

Implementación del plan de mantenimiento en una maquiladora para mejorar la confiabilidad del mantenimiento.

M.E.S. Nancy Roxana Ruiz Chávez¹, M.Sc.A. Carlos Roberto Ibáñez Juárez², Dr. Axel Rodríguez Batres³, Dr. Beatriz Aguilar Romero⁴, Laura Leticia Vélez Hernández⁵, Fabiola Galindo Martínez⁶

Resumen - En este artículo se exponen la metodología y los resultados de la elaboración e implementación de un plan de mantenimiento para la maquinaria Overlock de la maquiladora Vista Hermosa, como parte de un proyecto de colaboración y de asesoría. Esta es una empresa dedicada al ramo textil donde se maquilan blusas, tiene la responsabilidad de confeccionar alrededor de 7500 piezas semanales para dos de sus principales clientes, que representan el 70% de su producción. Para poder cumplir esta meta en tiempo y forma, es crucial que la maquinaria de la planta se encuentre en las mejores condiciones, se requiere que su mantenimiento preventivo y predictivo sean muy eficientes y que le permitan a los equipos tener la confiabilidad en su funcionamiento porque de lo contrario, el nivel de producción de Vista Hermosa se vería afectado trayendo como consecuencia clientes insatisfechos, retrasos en entregas y un sobre costo por el pago de tiempos extras y adicionales que se generan por dichos inconvenientes. Es por esta razón que contar con un plan de mantenimiento efectivo para el equipo de Vista Hermosa es importante, puesto que esto significa una disminución en la probabilidad de que ocurran fallas en la maquinaria, aplicando metodologías de Calidad como PDCA de Deming, se identifican las áreas de oportunidad que representan los tiempos de paro de la máquina, y a partir de análisis con herramientas básicas como Ishikawa y Pareto se detectan los paros que ocasionan el porcentaje mayor y a partir de lo anterior, se genera un plan de acciones correctivas que permite reducir el tiempo de paro y se evalúa con los índices principales de mantenimiento, además de modelos estadísticos para determinar la predicción entre los tiempos de falla.

Índice de Términos .*Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad, Mantenimiento preventivo.*

I. INTRODUCCION

Vista Hermosa es una empresa que se dedica a maquilar blusas. Tiene la responsabilidad de confeccionar alrededor de 7500 piezas semanales para dos de sus principales clientes: TZ FASHIONS y Vertiche. Para poder cumplir esta meta en tiempo y forma, es crucial que la maquinaria de la planta se encuentre en las mejores condiciones, de lo contrario, el nivel de producción de Vista Hermosa se vería afectado trayendo como consecuencia clientes insatisfechos. Es por esta razón que contar con un plan de mantenimiento efectivo para el equipo de Vista Hermosa es importante, puesto que esto significa una disminución en la probabilidad de que ocurran fallas en la maquinaria. En la primera visita se pudo observar que la planta no contaba con un plan de mantenimiento, por lo que la probabilidad de que ocurriera algún percance era latente, además de que los paros por mantenimiento no programado afectaban el nivel de producción de la planta, ya que eran los operarios quienes realizaban las intervenciones en la maquinaria y, al no estar capacitados adecuadamente, el tiempo de reparación era mayor al deseado.

II. OBJETIVO Y DESARROLLO.

1.1 OBJETIVO

Reducir la frecuencia semanal del rompimiento de agujas de un promedio de 8 a 5, así como también analizar su impacto en indicadores como confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en los equipos Overlock de una empresa textil.

2. DESARROLLO.

Los indicadores que se utilizan para la realización de este proyecto se relacionan con los porcentajes de índices de eficiencias de los paros por mantenimiento, y máquinas con índices de tiempos de paro más alto dentro de la producción y fabricación de textiles, con estas recolecciones de datos realizadas a partir de las hojas de verificación tendremos las variables continuas para realizar el análisis de las máquinas con mayor % de falla. Las herramientas básicas de la calidad nos permiten que a través de la metodología de Mejora Continua se puedan solucionar problemas tomando como base el Planear -Hacer -Verificar -Actuar (Círculo de Deming) [1], de manera que se toma en cuenta que todo es mejorable a partir de la medición [2]. A continuación, se presentan las herramientas utilizadas durante el presente trabajo.

a). Hojas de verificación

La hoja de verificación se construyó con base a los diferentes tipos de máquinas, horas de paro de las máquinas y principales fallas que se presentan durante sus horas de trabajo, estas son formatos que los trabajadores durante su turno van llenando y como parte del trabajo se implementaron para la recolección de datos [3]. Para la realización de este proyecto se recolectaron los datos a través de visitas en sitio con la gente responsable de la planta, recolectándose la información general de los procesos de fabricación en hojas de verificación encontrándose tiempos, de trabajo, horas paro, % de defectos como indicadores de calidad y siendo las siguientes máquinas las principales:

- Máquina Overlock
- Máquina recta
- Máquina Cover.

b). Diagrama de Pareto

Teniendo en cuenta que se estudian 3 máquinas, procedemos a realizar el diagrama de Pareto el cual es también conocido como la regla del 80-20, presenta el concepto de que, en la mayoría de las situaciones, el 80% de las consecuencias son el resultado del 20% de las causas [4]. Esto puede ser muy útil para tratar no conformidades, identificar puntos de mejora y definir qué planes de acción deben ser atacados primero en lo que se refiere a la prioridad. Teniendo en cuenta lo que representa el diagrama de Pareto y en esta parte se analizan las diferentes fallas y cuál es su impacto en la productividad de las líneas de producción, tenemos los porcentajes de las principales fallas.

La información obtenida es a partir de la experiencia y conocimiento de los expertos, técnicos y personal

involucrado con el día a día en la operación. principales de esta falla se utilizó un diagrama causa-efecto, de esta manera, se infiere que las causas principales son la falta de la aplicación de un plan de mantenimiento Y las fallas en la maquinaria que se presentan frecuentemente:

- Goteo de aceite
- Rompimiento de agujas
- Sobrecalentamiento de la máquina
- Rotura de hilo
- Puntadas perdidas

La primera etapa del proceso consistió en identificar las máquinas críticas y la falla que en ésta se presentaba con mayor frecuencia. La metodología empleada fue el ciclo PDCA, los resultados obtenidos señalaron que la máquina crítica es la máquina Overlock y que la falla principal de este equipo es el rompimiento de agujas, este resultado se resume en el diagrama de Pareto que a continuación se muestra.

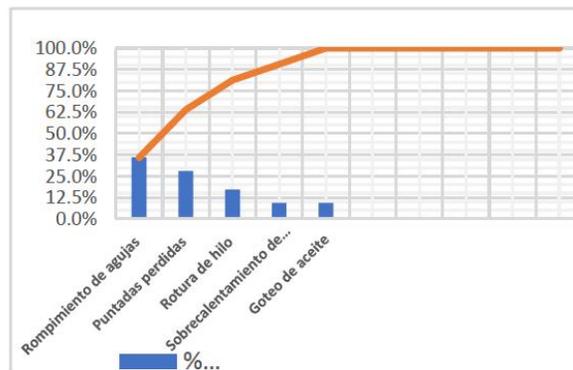


Figura 1 Diagrama de Pareto.

c). Diagrama de Ishikawa.

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso. Creado en la década de 60, por Kaoru Ishikawa, el diagrama tiene en cuenta todos los aspectos que pueden haber llevado a la ocurrencia del problema, de esa forma, al utilizarlo, las posibilidades de que algún detalle sea olvidado disminuyen considerablemente. En la metodología, todo problema tiene causas específicas, y esas causas deben ser analizadas y probadas, una a una, a fin de comprobar cuál de ellas está realmente causando el efecto (problema) que se quiere eliminar.

Eliminado las causas, se elimina el problema [5]. En este caso, lo utilizaremos para analizar y entender las posibles causas de por qué el rompimiento de agujas se presenta en un 37.5% del total de fallas y dar posibles

soluciones a esta problemática. De acuerdo con el análisis del diagrama se concluye que las causas principales por el rompimiento de agujas es la falta de un plan de mantenimiento y la acumulación de pelusa en los compartimentos de la máquina Overlock.

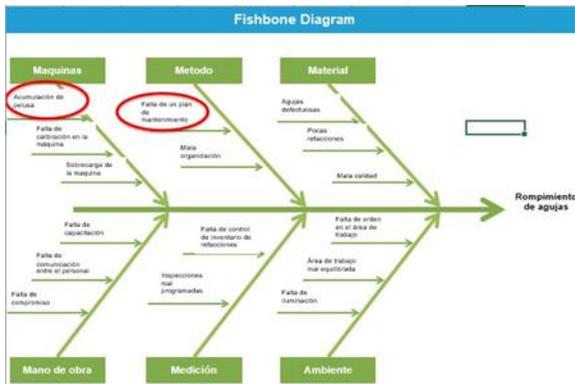


Figura 2 Diagrama de Ishikawa Causa-Efecto

d). Lluvia de ideas

La Lluvia de Ideas (Brainstorming) es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta creada en el año 1941 por Alex Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado de "lluvia de ideas" que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente [6]. Se deberá utilizar la Lluvia de Ideas cuando exista la necesidad de:

- Liberar la creatividad de los equipos.
- Generar un número extenso de ideas.
- Involucrar a todos en el proceso.
- Identificar oportunidades para mejorar

Las primeras propuestas de solución, que a grandes rasgos consistían en designar a un par de personas que se encargaran de realizar las revisiones y reparaciones de la maquinaria, se establecieron en un AMEF que se elaboró para cada uno de los componentes principales de la máquina Overlock, además este reafirmó que el principal problema de dicha máquina es el rompimiento de agujas generado por la falta de limpieza [7]. Las actividades anteriores fueron la base para diseñar un plan de mantenimiento cuyo objetivo principal fuera disminuir el problema más frecuente de la maquinaria, es decir, reducir el número de rompimiento de agujas en la máquina Overlock. Esto corresponde a la segunda etapa del proceso.

Puesto que la planta no es muy grande, no era viable crear un departamento de mantenimiento ya que esto implicaba la contratación de personal altamente capacitado que exigía una considerable remuneración.

Debido a esto, la elaboración del plan de mantenimiento se basó en la capacitación de los operarios para que realizaran las actividades básicas de mantenimiento de manera adecuada, así como también en la concientización sobre la importancia que tiene el mantenimiento en el nivel de producción de la empresa. De acuerdo con lo anterior, uno de los aspectos más importantes que debe contener el plan de mantenimiento son los componentes principales de la máquina Overlock, esto para que el operario conozca mejor su equipo de trabajo.

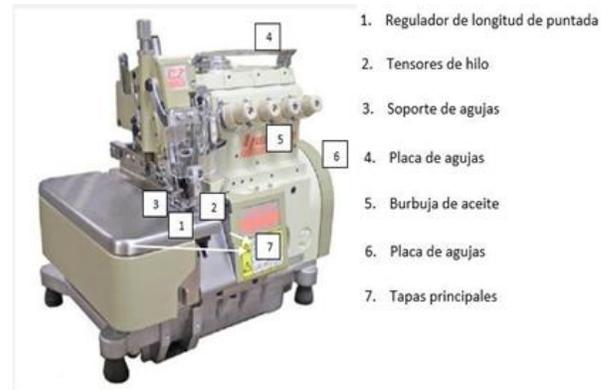


Figura 3 Partes principales de máquina Overlock

La gerencia considera que entre los planes de mantenimiento que se generan a partir del análisis y como propuesta para mejorar la confiabilidad de los equipos se tiene las siguientes consideraciones:

- Realizar las revisiones e intervenciones básicas a la maquinaria de acuerdo con el procedimiento establecido en el plan de mantenimiento.
- Llevar un control de cada una de dichas intervenciones y revisiones (operadores).
- Realizar un registro de dichas acciones.
- Intervenir los equipos cuando se presente una falla que el operario no pueda resolver (gerente de planta).

El registro de las revisiones, de los rompimientos de aguja y de las intervenciones de la maquinaria se hizo mediante una macro elaborada en Access. En cuanto a los programas de mantenimiento que forman parte del plan, es claro que el que más impacto tiene en el objetivo deseado es el que hace referencia a la limpieza de la maquinaria para evitar que el rompimiento de agujas, este programa se muestra a continuación:

Programa de limpieza de la máquina Overlock

El procedimiento aquí mostrado se llevará a cabo diariamente al final de la jornada laboral por los empleados que operen en una de las máquinas Overlock de la planta. Es importante que antes de realizar dicha

limpieza la máquina esté apagada, esto con la finalidad de preservar la seguridad de los operadores.

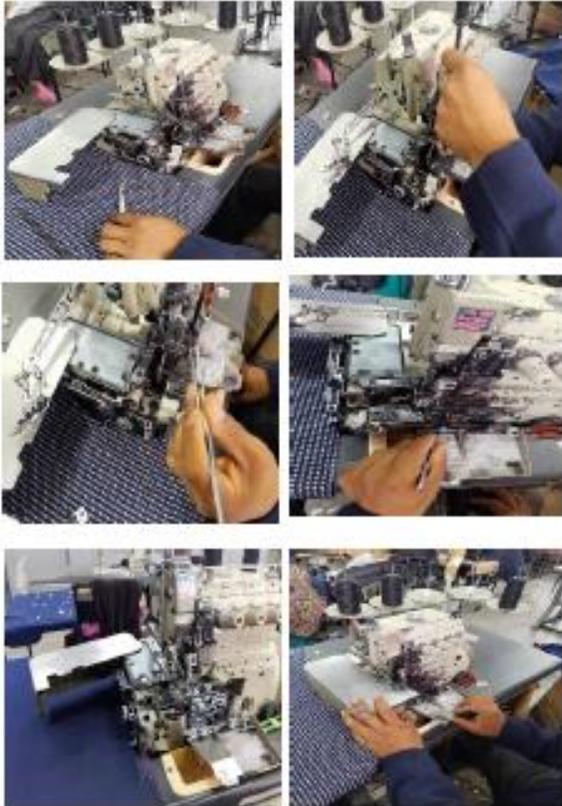


Figura 4 Etapas de mantenimiento en máquina overlock

El procedimiento de mantenimiento para la mejora se muestra a continuación en los siguientes pasos:

1. Retirar la tapa de la máquina, esta se señala en el punto siete de la figura 3.
2. Con ayuda de un desarmador, retirar la placa de la aguja.
3. Quitar la pelusa y/o trozos de tela pequeños que estén atrapados en los compartimientos de la maquinaria con una pinza y, de ser necesario, utilizar una brocha.
4. Colocar nuevamente la placa de aguja.
5. Cerrar las tapas de la máquina.

Con el objetivo de determinar cuál es el impacto del plan de mantenimiento explicado brevemente, se calcularon los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y fiabilidad, por lo que es importante recordar cómo se definen y la expresión matemática utilizada para su obtención.

Confiabilidad. Probabilidad de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica durante un periodo de tiempo preestablecido, bajo condiciones

estándares de operación. La definición matemática de la confiabilidad es:

$$R = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

$R = \text{Confiabilidad.}$

$$MTBF = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{No. de fallas x período}} * 100 \quad \text{Ec. 2}$$

$$MTTR = \frac{\text{Horas de Paro}}{\text{No. de fallas x período.}} * 100 \quad \text{Ec. 3}$$

Disponibilidad (D). Es el cociente entre el tiempo disponible para producir y el tiempo total de parada. La expresión utilizada para el cálculo de este indicador es:

$$D = \frac{\text{Hrs. totales} - \text{Hrs. Paro/mantto.}}{\text{Hrs. totales}} * 100 \quad \text{Ec. 3}$$

Mantenibilidad $M(t)$. Es la probabilidad de que un dispositivo equipo o sistema sea restaurado completamente a su estado operacional dentro de un periodo de tiempo dado, de acuerdo con los criterios de funcionamiento y procedimientos de reparación:

$$TMPR = \frac{\text{Tiempo total de Inactividad}}{\text{Número de Fallas.}} \quad \text{Ec. 4}$$

$$\mu = \frac{\text{No. de Reparaciones}}{\text{Tiempo total de reparaciones}} \quad \text{Ec. 5}$$

$$M(t) = 1 - e^{-\mu * TMPR} * 100 \quad \text{Ec. 6}$$

El plan de mantenimiento se aplicó durante dos semanas, los rompimientos de agujas presentados durante ese periodo se muestran en las siguientes tablas.

Con el fin de realizar el análisis del impacto que tuvo la aplicación del plan de mantenimiento elaborado se muestran además los datos del rompimiento de agujas de dos semanas sin la aplicación del plan.

Tabla 1 Sin plan de mantenimiento Semana 1

Día	L	MA	MI	J	V	S
Número de rompimientos	2	1	1	1	2	1

Tabla 2 Con plan de mantenimiento Semana 7

Día	L	MA	MI	J	V	S
Número de rompimientos	1	0	1	1	1	0

Es posible apreciar la disminución del rompimiento de agujas durante el periodo de aplicación del plan de mantenimiento de un promedio de 8 a 4 rompimientos. Es importante mencionar, además, que hubo una disminución en el tiempo de limpieza de la máquina Overlock de 7 a 5 minutos. Por otro lado, el tiempo de paro o de reparación corresponde al tiempo que el operario tardaba en cambiar una aguja, éste permaneció sin cambio durante el periodo de evaluación y fue de 5 minutos.

Con el fin de verificar cuál es el impacto que tuvo la aplicación del plan de mantenimiento en Vista Hermosa, se calculan los indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad antes y después de la aplicación de éste. Es conveniente mencionar que la planta no contaba con indicadores al inicio, sin embargo, los datos proporcionados por la empresa son suficientes para poder realizar el cálculo.

El periodo de prueba considerado corresponde al de 1 semana de trabajo, que corresponde a un total de 52.25 horas, para esto, se obtuvo un promedio de las dos semanas de registro ya mostradas en el apartado anterior, es necesario aclarar que la limpieza de la maquinaria antes de la aplicación del plan de mantenimiento se realizaba un promedio de dos veces por semana además de que se ocupaba parte de la jornada laboral para realizarlo, mientras que durante la aplicación del plan de mantenimiento se realizó diariamente y al término de la jornada de trabajo.

Indicadores de Mejora basados en confiabilidad antes y después de la mejora:

Tabla 3 Mejora Continua

Indicador	Antes	Después
R	93.74%	99.20%
M(t)	77.69%	90.93%
D	99.10%	100%

3. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados se concluye que la implementación del plan de mantenimiento ayudó a reducir el número de rompimiento de agujas de un promedio de 8 a 5. La aplicación del conocimiento adquirido durante el curso de Mantenimiento Industrial

se ve reflejado en los resultados. El futuro de este plan de mantenimiento consiste en una ampliación a todos los componentes de las máquinas Overlock's y a los demás equipos del proceso de fabricación, con esto se pretende también disminuir el tiempo de reparación de la maquinaria con técnicas como ayudas visuales para facilitar a los operadores su trabajo y que permita mejorar la productividad. El desarrollo de herramientas de calidad en la solución de problemas en otras áreas nos da una visión más amplia de sus aplicaciones y que basados en metodologías simples una mejora importante para mejorar la competitividad en las pequeñas empresas.

A. Referencias

- [1] Abramowich, E. (2005). Six Sigma for growth. Singapore: John Wiley & Sons.
- [2] Blanco, M. E. (2016). Imagen Digital. México: Obtenido de Atracción 360.
- [2] Cantú Delgado, H. (2013). Desarrollo de una cultura de calidad. México: Mc Graw-Hill.
- [3] Gutiérrez Pulido, H. (2014). Calidad y Productividad. México: Mc graw-Hill.
- [4] F. W. (2003). Implementing Six Sigma. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [5] Ishikawa, K. (1989). Introducción al Control de la Calidad. México: Díaz de Santos.
- [6] Escalante, E (2006), Análisis y mejoramiento de la calidad. México. LIMUSA.
- [7].- Gómez de León F. (1998), Tecnología del mantenimiento Industrial. Murcia. Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.

RECONOCIMIENTO

Los autores que realizamos el presente artículo declaramos que este trabajo fue desarrollo como parte de la Línea de Investigación "Mejora Continua aplicada a las cadenas productivas" registrada en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a quien agradecemos por su apoyo para el desarrollo de esta investigación.

Biografía Autor(es)

¹ M.E.S. Nancy Roxana Ruiz Chávez², M.Sc.A. Carlos Roberto Ibáñez Juárez², Dr. Axel Rodríguez Batres³, Dr. Beatriz Aguilar Romero⁴, Laura Leticia Vélez Hernández⁵, Fabiola Galindo Martínez⁶.

¹Documento recibido el 7 de marzo del 2024.

Carlos Roberto Ibáñez Juárez, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla