidores.

### **1.1.3 Justificación**

Actualmente en el mundo se están dando nuevas tendencias de apertura de mercados y expansión de la comercialización, creando nuevas necesidades en las empresas de todo el mundo. Estas tendencias vienen cargadas de desafíos que solo las empresas realmente competitivas pueden afrontar cumpliendo no solo los estándares nacionales sino también los internacionales y así entrar en la economía global.

En Colombia diferentes informes de competitividad afirman que el país no ha tenido avances en este ámbito, a pesar de tener el potencial para hacerlo. Gran parte de esta poca competitividad se debe a la ineficiencia laboral del país, siendo las PYMES las grandes responsables de esta situación debido a que generan gran porcentaje de empleo en Colombia, y además, por su bajo desarrollo a nivel tecnológico y económico y la poca ayuda que el gobierno les brinda para su crecimiento no logran sobresalir en el entorno.

Como se mencionó anteriormente el sector textil es uno de los más representativos de la economía Colombiana, este contribuye con el 20 % del empleo en la industria y representa un 1,4% del PIB del país. Sin embargo la competitividad de este sector se ha visto seriamente opacada por países como China cuya mano de obra es más económica y su economía de escala es más alta. Por estas razones es necesario implementar en las PYMES del sector textil sistemas de gestión que disminuyan las pérdidas y aumenten la productividad y eficiencia, impactando directamente la competitividad.

Se considera TPM una alternativa viable para intervenir este problema debido a que es una metodología que se adapta a la cultura de la empresa y tiene en cuenta a las personas de todos los niveles permitiéndoles trabajar en torno al objetivo común. También es importante resaltar que su gestión está enfocada a la



eliminación de las grandes pérdidas de la empresa permitiendo tener productos con mejor calidad, menor costo y en menos tiempo. Debido a que esta metodología tiene varios pilares enfocados a diferentes aspectos en la empresa, se decidió implementar el pilar base que es el “Mantenimiento Autónomo”.

Mantenimiento Autónomo es un pilar que se encarga de regresarle a la máquina las condiciones normales de funcionamiento evitando el deterioro forzado causado por las personas encargadas de la máquina. Esto se logra mediante la capacitación de los colaboradores para que tengan la habilidad de detectar y prevenir anomalías en los equipos que puedan convertirse en problemas. Este pilar tiene en cuenta al resto de los pilares y su gestión por lo cual es considerado el pilar base de TPM. Por esta razón se decidió implementar este pilar, pues transversalmente abarca todas las áreas de la empresa generando una mejora continua.

A nivel profesional y personal, se logra observar una buena oportunidad de aprendizaje debido a que esta metodología abarca una gran cantidad de temas de la ingeniería industrial permitiendo la aplicación en un contexto real de diferentes conocimientos adquiridos durante los años académicos. Además, durante la carrera se ha adquirido una conciencia de la importancia de las personas y, en este caso, del personal operativo en el crecimiento de una empresa, lo cual se puede ver reflejado en la metodología TPM. Por lo tanto, se propone, por medio de este trabajo de grado, determinar alternativas de mejoramiento bajo el pilar “Mantenimiento Autónomo” orientado al aumento de la competitividad del sector textil.

## **1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.2.1 Objetivo General**

Estructurar alternativas de mejoramiento para tres mipymes del renglón textil de la ciudad de Medellín, de acuerdo con los lineamientos establecidos bajo el pilar de TPM: “Mantenimiento autónomo”

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Indagar el estado general de 3 MIPYMES del sector textil y los planes de formación técnica a los operarios.
- Detectar las mayores pérdidas de las PYMES asociadas a las actividades de producción, de acuerdo con lo definido por el pilar de “Mantenimiento Autónomo”.
- Identificar oportunidades de mejora en el sistema de producción de las empresas analizadas, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el pilar de TPM: “Mantenimiento Autónomo”.
- Formular un plan de implementación que apunte a las oportunidades de mejora identificadas en las mipymes objeto de análisis.

## **1.3 MARCO DE REFERENCIA**

### **1.3.1 Técnicas de Mejoramiento Continuo**

El mejoramiento continuo es una filosofía de mejora para los procesos y servicios de las empresas, esta permite un crecimiento constante y una optimización de recursos reflejada en el rendimiento. El objetivo del mejoramiento continuo es perfeccionar la calidad del producto o servicio final, disminuir los costos, mejorar

los métodos de trabajo, disminuir los tiempos de proceso y aumentar la satisfacción de los clientes.

El proceso de mejoramiento debe hacerse en todas las áreas de la organización para lograr obtener resultados tangibles en cuanto a la identificación, manejo y solución de problemas

- **Kaizen**

Esta metodología nace en Japón y se posiciona como uno de los factores primordiales de competitividad a nivel mundial. La palabra Kaizen traduce “cambio para mejorar”, mejora que involucra a todas las personas, desde gerentes hasta el nivel operativo, ya que son considerados el principal activo de la compañía. (Manufactura Inteligente)

Para la implementación del Kaizen se emplean algunas técnicas tales como:

Total Quality Management	Just in Time
Mantenimiento Productivo Total	Pequeños equipos de trabajo
Control estadístico de procesos y gestión	Ciclo de Deming
Curva de experiencia y aprendizaje	Árbol de pérdidas
Células de producción	Flexibilidad y polivalencia

Tabla 1. Técnicas de mejora continua.  
Fuente: Elaboración Propia

El Kaizen propone que los procesos deben estar en continua mejora para obtener buenos resultados, el hecho de no conseguirlos representa una falla en el sistema. Además, responde a la necesidad inherente a las empresas que es elevar la productividad y en consecuencia de esto la rentabilidad.

- **TQM**

El concepto de TQM (Total Quality Management) nació como la búsqueda de una garantía para la satisfacción de las necesidades de los clientes tanto internos como externos. Propone la estructuración de un direccionamiento estratégico del área de la calidad donde todo el personal participe activamente en el mejoramiento constante.

La Gestión de Calidad involucra a todas las áreas, realzando la importancia de producir con las especificaciones correctas, sin fallas y con bajos costos, además de mantener el cumplimiento en las entregas, el buen servicio, procesos de facturación transparente y el cuidado del medio ambiente. (UNAM)

Adicionalmente se busca la calidad, desde el inicio de la cadena mediante la búsqueda de proveedores confiables y comprometidos para así evitar retrasos en el sistema, y durante el proceso productivo contando con una mano de obra calificada.

La estrategia de esta técnica garantiza a las compañías el aumento en la rentabilidad y su permanencia competitivamente en el mercado, asegurando de entrada la satisfacción de los clientes, y la eliminación de desperdicios.

- **Six Sigma**

Six Sigma es la medida de la calidad que busca estar lo más cerca de la perfección. Es un proceso basado en el liderazgo de la alta dirección que ayuda a enfocar en el desarrollo y la entrega de productos y servicios casi perfectos.

Sigma es un término estadístico que permite determinar en qué grado un determinado proceso se desvía de la perfección. Para alcanzar el Six Sigma, un proceso no debe producir o alcanzar más de 3.4 defectos por

millón de oportunidades (DPMO), entendiéndose por oportunidad como la posibilidad de no alcanzar las especificaciones requeridas por el producto o servicio. La idea central de Six Sigma es que al medir la cantidad de defectos del proceso, se puede calcular la manera de eliminarlos sistemáticamente y llegar lo más cerca posible a un nivel de cero defectos. *(I Six Sigma, 2010)*

El Six Sigma se puede alcanzar a través de 2 submetodologías, la DMAIC y la DMADV. Por sus siglas en inglés, DMAIC significa definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Esta metodología se usa como un sistema de mejoramiento para un proceso ya existente. DMADV significa definir, medir, analizar, diseñar y verificar y es la metodología que se debe utilizar para desarrollar nuevos procesos con niveles de calidad Six Sigma.

Para lograr alcanzar el Six Sigma es importante crear esta cultura en una organización, por esto se debe concientizar al personal en lo que significa la metodología y capacitar al personal de acuerdo a unos rangos establecidos (yellow belt, black belt, master black belt...) para ejecutar y supervisar los procesos Six Sigma.

- **Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, es una técnica o filosofía de trabajo que se centra en eliminar el desperdicio de los procesos y agregar valor para el cliente. Esto significa crear mayor valor para los clientes con menos recursos. Para lograr aplicar esta metodología, más que solo seguir las técnicas, lo que se debe crear es una cultura organizacional que busque siempre la comunicación y el trabajo en equipo. *(Lean Manufacturing Japan)*

El pensamiento Lean cambia el enfoque de la administración de mejorar tecnologías y equipos aisladamente a optimizar el flujo de productos a través de flujos de valor completos. Al eliminar el desperdicio de un flujo de valor, en vez de hacerlo en puntos específicos, se crean procesos que involucran menos espacio, esfuerzo humano, capital y tiempo.

Existen diferentes técnicas que permiten alcanzar el Lean Manufacturing, estas pueden implementarse de forma independiente o en conjunto de acuerdo al proceso al que se le vaya a aplicar. Se pueden dividir en tres grupos. El primer grupo se forma por las que tienen una mayor posibilidad real de implantación, estas son 5S, SMED, estandarización, TPM y control visual. El segundo grupo se forma por técnicas que exigen un mayor compromiso y cambio cultural empresarial, estas serían Jidoka, técnicas de calidad y sistemas de participación del personal. El tercer grupo son las técnicas más específicas y avanzadas, estas son Heijunka y Kanban. (*Lean Enterprise Institute, 2009*)

Para la implementación de estas técnicas y en general del Lean Manufacturing, se deben trazar hojas de ruta en donde se divida en fases el proyecto y se establezcan las metas a corto, mediano y largo plazo de acuerdo a lo que la organización necesite.

- **TOC**

La teoría de restricciones (por sus siglas en inglés, TOC) es una metodología para identificar la restricción que se interpone en la consecución de una meta y en mejorar esta restricción hasta que no sea algo limitante. En procesos de manufactura, estas restricciones se conocen normalmente como cuellos de botella. (*Rattner, 2006*)

Esta teoría toma un enfoque científico para mejorar, dice que cada sistema complejo está compuesto de múltiples actividades conectadas entre sí, en las cuales una actúa como una restricción sobre el resto del sistema y se puede llamar como el eslabón más débil de la cadena.

La teoría define un proceso de 5 pasos, en donde se pueden encontrar agentes de cambio para fortalecer el o los eslabones débiles. Normalmente al final del proceso se encuentra que la mayoría de las organizaciones tienen muy pocas restricciones. (*LeanProduction, 2013*) Los 5 pasos que define la teoría son:

Identificar la restricción del sistema, decidir cómo explotar la restricción, subordinar lo demás y sincronizarlo con la restricción, elevar el rendimiento de la restricción y finalmente repetir el proceso.

En la teoría también se menciona una metodología de solución de problemas llamada los procesos de pensamiento. Esta básicamente busca responder las siguientes preguntas que son esenciales para la teoría de restricciones: ¿Qué se necesita cambiar? ¿A qué se debe cambiar? ¿Qué acciones va a provocar el cambio?

Con esta metodología, al encontrar y gestionar de manera correcta las restricciones, se encuentran grandes mejoras en los procesos a corto plazo. (*Profesor: Gómez, 2014*)

### **1.3.2 Mantenimiento Productivo Total**

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una técnica de mejoramiento continuo orientada a llevar al máximo la efectividad de los sistemas productivos teniendo en cuenta la participación de todas las personas involucradas en estos. Esta metodología es comúnmente usada para mejorar la competitividad de las

empresas ya que elimina los reprocesos y agiliza el tiempo de entrega satisfaciendo las necesidades de los clientes. *(Sacristan, 2001)*

TPM tiene un enfoque orientado a identificar y eliminar las mayores pérdidas de los procesos maximizando el uso de los activos de la empresa y reduciendo los tiempos muertos, esto se soporta en la capacitación de las personas en temas de mantenimiento preventivo y mejora continua para así aumentar la confiabilidad del equipo y la capacidad de los procesos que eventualmente se verán reflejados en los tiempos de respuesta y la satisfacción de los clientes creando una ventaja competitiva. *(Colcafé, 2014)*

La implementación de la metodología TPM tiene en cuenta el estado actual de la compañía y la cultura organizacional de esta, a raíz de esto su implementación y visibilidad de resultados algunas veces es lenta. Se pueden identificar 4 etapas de implementación que se detallarán en la siguiente imagen:



Fase	Etapas	Contenido
<b>Preparación</b>	1. Dirección Superior declara la implementación del sistema TPM	Declaración hecha a través de reunión interna y/o periódico de la empresa.
	2. Educación de introducción y campaña del TPM	Gerentes: entrenamientos a través de Seminarios a todos los escalones de gerencia (Entrenamiento in Company). Empleados en general: reuniones de entrenamiento utilizando slides, cartillas o teatro.
	3. Formación de un modelo de organización para la estructuración del TPM	Comité Ejecutivo. Subcomité de los Pilares. Secretaría del TPM <sup>2</sup> Máquina modelo para entrenamiento en Mantenimiento Autónomo para gerentes y supervisores. Examen de las pérdidas - "Árbol de Pérdidas".
	4. Establecimiento de los principios básicos y metas para el TPM	Indicadores PQCD <sup>SM</sup> Objetivos y metas por 3 -5 años
	5. Creación de un plan de implementación del TPM	Master Plan completo desde las fases de preparaciones para la puesta en práctica, hasta el premio de Excelencia. (Opcional)
<b>Principio</b>	6. Kick off / Lanzamiento oficial del TPM	Invitación a suministradores y a empresas afiliadas y participantes.
<b>Puesta en práctica</b>	7. Estructuración de los Pilares	Maximizar eficiencia productiva con los Pilares iniciales.
	7.1. Mejora Específica	Promoción de actividades de equipo y de pequeños grupos de mejora en el local de trabajo con foco en las pérdidas.
	7.2. Mantenimiento Autónomo	Sistemas por etapas, auditorías, verificación de adecuación
	7.3. Mantenimiento Planificado	Mantenimiento Después de Avería (BDM) Mantenimiento basado en el Tiempo (TBM) Mantenimiento Basado en la Condición (CBM) Mantenimiento por Mejora
	7.4. Educación y Entrenamiento	Entrenamiento para elevar el nivel de conocimiento de los líderes producción / mantenimiento, permitiendo capacitación técnica para desarrollar habilidades de los miembros de los grupos autónomos .
	8. Control Inicial	Desarrollo de nuevos productos, equipos e procesos (productos fáciles de operar y procesos fáciles de controlar)
	9. Mantenimiento de la Calidad	Establecimiento de condiciones para eliminar defectos en productos y para mantener control de los procesos.
	10. Áreas Administrativas	Apoyo a la producción, aumentando la eficiencia de equipos y procesos.
	11. Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	Cero accidentes, cero polución
<b>Aplicación Continua</b>	12. Aplicación plena del TPM <sup>2</sup> y elevación continua de los niveles.	Desafío de una meta superior a través de innovación constante.

**Tabla 2. Fases de la implementación de TPM.**  
Fuente: Curso de facilitadores internos Colcafé

TPM es soportado por 8 pilares que desempeñan diferentes funciones a lo largo de la implementación de esta metodología, (Roberts, 2008) estos son:

- **Mantenimiento Autónomo:** Este pilar tiene como objetivo desarrollar competencias en las personas con el fin de que tengan la capacidad de detectar y prevenir situaciones anormales de forma autónoma y proactiva en el día a día. Lo ideal sería contar con un pensamiento preventivo y predictivo

donde no solo se corrigen las averías y desgastes sino que también las evita antes de que sucedan. Los principales objetivos del pilar mantenimiento autónomo se enumeran a continuación:

- Impedir el desgaste de los equipos a través de un manejo correcto y adecuado acompañado de inspecciones y chequeos cotidianos.
- Llevar la maquinaria a su condición ideal por medio de su restauración.
- Determinar las condiciones básicas esenciales para mantener siempre los equipos y la maquinaria en buen estado.
- Adquirir nuevas filosofías de pensamiento y trabajo a través de los equipos.
- Maximizar la eficacia de los equipos al prescindir de las pérdidas

En la actualidad se pueden verificar en las organizaciones problemáticas y conflictos entre el área de producción y el área de mantenimiento pues siempre existirá el afán por producir al máximo aumentando las eficiencias sin proporcionar el espacio necesario que requiere la máquina para su mantenimiento, logrando deteriorar indudablemente los equipos conllevando a exceso de paros, ajustes y averías. Para evitar este tipo de situaciones, se recomienda que ambas áreas vayan de la mano cambiando la filosofía del departamento de producción “yo opero tú reparas” por un empoderamiento mayor de la responsabilidad del estado de los equipos.

Como una función destacada del pilar mantenimiento autónomo es determinar las condiciones básicas de los equipos y velar por el cumplimiento de las mismas. Sin embargo, y debido a la alta importancia de este término dentro de la metodología, se debe especificar claramente el concepto.

Las condiciones básicas del equipo son aquellos requerimientos que evitan que las pérdidas se vuelvan crónicas afectando el correcto funcionamiento del

equipo. Por lo tanto, al definir estas condiciones se definen las causas del deterioro apresurado, incluyendo aspectos para su eliminación como limpieza, lubricación y ajuste de pernos.

La finalidad de la limpieza no está enfocada en la acción de limpiar sino principalmente en permitir a los operarios chequear el estado de la máquina descubriendo así las condiciones anormales, deterioros y defectos recónditos. Por esta razón se le conoce con el nombre de limpieza como inspección. Mediante la lubricación, se impiden los desgastes mecánicos y quemaduras manteniendo en buen estado los componentes de la máquina, mientras que el ajuste de pernos evita las fallas y disfunciones de los equipos.

La implementación de este pilar tiene 7 pasos (*Suzuki, 1996*):

- **Consideraciones previas.** Es importante crear una cultura de orden y disciplina antes de la implementación de TPM, debido a esto, normalmente, se hace una etapa preliminar al inicio de los pasos de Mantenimiento Autónomo donde se enseña la metodología de las 5 S's. Esta metodología consiste en:
  - Clasificar (Seiri): Consiste en identificar los elementos necesarios y sacar los innecesarios. Incluye tanto los elementos que no se usan en la línea como los que tienen más unidades de las requeridas.
  - Ordenar (Seiton): Se encarga de establecer el lugar adecuado para cada una de las cosas, de manera que se encuentren fácilmente y que se mantengan bien situadas.
  - Limpiar (Seiso): Identifica las fuentes que ocasionan la suciedad, para así ser controladas y mantener todos los elementos en excelente estado.

- Estandarizar (Seiketsu): Consiste en crear estándares y controles visuales que permitan llevar un control de las “S” anteriores, deben ser claras y visibles.
  - Disciplina (Shitsuke): Se encarga de mantener el sentido de pertenencia frente a lo logrado.
- **Paso 1.** Como finalidad tiene aumentar la confiabilidad de la maquinaria por medio de 3 actividades:
- Eliminar suciedad y desperdicios: mediante esta actividad se le incita al operario a tener contacto con todas las partes de la máquina pues se exige una limpieza profunda. Así, poco a poco el personal operativo se motiva a conocer los componentes de los equipos comprendiendo la problemática que podría generar la contaminación y el polvo.
  - Descubrir las condiciones anormales: como anomalía se entiende todas aquellas deficiencias, daños, averías o fisuras que puedan generar otras situaciones problemáticas. Para facilitar la comprensión del personal operativo, se recomienda utilizar pequeños manuales o LUPS, donde respectivamente se ilustren la variedad de anomalías o una pequeña hoja destinada específicamente a un solo punto. En este paso los colaboradores deben aprender a identificar anomalías con los 5 sentidos.
  - Eliminar pequeñas deficiencias y determinar las condiciones óptimas de los equipos: por medio de esta actividad se corrigen los daños dentro del equipo y desgastes de piezas inmediatamente sean reportados. Sin embargo, cuando este pilar comienza su implementación, se debe hacer una campaña de seguridad evitando tanto los incidentes como accidentes. Además, por medio de esta

actividad, se deben especificar las condiciones básicas del equipo, requiriendo un conocimiento profundo del mismo para así garantizar su fiabilidad basándose en ajustes y lubricación, con la finalidad de facilitar la gestión de estos.

- **Paso 2.** Se enfoca en la eliminación de fuentes de contaminación (FC) y lugares de difícil acceso (LDA). Dado que después de realizar el paso 1, muy posiblemente se vuelva a ensuciar la máquina ya sea por derrames, fugas u otros tipos de contaminación, se debe formar a los colaboradores para que tengan la capacidad de analizar y definir contramedidas para los FC y LDA, capacitándolos para idear y proponer mejoras eficaces.

Las fuentes de contaminación son todos los elementos que generan sustancias extrañas o residuos con una determinada frecuencia en los equipos llegando a afectar los tiempos de limpieza. Los lugares de difícil acceso son las áreas de la máquina en las cuales se les dificulta a operarios y técnicos realizar tareas de limpieza, ajuste, inspección, lubricación, operación o Mantenimiento. En conclusión, el principal objetivo de este paso es disminuir los tiempos de limpieza, inspección, lubricación y ajustes.

**Nota: Durante estos primeros pasos se recupera la máquina respecto a las especificaciones de funcionamiento para las que fue diseñada.**

- **Paso 3.** En este paso se establecen acciones para mantener lo que se logró en los pasos 1 y 2. Se utilizan recursos como controles visuales y estándares de limpieza y de operación, los cuales permiten mantener las condiciones básicas y/o ideales de un equipo.

Los estándares establecidos en este paso deben tener en cuenta quien los va a seguir, además de que se va a hacer y donde se hará. Si se realizan estándares definidos únicamente por la dirección seguramente van a ser omitidos debido a la falta de entendimiento por parte de los operarios. Además, durante los pasos anteriores, los operarios han adquirido conciencia de la importancia de mantener las condiciones básicas del equipo, tanto para la empresa como para su motivación, gracias a esto tiene la capacidad para proponer estándares realistas que vayan de acuerdo a las necesidades y al estilo de trabajo.

Para la preparación de estándares se deben tener en cuenta las 5W + 1H (¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Por qué?, ¿Quién? Y ¿Cómo?), además de los siguientes factores: Elemento a inspeccionar, puntos clave, métodos, herramientas, tiempos, frecuencias, responsables y responsabilidades

Lo ideal para las actividades de limpieza, inspección, lubricación y ajuste establecidas en los estándares es que sean fáciles de llevar a cabo correctamente por cualquier persona. Esto se puede lograr mediante el uso de controles visuales en los equipos que permitan observar claramente las condiciones y estados de operación, los niveles ideales de funcionamiento e información adicional.

- **Paso 4.** Se le dan habilidades técnicas al operario que le permitan incrementar el pensamiento preventivo a la hora de enfrentar problemas de fallas o desgastes en el equipo logrando así el aumento de la productividad y la disminución de los costos. Estas habilidades deben ir enfocadas en la detección de situaciones anómalas ya que son la causa raíz de paros en producción tales como fallas y ajustes por producción

defectuosa, por ende la idea principal de esta actividad es prevenir todos estos posibles paros que afectan la eficiencia. Para alcanzar una formación adecuada, se debe seguir la siguiente secuencia:

- Seleccionar los elementos generales a inspeccionar dado que los operarios se deben ubicar inicialmente en puntos específicos de la máquina para guiarlos. Estos puntos se seleccionan a partir de las especificaciones de diseño de la máquina en conjunto con los antecedentes históricos sobre las fallas y defectos, tomando principalmente los puntos históricos más críticos.
- Realizar una preparación del material que se presentará a los colaboradores donde se encuentra una síntesis bien detallada de los elementos a inspeccionar, con sus funciones básicas y localización, como detectar las anomalías y forma de actuar cuando se encuentren.
- Se debe realizar una planeación junto con los jefes de producción en la cual se determinen fechas y tiempos estándar para presentar a los colaboradores su nueva función con ayuda del material preparado anteriormente y el grado de importancia que tiene para el mejoramiento continuo de la compañía.

Para la implementación de este paso, se recomienda utilizar la metodología “enseñar por relevos” pues se considera como la más eficaz, donde los colaboradores se separan en grupos y se elige un líder de grupo. Así, estos últimos reciben todas las capacitaciones y ellos son los responsables de enseñarle a su respectivo grupo. Este tipo de metodología motiva al personal al trabajo en equipo dándoles energía y vitalidad.

- **Paso 5.** Busca que los operarios comprendan ampliamente las funciones y rendimientos de los procesos que controlan cada día, para así poseer la habilidad de realizar inspecciones y ajustes, teniendo en cuenta los materiales que intervienen en el proceso y las anomalías más comunes.

El objetivo global del paso 5 es obtener cero pérdidas y cero accidentes, erradicando los desperdicios, reprocesos y defectos de calidad, esto se lograra desarrollando un programa de inspección de procesos que agrupa los siguientes factores:

- Operación correcta: se deben realizar formaciones sobre las funciones de los equipos y la forma ideal de operarlos. Se debe brindar una visión general del proceso como una combinación de varios equipos y no como equipos individuales.
- Montajes y ajustes correctos: consiste en comprender la relación de mutualismo que existe entre los procedimientos de ajuste y las propiedades de los materiales respecto al equipo y la calidad de los productos. Este proceso se apoya de controles visuales que indiquen contenidos, flujos y direcciones de giros).
- Manejo correcto de las anomalías: inicialmente se deben identificar las señales de aviso que da el equipo cuando sucede alguna anomalía, enseñar a los operarios a que las reconozcan y las entiendan, para que así poder evitar averías o accidentes. Luego es importante unificar todos los estándares de los pasos anteriores como estándares del proceso, a los cuales se les debe hacer un seguimiento para no gastar más tiempo del necesario y para cumplir la periodicidad establecida.



- **Paso 6.** Para entrar a este paso ya los equipos deben estar funcionando bajo las condiciones ideales acompañados por estándares que permitan mantenerlas. En este paso entra el pilar de mantenimiento de la calidad más a fondo, promoviendo la estandarización de los componentes de control y el conocimiento de las especificaciones de calidad que dependen de los equipos. Además se crea un sistema de corrección de defectos que pueda ser afrontado por los operarios y así garantizar la calidad en el proceso.
- **Paso 7.** Los colaboradores realizan todas las tareas de forma autónoma y están en la capacidad de aplicar todos los conocimientos adquiridos a la gestión de las tareas diarias. Además se adquiere un sentido de pertenencia que permita mantener todo lo logrado y no retroceder en ningún momento.
- **Mantenimiento Planeado:** se encarga de asegurar la confiabilidad y operabilidad de los equipos, acciones que se ven reflejadas en disminución de averías, productos defectuosos o problemas de calidad. Se apoya en las 5 medidas para cero fallas y en su gestión trabajan con las matrices: Matriz modo falla componente, Matriz de anomalías y Matriz de criticidad.
- **Mejoras Enfocadas:** Centra su gestión en eliminar las mayores pérdidas de la empresa y aumentar la eficiencia de los procesos mediante grupos de mejoramiento. Este pilar se encarga de elaborar el árbol de pérdidas y calcular la diferencia entre la situación actual de la empresa y la situación ideal (Pérdidas controladas).
- **Educación y Entrenamiento:** Este pilar establece los planes de formación y capacitación de los colaboradores según el requerido para el cargo que desempeñan y para las tareas futuras que lleva el avance en TPM. El recurso

más importante de este pilar es la matriz de habilidades y conocimientos, en esta se consigna el nivel inicial, el nivel requerido y el nivel logrado del personal operativo y así es posible dar una mayor visibilidad en el avance del plan de formación. Educación y Entrenamiento tiene un papel vital en Paso 4 de Mantenimiento Autónomo.

- **Mantenimiento de la calidad:** Establece estándares para asegurar las condiciones necesarias para que un producto sea apto para el consumo o uso humano, y mantiene el control de los procesos para que vayan según las normas de calidad y seguridad.
- **Control inicial:** Orienta y hace seguimiento el desarrollo de nuevos productos o procesos, y la adquisición de nuevos equipos para la empresa.
- **Seguridad y Medio Ambiente:** Este pilar se encarga de identificar todos los peligros que se puedan presentar en la empresa y gestionarlos en la matriz de peligros. Igualmente identifica los peligros ambientales y así evitar posibles problemas legales.
- **TPM en áreas administrativas:** Este pilar apoya la gestión y organización de los procesos productivos, aumentando la eficiencia y el conocimiento, y disminuyendo las pérdidas administrativas.

La implementación del pilar de mantenimiento autónomo es de suma importancia debido a que se trata del pilar “Base” de la metodología, además, incluye un proceso con los demás pilares logrando una gestión más uniforme y de mayor impacto para la compañía.

### 1.3.3 Principales Pérdidas

#### Grandes pérdidas TPM:

La metodología TPM tiene como principal objetivo la eliminación de pérdidas o desperdicios para llegar así al máximo aprovechamiento de los equipos presentando un adecuado funcionamiento y conservándolos en buen estado, garantizando así altas eficiencias con buena calidad de vida (Colcafé, 2014). Estas 6 grandes pérdidas, junto con otras complementarias, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Pérdidas programadas:**
  - **Mantenimiento Planeado:** Tiempo destinado a realizar actividades que aporten al sostenimiento de la máquina como mantenimientos preventivos o implementación de pequeñas mejoras.
  - **Montajes:** Es el tiempo requerido para la implementación de nuevos proyectos con sus respectivos ensayos. Incluye obras civiles de adecuación, llegada de nuevos equipos y transferencia de máquinas entre sectores o líneas.
  - **Mantenimiento autónomo:** tiempo destinado a realizar acciones de limpieza como inspección.
  - **Ensayos:** Tiempo programado para realizar pruebas con nuevos materiales, productos, componentes de equipos, entre otros.
  - **Reuniones de formación:** Tiempo destinado para educar o entrenar el personal operativo o que se encuentra involucrado en el proceso de producción.
  - **Alimentación:** Tiempo programado para la alimentación del personal.
  - **Pausas activas:** Tiempo programado para efectuar ejercicios que beneficien la salud y el bienestar de las personas involucradas en la operación.

- **Simulacros de emergencias:** Es el tiempo que se destina a la simulación de un escenario de emergencia.
- **Afectan la disponibilidad:**
  - **Averías o fallas:** pérdida total o parcial del funcionamiento de la máquina la cual puede requerir reparaciones y/o cambio de componente estructural. El tiempo total de averías inicia desde que el equipo deja de funcionar hasta que recuperando su funcionamiento generando productos de buena calidad. Esta gran pérdida genera tanto incremento de tiempos muertos como aumento de productos defectuosos.
  - **Alistamiento y ajustes:** Tiempo comprendido entre cambios de referencia, es decir, desde que termina una referencia hasta que inicia una diferente satisfactoriamente. Además, también se incluyen dentro de esta gran pérdida las limpiezas y operaciones de ajuste involucradas en la producción de una misma referencia.
  - **Cambio de elementos y piezas:** es el tiempo generado por el deterioro natural o inducido de los elementos obligatorios para obtener la producción.
  - **Arranques:** Esta gran pérdida corresponde al tiempo comprendido desde el inicio de turno o la finalización de un paro extenso hasta que se produce la primera pieza que cumpla con los requerimientos de calidad.
  - **Organización de la línea:** También conocida como falta de personal. Corresponde al tiempo de paro generado por ausencia de personal.
  - **Ajustes de calidad:** Tiempo correspondiente a la acción realizada para corregir o prevenir un daño de calidad.
  - **Servicios:** tiempo correspondiente al paro por ausencia de recursos como energía, agua, gas, entre otros.

- **Afectan el rendimiento:**
  - **Ocio o paradas menores:** Este tiempo ocurre cuando el proceso se interrumpe por un producto defectuoso, fallas temporales o por acciones de reseteo que necesiten de reinicio de máquina. Esta gran pérdida generalmente es inferior a 5 minutos.
  - **Velocidad reducida:** Tiempo correspondiente a la diferencia entre velocidad estándar o de diseño y velocidad real. El fin de una compañía debe ser eliminar por completo esta gran pérdida.
  
- **Afectan la calidad:**
  - **Unidades defectuosas:** Tiempo generado por la producción de unidades que no cumplen con especificaciones de calidad. En esta gran pérdida se incluyen tanto aquellas que pueden ser reprocesables como aquellas que no y deben ser eliminados. (Cufiño Marín & Velasco Martínez, 2003)

#### **1.3.4 Beneficios de TPM**

TPM está orientado a crear un sistema que maximice la eficiencia de los sistemas productivos, previniendo y/o eliminando las pérdidas en todas las áreas de la empresa (Producción, áreas administrativas, investigación y desarrollo, logística). Esta metodología es incluyente, es decir, tiene en cuenta a todos los integrantes de la empresa.

La metodología TPM permite crear una diferenciación frente a los competidores en cuanto a reducción de costos, mejores tiempos de despacho, menor porcentaje de rotación, alto grado de capacitación del personal y calidad de los productos o servicios al final de la cadena.

Algunos beneficios adicionales son:

- Aumento de la productividad tanto de los equipos como del personal.
- Reducción del porcentaje de defectos en el proceso y en el producto terminado y de reprocesos. Además de la disminución en el número de quejas de clientes.
- Disminución en la cantidad de horas y costos de mantenimiento y un mayor ahorro en el consumo de servicios.
- Menor número de accidentes laborales y eliminación de incidentes ambientales.
- Aumento de la motivación del personal.
- Lugares de trabajo limpios y ordenados, lo que proyecta una mejor imagen tanto al personal interno como a los visitantes.
- Fortalecimiento del sentido de pertenencia de los colaboradores de la empresa.

Gracias a la aplicación de 5s en la metodología TPM, se cualifican algunos de estos beneficios a partir de estudios realizados en empresas de todo el mundo, presentando resultados específicos como disminución de los costos de mantenimiento y accidentalidad en un 40% y 70% respectivamente, al igual que un aumento en la fiabilidad de la maquinaria y el tiempo medio entre fallas en un 10% y 15% respectivamente. (Rosas, 2013)

### **1.3.5 PYMES en el Sector Textil**

Colombia es un país compuesto principalmente por pequeñas, medianas y microempresas (mipymes) dado que el 96% del parque industrial colombiano está clasificado dentro de esta categoría. Las mipymes aportan al PIB más del 38,7% y al empleo aproximadamente 30,5% lo cual demuestra la importancia de éstas dentro del país (Gestrategica, 2013). El concepto mipymes fue determinado a partir de la Ley marco 590 del 2000, donde se define claramente el termino y se

presentan las especificaciones de cada uno de los 3 rangos posibles entre los cuales se puede encontrar una empresa perteneciente a esta categoría. El primero denominado “micro”, consiste en compañía que no supera activos totales a 500 smlmv (salarios mínimos legales mensuales vigentes), excluyendo la vivienda, y posee máximo 10 empleados. El segundo, designado como “pequeña”, corresponde a la compañía con número de empleados entre 11 y 50 y, con activos totales por un monto entre 501 y 5.000 smlmv. Por último, el tercero nombrada como “mediana”, concierne a la empresa con un número de trabajadores entre 51 y 200, además de tener activos por un valor entre 5.001 y 30.000 smlmv.

Las mipymes del sector textil poseen gran importancia dentro de la industria antioqueña pues son las principales productoras del vestuario que usamos habitualmente. Por esta razón se debe promover y motivar su crecimiento favoreciendo así la economía del departamento de Antioquia. Debido a esto, se han visto diferentes iniciativas gubernamentales y alianzas que buscan favorecer las mipymes de este sector, como líneas de créditos especiales a través del Banco de Bogotá, planes de financiamiento para acceder a servicios avanzados de telecomunicaciones, creación de clústeres como alianzas estratégicas para protección del sector, entre otros. Estos proyectos también permiten mejorar la competitividad del sector ayudándolo a afrontar la apertura económica.

### **1.3.6 Conceptos de la industria del textil**

A lo largo de los años se han usado una gran variedad de fibras tanto de origen animal como de origen vegetal, entre ellas el algodón, el lino, la lana y la seda. Actualmente, aunque estas fibras aun hacen parte fundamental de las industrias textiles, los científicos han encontrado nuevas fibras a partir de compuestos químicos y aleaciones, estos últimos buscan ser más resistentes y amigables con el ambiente. Estas fibras son comúnmente llamadas “fibras sintéticas” y son

componentes de la mitad de la producción textil en el mundo, debido a las propiedades físicas que poseen y sus bajos costos. (Genoud, 2003). La siguiente tabla muestra la clasificación de las materias primas utilizadas en la industria textil.

FIBRAS NATURALES		FIBRAS MANUFACTURADAS	
ORIGEN VEGETAL	ORIGEN ANIMAL	POLIMEROS NATURALES	SINTÉTICAS
Algodón	Lana	Rayón Viscosa	Poliamida
Lino	Camélidos	Modal	Poliéster
Yute	Angora	Acetato	Polioléfinicas
Cáñamo	Seda	Triacetato	Elastómeros
Ramio			Aramidias

Tabla 3. Clasificación de materias primas utilizadas en la industria textil.  
 Fuente: “Las pymes en la industria textil y la logística de distribución”  
 (<http://www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/laspymesenlaindumentaria.PDF>) (Genoud, 2003)

En la industria textil son comúnmente usados los siguientes procesos para la obtención del producto final esperado:

- Moldería: Consiste en la construcción de moldes que sigan formas exactas para la realización de prendas y producción en serie de las mismas
- Superposición: Es usada para la producción en masa, sin embargo es un proceso muy manual puesto que se debe garantizar la alineación apropiada de todas las capas del tejido.
- Tizado: Este proceso se encarga del aprovechamiento máximo del tejido, ubicando los moldes de forma que ocupen el menor espacio posible, y así, se genere menor cantidad de desperdicio de tela.
- Corte: Actualmente es un proceso que va desde el uso de tijeras verticales manuales, hasta equipos de corte de laser de alta tecnología.



- Bordado y Estampado: Este es un proceso alternativo que adhiere detalles a las prendas.
- Ensamblado y Costura: Es la orientación de las piezas de tejido ya cortadas y la unión de las mismas con sus partes correspondientes.
- Acabado: Se realizan procesos adicionales para el control final y entrega del producto. Entre estos procesos están desgastes, lavado y planchado.

## 2. METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo general del proyecto se dividirán las actividades en 3 etapas, cada una tendrá diferentes procedimientos a seguir de acuerdo a cada objetivo específico y para lograrlo de tal forma que el mencionado objetivo general se cumpla satisfactoriamente.

### 2.1 ETAPA 1

**Objetivo:** Indagar el estado general de 3 MIPYMES del sector textil y los planes de formación técnica a los operarios.

**Actividad 1:** Seleccionar tres mipymes del sector textil donde sea permitido tomar los datos pertinentes para la investigación.

La anterior actividad deberá acompañarse de los respectivos requerimientos de confidencialidad que requiera cada empresa.

**Actividad 2:** Realizar encuestas y visitas a las empresas, con el propósito de identificar sus características generales y, asimismo caracterizar los planes de formación técnica (si es que los tienen) orientados a la formación del personal operativo de manufactura.

### 2.2 ETAPA 2

**Objetivo:** Detectar las mayores pérdidas de las PYMES asociadas a las actividades de producción, de acuerdo con lo definido por el pilar de “Mantenimiento Autónomo”.

**Actividad 1:** Identificar y caracterizar las mayores pérdidas de cada una de las empresas, a partir de la información obtenida en el objetivo anterior.

**Actividad 2:** Relacionar las pérdidas identificadas con las teóricas de la metodología TPM.

### 2.3 ETAPA 3

**Objetivo:** Identificar oportunidades de mejora en el sistema de producción de las empresas analizadas, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el pilar de TPM: “Mantenimiento Autónomo”.

**Actividad 1:** Priorizar los puntos que estén por debajo de un nivel aceptable de cumplimiento a partir de los resultados obtenidos en el objetivo anterior.

**Actividad 2:** Plantear las oportunidades de mejora en el sistema de producción de las tres empresas escogidas. Las oportunidades en consideración deberán definirse a partir de los lineamientos establecidos por la metodología TPM.

### 2.4 ETAPA 4

**Objetivo:** Estructurar un plan de implementación para las oportunidades de mejora identificadas en las mipymes objeto de análisis.

**Actividad 1:** Determinar a partir de las mejoras propuestas un cronograma de implementación, teniendo en cuenta los prerrequisitos para cada una de las actividades, basadas en los lineamientos de la metodología TPM.

**Actividad 2:** Plantear un caso hipotético que muestre el estado actual del sistema productivo de una empresa en el sector textil.

**Actividad 3:** Diseñar y ejecutar una simulación, en la cual, se pueda observar cómo afectan las mejoras propuestas el tiempo total de proceso.

### **3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 INFORMACIÓN DE LAS EMPRESAS MIPYMES DEL SECTOR TEXTIL**

##### **3.1.1 Diseño de la investigación**

Esta investigación se desarrolla a partir de una recolección de datos primaria, a través de encuestas que se realizan a 3 mipymes del sector textil situadas en el Valle de Aburrá, con el fin de determinar el estado del sector y el grado de cumplimiento de los conceptos manejados en el pilar Mantenimiento Autónomo de la metodología TPM. Además, se analiza el nivel de capacitación que posee el sector actualmente frente a lo requerido en la implementación del pilar seleccionado y se identifican sus principales pérdidas con el objetivo de proponer acciones de mejora bajo los lineamientos del pilar Mantenimiento Autónomo.

##### **3.1.2 Metodología**

Se diseñó una encuesta ceñida a los lineamientos del pilar mantenimiento autónomo y se realizó a 3 mipymes del sector textil, con el fin de recolectar datos que permitan valorar las condiciones de la compañía respecto a lo establecido por la metodología. Esta se realizará a personas involucradas en el proceso de producción, que tengan un especial conocimiento de todos los aspectos de la empresa, y será guiada por los estudiantes para solucionar todas las dudas e inconvenientes que se presenten. La información que se obtenga de la encuesta se tabulará para determinar el nivel de cumplimiento del pilar e identificar las oportunidades de mejora, además se analizará la información para asociarla con la teoría de las mayores pérdidas según TPM, complementando las propuestas de mejora.

### 3.1.3 Muestra

Se utilizó el método de muestreo no probabilístico por conveniencia, este se caracteriza por tener muestras que son de fácil acceso para los estudiantes, para esta investigación se utilizó una muestra de 3 empresas del sector textil escogidas a partir de los criterios presentados a continuación:

- **Manufactureras del sector textil**
- **Disponibilidad:** Empresas que estén dispuestas a entregar los datos necesarios para el desarrollo y análisis en la investigación.
- **Empresas pertenecientes al grupo de mipymes del sector textil:** organizaciones que no posean más de 200 empleados y el valor de sus activos no supere los 30.000 smlmv. En este rango se incluyen micro, pequeñas y medianas empresas.

Las empresas encuestadas fueron las siguientes:

- **Empresa A:** Empresa dedicada a la manufactura de empaques de polipropileno. Se encuestó al gerente general de la empresa. Perteneciente a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme dentro la clase 1399 correspondiente a la fabricación de otros artículos textiles no clasificado previamente.
- **Empresa B:** Empresa dedicada a la fabricación de empaques de polipropileno y Biopp de uso comercial. Se encuestó al jefe de producción. Perteneciente a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme dentro la clase 1399 correspondiente a la fabricación de otros artículos textiles no clasificado previamente.
- **Empresa C:** Empresa dedicada a la fabricación y comercialización de bolsos, morrales y loncheras. Se entrevistó al gerente general. Perteneciente a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme dentro la

clase 1392 correspondiente a la confección de artículos con materiales textiles, excepto prendas de vestir.

### 3.1.4 Formato de la encuesta

Para proporcionar facilidad en la clasificación y calificación de los datos, se crean categorías de variables y subvariables según la división del pilar mantenimiento autónomo y principales pérdidas respecto a la metodología TPM, las cuales se pueden observar en la Tabla 4: Variables y subvariables. Para visualizar la herramienta de recolección de datos, ver Anexo 1: Encuesta de recolección.

VARIABLES	SUBVARIABLES
PILAR: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	<p><b>Paso 0:</b> 5 S's</p> <p><b>Paso 1:</b> Limpieza como inspección</p> <p><b>Paso 2:</b> Fuentes de Contaminación y Lugares de difícil acceso</p> <p><b>Paso 3:</b> Estándares de limpieza, inspección, lubricación y ajuste.</p> <p><b>Paso 4:</b> Inspección general del equipo</p> <p><b>Paso 5:</b> Inspección general del proceso</p> <p><b>Paso 6:</b> Estandarización del mantenimiento autónomo</p> <p><b>Paso 7:</b> Gestión Autónoma</p>
PRINCIPALES PÉRDIDAS	<p>Pérdidas programadas</p> <p>Pérdidas que afectan la disponibilidad</p> <p>Pérdidas que afectan el rendimiento</p> <p>Pérdidas que afectan el rendimiento</p>

Tabla 4. Tabla de variables y subvariables.  
Fuente: Elaboración propia

### Empresa A:

Es una empresa dedicada desde hace 27 años a la fabricación de empaques de polipropileno para almacenamiento y transporte semi-granel (80 kg a 2000 kg), de productos alimenticios, químicos, mineros e industriales en forma de polvos o granos, sacos GDV para el embalaje de frutas y hortalizas, bolsacretos, felpas de fique, reata, slingas y súper liners. La empresa se encuentra ubicada en Itagüí –

Antioquia, cuenta con una planta física de 1400 m<sup>2</sup> y 85 empleados distribuidos de la siguiente manera: 7 administrativos, 1 mecánico y 77 operarios.

Los principales procesos en el área de producción son los siguientes:

Para la fabricación de **Sacos para frutas y verduras** se necesitan:

- Personas: 10 operarios, 5 cortadores sacos, 2 cortadores de tela.
- Máquinas: 10 fileteadoras, 2 cortadoras, 1 malacate.

Para la fabricación de **Big Bags y Jumbo Liners** se necesitan:

- Personas: 8 operarios de máquinas planas, 4 operarios de cerradoras, 4 operarios cosiendo válvulas, 2 corte, 2 en tapa-válvulas, 2 calidad, 2 en prensa, 1 patinador, 1 perforador, 1 operador para la flexo gráfica.
- Máquinas: 4 cerradoras, 8 planas, 4 cadenetas, 12 máquinas de repuestos (entre planas, cerradoras y cadenetas), 2 cortadoras, 1 flexo grafica

Para la fabricación de **Reatas** se necesitan:

- Personas: 1 operario, 1 cortador.
- Máquinas: 5 telares y 1 cortadora.

La empresa cuenta con la siguiente distribución:



Ilustración 1. Layout Empresa A (1 Piso).  
Fuente: Elaboración propia

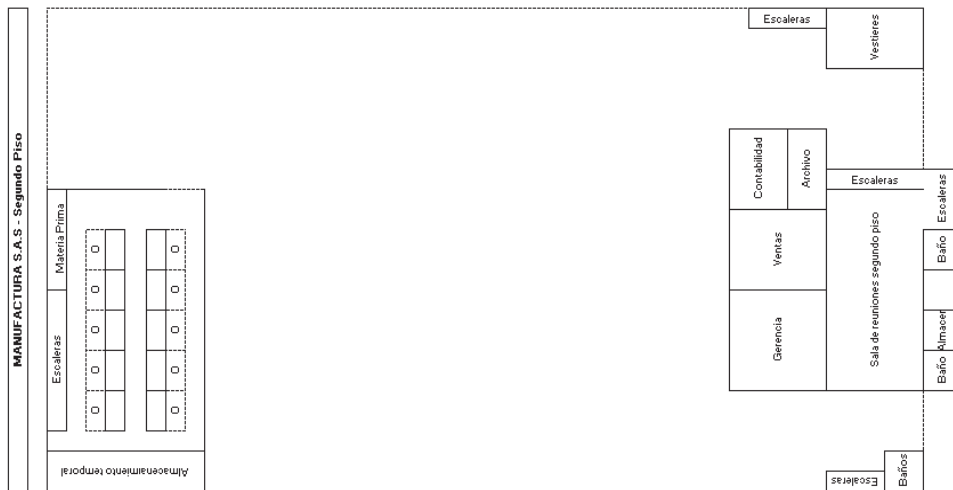


Ilustración 2. Layout Empresa A (2 Piso).  
Fuente: Elaboración propia

## Empresa B:

Esta empresa se dedica a la elaboración de empaques de polipropileno y Biopp para los diferentes almacenes que comercialización de diferentes productos, con fines tanto prácticos como publicitarios. La compañía se encuentra localizada en



Itagüí - Antioquia y cuenta con 14 empleados, de los cuales 6 pertenecen a la rama administrativa y 8 al personal operativo.

Es una empresa independiente, que busca proyectarse al mercado nacional, se formó gracias a la experiencia de algunos de los socios principales en el manejo de tela de polipropileno cuyo uso principal es la fabricación de costales para empaque al por mayor. Con la intención de buscarle un uso diferente a esta materia prima, se consolidó la idea de fabricar bolsas más pequeñas con ella, un producto especial y nuevo para los requerimientos del mercado, y adicionalmente con un valor agregado de que son bolsas reutilizables; esta última propiedad permite que las personas que adquieren un producto no desechen la bolsa inmediatamente a la basura, sino que la usen para transportar otros elementos, convirtiéndose así en una valla ambulante. Con esta idea, se pretende llegar a varias empresas para que no vean el costo del empaque como un gasto sino como una inversión.

#### Descripción del proceso de producción

- Almacenamiento de materia prima: consiste en la acumulación de la tela cortada, posteriormente impresa y con costuras en el fondo.
- Eliminación de hilos sueltos: En esta operación se revisan una a una las bolsas con el fin de quitar los hilos y hebras excedentes utilizando tijeras especiales para el área textil y de confección.
- Costuras e hilvanado: En primer lugar se hacen las costuras y el hilvanado que consiste en hacer el dobladillo (lo cual radica en meter un trozo de tela internamente para que quede doblada), para esto, se utiliza una recubridora multiaguja.

- Pegado de la reata: se pone la reata utilizando una presilladora con una guía que permite agilizar y facilitar el trabajo de la operaria al no tener que medir manualmente la posición de los diferentes elementos.
- Pulido: en el cual se quitan los hilos excedentes, utilizando una máquina que primero los succiona y luego los corta.
- Realizar un fuelle: En algunas ocasiones se debe hacer fuelle, el cual es un trozo adicional de material que se pone a los lados de la bolsa para aumentar su capacidad y permite formar el fondo de tal manera que la bolsa tenga un poco más de estabilidad.

A continuación se puede observar la distribución de la empresa:

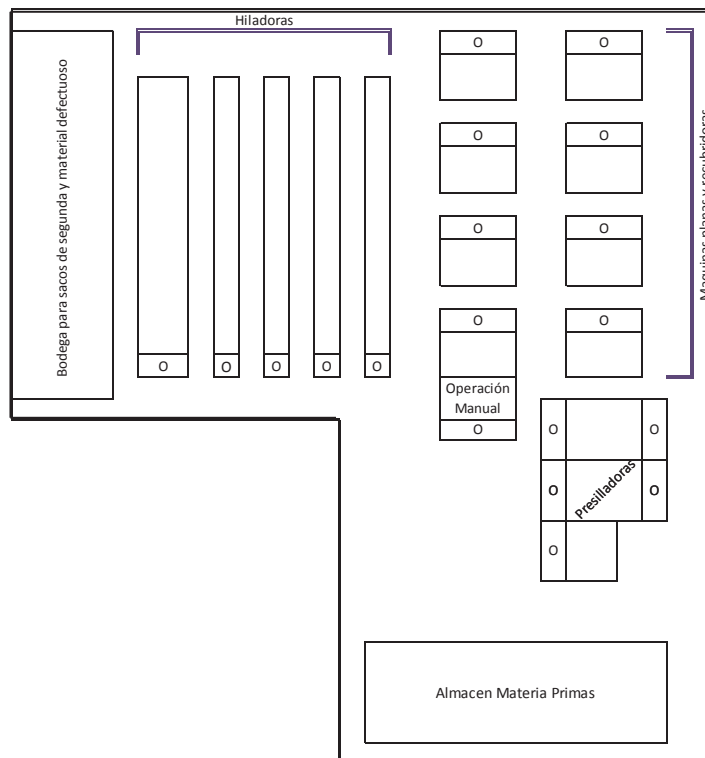


Ilustración 3. Layout Empresa B.

Fuente: Elaboración propia

### Empresa C:

Es una empresa dedicada al diseño y confección de bolsos, morrales, loncheras y maletines. Está ubicada en la Avenida Guayabal en Medellín – Antioquia. Esta empresa se creó en el 2012 y funciona bajo la figura de Sociedad por Acciones Simplificadas (SAS). Empezó como un pequeño taller de confección que fue creciendo de a poco y actualmente tienen dos puntos de ventas para sus productos, uno en la Avenida del Ferrocarril y otro en Ayacucho.

La empresa tiene 20 empleados distribuidos de la siguiente forma: 10 operarios, un cortador, un diseñador, un ribeteador, un patinador, una persona encargada de mercadeo y ventas, 3 personas de aseo y oficios varios, una secretaria y un gerente.

La empresa cuenta con 10 máquinas planas, una mesa de corte con dos cortadoras, una máquina ribeteadora y un plotter para la generación de moldes

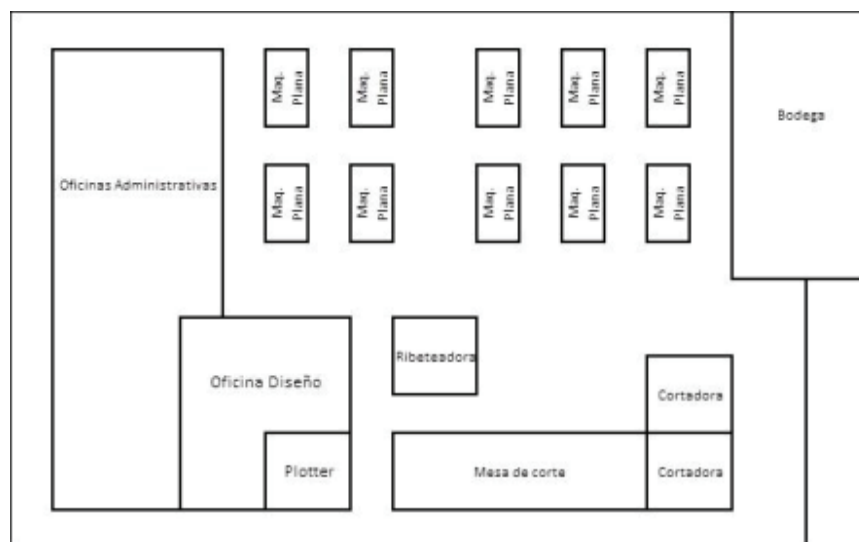


Ilustración 4. Layout Empresa C.  
Fuente: Elaboración propia

## **3.2 ESTADO ACTUAL DE LAS EMPRESAS**

### **3.2.1 Sistema de análisis de los datos**

La encuesta está dividida en 8 secciones, cada una corresponde a uno de los pasos del pilar de Mantenimiento Autónomo. Cada paso tiene preguntas de acuerdo a los lineamientos y objetivos del pilar.

Se creó un sistema de ponderaciones para cada uno de los pasos que va sujeto a su importancia dentro del funcionamiento de una empresa y el grado de complejidad para el aprendizaje (Tabla 5). Estas ponderaciones se establecieron de acuerdo con los comentarios generales de los encuestados respecto a la incidencia de los pasos, tanto en el funcionamiento de la empresa, como en el grado de complejidad para el aprendizaje. Al paso cero se le dio una ponderación del 7% debido a que, a pesar de que la dificultad de implementación no es alta, es de suma importancia para lograr un inicio y desarrollo exitoso del pilar. El paso 1 obtuvo una ponderación del 4% por su naturaleza similar a la del paso 0, lo que implicaría una implementación más sencilla. A los pasos 2 y 3 se les asigna una ponderación similar y mayor respecto a los primeros pasos puesto que tienen actividades más complejas y requieren un mayor análisis, por lo tanto las partes encuestadas expresaron la dificultad que podrían representar en su implementación. Este comentario se puede apreciar también para el nivel de los pasos 4, 5 y 6, en los cuales se tuvo en cuenta que traen consigo una cantidad de habilidades técnicas nuevas para el operario y con una dificultad mayor inherente. Por último, el paso 7 contiene los resultados de la implementación de los pasos anteriores y la disciplina de mantener los logros alcanzados por lo que se estableció que debía tener la ponderación más alta.

Pasos	Ponderación	Máximo	Mínimo	Variación
<b>Paso 0:</b> 5 S's	7%	9	4	2,65
<b>Paso 1:</b> Limpieza como inspección	4%	4	4	0,00
<b>Paso 2:</b> Fuentes de Contaminación y Lugares de difícil acceso	10%	11	9	1,00
<b>Paso 3:</b> Estándares de limpieza, inspección, lubricación y ajuste.	12%	14	10	2,00
<b>Paso 4:</b> Inspección general del equipo	15%	18	12	3,00
<b>Paso 5:</b> Inspección general del proceso	15%	16	14	1,00
<b>Paso 6:</b> Estandarización del mantenimiento autónomo	17%	20	15	2,65
<b>Paso 7:</b> Gestión Autónoma	20%	23	18	2,65
<b>Total</b>	<b>100%</b>			

Tabla 5. Ponderación por paso.  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla el pilar se mide hasta el 100%, siendo esta la máxima calificación que se podría obtener.

A partir de las encuestas se determinará qué porcentaje de cumplimiento tiene cada empresa en los pasos de mantenimiento autónomo, para finalmente calcular un estimado del cumplimiento total del pilar. Existen tres tipos de preguntas cuya valoración está dada a continuación (Tabla 6):

Preguntas cerradas (Si/No)	Valor
Si	100%
No	0%
<b>Preguntas de frecuencia</b>	

5 – Siempre	100%
4 – Frecuentemente	75%
3 – Regularmente	50%
2 – Escasamente	25%
1 – Nunca	0%
<b>Preguntas de importancia</b>	
5 – Muy Importante	100%
4 – Importante	75%
3 – Importancia Intermedia	50%
2 – Poco Importante	25%
1 – No importante	0%
<b>Preguntas de impacto</b>	
3 – Mucho	100%
2 – Poco	50%
1 – Nada	0%

Tabla 6. Valoración respuestas encuesta  
Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, la tabla de anomalías situada en la encuesta es la excepción a la tabla 6, es decir, sus puntajes se manejan de manera diferente puesto que a mayor frecuencia de anomalía, menor grado de cumplimiento del paso. Por ende, el criterio establecido para evaluar las respuestas se asigna a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Nuevo Valor} = 100\% - \text{Valor establecido en tabla 6}$$

Es decir, si la respuesta a una pregunta es “Si” el valor que se le debe asignar corresponde a  $100\% - 100\% = 0\%$  lo cual indica un bajo nivel de cumplimiento; mientras que si la respuesta a la frecuencia corresponde a “4 – frecuentemente” el valor que se debe asignar para realizar los cálculos corresponde a  $100\% - 75\% = 25\%$  señalando un bajo nivel de cumplimiento.

El proceso para calcular el nivel de cumplimiento consiste en agrupar la calificación de las preguntas de acuerdo al paso, obtener un promedio y multiplicarlo por la respectiva ponderación del paso que se estableció previamente (tabla 5).

Para las preguntas que presentan tanto respuesta cerrada si/no, como respuesta de frecuencia o importancia, se les asigna un puntaje promediando ambas respuestas y asignando ese valor como el puntaje total de la pregunta (ver ilustración 4). Finalmente, se debe considerar que las preguntas con justificación o comentarios son únicamente para ampliar el conocimiento de la empresa y obtener datos de interés para el proyecto.

		SI/No	Importancia	Puntaje		
P0	1	Orden general en todas las áreas de la empresa	SI	4	$(100\% + 75\%)/2 = 87.5\%$	El 100% corresponde al "SI" y el otro porcentaje (75%, 50%, 25%, 0%) al nivel de importancia
	2	Identificación y retiro de artículos innecesarios en el puesto de trabajo	SI	3	$(100\% + 50\%)/2 = 75\%$	
	3	Identificación de la necesidad de herramientas de trabajo faltantes	SI	2	$(100\% + 25\%)/2 = 62.5\%$	
	4	Delimitación de un espacio apropiado y fijo para las herramientas de trabajo	SI	1	$(100\% + 0\%)/2 = 50\%$	
	5	Correcta marcación de la herramientas de trabajo (Esto con el fin de llevar un control e identificarlas fácilmente)	No		0%	Si la empresa señaló la opción de "No", no es necesario poner importancia debido a que no lo aplican.
	6	Limpieza de los puestos de trabajo	No		0%	
	7	Existencia de estándares de orden y aseo (básicos) que permitan conservar el buen estado de la organización	SI	3	$(100\% + 50\%)/2 = 75\%$	Para el cálculo del resultado de 3,61% se utilizó la siguiente fórmula: $= (87,5+75+62,5+50+0+0+75+62,5) * 0,7/8$
	8	Sentido de pertenencia de los empleados con el orden y aseo de la empresa	SI	2	$(100\% + 25\%)/2 = 62.5\%$	
Total Paso 0 (7%)					3,61%	

Ilustración 5. Ejemplo cálculo de puntaje.  
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado las pérdidas se analizarán y cuantificarán respecto a la información obtenida de las encuestas y se les dará un valor de ponderación igual, el cual se estableció a partir de los diálogos entablados en la obtención de la información primaria. Es decir, se llegó a esta determinación puesto que, de acuerdo con los comentarios generales de los encuestados, cada desperdicio impacta aspectos fundamentales pero diferentes de las compañías, lo cual permitió concluir la necesidad de asignar a cada uno de los mencionados tipos de pérdida, el mismo nivel de importancia relativa. El ideal es lograr el máximo aprovechamiento de las máquinas y equipos.

Pérdida	Ponderación
Pérdidas Programadas	25%
Pérdidas que afectan la disponibilidad	25%
Pérdidas que afectan el rendimiento	25%
Pérdidas que afectan la calidad	25%

Tabla 7. Ponderación de las pérdidas.  
Fuente: Elaboración propia

Para realizar los cálculos de las pérdidas, inicialmente se identificarán las preguntas de la encuesta que tienen relación con desperdicios, se clasificarán de acuerdo a las principales pérdidas y se promediará la calificación dada por cada empresa obteniendo un puntaje por pregunta. Posteriormente, se promedian los puntajes correspondientes a cada pérdida y se multiplica por su respectiva ponderación, adquiriendo un valor final por pérdida principal. Sin embargo, dado que la calificación evalúa el grado de cumplimiento del sector frente a las actividades de mantenimiento autónomo y lo que se busca en este análisis es identificar los principales desperdicios del sector, se decidió aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje final por pérdida} = 100\% - \text{puntaje obtenido}$$

A partir del siguiente ejemplo se podrá visualizar la estructura del concepto: se presenta en la encuesta la pregunta “Los equipos presentan un buen funcionamiento bajo las condiciones actuales” lo cual hace referencia a las pérdidas del rendimiento. Dado que su nivel de cumplimiento es alto presentando un valor de 88%, se puede concluir que las pérdidas de tiempo generados por este ítem son bajos, dándole un valor de  $100\% - 88\% = 12\%$ . Este concepto se aplica en pérdidas que afectan la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

Por otro lado, no es pertinente aplicar la fórmula de “puntaje final por pérdida” a las pérdidas programadas puesto que estas son necesarias y se deben aplicar en las empresas siempre y cuando se consuman el tiempo estándar que se les asigne.



Por lo tanto el nivel de cumplimiento por pregunta determina el desperdicio que ese aspecto genera. A partir del siguiente ejemplo se podrá comprender la estructura del concepto: Se establece la pregunta “Se realizan capacitaciones que permitan conocer el procedimiento adecuado de limpieza de los equipos” a la cual se le asigna un puntaje de 0% respecto al cumplimiento puesto que las empresas no realizan formaciones. Por consiguiente, como no se consume tiempo en el tema, no se presentarán pérdidas frente al ítem, dejando el mismo valor de 0% para el desperdicio, lo cual representaría un nivel bajo.

### 3.2.2 Análisis cuantitativo de la información – Mantenimiento Autónomo

Dado que se debe establecer y analizar el nivel de cumplimiento por cada paso del pilar obteniendo finalmente un determinante para el pilar en su totalidad, se crearon grados que definieran si el cumplimiento es bajo o alto de la siguiente manera:

Grado	Rango
Alto	100% - 80%
Medio	50% - 79%
Bajo	0% - 49%

Tabla 8. Grados de cumplimiento Mantenimiento Autónomo.  
Fuente: Elaboración propia

Estos valores no tienen soportes teóricos puesto que es subjetivo dependiendo del tema a tratar, sin embargo, se usaron datos históricos de tres tesis relacionadas con el tema. (Restrepo Gonzalez & Salinas Rendón, 2011) (Ruiz Blandón, 2012) (Henao Palacio & Mosquera Gonzalez, 2012). Los comentarios y justificaciones que se pedían en la encuesta ayudarán a reforzar el análisis haciéndolo más completo.

### Pilar Mantenimiento Autónomo

A partir de los cálculos realizados con la encuesta, se constituye la Tabla 9, donde se puede observar el porcentaje de cumplimiento de cada paso respecto a su la ponderación anteriormente establecida.

Paso	Ponderación	Puntaje	% Cumplimiento
Paso 0: 5 S's	7	66%	4,62
Paso 1: Limpieza como inspección	4	64%	2,56
Paso 2: Fuentes de Contaminación y Lugares de difícil acceso	10	51%	5,10
Paso 3: Estándares de limpieza, inspección, lubricación y ajuste.	12	75%	9,00
Paso 4: Inspección general del equipo	15	17%	2,55
Paso 5: Inspección general del proceso	15	61%	9,15
Paso 6: Estandarización del mantenimiento autónomo	17	75%	12,75
Paso 7: Gestión Autónoma	20	17%	3,40
<b>Total % de Cumplimiento</b>			<b>49,13</b>

Tabla 9. Cumplimiento del sector por paso.  
Fuente: Elaboración propia

- **Paso 0: 5 S's**

**Nivel de cumplimiento: 66% → 4.62 / 7**

Este paso cuenta con un grado de cumplimiento medio, demostrando que la clasificación y el orden no es una actividad indiferente para estas empresas, sin embargo es evidente la falta de conocimiento frente al tema para una correcta aplicación. A partir de las encuestas se puede observar que el punto más débil radica en la identificación y retiro de artículos innecesarios en el puesto de trabajo, lo cual se debe principalmente a la cultura de acumulación de objetos “por si acaso”. Este hábito es común no solo en el sector empresarial sino también en la sociedad colombiana, por ende pretender lograr un cambio de este tipo, debe ser motivado y desarrollado desde la gerencia.

- **Paso 1: Limpieza como inspección**

**Nivel de cumplimiento: 64% → 2.56 / 4**

A partir de los criterios anteriormente determinados, se puede establecer que la limpieza como inspección tiene un nivel de cumplimiento medio. La principal falla frente a este ítem es la falta de capacitación respecto al proceso de

limpieza, pues las compañías no ven el trasfondo que hay en esta actividad. La base de este paso radica principalmente en aprovechar la limpieza como un medio para inspeccionar la máquina de manera que se puedan detectar a tiempo las anomalías y haya mayor interacción operario – equipo. Por esta razón es fundamental realizar capacitaciones guiando así a los operarios, evitando errores humanos que puedan dañar el equipo por falta de conocimiento. También se puede afirmar que las anomalías más comunes en el sector son el ajuste de piezas de los equipos, las averías, lugares inseguros por falta de iluminación adecuada y alto nivel de ruido y vibraciones. Es importante destacar que la contaminación en el sector textil es baja debido a que las materias primas no generan muchos residuos y la maquinaria no presenta fugas ni genera polvo.

- **Paso 2: Fuentes de Contaminación y Lugares de difícil acceso**

**Nivel de cumplimiento: 51% → 5.1 / 10**

Este paso posee un grado de cumplimiento medio destacando su proximidad al nivel bajo. Para una correcta implementación del ítem son fundamentales la capacitación y la motivación al personal operativo. La motivación se ve opacada debido a que los jefes de producción no tienen en consideración las mejoras que proponen los operarios debido al bajo nivel de estudios y falta de conocimiento en temas técnicos, a pesar de que son los que interactúan día a día con las máquinas y sus propuestas pueden ser tomadas en consideración y mejoradas con la ayuda y participación de los jefes y personal de altos rangos en la organización.

- **Paso 3: Estándares de limpieza, inspección, lubricación y ajuste.**

**Nivel de cumplimiento: 75% → 9 / 12**

En este ítem se puede observar la cercanía respecto al nivel alto, sin embargo su clasificación corresponde a un nivel de cumplimiento medio. Las organizaciones tienden a realizar estándares de limpieza, lubricación, inspección y ajustes manejados solo por el personal de mantenimiento sin tener en cuenta a los operarios. El hecho mencionado, además de que no se realiza muy a menudo, no se lleva un control que permita identificar el comportamiento del estándar y sus beneficios en el tiempo. Además, las compañías textiles no se apoyan en controles visuales que les permitan identificar el estado de la máquina, dificultando al operario manejar el tema y realizar una labor autónoma.

- **Paso 4: Inspección general del equipo**

**Nivel de cumplimiento: 17% → 2.55 / 15**

Se debe resaltar el bajo grado de cumplimiento del ítem, siendo éste uno de los pasos con menor nivel obtenido. El motivo reside principalmente en la poca educación que se les da a los operarios respecto a los equipos y todo lo que realizarla implica. Es decir, las empresas deben seleccionar los principales componentes a inspeccionar a partir del histórico de fallas, aspecto a resaltar en una de las compañías por su alto interés en el tema, sin embargo esta información no es divulgada a los operarios ni se realizan planes de capacitación para orientarlos en la importancia y desarrollo de la actividad.

- **Paso 5: Inspección general del proceso**

**Nivel de cumplimiento: 61% → 9.15 / 15**

A partir de los criterios referenciados en la tabla 7, el nivel de cumplimiento de la inspección general del proceso es medio. El personal operativo cuenta con la experiencia necesaria para evitar los defectos en producto tanto en proceso como terminado y los accidentes laborales. Esto se debe gracias al énfasis que

le dan las empresas a la correcta elaboración del producto de acuerdo a sus especificaciones y la poca posesión de espacios inseguros respectivamente. No obstante, es importante señalar la baja capacidad de los operarios para detectar posibles fallas y ajustes antes de que se genere el paro pues su conocimiento técnico frente a los equipos y maquinaria de producción es poco debido a la filosofía que se maneja desde la gerencia.

- **Paso 6: Estandarización del mantenimiento autónomo**

**Nivel de cumplimiento: 75% → 12.75 / 17**

El nivel de cumplimiento de este paso es medio con una alta proximidad al alto, pues se considera como el ítem de la calidad. Es aquí donde se evalúan las especificaciones y estándares de calidad para los productos, evitando las pérdidas generadas por unidades defectuosas, las cuales están compuestas por desperdicios de materias primas, mano de obra y tiempos de producción. Por este motivo, se considera como una de las principales pérdidas para las compañías, motivándolas a intervenirla mediante la identificación de causas potenciales de falla. Igualmente, se observa que en el sector textil el personal operativo se ve obligado a seguir los estándares sin realmente entenderlos.

- **Paso 7: Gestión Autónoma**

**Nivel de cumplimiento: 17% → 3.4 / 20**

El nivel de cumplimiento para este paso es bajo. Esto se debe a que los operarios no se encuentran en la capacidad suficiente de realizar todas las labores de forma autónoma y de proponer acciones de mejora que faciliten su trabajo, le permitan optimizar tiempos y evitar averías.

Este nivel de cumplimiento está relacionado también con el sentido de pertenencia de los operarios y con la flexibilidad de los gerentes para aceptar y llevar a cabo propuestas de mejora hechas por los mismos colaboradores.

- **Planes de formación técnica**

Finalmente es preciso aclarar que los planes de formación técnica a los operarios son muy escasos, esto se debe a que las pequeñas empresas solo les interesa realizar las actividades que generen ingresos. Además, es muy común que busquen que los operarios tengan habilidades que sirvan en todos los procesos, evitando así, la oportunidad de crear un vínculo de pertenencia con el equipo y viendo inútil la inversión en capacitaciones para algo que puede ser temporal.

### **3.2.3 Análisis cuantitativo de la información – Pérdidas**

A partir del desarrollo de la encuesta, se lograron establecer diferentes pérdidas y/o desperdicios los cuales se pueden asociar con las pérdidas teóricas manejadas en la metodología TPM. A continuación, se presentan las tablas con las asociaciones identificadas. Los porcentajes presentados son respecto a los obtenidos en la encuesta, los cuales muestran la incidencia de la empresa en cada uno de los ítems tratados siendo 100% una incidencia alta, 50% incidencia media y 0% incidencia baja.

<b>Pérdidas programadas</b>	
<b>Pérdidas Empresariales</b>	<b>Pérdidas TPM</b>
Puntos Inaccesibles de limpieza	Mantenimiento autónomo
Limpieza del área de trabajo	
Se realizan actividades de mantenimiento preventivo junto al área operativa	Mantenimiento planeado
Se realizan capacitaciones que permitan conocer el procedimiento adecuado de limpieza de los equipos	Reuniones de formación
Capacitación para reconocer e intervenir estas situaciones anormales, fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso	
La empresa cuenta con insumos para realizar capacitaciones frente a la inspección general del equipo	
Se realiza una planeación de formaciones periódicas de acuerdo a las necesidades de inspección	
Se realizan capacitaciones periódicamente según lo estipulado en el plan de formación	

Tabla 10: Pérdidas programadas.  
Fuente: Elaboración propia

Las pérdidas programadas más recurrentes que se encontraron en las tres empresas fueron: Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento planeado y Reuniones de formación. Cabe anotar que incurrir en estas pérdidas, sin superar el tiempo estándar que se les asigne, trae beneficios futuros para la empresa, puesto que incluyen capacitaciones y tiempos de mantenimiento que evitarán averías y problemas causados por falta de habilidad o deterioro de los equipos. El tiempo ocupado por el mantenimiento autónomo es alto (60%) pero solo en actividades superficiales de limpieza y orden. Por otra parte el tiempo de mantenimiento planeado es cero (0%), lo cual resulta muy preocupante ya que solo se concentran en mantenimientos correctivos que a pesar de que son menos frecuentes, resultan

más caros. Y finalmente, el tiempo de reuniones de formación también es muy bajo (15%) ya que se deben hacer en el tiempo operativo. Este hecho conlleva a darle una mayor prioridad a la producción e ignorar el valor agregado de tener personal capacitado. En general, las pérdidas programadas tienen un grado de incidencia del 25% en el sector.

<b>Pérdidas que afectan la disponibilidad</b>	
<b>Pérdidas Empresariales</b>	<b>Pérdidas TPM</b>
Identificación y retiro de artículos innecesarios en el puesto de trabajo	Arranque
Puntos inaccesibles de Chequeo	
Daños	Averías o Fallas
Fallas	
Ajuste de piezas de equipos	Cambio de elementos y piezas
Flojedad	
Delimitación de un espacio apropiado y fijo para las herramientas de trabajo	Organización de la línea
La empresa tiene estándares para el flujo de materiales en el puesto de trabajo	
Aseguramiento de las condiciones básicas del equipo	

Tabla 11: Pérdidas que afectan la disponibilidad.  
Fuente: Elaboración propia

En las pérdidas que afectan la disponibilidad se observan los siguientes resultados:

- En Arranques se tiene un gasto de tiempo del 61%
- En averías y fallas se tiene uno de los valores más altos (70.50%), esto va asociado a la falta de mantenimiento planeado.
- En cambio de elementos y piezas se presenta una incidencia del 100% debido que se le dedica mucho tiempo a esta actividad puesto que, como se ha mencionado anteriormente, es solamente correctiva.



- Finalmente, la organización de la línea es la que genera un menor tiempo de pérdidas, con un valor de 39%.

El valor promedio final de la incidencia de esta pérdida en el sector es del 68%, de lo que se puede inferir que la empresa no cuenta con una alta disponibilidad de equipos para realizar sus labores productivas, ocasionada por la falta de mantenimiento preventivo.

<b>Pérdidas que afectan el rendimiento</b>	
<b>Pérdidas Empresariales</b>	<b>Pérdidas TPM</b>
Paros en medio del proceso por ajustes	Ocio y paradas menores
Adhesión ( bloqueos, agotamientos)	
Retrasos en el proceso	
Los equipos presentan un buen funcionamiento bajo las condiciones actuales	Velocidad reducida

Tabla 12: Pérdidas que afectan el rendimiento.  
Fuente: Elaboración propia

Entre las pérdidas que afectan el rendimiento están:

- En ocio y paradas menores hay una incidencia del 57%, este porcentaje es en mayor parte de paradas menores por retrasos, bloqueos y ajustes en medio del proceso. El ocio no afecta en gran medida a esta pérdida, debido a que cuando una persona no puede realizar su actividad diaria, le asignan otra, puesto que como se mencionó anteriormente, el personal está en la habilidad de asumir otros puestos operativos.
- La velocidad reducida corresponde a un 12%, este es un porcentaje bajo que va relacionado con el buen funcionamiento de los equipos con las condiciones actuales.

En total, el porcentaje de pérdidas que afectan el rendimiento es de 34,5% concluyendo que las empresas del sector textil son eficientes productivamente en el tiempo útil.

Pérdidas que afectan la calidad	
Pérdidas Empresariales	Pérdidas TPM
Fuentes de defecto de calidad en Materia prima	Unidades defectuosas
Contaminación	
Fuentes de defecto de calidad en Almacenamiento	
Fuentes de defecto de calidad por Humedad	

Tabla 13: Pérdidas que afectan la calidad.  
Fuente: Elaboración propia

Las pérdidas que afectan la calidad están únicamente relacionadas con las causas que generan unidades defectuosas, correspondiente a un valor total de 18,75%. Este porcentaje representa un desperdicio bajo, de lo cual se puede concluir que la empresa no incurre significativamente en pérdidas que afecten la calidad, demostrando una alta importancia en los factores que pueda afectar las especificaciones de los productos.

### 3.3 ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO

En primera instancia es importante aclarar que, se tomará como un nivel alto de cumplimiento a partir del 80%. Como se dijo anteriormente, este valor no tiene soportes conceptuales, por lo que fue tomado de investigaciones anteriores. Las propuestas de mejoramiento irán enfocadas a aquellos pasos cuyo nivel de cumplimiento sea inferior al nivel alto previamente establecido y a los cuales se les dará un mayor análisis para incrementar su nivel de cumplimiento llevándolo así a un valor igual o superior al 80%.

De acuerdo con la información tabulada anteriormente, se muestra en la siguiente tabla ordenados de forma ascendente en cuanto al nivel de cumplimiento, aquellos pasos que deberán someterse a procesos de mejora. Asimismo, se menciona que el menor nivel de cumplimiento implica de manera directa una mayor asignación de recursos (tiempo y dinero), con el propósito de incrementar el nivel de cumplimiento de los pasos analizados hasta el nivel deseado (80%).

Priorización	Paso	Porcentaje de Cumplimiento
1	Paso 4	17%
2	Paso 7	17%
3	Paso 2	51%
4	Paso 5	61%
5	Paso 1	64%
6	Paso 0	66%
7	Paso 3	75%
8	Paso 6	75%

Tabla 14. Priorización Pasos Mantenimiento Autónomo.  
Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, se organiza en la siguiente tabla la información obtenida respecto al porcentaje de incidencia de las pérdidas que afectan la disponibilidad, la calidad y el rendimiento; llegando así a ordenarlas descendientemente de acuerdo al grado de incidencia de las mismas en el sector. Sin embargo, las pérdidas programadas no se incluyeron en la tabla puesto que requieren un análisis diferente debido a su naturaleza beneficiosa y a las cuales se les realizará propuestas de mejora independientemente.

Pérdidas TPM generalizadas	Pérdidas TPM específicas	Incidencia	% Respecto al total	% Acumulado
Pérdidas que afectan la disponibilidad	Cambio de elementos y piezas	100	27,91%	27,91%
Pérdidas que afectan la disponibilidad	Averías o Fallas	70,5	19,68%	47,59%
Pérdidas que afectan la disponibilidad	Arranque	61	17,03%	64,62%
Pérdidas que afectan el rendimiento	Ocio y paradas menores	57	15,91%	80,53%
Pérdidas que afectan la disponibilidad	Organización de la línea	39	10,89%	91,42%
Pérdidas que afectan la calidad	Unidades defectuosas	18,74	5,23%	96,65%
Pérdidas que afectan el rendimiento	Velocidad reducida	12	3,35%	100,00%
<b>TOTAL</b>		358,24	-	-

Tabla 15. Priorización de las pérdidas  
Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla 15, se realizó un Diagrama de Pareto para seleccionar, desde su método propuesto de selección, las pérdidas que representan un mayor porcentaje dentro de la industria y proponer con base en ellas acciones de mejora. Según esto, los ítems escogidos son los siguientes:

- Cambio de elementos y piezas: Los cuales son pérdidas que afectan la disponibilidad
- Averías o fallas: Los cuales son pérdidas que afectan la disponibilidad
- Arranques: Los cuales son pérdidas que afectan la disponibilidad
- Ocio y paradas menores: Los cuales son pérdidas que afectan el rendimiento

Respecto a las pérdidas programadas, se propondrán mejoras ante sus pérdidas específicas tales como mantenimiento planeado, mantenimiento autónomo y reuniones de formación. A continuación, se presenta la Ilustración 5 correspondiente al Diagrama de Pareto.

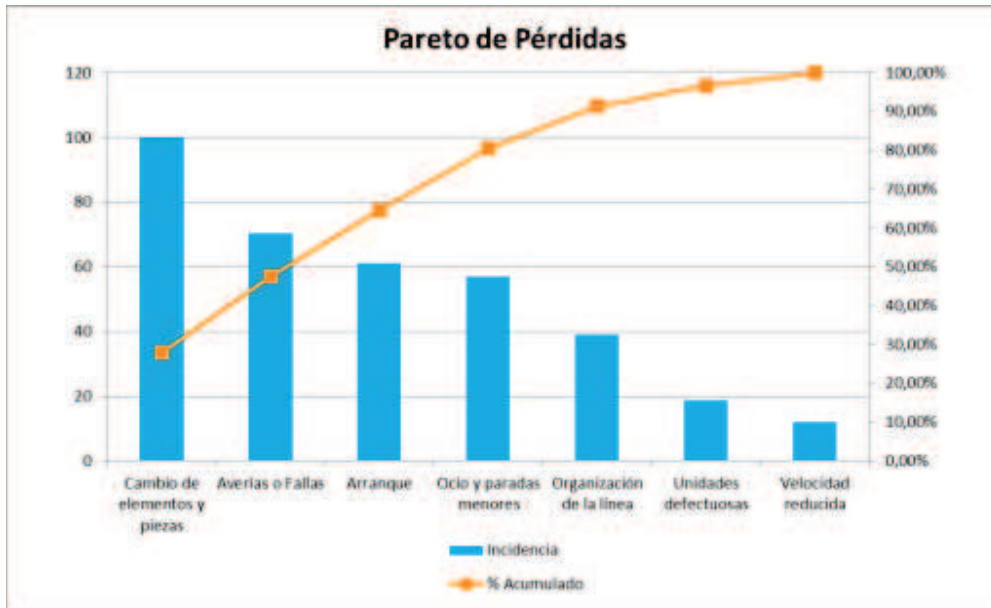


Ilustración 5. Diagrama de Pareto Pérdidas  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1 Alternativas de mejora Mantenimiento Autónomo y Pérdidas

Dado que, el nivel de cumplimiento del Pilar Mantenimiento Autónomo se identificó según el paso, las oportunidades de mejora también se propondrán de acuerdo a este criterio, permitiendo conservar la secuencia y nivel de dificultad que cada uno de los puntos del Pilar requiere. Es importante resaltar que las pérdidas se van a abordar dentro de las mismas alternativas de mejoramiento por pasos, debido a que algunos de estos ítems se enfocan en el impacto que los desperdicios generan. Finalmente para garantizar la apropiación de los conocimientos y el cumplimiento de los objetivos del paso, se realizarán evaluaciones al finalizar cada etapa, las cuales tendrán calificación de 1 a 5 y tendrán que ser superadas por más del 70% del personal, solo así se podrá continuar con los pasos siguientes.

- **Paso 0:** Dado que este paso tiene un porcentaje de cumplimiento medio-alto, las actividades que se propondrán estarán orientadas a interiorizar los conceptos que ya se tienen y reforzarlos con la teoría del pilar Mantenimiento

Autónomo. Por lo tanto, se le dará un total de 28 horas para la implementación de las propuestas descritas a continuación.

- Análisis y ejecución de plantillas para elementos necesarios por puesto de trabajo → en esta actividad se deben identificar los elementos estrictamente necesarios para realizar el proceso productivo en cada puesto de trabajo y por referencia si es necesario. No se tienen en cuenta cantidades extras de piezas o repuestos. Posteriormente, se deben elaborar las plantillas no muy complejas y fáciles de seguir por los operarios, por lo cual se propone hacerlas gráficamente. Adicionalmente, es de resaltar que esta actividad será de gran aporte para reducir las pérdidas por arranques pues ya no será necesario invertir tanto tiempo en la organización del puesto. A continuación, se plantea un ejemplo de una plantilla de un puesto de trabajo de máquina plana para una referencia Big Bag.

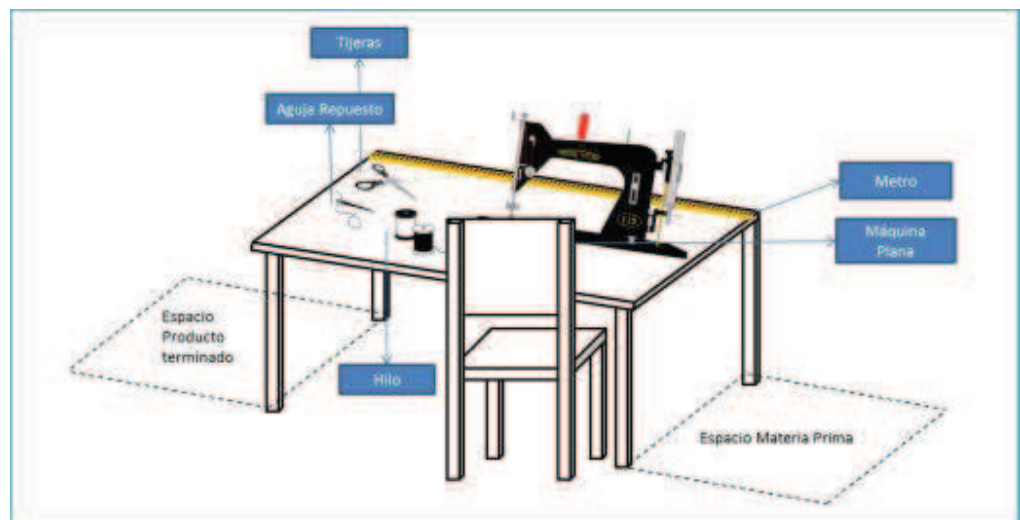


Ilustración 6. Plantilla elementos necesarios puesto de trabajo  
Fuente: Elaboración propia

A esta actividad se le presupuestará un tiempo de 20 horas.

- Delimitar espacios para herramientas → aquellos instrumentos que son necesarios pero no de uso frecuente se deben ubicar cerca al área de trabajo, en la cantidad suficiente para suplir los requerimientos y que cuente con una gestión visual facilitando su localización y agilizando la selección. A esta actividad se le dedicará un tiempo estimado de 5 horas. A continuación, se presenta un ejemplo de un espacio delimitado y demarcado para las herramientas:



**Ilustración 7. Caja de herramientas**  
Fuente: Tomado de área de producción Colcafé

- Socialización → Espacio donde se tratarán en profundidad aquellos puntos que se identificaron con menor porcentaje de cumplimiento, los cuales hacen referencia a los aspectos de las 5s de clasificar principalmente y ordenar. Por ende, se enfatizará en conceptos como elementos necesarios en el puesto de trabajo y delimitación de espacios específicos para las herramientas de trabajo; socializando los resultados obtenidos en las 2 propuestas anteriores. Además, es importante hacer énfasis en los beneficios de las 5s pues será de ayuda para fortalecer la cultura

organizacional y el compromiso frente a la implementación. A la actividad se le presupuestará un tiempo de 3 horas. En la siguiente tabla, se presenta el plan de actividades para la capacitación.

Plan de Socialización - Paso 0				
Actividad	Detalle	Duración (Horas)	Dirigido A:	Responsable
1. Beneficios de las 5 S	Beneficios en la productividad.	0,5	Jefes y operarios de producción	Gerente general
	Beneficios en espacio de trabajo			
	Beneficios en seguridad			
	Beneficios en costos			
	Beneficios en motivación			
2. Clasificación de elementos innecesarios en el puesto de trabajo	Breve introducción al tema de elementos innecesarios	1,5	Operarios de producción	Jefes de Producción
	Socialización de las plantilla realizadas para el orden de los puestos de trabajo			
	Recepción de ideas y modificación de plantillas			
3. Delimitar espacios para herramientas	Breve clasificación de las herramientas necesarias de uso poco frecuente	1	Operarios de producción	Jefes de Producción
	Identificación del lugar establecido para estas herramientas			

Tabla 16. Plan de socialización Paso 0  
Fuente: Elaboración propia

- **Paso 1:** este paso cuenta con un porcentaje de cumplimiento del 64%, por lo cual se puede afirmar que sus propuestas de mejora tienen el mismo trasfondo de las actividades de paso 0 adicionándole instructivos de apoyo para el fortalecimiento de los conceptos a partir de la teoría del pilar Mantenimiento Autónomo, puesto que se clasifica como nivel medio. A este paso se le dedicará un tiempo estimado de 57 horas.
  - Realizar manuales de limpieza por equipos: se propone a los supervisores y/o jefes de producción que implementen los manuales de limpieza de equipos representados a través de formatos, los cuales resalten características como claridad y sencillez para facilitar la comprensión y



retención de información en los operarios. Es importante resaltar condiciones en las cuales debe ser limpiada la máquina con sus respectivas partes, productos que deben ser aplicados especificando en qué lugar(es) del equipo y sus respectivas cantidades. A la actividad mencionada se le estima un tiempo total de 40 horas. En el Anexo 3, se puede observar un formato de limpieza para uno de los componentes principales de las máquinas de coser. Adicionalmente, esta propuesta brinda un conocimiento amplio de los equipos y sus componentes el cual será de gran utilidad para los pasos siguientes.

- Formación en procedimientos de limpieza y condiciones básicas: en esta actividad se le expondrá al personal operativo los instructivos de limpieza de equipos con el fin de generar espacios para sugerencias y comentarios de acuerdo a la experiencia adquirida. Adicionalmente se les capacitara en la detección de anomalías asociadas a las condiciones básicas (Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajustes). Se estima un tiempo de 6 horas para la ejecución de esta actividad. En la siguiente tabla, se presenta el plan de actividades para la capacitación.

Plan de Formación - Paso 1				
Actividad	Detalle	Duración (Horas)	Dirigido A:	Responsable
1. Instructivos de limpieza	Socialización de los instructivos creados para la limpieza	3	Personal operativo	Jefes de producción
	Espacio para dar opiniones y sugerencias para mejorar los formatos			
2. Detección de anomalías asociadas a las condiciones básicas	Definición de conceptos asociados al tema	3	Operarios de producción mecánicos	Jefes de Producción
	Participación tanto de expositores como de la audiencia con ejemplos que ilustren el tema			
	Actividad individual donde la audiencia pueda especificar en un papel las anomalías más comunes de sus equipos de trabajo			

Tabla 17. Plan de formación Paso 1  
Fuente: Elaboración Propia

- Detección y reporte de anomalías: Se entregaran tarjetas de reporte de anomalías con un formato similar al ejemplo en la Ilustración 8. Las anomalías a detectar son las de condiciones básicas dictadas en la formación. Adicionalmente, los jefes de producción llevarán un registro de los datos en estas tarjetas que serán útiles más adelante. Para esta actividad se tendrá un tiempo de 1 hora.

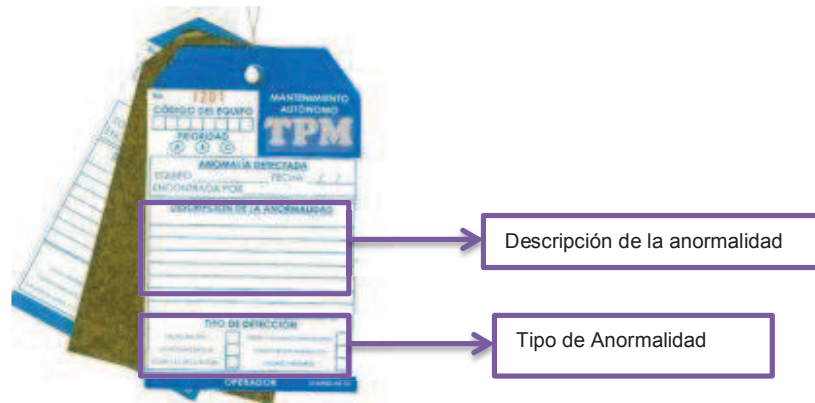


Ilustración 8. Tarjeta de reporte de Anormalidades  
Fuente: Curso de facilitadores internos Colcafé

- Estudio de manuales de los equipos: a partir de esta actividad, se pretende establecer los requerimientos básicos de funcionamiento, tales como tipo de funcionamiento, velocidad y potencia. En el Anexo 4 se puede observar la tabla de requerimientos básicos de acuerdo a la máquina. A esta actividad se le dedicará un tiempo de 10 horas.
- **Paso 2:** Este paso está clasificado en prioridad 3 en la tabla 14, lo que indica que se debe dar profundidad en conceptos y más actividades para su correcta asimilación. Según la muestra tomada se puede afirmar que el sector sabe reconocer sus fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso, sin embargo, nunca ha visto valor en eliminarlos. Se ha identificado que las

fuentes de contaminación en las empresas de este sector no son muy significativas, puesto que corresponden a polvo y pequeñas cantidades de material, que son fáciles de retirar y no representan un gasto de tiempo significativo.

- Conceptos de Fuentes de Contaminación (FC) y Lugares de Difícil Acceso (LDA): Se hará una reunión donde se refuercen los conceptos de FC y LDA que ya tienen los operarios y se les enseñará la importancia de reconocer estos puntos. Adicionalmente, se les dará un espacio para que realicen una lista de todos lo FC y LDA que reconozcan en su lugar de trabajo. A esta actividad se le asignaran 7 horas.
- Diagnóstico de FC y LDA: Para esta actividad se introducirán dos formatos de reporte mostrados en el Anexo 5, donde se identificará la situación actual de cada FC y LDA, las acciones a tomar al respecto (Eliminar, Contener, Reubicar o Simplificar) y los beneficios que se obtendrían en ahorro de tiempo. Esta actividad tendrá un tiempo de 5 horas que incluye la presentación y explicación del formato, y un buen análisis de cada FC y LDA para tener datos confiables y útiles. Es importante que cada jefe de producción revise y apruebe los formatos de acuerdo a su relevancia y viabilidad.

Plan de Formación - Paso 2				
Actividad	Detalle	Duración (Horas)	Dirigido A:	Responsable
1. Repaso de concepto Anormalidades	Introducción al Paso 2 del pilar Mantenimiento Autónomo TPM	6	Personal operativo	Jefes de producción
	Explicación de conceptos de las anomalías Fuentes de Contaminación y Lugares de Difícil Acceso			
	Importancia y beneficios de reconocer e intervenir estos puntos			
2. Actividad dinámica de análisis respecto al tema	Espacio dedicado a la identificación de los LDA y las FC en sus puestos de trabajo	7	Operarios de producción mecánicos	Jefes de Producción
	Entrega y análisis de los formatos de reporte LDA y FC y diligenciar los formularios que sean necesarios			

**Tabla 18. Plan de formación Paso 2**  
Fuente: Elaboración Propia

Implementación de acciones de mejora: Se enviarán las acciones de mejora al área de mantenimiento para que evalúen de nuevo la viabilidad tanto por la máquina como por la relación costo-beneficio, y de ser viable ejecutar la mejora lo antes posible. Para esta actividad, por su complejidad, se le asignará 40 horas. Este número es un estimado que depende de la capacidad de trabajo disponible del área de mantenimiento y puede tener variaciones. A continuación se muestra un ejemplo de un formato de reporte de LDA lleno.

FORMATO DE REPORTE DE LUGARES DE DIFÍCIL ACCESO			
ELABORADO POR:	Paula Perez		
FECHA:	15 de Octubre de 2014		
Tiempo perdido por el LDA	40 min	Frecuencia de interacción con el LDA	Semanal
CATEGORÍAS		DESCRIPCIÓN	
Diagnóstico Inicial	¿Dónde se ubica la dificultad? (Máquina, componente...)	Motor de Máquinas Hiladoras	
	¿Qué es lo complicado? (La limpieza, inspección, lubricación...)	Limpieza, Inspección y Ajuste	
	¿Por qué es complicado? (altura, profundidad...)	Requiere de muchas acciones para llegar al motor (quitar tornillos de la puerta de acceso y utilizar destornillador para abrirla del todo) y además queda muy profundo en la máquina. Si no se limpia puede generar atascos y enredos en los hilos.	
Gestiones para la mejora	Eliminar (Fuente de contaminación)		
	Reubicar o Reorganizar (Nueva localización del equipo o reorganizarla)	Reubicar la puerta de acceso al motor e implementarle un sistema de abre fácil sin tornillos sino con pines.	
	Simplificar (utilización de herramientas para facilitar el acceso)		
DIAGNÓSTICO FINAL - PARA USO DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO			
Estado Final (¿Qué tipo de mejora se implementó?)	Se realizó la mejora pero en vez de pines se le pusieron tuercas "mariposa" para una mejor sujeción		
Tiempo perdido por el LDA	20 min	Frecuencia de interacción con el LDA	Semanal

Tabla 19. Ejemplo de Formato de reporte de LDA completo  
Fuente. Elaboración Propia

Adicionalmente, esta actividad repercute directamente en las pérdidas por arranque, dado que, los tiempos de limpieza, inspección y ajuste se reducen significativamente gracias a las mejoras que se implementen en este paso.

- **Paso 3:** Este paso no requiere de una alta dedicación debido a que se encuentra muy cercano a un cumplimiento alto con un porcentaje igual al 75%.

La principal recomendación se enfocará en plasmar los estándares de puntos críticos en un formato de reporte periódico seguido por propuestas de mejora respecto a los controles visuales. Adicionalmente, en este paso es importante verificar que el progreso que se ha alcanzado hasta ahora, con los pasos anteriores, no se pierda y es por eso que se realizan los estándares.

- Análisis del histórico de tarjetas azules: Se revisarán los reportes de las tarjetas azules para determinar cuáles son los puntos donde ocurren más anomalías y con qué frecuencia se deben intervenir para evitar su deterioro. Estos puntos se denominarán puntos críticos. Se le asignarán 2 horas a esta actividad.
- Creación de formato para estándares por punto crítico: La creación y seguimiento de estos estándares permitirá mantener las condiciones básicas de los equipos y llevar un control de aquellos puntos con mayor incidencia en anomalías. En el anexo 6 se muestra el formato de estándar de condiciones básicas. A esta actividad se le dará 1 hora.
- Diligenciamiento de los formatos: Los estándares son llenados por los operarios con apoyo del área técnica y de los jefes de planta. Estos son divulgados entre los compañeros de área para que los conozcan y los sigan. Adicionalmente se debe crear una conciencia de disciplina frente al seguimiento periódico de los estándares, y si es posible, implementar una lista de verificación que lleve el nivel de cumplimiento de la revisión. Para este diligenciamiento se dispondrán 20 horas.
- Controles visuales: Crear e instalar los controles visuales determinados en los estándares. Para esta tarea se asignan 3 Horas. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de un control visual útil para la medición de presión.

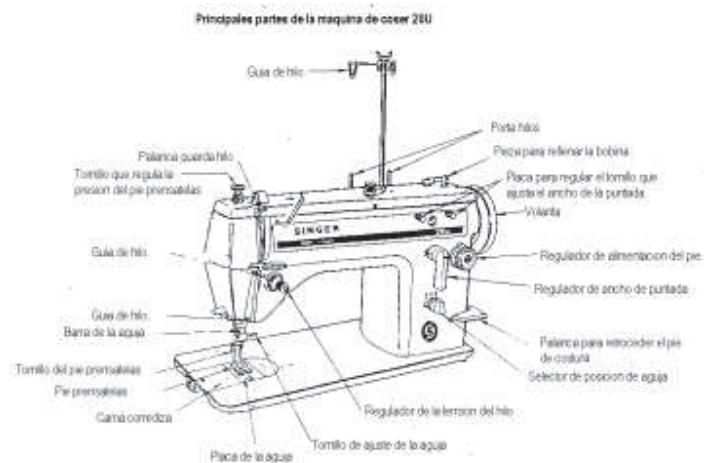


Ilustración 9. Ejemplo de control visual  
Fuente: Tomada de <http://bit.ly/1CnkVxd>

- **Paso 4:** Este paso es el primero en la lista de nivel de cumplimiento con un porcentaje de 17%, esto indica que se le debe dar una prioridad más alta en relación con los otros pasos y enseñarlo desde cero para no dejar espacios en blanco. Este paso requiere más tiempo de capacitación y desarrollo debido a la gran complejidad que posee, la cual se debe a su alto contenido de conceptos técnicos (funciones mecánicas, herramientas, sistemas de fijación y sujeción, entre otros). También, es fundamental las actividades de este paso para las mejoras en las pérdidas, pues un buen conocimiento de las máquinas por parte de los operarios previene anomalías tales como averías y ajustes. La función de inspectores es crucial en este pilar pues les activa los 5 sentidos para reconocer posibles complicaciones que este presentando la máquina, el lugar y las causas tentativas, llegando así a tener la habilidad de eliminar las flojeadas si es el caso o intervenir el equipo de trabajo para evitar las fallas.
  - Conformación de los grupos de trabajo: según la teoría, es recomendado utilizar la metodología “enseñar por relevos” donde cada grupo de trabajo escoge un líder los cuales reciben las capacitaciones y son responsables de transmitirlos a sus respectivos grupos. Estos líderes deberían ser los supervisores y en el caso de que este puesto no esté en las empresas, se sugiere seleccionar a las personas que muestren mayor capacidad de liderazgo. Además, este grupo de trabajo debe contar con un número de

integrantes proporcional al número de líderes facilitando así el trabajo. Por ende, se recomienda conformar grupos de máximo 7 personas por un líder. A esta actividad se le estimará un tiempo de 1 hora.

- Análisis de los componentes más propensos a fallar y sus respectivas causas: con apoyo del área técnica o historiales de mantenimientos y reparaciones externos, se determinarán los puntos con mayor frecuencia y gravedad en fallas, siendo estos el principal énfasis de las capacitaciones. Con base en implementaciones de otras compañías, se ha reconocido una buena práctica que puede ser aplicada en las empresas del sector. Esta consiste en mantener en stock aquellos repuestos con altos lead times relacionados con los componentes críticos de mayor falla, evitando así paros en producción y la disminución de indicadores como la eficiencia y la productividad. El tiempo destinado aproximado para esta actividad es de 25 horas. A continuación, se presenta un ejemplo donde se observa el análisis de un punto de falla frecuente con sus respectivas causas y posibles acciones a tomar.



**Ilustración 10. Componentes máquina de coser plana**  
 Fuente: Tomada de: <http://bit.ly/1sVMSeU>

Como caso hipotético, uno de los fallos más frecuentes en las máquinas planas es la rotura del hilo en el proceso de producción. En la tabla 20, se



muestra un método para analizar la falla con sus respectivas causas y soluciones.

Problema	Causas	Posible Solución
<b>Se rompe el hilo constantemente</b>	Alta tensión en los discos del regulador de tensión del hilo	Revisar periódicamente la tensión de los discos
	Enredo del hilo en alguna parte de la máquina	Revisar constantemente el recorrido del hilo
	El resorte de la palanca guarda hilos está desgastado o roto	Cambiar cada cierto tiempo el resorte de la palanca guarda hilos
	Mala posición de la aguja	Revisar cada cambio de formato la posición y el estado de la aguja a utilizar
	Mala Calidad de la Aguja (aguja despuntada)	
	Mala calidad de la materia prima	Usar el hilo adecuado de acuerdo a la referencia que se vaya a trabajar y sus propiedades
	El orificio de la placa de la aguja está sucio o en mal estado	Revisar que no haya suciedad y/o rebaba en el orificio de la placa de la aguja

**Tabla 20. Ejemplo de falla frecuente**  
Fuente: Empresa C

- Plan de formación Paso 4: Como se mencionó anteriormente, en esta actividad se tratarán temas técnicos y teóricos con alto grado de complejidad. Por lo tanto, es fundamental una minuciosa planeación y preparación, evitando dejar de lado aspectos importantes. Es importante tener en cuenta que la asignación del tiempo y frecuencia debe ser la adecuada para impedir el agotamiento del personal y mantener presentes los conceptos sin perder la continuidad del tema. Igualmente, el material a utilizar en las capacitaciones debe contener videos, gran cantidad de imágenes y ejemplos con poco texto, para facilitar la comprensión de los conceptos. Además, se debe asignar a cada tema una práctica, donde apliquen los conocimientos adquiridos. Teniendo en cuenta que esta actividad requiere planeación, preparación, ejecución y práctica, se le estima un tiempo aproximado de 120 horas. A continuación se muestra un ejemplo de cómo debe ser una diapositiva de las presentaciones y el plan

de formación se podrá observar en el Anexo 7 plan de formación para el sector.

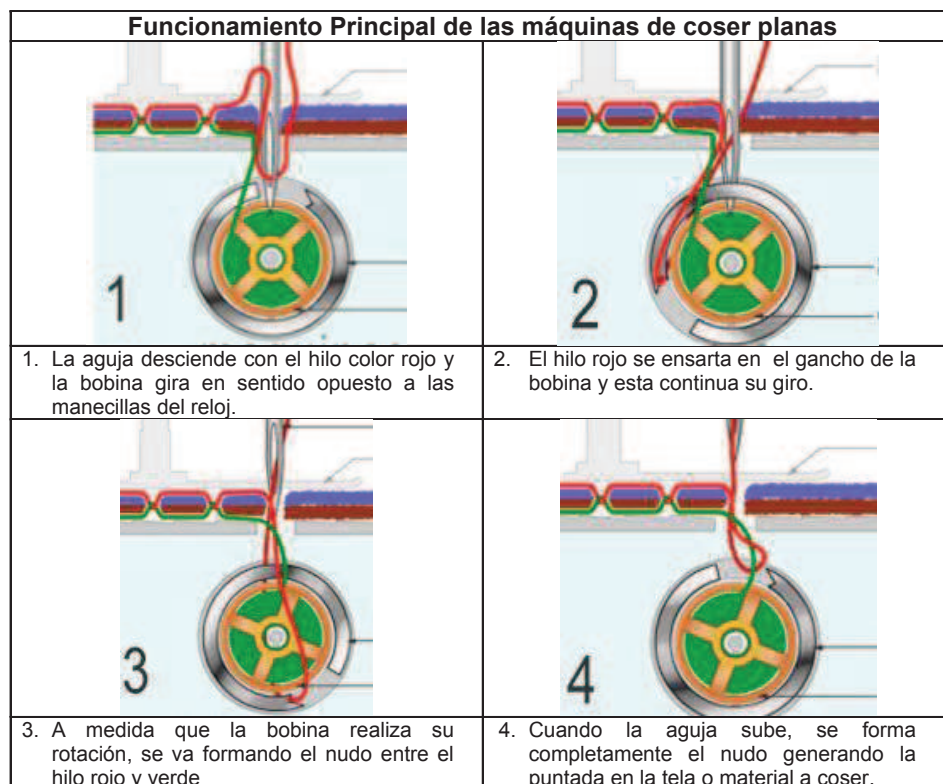


Ilustración 11. Ejemplo de diapositiva de una presentación  
Fuente: (Maquinas de coser, 2011)

- **Paso 5:** Este paso cuenta con un nivel de cumplimiento del 61% quedando ubicado en todo el centro de la tabla 14 de priorización, lo cual indica que el nivel de dedicación e importancia debe ser intermedio. Las acciones de mejora deben estar enfocadas en el conocimiento del proceso para mejor comprensión de la situación que los rodea. Se deben tener en cuenta los factores que interviene en los procesos productivos pues estos también son motivos de cambios, ajustes o fallas. Por otro lado, las actividades propuestas en este paso mejoran en gran medida las pérdidas por ocio y paradas menores pues con una visión global del proceso y sus factores se pueden evitar bloqueos y

agotamientos de máquinas, fallas en el proceso ocasionando retrasos o ajustes del proceso poco conocimiento.

- Plan de formación Paso 5: En esta actividad se propone formar a los operarios en los demás factores que interviene en el proceso y como estos puede afectarlo. Sin embargo, no solo se deben analizar los efectos de los factores en el proceso sino también el efecto del proceso en los factores, por ejemplo, como una operación puede afectar la materia prima y por ende, el producto terminado. Por lo tanto, los operarios en esa etapa deben adquirir la habilidad para conocer sus materias primas y los rangos requeridos para operar los equipos como velocidad, temperatura y presión. Igualmente, en este paso se deben identificar, controlar y, si es posible, eliminar los riesgos como actos inseguros y condiciones inseguras. A esta actividad se le estima un tiempo de 6 horas.

Plan de Formación - Paso 5				
Actividad	Detalle	Duración (Horas)	Dirigido A:	Responsable:
Formación en materias primas	Propiedades de los materiales utilizados en la empresa o sector.	2	Personal operativo y supervisores	jefes de producción
	Defectos de los materiales debido a los factores de la maquina			
	Comportamiento de los materiales ante los procesos de transformación			
Formación en estandares de operaciones	Repaso conceptuales sobre los estandares de la máquina	2	Personal operativo y supervisores	jefes de producción
	Comportamiento de los estandares según la materia prima			
	Imprtancia de cumplimiento del estandar ante los indicadores			
Análisis de las habilidades operativas	Actos operativos que afectan el producto	2	Personal operativo y supervisores	jefes de producción
	Actos operativos que afectan la máquina			

Ilustración 12. Plan de formación Paso 5  
Fuente: Elaboración propia

- Práctica de montajes correctos: Esta actividad tiene como fin instruir a los operarios en la forma correcta de hacer los montajes y proporcionarle técnicas que le permitan verificar el éxito de los mismos. Esta actividad se hará con el apoyo del área técnica quienes indicarán las posibles fallas que pueden suceder ante un mal montaje y sus consecuencias llevándose un tiempo aproximado de 20 horas. Esta actividad también va de la mano del área de seguridad y salud ocupacional.

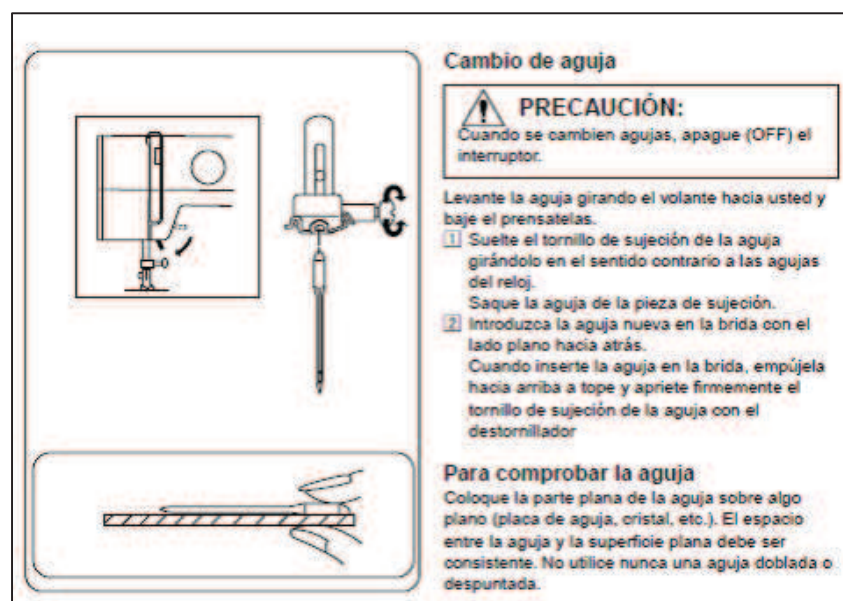


Ilustración 13. Ejemplo Montaje  
 Fuente: (GEM, 2013)

- Consideraciones de seguridad: Para el sector, la iluminación es crucial para la seguridad debido a que la mayoría de sus operaciones son manuales lo que requiere fijar la mirada por largos periodos de tiempo. Además, se debe prestar mucha atención a los detalles para evitar errores de calidad. A través de las encuestas, se observó que la iluminación es la condición más insegura del sector lo cual puede generar múltiples accidentes y no necesariamente en el puesto de trabajo. Por todas estas razones se

considera necesario plantear una acción de mejora frente al tema, garantizando así el bienestar del personal. Se recomienda para el sector un nivel de iluminación de 41,8 LUX debida a que contiene en su mayoría trabajos de alta precisión (Sierra, 2014). A esta actividad se le dedicará un tiempo de 3 horas aproximadamente.

- **Paso 6:** Este paso tiene un nivel de cumplimiento del 75%, estando muy cercano a ser clasificado como nivel de cumplimiento alto. La principal falencia del sector se presenta en la carencia de estándares de flujos de materiales los cuales son importantes para garantizar los requerimientos del cliente y optimizar los métodos y tiempos de producción. Adicionalmente, un buen cumplimiento de los estándares de materiales aporta positivamente al sostenimiento de la seguridad pues disminuye el riesgo de condiciones inseguras.
  - Realizar plantillas de estándares de flujo de materiales: se deben analizar los flujos de materiales para ejecutar plantillas estándar las cuales sean socializadas con los operarios para garantizar su cumplimiento. A esta actividad se le dedicará un tiempo aproximado de 10 horas. En la siguiente ilustración, se observa el flujo de materiales para la fabricación de una bolsa de polipropileno usando como materias primas la reata (línea azul) y las caras en polipropileno (línea morada).

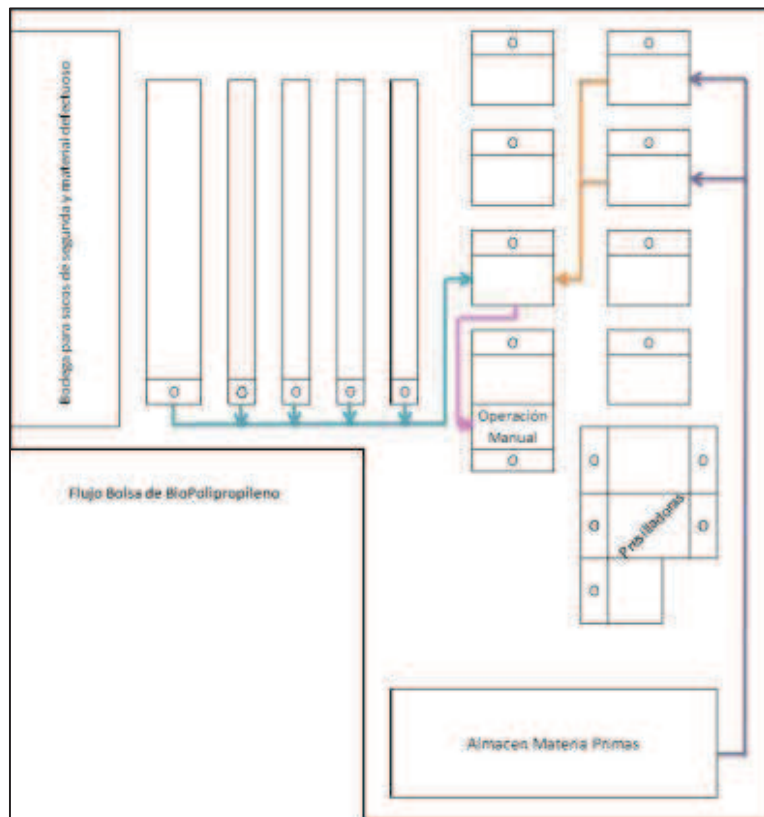


Ilustración 14. Plantilla flujo de proceso  
Fuente: Elaboración propia

- **Paso 7:** Este paso se encuentra de segundo en la tabla de priorización gracias a su bajo cumplimiento, lo que significa que se debe hacer gran énfasis para su correcta asimilación e implementación. Además, se considera como el cierre del pilar Mantenimiento Autónomo, por lo cual requiere de mayor esfuerzo para conservar lo que se adquirió en los demás pasos.
  - Unificación de estándares: Se revisaran, actualizaran y unificaran todos los estándares de los equipos con el fin de tener un mayor orden y una información más compacta y completa. Esta actividad será realizada por los operarios puesto que con los pasos anteriores se ha logrado un gran avance en el conocimiento de los equipos, los procesos y las acciones de mejora. Se le asignara a esta actividad un tiempo de 10 horas.

- **Indicadores:** Esta actividad pretende hacer un refuerzo en los indicadores que son comúnmente manejados por los operarios y explicar nuevos indicadores que a pesar de que existen en la empresa, solo son de conocimiento administrativo. El objetivo es que el personal operativo empiece a llevar un registro de estos indicadores que son de su interés, esté en la capacidad de analizarlos y de sugerir acciones de mejora al respecto. El tiempo destinado para esta actividad es de 6 horas. En la siguiente tabla se muestra los indicadores que se podrían manejar.

Nombre del Indicador	Forma de Cálculo	Naturaleza	Periodo a Evaluar	Observaciones
Nombre del indicador a llevar. Debe ser claro y se le debe asignar un horizonte de tiempo	Se adjunta la fórmula como guía para su cálculo	Como se debe comportar el indicador normalmente	Intervalo de tiempo en el que se calcula el indicador	Información adicional del indicador, casos especiales, entre otros
Tiempo de Limpieza de los equipos	Medición del tiempo invertido en hacer limpieza, se hace un promedio entre equipos iguales	Disminuir	Semanal	
Número de defectos en materiales	Cuenta de los defectos que ameriten el rechazo de un material	Disminuir	Semanal	
Número de defectos durante el proceso	Cuenta de los defectos durante el proceso que no se pueden revertir	Disminuir	Semanal	
Cantidad de Reprocesos	Cantidad de reprocesos hechos	Disminuir	Semanal	
Número de Fallas en los equipos	Cantidad de fallas que paren significativamente la producción del equipo	Disminuir	Mensual	
Tiempo medio entre fallas	Promedio del tiempo que pasó entre las fallas del periodo	Aumentar	Mensual	
Tiempo medio de reparación	Tiempo promedio de reparación de las fallas del periodo	Disminuir	Mensual	
Número de Accidentes	Cantidad de accidentes	Disminuir	Semanal	

**Tabla 21. Tabla de indicadores**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.4 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

#### 3.4.1 Cronograma

Inicialmente, a partir de las mejoras propuestas en el capítulo anterior, se realizará un cronograma como guía para el sector en la implementación, mostrando el orden de las actividades a desarrollar y el tiempo estimado para

desarrollar todo el plan. A continuación, se presenta el cronograma planteado como orientación con las respectivas actividades, duraciones y prerequisites los cuales determinan en qué momento se puede comenzar una actividad.

Paso	Actividad	Descripción	Prerrequisito	Duración (horas)	Comienzo (horas)	Fin (horas)
Paso 0	A	Análisis y ejecución de plantillas para elementos necesarios por puesto de trabajo	-	20	0	20
	B	Delimitar espacios para herramientas	-	5	0	5
	C	Socialización	A - B	3	20	23
Paso 1	D	Realizar manuales de limpieza por equipos	C	40	23	63
	E	Formación en procedimientos de limpieza y condiciones básicas	D	6	63	69
	F	Detección y reporte de anomalías	E	1	69	70
	G	Estudio de manuales de los equipos	C	10	23	33
Paso 2	H	Conceptos de Fuentes de Contaminación (FC) y Lugares de Difícil Acceso (LDA)	F - G	7	70	77
	I	Diagnóstico de FC y LDA	H	5	77	82
	J	Implementación de acciones de mejora	I	40	82	122
Paso 3	K	Análisis del histórico de tarjetas azules	J	2	122	124
	L	Creación de formato para estándares por punto crítico	K	1	124	125
	M	Diligenciamiento de los formatos	L	20	125	145
	N	Controles visuales	L	3	125	128
Paso 4	O	Conformación de los grupos de trabajo	M - N	1	145	146
	P	Análisis de los componentes más propensos a fallar y sus respectivas causas	M - N	25	145	170
	Q	Plan de formación Paso 4	O - P	120	170	290
Paso 5	R	Plan de formación Paso 5	Q	6	290	296
	S	Práctica de montajes correctos	R	20	296	316
	T	Consideraciones de seguridad	R	3	296	299
Paso 6	U	Realizar plantillas de estándares de flujo de materiales	S - T	10	316	326
Paso 7	V	Unificación de estándares	U	10	326	336
	W	Indicadores	U	6	326	332

Tabla 22. Cronograma de implementación

Fuente: Elaboración propia

De la ilustración 15, se puede observar que antes de iniciar con la aplicación de las actividades de algún paso, el anterior debe estar finalizado, puesto que los conocimientos adquiridos son necesarios para el avance de los puntos. En consecuencia, el tiempo total aproximado que se debe tardar la implementación



de las propuestas de mejora es de 336 horas cumpliendo con los tiempos de duración estimados. Sin embargo, como las plantas de producción no pueden detener sus actividades por un tiempo tan prolongado, se recomienda realizar actividades colectivas 2 horas semanalmente y las demás que puedan realizar jefes y supervisores, se les puede dedicar más tiempo semanalmente, destinando a la aplicación propuesta aproximadamente 2 años y medio. En el Anexo 8, se puede observar el diagrama de prerrequisitos correspondiente al cronograma planteado.

### **3.4.2 Caso Hipotético**

Para demostrar los resultados que brinda el plan de implementación anterior, se realizará una simulación en el programa Arena con el fin de analizar diferentes variables que intervienen en el proceso descritas posteriormente. Para esto, se debe diseñar un caso hipotético donde se muestre un comportamiento similar al estado actual del sector frente a una referencia y analizar sus cambios después de aplicar las mejoras.

El caso hipotético cuenta con información real del proceso de una de las referencias de la empresa A, sin embargo, por motivos de confidencialidad, se nombrará el producto como Referencia "X". Además, para adquirir un estimado del tiempo estándar de cada operación del proceso productivo, se midieron los tiempos realizando 3 tomas por operación durante 10 días, obteniendo una muestra total de 30 mediciones. El promedio de todas las observaciones se determinó como tiempo estándar para la implementación de la simulación. A continuación, se presentan las operaciones con su respectiva duración.

Referencia	Ref - X	Preparar saco	Coser Inserto 1		Coser Inserto 2		Coser Inserto 3		Coser Inserto 4		Coser Reatas y Refuerzos		Coser Soga a Válvula		Coser Válvulas a tapas		Coser Tapa inferior		Coser Tapa superior	
Promedio Observaciones	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L	T	L
	72,1	72,1	243	315,1	284	599,1	258	857,1	271	1126,1	575	1702,7	76	1778,3	62	1840,4	134	1974,4	162	2136,4
# Observaciones	30		Turno		7:00 am a 2:00 pm		Observaciones		Los tiempos están tomados en segundos											

Tabla 23. Operaciones de la referencia "X"

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados empresa A

No obstante, en el programa se deben referenciar los tiempos estándar en función de una distribución estadística, la cual para muestras de un proceso corresponde a una Normal donde los parámetros (media y desviación) se presentan en la siguiente tabla:

Parametros	Operación 1	Operación 2	Operación 3	Operación 4	Operación 5	Operación 6	Operación 7	Operación 8	Operación 9	Operación 10
	Preparar saco	Coser Inserto 1	Coser Inserto 2	Coser Inserto 3	Coser Inserto 4	Coser Reatas y Refuerzos	Coser Soga a Válvula	Coser Válvulas a tapas	Coser Tapa inferior	Coser Tapa superior
Media (s)	72,13	242,63	284,38	257,56	271,19	574,63	75,56	62,06	134,06	161,94
Desviación estandar (s)	16,83	78,55	77,30	25,93	43,34	58,71	19,11	13,62	20,92	21,11

Tabla 24. Operaciones y tiempos estándar

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de Empresa A

Es importante aclarar que, según la empresa, todas las operaciones cuentan con sólo un recurso máquina excepto para las operaciones 2 y 3 pues a estas se les destina 2 recursos y la operación 6 que cuenta con 3 recursos por considerarse cuello de botella.

La empresa trabaja 3 turnos al día pero para efectos de la simulación se asumirá sólo un turno al día de 8 horas, en las cuales 60 minutos son de descanso, dejando disponibles sólo 7 horas de tiempo productivo. Además, se definieron 4 tipos de fallas, las cuales fueron proporcionadas por la Empresa A con sus respectivas duraciones, pues se consideran como las más comunes. Sin embargo, su frecuencia se define a través del tiempo entre fallas siendo proporcional a la

incidencia de la pérdida en el sector. En la Tabla 25 se muestra la caracterización de las fallas que incluye la pérdida asociada, la descripción de la falla y, el comportamiento del tiempo entre fallas y el tiempo necesario para reparar.

FALLAS			
Nombre Teórico	Descripción de la falla	Tiempo entre fallas	Duración
Cambio de elementos y piezas	Reviente de hilo o Cambio de aguja	Exponencial, $\lambda=8$ horas	Exponencial, $\lambda=40$ minutos
Averías	Daño en el motor	Exponencial, $\lambda=12$ horas	Exponencial, $\lambda=2$ horas
Arranques	Bloqueo de maquina	Exponencial, $\lambda=18$ horas	Exponencial, $\lambda=15$ minutos
Ocio y paradas menores	Retiro de piezas anormales en el proceso	Exponencial, $\lambda=21$ horas	Exponencial, $\lambda=5$ minutos

Tabla 25. Fallas

Fuente: Elaboración propia. Datos proporcionas en su mayoría por la Empresa A

La cantidad de unidades defectuosas se determina a través de un porcentaje correspondiente en este caso a un 10%, el cual fue un número estimado por la empresa respecto a la referencia seleccionada.

Además de conocer la información del proceso, es importante tener claro que las variables a medir van a ser clasificadas en 2 grupos: independientes y dependientes. Las primeras son aquellas que se pueden variar según la teoría o supuestos hipotéticos; las segundas, son aquellas que dependen de las primeras y serán los resultados esperados de la simulación donde se analizará el tipo de efectos que se presentan por las variaciones generadas en las variables independientes. A continuación se presenta la tabla con la información necesaria frente a las variables

VARIABLES				
Independientes				
Nombre	Definición	Nombre	Definición	Fórmula
Tiempo medio entre fallas	Tiempo que transcurre entre la finalización de una falla y el comienzo de la siguiente	FTT (Pieza bien a la primera)	Porcentaje de piezas fabricadas correctamente sin necesidad de reprocesos	$\frac{\text{Unidades producidas} - \text{unidades defectuosas}}{\text{Unidades producidas}}$
% Unidades defectuosas	Porcentaje de unidades que no cumplen con los estándares de producción	Eficiencia por operación	Relación de uso de la maquina respecto a su capacidad	$\frac{\text{Tiempo de ciclo} \times \text{unidades producidas}}{\text{Tiempo operativo}}$
		Disponibilidad por operación	Tiempo teorico en que la máquina podría estar produciendo	$\frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible de la máquina}}$
		Productividad de insumos	Relación de productos obtenidos con recursos utilizados	$\frac{\text{unidades producidas}}{\text{Numero de recursos}}$
		Productividad del trabajo	Relación de productos obtenidos con el tiempo utilizado	$\frac{\text{Cantidades físicas del producto}}{\text{Horas hombre trabajadas}}$
		Tiempo en el sistema	Tiempo promedio que pasan las unidades en el sistema productivo	Arrojada por el software
		Tiempo en la cola	Tiempo promedio que pasan las unidades en espera de ser procesadas	Arrojada por el software
		Número de unidades producidas buenas	Total de unidades producidas en la simulación que cumplen con estándares de calidad	Arrojada por el software
		Número de unidades defectuosas	Total de unidades producidas en la simulación	Arrojada por el software

Tabla 26. Variables caso hipotético

Fuente: Elaboración propia con información de (Marín García & García Sabater, 2013)

La simulación se realizará por 6 días y con 30 réplicas para obtener información más confiable respecto a las variables dependientes, llegando así a resultados más precisos estadísticamente. Adicionalmente, después de realizar la simulación con la situación actual, se aplicarán cambios en las variables independientes los cuales corresponden a beneficios de la metodología TPM y se correrá de nuevo la simulación por 30 veces para analizar los nuevos resultados obtenidos y verificar así los efectos que podría generar en el sector. A continuación, en la Ilustración 15. Interfaz de la simulación, se muestra la interfaz final de la simulación en el programa Arena, con las animaciones correspondientes a cada uno de los recursos, los

módulos de proceso (rectángulos) y el módulo de decisión (rombo), que es el que determina el porcentaje de unidades defectuosas.

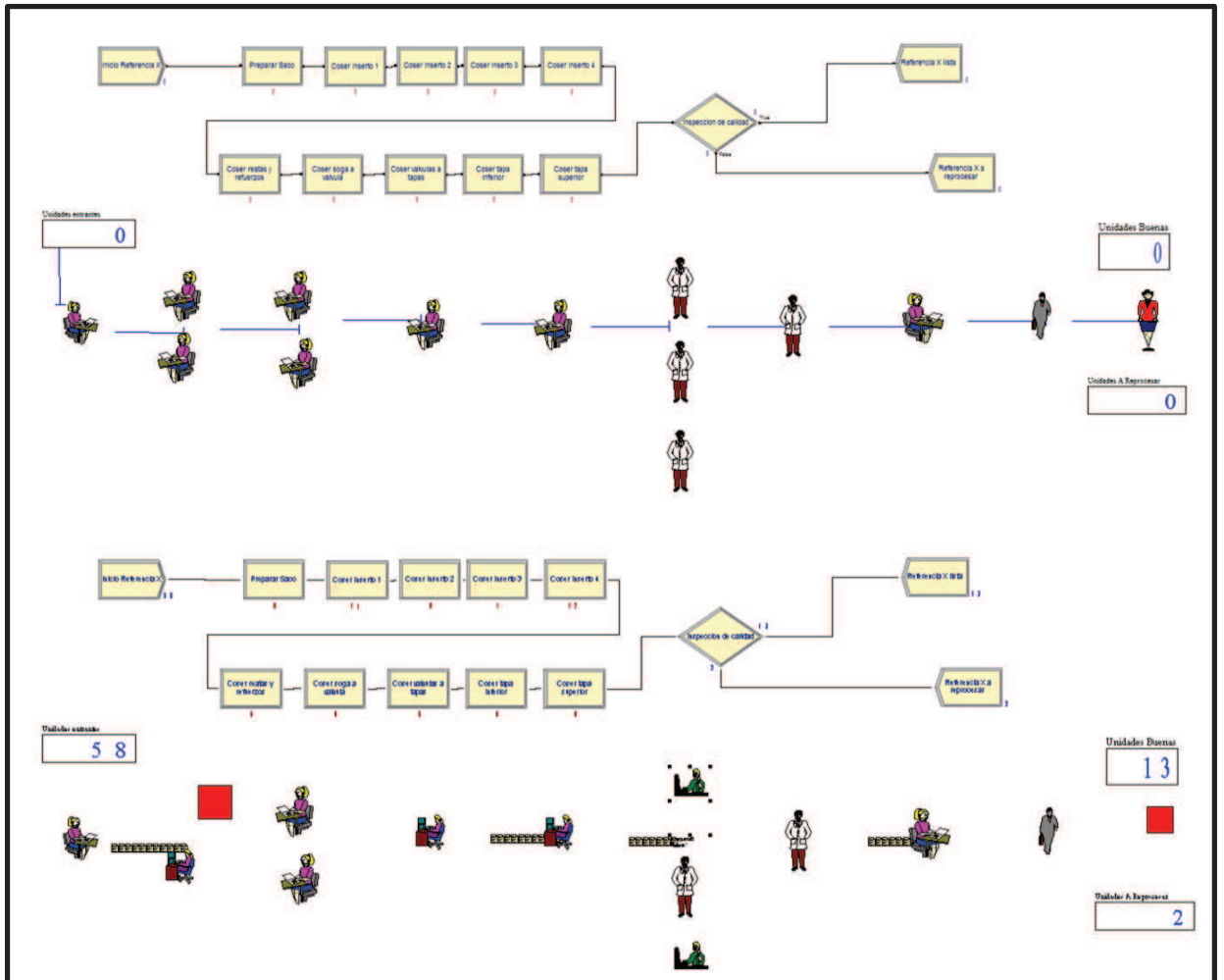


Ilustración 15. Interfaz de la simulación  
Fuente: Elaboración propia

Los cambios a aplicar serán los siguientes: Se añadirán tiempos de capacitación semanales por 2 horas y tiempos de limpieza y orden 2 veces por semana de 30 minutos, se aumentarán los tiempos medios entre fallas en un 15% y la falla descrita como retiro de piezas anormales en el proceso se elimina pues el tiempo semanal de limpieza y orden evitará su ocurrencia (Rosas, 2013). Además, se disminuirán el porcentaje de unidades defectuosas a un 5% y los tiempos

medios de falla en un 10%, puesto que los operarios sabrán cuales son las principales causas de las fallas, facilitando su detección temprana y arreglo. A continuación, se presentan los resultados de las simulaciones.

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES						
Nombre	Corrida estado actual		Corrida mejorada		Cambio	
FTT (Pieza bien a la primera)	89,0	%	95,6	%	7,42	%
Eficiencia operación 1	29,1	%	31,6	%	8,59	%
Eficiencia operación 2	80,3	%	83,3	%	3,74	%
Eficiencia operación 3	66,8	%	78,0	%	16,77	%
Eficiencia operación 4	58,4	%	68,8	%	17,81	%
Eficiencia operación 5	53,3	%	72,9	%	36,77	%
Eficiencia operación 6	55,1	%	80,8	%	46,64	%
Eficiencia operación 7	7,2	%	11,5	%	60,84	%
Eficiencia operación 8	6,3	%	9,2	%	47,20	%
Eficiencia operación 9	14,2	%	19,6	%	38,03	%
Eficiencia operación 10	15,5	%	23,6	%	52,26	%
Disponibilidad operación 1	99,5	%	100,0	%	0,50	%
Disponibilidad operación 2	78,3	%	79,5	%	1,53	%
Disponibilidad operación 3	75,4	%	79,8	%	5,84	%
Disponibilidad operación 4	74,3	%	80,1	%	7,81	%
Disponibilidad operación 5	73,3	%	75,9	%	3,55	%
Disponibilidad operación 6	78,6	%	80,8	%	2,80	%
Disponibilidad operación 7	78,9	%	74,1	%	-6,08	%
Disponibilidad operación 8	73,4	%	75,4	%	2,72	%
Disponibilidad operación 9	68,8	%	75,8	%	10,17	%
Disponibilidad operación 10	75,2	%	78,6	%	4,52	%
Productividad de insumos	7,79	und/recurso	13,38	und/recurso	71,76	und/recurso
Productividad del trabajo	3,34	und/hora	5,15	und/hora	54,19	und/hora
Tiempo en la cola	22	Horas	20	Horas	-10,98	Horas
Número de unidades producidas buenas	98	Unidades	164	Unidades	67,35	Unidades
Número de unidades defectuosas	11	Unidades	7	Unidades	-36,36	Unidades

Tabla 27. Resultados de la simulación

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 27 se puede observar como las eficiencias por operación mejoraron, aunque su variación no fue muy constante, al igual que ocurrió con el indicador disponibilidad. Sin embargo, es importante resaltar que la operación 7 reflejó una disminución de la disponibilidad en la simulación mejorada, puesto que presentó mayor tiempo promedio de fallas. Esto se pudo generar dado que el tiempo de falla sigue una distribución exponencial, creando números aleatorios que en su gran mayoría, fueron superiores a la media. Además, se identifica con facilidad que el indicador de calidad corresponde con los supuestos planteados inicialmente reflejándose igualmente por las unidades defectuosas producidas en el modelo.

Adicionalmente, se puede observar una variación significativa de las productividades, lo cual se origina principalmente gracias al aumento de las unidades producidas en el modelo mejorado. El tiempo en cola tenía como naturaleza reducirse, pues la frecuencia y duración de las fallas disminuye, lo que permite a las unidades en proceso avanzar con mejor flujo. Este comportamiento se cumplió, mostrando una variación del 10.98%.

#### **4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Con el fin de estructurar un plan de implementación del pilar de Mantenimiento autónomo de TPM para las Mipymes del sector textil en el valle de Aburrá, se realizó la identificación de las prácticas de tres compañías respecto a los conceptos de la metodología mediante una encuesta como instrumento de investigación. Esta fue diseñada para encontrar el nivel de implementación de cada uno de los pasos de Mantenimiento autónomo y la incidencia en las mayores pérdidas planteadas por la teoría.

Al analizar el estado actual del sector, se identificaron grandes falencias respecto a los conceptos implicados en el pilar Mantenimiento Autónomo, dejando como resultado un porcentaje de cumplimiento del 49,13%, a pesar de que a través de la encuesta se observan puntos con buen cumplimiento. En general, se puede afirmar que se tienen algunos acercamientos teóricos frente al tema, los cuales no presentan aplicación dentro de las empresas o sus desempeños no son adecuados.

Igualmente, se puede observar que la pérdida con mayor ocurrencia en el sector, es aquella que afecta la disponibilidad, incidiendo en un 68%. Esto se puede explicar a partir del escaso desarrollo de la concepción y de la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo en las empresas encuestadas, generando constantemente fallas y ajustes que detienen las operaciones. Además, la falta de estándares de organización y clasificación de elementos genera dificultad en el arranque de los procesos atrasando el flujo de producción. Todo esto, afecta la productividad y competitividad de las empresas.



De acuerdo con lo anterior, se plantean acciones de mejora con el fin de reducir las pérdidas implicadas y aumentar el grado de cumplimiento del pilar mínimo hasta un 80% en el sector. El plan se organizó en forma de guía, centrado en las principales falencias indicadas en la encuesta, y mostrando ejemplos para mayor comprensión y facilidad de aplicación. Es importante aclarar que el plan no fue implementado en las empresas de estudio, pero se desarrolló un cronograma para visualizar el orden y tiempo que éste requiere, mostrando un requerimiento aproximado de 336 horas para su implementación total.

Además, se desarrolló una simulación a partir de un caso hipotético basado en su mayoría, en datos reales de la producción de una referencia "X". Esta simulación contrastó los indicadores de la actualidad de ese sistema productivo contra los indicadores afectados por acciones y beneficios que requiere la implementación de la metodología, permitiendo confirmar que el pilar Mantenimiento Autónomo mejora la eficiencia de los equipos hasta en un 60% al reducir averías y ajustes; disminuye el tiempo de espera en un 11% gracias a la mejora en la disponibilidad de equipos la cual llegó a alcanzar hasta un 10%; y aumenta la productividad de la empresa tanto en insumos (aumento del 71,76%) como en horas de trabajo (aumento del 54%) incurriendo directamente en la optimización de los costos de las compañías.

## **5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES**

Durante el desarrollo de los primeros 2 objetivos del trabajo, se evidenció que las empresas manejan algunos conceptos del pilar Mantenimiento Autónomo de la metodología TPM, sin embargo, es necesaria la creación de un sistema que permita integrar y ordenar esos conocimientos de una forma sistemática y orientada al logro, buscando una mejora interna que se refleje en el aumento de la capacidad para competir tanto en costos como en satisfacción de los clientes.

Respecto a la información analizada, se puede observar que todos los ítems que corresponden a formación del personal tiene un cumplimiento bajo, lo cual evidencia la poca importancia que las mipymes le ven a este tipo de actividades debido a que no representan un tiempo productivo neto. A partir de esto, se recomienda que antes de la implementación de este tipo de metodologías, se busque un cambio de cultura organizacional y la concientización de cada miembro de la compañía del valor de tener cierto grado de fundamentación conceptual sólida sobre su labor y ser autónomos.

Se debe resaltar la importancia del mantenimiento preventivo pues gracias a este se evitan las constantes fallas y paros en el sistema, además del excesivo inventario de piezas para reparación e incluso de máquinas de repuesto como se observó en una de las empresas. Es de vital importancia llevar un historial de funcionamiento de la máquina para poder anticiparse a los posibles daños y reconocer los componentes críticos y así, organizar un stock adecuado a la frecuencia de cambios. A través de las encuestas, se logró evidenciar que las principales pérdidas se focalizan en paros por averías y cambios de elementos que se podrían evitar planeando mantenimientos preventivos y formando a los operarios respecto al funcionamiento de los equipos.

Durante el desarrollo de las estrategias de mejora, se identificó la necesidad de utilizar formatos, controles visuales y plantillas para facilitar el manejo de la información y la apropiación de lo aprendido por parte de los operarios. Adicionalmente estas herramientas se convierten en guías a las cuales los operarios pueden recurrir para hacer una labor más autónoma en el desarrollo de sus actividades cotidianas.

Es necesario tener claro que esta metodología presenta resultados a mediano o largo plazo, pues como se puede observar en el cronograma, hay pasos que necesitan largas asignaciones de tiempo para mayor profundidad y asimilación de los nuevos conceptos, además se debe seguir una secuencia lógica de implementación que permita la continuidad en la relación de las ideas. A pesar de la demora, se pueden evidenciar grandes beneficios como se muestra en la simulación, en indicadores tales como la productividad, la eficiencia, la disponibilidad y la calidad, lo que se refleja en la optimización de costos.

Es importante aclarar que aunque en este trabajo se hizo énfasis únicamente en el pilar de Mantenimiento Autónomo, los demás pilares también son importantes y de gran ayuda en el proceso de implementación de esta metodología. Se propone la continuación del proyecto analizando los conceptos de los otros pilares de TPM dentro del sector, logrando así una consolidación del trabajo de grado como orientación para las empresas de la industria textil.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Chavarriaga, M. A. (s.f.). *Asociación Colombiana de las Micros, Pequeñas y Medianas Empresas*.
- Clavijo, L., & Rodríguez, M. (2003). *Propuesta de Mantenimiento Autónomo TPM e implementación de "Limpieza e inspección" en línea N° 3 Meals de Colombia S.A.* Recuperado el 30 de Marzo de 2014, de Bogotá: <http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/7164/1/125311.PDF>
- Colcafé. (Marzo de 2014). Curso de facilitadores internos. *TPM*. Medellín.
- Cufiño Marín, A. R., & Velasco Martínez, E. (Octubre de 2003). Análisis y aplicación del programa TPM dentro de un sistema productivo orientado a la eficiencia. Cundinamarca, Chía.
- DANE. (Marzo de 2012). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas*. Recuperado el Octubre de 2014, de [http://camara.ccb.org.co/documentos/11510\\_ciudane4.pdf](http://camara.ccb.org.co/documentos/11510_ciudane4.pdf)
- GEM. (2013). *Mantenimiento de una máquina de coser*. Recuperado el Octubre de 2014, de <http://bit.ly/1waOMbs>
- Genoud, C. (Noviembre de 2003). *Las Pymes en la industria textil y la logística de distribución*. Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/laspymesenlaindumentaria.PDF>
- Gestrategica. (Octubre de 2013). *Pymes verde: un elemento esencial para el desarrollo económico del país*. Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.gestrategica.org/templates/quienes.php?pa=1>
- Gutiérrez Jaramillo, M. C. (2014). *TPM como herramienta de mejora continua*. Envigado - Antioquia: Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- Henoa Palacio, T., & Mosquera Gonzalez, L. (2012). *Manufactura esbelta en las empresas del sector de la confección de Medellín*. Envigado: Tesis EIA.
- Herrera, J., D'Armas, M., & Arzola, M. (2012). *UNEXPO*. Recuperado el Octubre de 2014, de Análisis de los diferentes métodos de Mejora Continua: <http://www.poz.unexpo.edu.ve/postgrado/uct/descargas/XJornada/Industrial/II06.%20ANALISIS%20DE%20LOS%20DIFERENTES%20METODOS%20DE%20MEJORA%20CONTINUA.pdf>

- I Six Sigma. (Mayo de 2010). *What is Six Sigma?* Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/getting-started/what-six-sigma/>
- Instituto Nacional Tecnológico - INATEC. (Septiembre de 2011). *MIFIC*. Recuperado el Octubre de 2014, de Manual para el participante Mantenimiento preventivo de la máquina de coser: <http://www.mific.gob.ni/LinkClick.aspx?fileticket=tH6WirvRLps%3D&tabid=844&language=es-NI>
- Lean Enterprise Institute. (2009). *What is Lean?* Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.lean.org/whatslean/>
- Lean Manufacturing Japan. (s.f.). *Lean Manufacturing Know How*. Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.lean-manufacturing-japan.com/>
- LeanProduction. (2013). *Theory of Constraints*. Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.leanproduction.com/theory-of-constraints.html>
- Manufactura Inteligente. (s.f.). *Definición Kaizen*. Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.manufacturainteligente.com/kaizen.htm>
- Máquinas de coser. (2011). *Funcionamiento Máquinas de coser*. Recuperado el Octubre de 2014, de <http://maquinasdecoser.info/funcionamiento/>
- Marín García, J., & García Sabater, J. (2013). *Cálculo de Indicadores Productivos*. Recuperado el Octubre de 2014, de <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16050/indicadores.pdf?sequence=3>
- Medellín Digital. (s.f.). *Cultura E*. Recuperado el Agosto de 2013, de Medellín, Ciudad Cluster: <http://bit.ly/nP34Se>
- Mejía Angel, A. M. (30 de Junio de 2013). Pymes que mueven el sector textil. *El Mundo*, págs. [http://elmundo.com/portal/noticias/economia/pymes\\_que\\_mueven\\_el\\_sector\\_textil.php#.VEFXF2d5O-1](http://elmundo.com/portal/noticias/economia/pymes_que_mueven_el_sector_textil.php#.VEFXF2d5O-1).
- MilMoldes (Dirección). (2008). *Mantenimiento de máquinas de coser* [Película].
- Observatorio de Competitividad. (2013). *Dirección de desarrollo Empresarial*. Recuperado el Febrero de 2014, de Bogotá.

- Profesor: Gómez, D. (2014). *Teoría de Restricciones: Notas de clase*. Envigado.
- Rattner, S. (Agosto de 2006). *What is the Theory of Constraints, and How Does it Compare to Lean Thinking?* Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.lean.org/common/display/?o=223>
- Restrepo Gonzalez, D., & Salinas Rendón, O. (2011). *Estrategias de mejoramiento con base en pilares de TPM en empresas del renglon plástico del Valle de Aburrá*. Envigado: Tesis EIA.
- Restrepo Morales, J. A., & Vanegas, J. G. (2010). Competitividad y comercio exterior de las pymes del sector textil-confecciones del valle de aburrá: Incidencia en el tipo de cambio. *Revista virtual Universidad Católica del Norte*, <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/viewFile/63/131>.
- Roberts, J. (1 de Septiembre de 2008). *TPM Mantenimiento productivo total, su definición e historia*. (Departamento de tecnología ingeniería industrial Texas A&M University) Recuperado el 18 de Febrero de 2014, de <http://www.mantenimientoplanificado.com/tpm.htm>
- Rosas, J. (2013). *Las 5 S Herramientas básicas de mejora de la calidad de vida*. Recuperado el Agosto de 2014, de <http://www.ponce.inter.edu/empleo/OPUSCULOS/EMPLEO/LAS%205%20S%20en%20el%20Area%20de%20Empleo.pdf>
- Ruiz Blandon, A. (2012). *Propuesta para la Implementación de dos pilares de mantenimiento productivo total en una pyme antioqueña del sector alimentos*. Envigado: Tesis EIA.
- Ruiz Blandón, A. (2012). *Propuesta para la implementacion de dos pilares de mantenimiento productivo total en una Pyme antioqueña del sector de alimentos*. Envigado: Tesis EIA.
- Sacristan, F. R. (2001). *Proceso de implantación y desarrollo de TPM*. Editorial FC.
- SANCHEZ, A. (2011). *Observatorio Económico*. Recuperado el Marzo de 2014, de El sector textil/ Confección en Colombia retos y oportunidades: <http://observatorioeconomico.inexmoda.org.co/Portals/0/Presentaci%C3%B3n%20EAFIT%20web.pdf>

- Sierra, J. E. (2014). Iluminación en el diseño de instalaciones. *Notas de clase: Diseño de Plantas* (pág. 36). Envigado: Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- Suzuki, T. (1996). *TPM en Industrias de Proceso*. Taylor & Francis.
- UNAM. (s.f.). *Gestión de la Calidad Total (TQM)*. Recuperado el Agosto de 2014, de [http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040119150618-Gesti\\_oa.html](http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040119150618-Gesti_oa.html)
- Velázquez Duque, T. (2014). *Kaizen hacia la competitividad de las PYMES*. Envigado: Escuela de Ingeniería de Antioquia.

## ANEXO 1. ENCUESTA DE RECOLECCIÓN

### ENCUESTA

#### Paso 0

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

- Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"
- Adicionalmente califique la importancia de la siguiente forma
  - 5 Muy Importante
  - 4 Importante
  - 3 Importancia Intermedia
  - 2 Poco Importante
  - 1 No importante

			Si/No	Importancia	Comentarios
P0	1	Orden general en todas las áreas de la empresa			
	2	Identificación y retiro de artículos innecesarios en el puesto de trabajo			
	3	Identificación de la necesidad de herramientas de			
	4	Delimitación de un espacio apropiado y fijo para las herramientas de trabajo			
	5	Correcta marcación de la herramientas de trabajo (Esto con el fin de llevar un control e identificarlas fácilmente)			
	6	Limpieza de los puestos de trabajo			
	7	Existencia de estándares de orden y aseo (básicos) que permitan conservar el buen estado de la organización			
	8	Sentido de pertenencia de los empleados con el orden y aseo de la empresa			



### Paso 1

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Califique la frecuencia de la siguiente forma:

- 5 Siempre
- 4 Frecuentemente
- 3 Regularmente
- 2 Escasamente
- 1 Nunca

→ Finalmente justifique

			Si/No	Frecuencia	Justificación
<b>P1</b>	<b>9</b>	Se realizan capacitaciones que permitan conocer el procedimiento adecuado de limpieza de los equipos			
	<b>10</b>	Los empleados tienen la capacidad de detectar situaciones anormales en cuanto al funcionamiento de			
	<b>11</b>	Los equipos presentan un buen funcionamiento bajo las condiciones actuales			

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

			Si/No
<b>P1</b>	<b>12</b>	Los empleados tienen el conocimiento de la manera de como se deben limpiar los equipos	
	<b>13</b>	La empresa motiva o pide al personal operativo reportar las anomalías	
	<b>14</b>	La empresa ha establecido requerimientos básicos de funcionamiento	

Cuales de las siguientes anomalías se presenta en la compañía. Califique

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Califique la frecuencia de la siguiente forma:

- 5 Siempre
- 4 Frecuentemente
- 3 Regularmente
- 2 Escasamente
- 1 Nunca

Anormalidades		Si/No	Frecuencia	Justificación
<b>Pequeñas deficiencias</b>				
15	1. Contaminación			
16	2. Daños			
17	3. Retraso en el proceso			
18	4. Flojedad			
19	5. Fenómenos anormales (ruido, vibración, olores...)			
20	6. Adhesión (bloqueos, agotamientos)			
<b>Incumplimiento de las condiciones básicas</b>				
21	1. Lubricación			
22	2. Suministro de lubricante			
23	3. Ajuste de piezas de equipos			
<b>Puntos inaccesibles</b>				
24	1. Limpieza			
25	2. Chequeo			
26	3. Lubricación			
27	4. Ajustar piezas			
28	5. Operación			
<b>Focos de contaminación</b>				
29	1. Producto			
30	2. Materias primas			
31	3. Lubricantes			
32	4. Desechos			
33	5. Fuentes de defectos de calidad			
<b>Fuentes de defectos de calidad</b>				
34	1. Materias primas			
35	2. Golpes			
36	3. Humedad			
37	4. Almacenamiento			
38	5. Otro:			
<b>Elementos innecesarios y no urgentes</b>				
39	1. Maquinaria y equipos			
40	2. Instrumentos manejo de materiales			
41	3. Instrumentos de medidas			
42	4. Plantillas y moldes			
43	5. Herramientas			
44	6. Respuestas			
<b>Lugares inseguros</b>				
45	1. Suelos			
46	2. Luces			
47	3. Dispositivos de levantamiento (cables, ganchos...)			
48	4. Sustancias tóxicas			

P1

## Paso 2

→ Califique la importancia de las siguientes consideraciones así:

- 5 Muy Importante
- 4 Importante
- 3 Importancia Intermedia
- 2 Poco Importante
- 1 No importante

→ Califique la frecuencia de la siguiente forma:

- 5 Siempre
- 4 Frecuentemente
- 3 Regularmente
- 2 Escasamente
- 1 Nunca

		Importancia	Frecuencia
<b>P2</b>	<b>49</b>	Reconocimiento de fuentes de contaminación	
	<b>50</b>	Reconocimiento de lugares de difícil acceso	
	<b>51</b>	Los empleados tienen la capacidad de intervenir situaciones anormales, fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso	
	<b>52</b>	Capacitación para reconocer e intervenir estas situaciones anormales, fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso	
	<b>53</b>	Motivación al operario para proponer acciones de mejora ante situaciones anormales, fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso	

## Paso 3

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

		Si/No
<b>P3</b>	<b>54</b>	Creación de estándares para la limpieza, inspección, lubricación y ajuste de los equipos
	<b>55</b>	Seguimiento al cumplimiento de los estándares (si los tiene)
	<b>56</b>	Aseguramiento de las condiciones básicas del equipo
	<b>57</b>	Se cuenta con ayudas visuales que faciliten la obtención de información del estado de los equipos y sus componentes

### Paso 4

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

		Si/No
<b>P4</b>	<b>58</b>	Se tienen definidos los componentes de los equipos que deben ser inspeccionados e intervenidos para el buen
	<b>59</b>	La empresa cuenta con insumos para realizar capacitaciones frente a la inspección general del equipo
	<b>60</b>	Se realiza una planeación de formaciones periódicas de acuerdo a las necesidades de inspección
	<b>61</b>	Se realizan capacitaciones periódicamente según lo estipulado en el plan de formación

### Paso 5

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Califique la frecuencia de la siguiente forma:

- 5 Siempre
- 4 Frecuentemente
- 3 Regularmente
- 2 Escasamente
- 1 Nunca

→ Califique el impacto de la siguiente forma:

- 3 Mucho
- 2 Poco
- 1 Nada

		Si/No	Frecuencia	Impacto
<b>P5</b>	El conocimiento del proceso le permite al operario anticipar e identificar riesgos en los siguientes aspectos:			
	<b>62</b>	accidentalidad		
	<b>63</b>	fallas		
	<b>64</b>	paros en medio del proceso por ajustes		
	<b>65</b>	defectos producto en proceso		
	<b>66</b>	defectos en producto terminado		

### Paso 6

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

			Si/No
<b>P6</b>	<b>67</b>	La empresa tiene definidos especificaciones de calidad de los productos	
	<b>68</b>	Existen estándares definidos para garantizar la calidad	
	<b>69</b>	Conocen lo operarios las causas potenciales de defectos durante el proceso	
	<b>70</b>	La empresa tiene estándares para el flujo de materiales en el puesto de trabajo	

### Paso 7

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Califique el impacto de la siguiente forma:

- 3 Mucho
- 2 Poco
- 1 Nada

			Si/No	Impacto
<b>P7</b>	<b>71</b>	Los operarios están en la capacidad de proponer acciones de mejora		
	<b>72</b>	El operario propone acciones de mejora orientadas a la reducción de costos y eliminación de perdidas de la empresa		
	<b>73</b>	Se realizan actividades de mantenimiento preventivo junto al área operativa		

## ANEXO 2. ENCUESTA DE RECOLECCIÓN – RESPUESTAS

### RESULTADOS DE LA ENCUESTA

#### Paso 0

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Adicionalmente califique la importancia de la siguiente forma

- 5 Muy Importante
- 4 Importante
- 3 Importancia Intermedia
- 2 Poco Importante
- 1 No importante

			EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C	
			Si/No	Importancia	Si/No	Importancia	Si/No	Importancia
P0	1	Orden general en todas las áreas de la empresa	Si	3	Si	2	Si	2
	2	Identificación y retiro de artículos innecesarios en el puesto de trabajo	Si	2	No	1	Si	1
	3	Identificación de la necesidad de herramientas de trabajo faltantes	Si	5	No	1	No	1
	4	Delimitación de un espacio apropiado y fijo para las herramientas de trabajo	Si	3	No	1	Si	1
	5	Correcta marcación de la herramientas de trabajo (Esto con el fin de llevar un control e identificarlas fácilmente)	Si	4	Si	2	No	1
	6	Limpieza de los puestos de trabajo	Si	5	Si	4	Si	3
	7	Existencia de estándares de orden y aseo (básicos) que permitan conservar el buen estado de la organización	Si	3	Si	4	Si	5
	8	Sentido de pertenencia de los empleados con el orden y aseo de la empresa	Si	2	Si	3	Si	5

## Paso 1

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Califique la frecuencia de la siguiente forma:

- 5 Siempre
- 4 Frecuentemente
- 3 Regularmente
- 2 Escasamente
- 1 Nunca

→ Finalmente justifique

			EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C	
			Si/No	Frecuencia	Si/No	Frecuencia	Si/No	Frecuencia
<b>P1</b>	<b>9</b>	Se realizan capacitaciones que permitan conocer el procedimiento adecuado de limpieza de los equipos	No	1	No	1	No	1
	<b>10</b>	Los empleados tienen la capacidad de detectar situaciones anormales en cuanto al funcionamiento de los equipos	Si	5	Si	3	Si	2
	<b>11</b>	Los equipos presentan un buen funcionamiento bajo las condiciones actuales	Si	4	Si	5	Si	3

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

			EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C
			Si/No	Si/No	Si/No
<b>P1</b>	<b>12</b>	Los empleados tienen el conocimiento de la manera de como se deben limpiar los equipos	Si	Si	No
	<b>13</b>	La empresa motiva o pide al personal operativo reportar las anomalías	Si	Si	Si
	<b>14</b>	La empresa ha establecido requerimientos básicos de funcionamiento	Si	Si	No

Cuales de las siguientes anomalías se presenta en la compañía. Califique

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Califique la frecuencia de la siguiente forma:

- 5 Siempre
- 4 Frecuentemente
- 3 Regularmente
- 2 Escasamente
- 1 Nunca

		EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C	
Anormalidades		Si/No	Frecuencia	Si/No	Frecuencia	Si/No	Frecuencia
<b>Pequeñas deficiencias</b>							
15	1. Contaminación	No	1	No	1	No	1
16	2. Daños	Si	5	Si	3	Si	4
17	3. Retraso en el proceso	No	1	No	1	Si	2
18	4. Flojedad	Si	5	Si	5	Si	5
19	5. Fenómenos anormales (ruido, vibración, olores...)	Si	3	Si	4	Si	3
20	6. Adhesión (bloqueos, agotamientos)	Si	3	Si	2	Si	4
<b>Incumplimiento de las condiciones básicas</b>							
21	1. Lubricación	No	1	No	1	Si	2
22	2. Suministro de lubricante	No	1	No	1	No	1
23	3. Ajuste de piezas de equipos	Si	5	Si	5	Si	5
<b>Puntos inaccesibles</b>							
24	1. Limpieza	Si	2	Si	3	Si	2
25	2. Chequeo	Si	3	Si	2	Si	2
26	3. Lubricación	Si	2	No	1	No	1
27	4. Ajustar piezas	Si	5	Si	4	Si	3
28	5. Operación	No	1	No	1	No	1
<b>Focos de contaminación</b>							
29	1. Producto	No	1	No	1	Si	3
30	2. Materias primas	No	1	Si	2	Si	2
31	3. Lubricantes	No	1	No	1	No	1
32	4. Desechos	No	1	No	1	No	1
<b>Fuentes de defectos de calidad</b>							
34	1. Materias primas	Si	4	No	1	Si	3
35	2. Golpes	No	1	No	1	No	1
36	3. Humedad	No	1	No	1	Si	2
37	4. Almacenamiento	No	1	No	1	No	1
38	5. Otro:						
<b>Elementos innecesarios y no urgentes</b>							
39	1. Maquinaria y equipos	Si	5	No	1	No	1
40	2. Instrumentos manejo de materiales	Si	3	No	1	No	1
41	3. Instrumentos de medidas	No	1	Si	2	No	1
42	4. Plantillas y moldes	Si	2	No	1	Si	2
43	5. Herramientas	No	1	No	1	No	1
44	6. Repuestos	Si	3	Si	4	Si	2
<b>Lugares inseguros</b>							
45	1. Suelos	No	1	No	1	No	1
46	2. Luces	Si	4	Si	3	Si	3
47	3. Dispositivos de levantamiento (cables, ganchos...)	Si	3	No	1	No	1
48	4. Sustancias toxicas	No	1	No	1	No	1

P1



## Paso 2

→ Califique la importancia de las siguientes consideraciones así:

- 5 Muy Importante
- 4 Importante
- 3 Importancia Intermedia
- 2 Poco Importante
- 1 No importante

→ Califique la frecuencia de la siguiente forma:

- 5 Siempre
- 4 Frecuentemente
- 3 Regularmente
- 2 Escasamente
- 1 Nunca

		EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C		
		Importancia	Frecuencia	Importancia	Frecuencia	Importancia	Frecuencia	
<b>P2</b>	<b>49</b>	Reconocimiento de fuentes de contaminación	Si	4	Si	3	Si	2
	<b>50</b>	Reconocimiento de lugares de difícil acceso	Si	4	Si	4	Si	4
	<b>51</b>	Los empleados tienen la capacidad de intervenir situaciones anormales, fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso	Si	4	Si	2	No	1
	<b>52</b>	Capacitación para reconocer e intervenir estas situaciones anormales, fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso	Si	2	Si	2	No	1
	<b>53</b>	Motivación al operario para proponer acciones de mejora ante situaciones anormales, fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso	No	1	No	1	No	1

## Paso 3

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	
		Si/No	Si/No	Si/No	
<b>P3</b>	<b>54</b>	Creación de estándares para la limpieza, inspección, lubricación y ajuste de los equipos	Si	Si	Si
	<b>55</b>	Seguimiento al cumplimiento de los estándares (si los tiene)	Si	Si	No
	<b>56</b>	Aseguramiento de las condiciones básicas del equipo	Si	Si	Si
	<b>57</b>	Se cuenta con ayudas visuales que faciliten la obtención de información del estado de los equipos y sus componentes	Si	No	No

### Paso 4

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	
		Si/No	Si/No	Si/No	
<b>P4</b>	<b>58</b>	Se tienen definidos los componentes de los equipos que deben ser inspeccionados e intervenidos para el buen funcionamiento	Si	No	No
	<b>59</b>	La empresa cuenta con insumos para realizar capacitaciones frente a la inspección general del equipo	Si	No	No
	<b>60</b>	Se realiza una planeación de formaciones periódicas de acuerdo a las necesidades de inspección	No	No	No
	<b>61</b>	Se realizan capacitaciones periódicamente según lo estipulado en el plan de formación	No	No	No

### Paso 5

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Califique la frecuencia de la siguiente forma:

- 5 Siempre
- 4 Frecuentemente
- 3 Regularmente
- 2 Escasamente
- 1 Nunca

→ Califique el impacto de la siguiente forma:

- 3 Mucho
- 2 Poco
- 1 Nada

		EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C		
		Si/No	Frecuencia	Si/No	Frecuencia	Si/No	Frecuencia	
<b>P5</b>		El conocimiento del proceso le permite al operario						
	<b>62</b>	accidentalidad	Si	4	Si	4	Si	5
	<b>63</b>	fallas	Si	3	Si	2	No	1
	<b>64</b>	paros en medio del proceso por ajustes	No	1	Si	3	No	1
	<b>65</b>	defectos producto en proceso	Si	5	Si	4	Si	3
<b>66</b>	defectos en producto terminado	Si	2	Si	5	No	1	

### Paso 6

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

		EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	
		Si/No	Si/No	Si/No	
<b>P6</b>	<b>67</b>	La empresa tiene definidos especificaciones de calidad de los productos	Si	Si	Si
	<b>68</b>	Existen estándares definidos para garantizar la calidad del producto	Si	Si	Si
	<b>69</b>	Conocen lo operarios las causas potenciales de defectos durante el proceso	Si	Si	No
	<b>70</b>	La empresa tiene estándares para el flujo de materiales en el puesto de trabajo	Si	No	No

### Paso 7

Califique los siguientes aspectos de acuerdo con:

→ Si aplica dentro de la empresa señale "Si", si no aplica señale "No"

→ Califique el impacto de la siguiente forma:

- 3 Mucho
- 2 Poco
- 1 Nada

		EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C		
		Si/No	Impacto	Si/No	Impacto	Si/No	Impacto	
<b>P7</b>	<b>71</b>	Los operarios están en la capacidad de proponer acciones de mejora	Si	2	No	1	No	1
	<b>72</b>	El operario propone acciones de mejora orientadas a la reducción de costos y eliminación de perdidas de la empresa	Si	2	No	1	No	1
	<b>73</b>	Se realizan actividades de mantenimiento preventivo junto al área operativa	No	1	No	1	No	1

### ANEXO 3. FORMATO DE LIMPIEZA – BOBINA MÁQUINA DE COSER.






COMPONENTE A LIMPIAR	PASOS DE LIMPIEZA	ADVERTENCIAS	FRECUENCIA	ENCARGADO	ELEMENTOS DE LIMPIEZA
	<p>Se retira la prensatela y las agujas</p> 	<p>Usar destornilladores en buen estado</p>	<p>Semanal</p>	<p>Operario de turno</p>	
	<p>Se retira la tapa que cubre la bobina</p> 	<p>Usar destornilladores en buen estado</p>			
	<p>Se limpia la tapa recién retirada para eliminar residuos de material</p>				<p>Usar un cepillo de cerdas rígidas</p> 
	<p>Se limpia la bobina</p>	<p>Si los elementos sólidos caen en la bobina, ocurre el fenómeno conocido como salto de puntada, es decir, la dificultad para el enlace del hilo de la bobina con el hilo superior.</p>			<p>Usar un cepillo de cerdas rígidas</p> 

Ilustración 16. Formato de limpieza.

Fuente: Elaboración propia. Imágenes tomadas de: <https://www.youtube.com/watch?v=dBxifFmzdz0> (MilMoldes, 2008)

#### ANEXO 4. TABLA REQUERIMIENTOS BÁSICOS DE ACUERDO A LA MÁQUINA

Nombre	Tipo	Velocidad	Potencia	Montaje Especial
Máquina Plana	Mecánica	2100 rpm	1/2 hp	2 agujas
Máquina para cadeneta	Mecánica	3400 rpm	¾ hp	Dobladilladora
Cerradora	Mecánica	800 rpm	¾ hp	Triple transporte para trabajo extra pesado.
Marcadora	Mecánica	-----	3 hp	Uñas para atrapar Tela
Prensa	Hidráulica	----	18 hp P=35 ton	-----
Fileteadora	Mecánica	3800 rpm	-----	Dobladilladora
Flexo gráfica	Semiautomática	----	3 hp	Imprime hasta 1m de ancho por 1,50 de largo
Presilladora	Electrónica	4200 rpm	½ hp	Adecuada para presillar reata
Telar Chino	Automático	3800 rpm	3 hp	Teje hasta 20mm
Telar italiano	Automático	4000 rpm	5 hp	Teje hasta 20mm
Telar chino	Automático	3000 rpm	3 hp	Teje hasta 40mm
Telar italiano	Automático	600 veces/min	5 hp	Teje hasta 90mm
Telar Italiano	Automático	1500 m/turno	Posicionador elect.	Sin restricciones

Tabla 28. Requerimientos Básicos de acuerdo a la Máquina

Fuente: Datos Proporcionados por la Empresa A

## ANEXO 5. FORMATO DE REPORTE DE FC Y LDA

FORMATO DE REPORTE DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN			
<b>ELABORADO POR:</b>			
<b>FECHA:</b>			
<b>Tiempo de limpieza</b>		<b>Frecuencia de limpieza</b>	
CATEGORÍAS		DESCRIPCIÓN	
<b>Diagnóstico Inicial</b>	¿Cuál es la ubicación? (Lugar contaminado)		
	¿Qué es lo que contamina? (Factor de contaminación)		
	¿Cuándo sucede? (Continuamente, en el proceso, cuanto se apaga la maquina...)		
	¿ Cómo sucede? (en forma de corriente, gotera, reguero, dispersión...)		
	¿ Motivos de la ocurrencia? (justifique el porqué de la contaminación y sus causas)		
<b>Gestiones para la mejora</b>	Eliminar (Fuente de contaminación)		
	Contener o Combinar (Concentrar o canalizar recogiendo...)		
	Reubicar o Reorganizar (Nueva localización de la fuente o rearreglarla)		
	Simplificar (higienizar, reducir componentes de la contaminación)		
DIAGNÓSTICO FINAL - PARA USO DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO			
<b>Estado Final</b> (¿Qué tipo de mejora se implementó?)			
<b>Tiempo de limpieza</b>		<b>Frecuencia de limpieza</b>	

**FORMATO DE REPORTE DE LUGARES DE DIFICIL ACCESO**

<b>ELABORADO POR:</b>			
<b>FECHA:</b>			
<b>Tiempo perdido por el LDA</b>		<b>Frecuencia de interacción con el LDA</b>	
<b>CATEGORÍAS</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<b>Diagnóstico Inicial</b>	¿ Dónde se ubica la dificultad? (Máquina, componente...)		
	¿Qué es lo complicado? (La limpieza, inspección, lubricación...)		
	¿Por qué es complicado? (altura, profundidad...)		
<b>Gestiones para la mejora</b>	Eliminar (Fuente de contaminación)		
	Reubicar o Reorganizar (Nueva localización del equipo o reorganizarla)		
	Simplificar (utilización de herramientas para facilitar el acceso)		
<b>DIAGNÓSTICO FINAL - PARA USO DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO</b>			
<b>Estado Final</b> (¿Qué tipo de mejora se implementó?)			
<b>Tiempo perdido por el LDA</b>		<b>Frecuencia de interacción con el LDA</b>	

## ANEXO 6. ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO														
Estandar de Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste														
Máquina:						Área								
Subsistemas/ Componentes:						Estandar N°								
ILUSTRACIÓN	N°	COMPONENTE	ESTADO IDEAL	MÉTODO	ACCION EN CASO ANORMAL	HERRAMIENTAS	FRECUENCIA							TIEMPO (min)
							T	D	S	Q	CF	CR	M	
Se debe poner una foto o dibujo de la maquina o componente a analizar. Se debe señalar con números si la figura se desglosa en varias partes	Esta numeración sirve para ubicar el componente en la ilustración	Punto crítico para mantener las condiciones básicas	Se debe indicar el estandar en el que debe estar. Ej: sin suciedad, Apretado hasta la marca, Sin derrames de aceite, etc. Se puede apoyar en controles visules.	En este espacio se debe indicar si la actividad a realizar es inspección, limpieza, lubricación o ajustes	Qué hacer en caso de que no cumpla el estandar	Que herramientas se debe utilizar para poder desarrollar el método	T u r n o	D i r i o	S e r v i c i o	Q u e n c i e l	C a m b i o	C a m b i o	M e n u s u a l	Tiempo que tarda realizar la actividad en minutos

Nota: Cambio de formato implica cambio de piezas de la maquina; el cambio de referencia implica limpieza de las maquinas y equipos



## ANEXO 7. PLAN DE FORMACIÓN PASO 4

Plan de Formación - Paso 4			
Actividad	Detalle	Duración Líderes (Horas)	Duración Equipos (Horas)
Principios de funcionamiento de los equipos	Formación en tipos de equipos y su función	4	6
	Importancia de los equipos		
Formación en Lubricación y sistemas de fijación y sujeción	Funciones y tipos de lubricantes	6	8
	Uso correcto de lubricantes		
	Conceptos de fijación y sujeción		
	Elementos de fijación y sujeción		
	Práctica		
Formación en Herramientas	Herramientas comunes y usos	4	6
	Práctica		
Formación Básica en Mecánica	Conceptos de Mecánica	7	9
	Aplicación de la mecánica en los equipos		
	Restricciones y Consideraciones de seguridad		
	Práctica		
Formación Básica en Electricidad	Conceptos de electricidad	7	9
	Aplicación de la Electricidad en los equipos		
	Restricciones y Consideraciones de seguridad		
	Práctica		
Formación en sistemas y habilidades de mantenimiento	Conceptos de mantenimiento	6	8
	Estandares de inspección		
	Periodicidad del chequeo según la criticidad		
	Práctica		
Formación en detección de fallos y anomalías	Fallos frecuentes y anomalías	6	8
	Técnicas de reconocimiento de fallos		
	Estudio de casos		
	Práctica		
Formación en liderazgo	Generalidades de liderazgo	3	N/A
	Técnicas para ser un líder		
<b>TOTAL</b>		43	54
		<b>97</b>	

## ANEXO 8. GRÁFICO DE PRERREQUISITOS CRONOGRAMA

