


Diseño de un modelo del TPM y DMAIC para incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de costura en una Mype Textil

Design of a TPM and DMAIC model to increase the availability of the sewing area machines in a Mype Textile

Dana Ccacciaicucho Guevara¹ 

Luis Giancarlo Tello Vilca² 

Grimaldo Wilfredo Quispe

Santivañez³ 

^{1,2} Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.

³ Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma Junín - Perú

Presentado:

16-07-2023

Publicado:

31-07-2023

Autor corresponsal:

Quispe Santivañez, Grimaldo Wilfredo

Correo:

gquispe@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma” Junín, Perú.

Para citar este artículo:

Quispe Santivañez, G.W., Tello Vilca, L., G. & YCacciaicucho Guevara, D. (2023). SDiseño de un modelo del TPM y DMAIC para incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de costura en una Mype Textil. *Revista Científica KANYÚ*, I(1), 26-44.

RESUMEN

En la actualidad, aumentar la eficiencia general de los equipos poniendo énfasis en la disponibilidad de las máquinas es fundamental para toda organización. En este sentido, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal diseñar un modelo combinado del TPM y DMAIC para incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de costura de una empresa mype en Lima en el año 2021.

Se realizó el diagnóstico inicial de la empresa para identificar las causas principales de la baja disponibilidad, para lo cual se utilizaron herramientas de calidad como el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto. Asimismo, se calcularon indicadores iniciales que fueron el MTBF, MTTR y disponibilidad en base a los registros obtenidos de la pyme en estudio; los cuales tuvieron mejoras mediante la aplicación del TPM con DMAIC desarrollando un AMEF para identificar las piezas críticas de cada máquina y posteriormente, aplicar las 5s y desarrollar un cronograma de mantenimiento preventivo.

Los resultados obtenidos fueron una disminución del 41% de elementos innecesarios en el área de confección mediante la aplicación de las 5s. Asimismo, el TPM junto al DMAIC lograron aumentar en un 1.3% la disponibilidad del mes de septiembre y un 2.4% en el mes de octubre con base a los meses respectivos del año 2019. En conclusión, el modelo combinado de TPM y DMAIC propicia a mejoras en la disponibilidad de los equipos en pymes de confección textil.

Palabras clave: 5s, AMEF, Mantenimiento autónomo, DMAIC, Disponibilidad

ABSTRACT

Today, increasing overall equipment efficiency by emphasizing machine availability is essential for any organization. In this sense, the main objective of this research work is to design a combined model of TPM and DMAIC to increase the availability of machines in the sewing area of a mype company in Lima in the year 2021.

The initial diagnosis of the company was carried out to identify the main causes of low availability, for which quality tools such as the Ishikawa diagram and the Pareto diagram were used. Likewise, initial indicators were calculated, which were MTBF, MTTR and availability based on the records obtained from the SME under study; which had improvements through the application of the TPM with DMAIC developing an AMEF to identify the critical parts of each machine and later, apply the 5s and develop a schedule of preventive maintenance.

The results obtained were a 41% decrease in unnecessary elements in the clothing area through the application of the 5s. Likewise, the TPM together with the DMAIC managed to increase availability by 1.3% in the month of September and by 2.4% in the month of October based on the respective months of 2019. In conclusion, the combined model of TPM and DMAIC favors improvements in the availability of equipment in textile manufacturing SMEs.

Keywords: 5s, FMEA, Autonomous Maintenance, DMAIC, Availability

INTRODUCCIÓN

En el contexto nacional, Indecopi (2021) informa que el sector textil y confecciones abarcan el 30,6% de la manufactura peruana. Además, Takahashi et al. (2020) menciona que el sector textil es considerado uno de los ejes de crecimiento en la economía del país, siendo Mypes el 95,4% de las empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir. Sin embargo, no representan competitividad en el mercado nacional debido a la falta de mantenimiento de sus equipos, paradas inesperadas, tiempos inoperativos, fallas rutinarias en las máquinas y deficiencia en las operaciones, lo cual caracteriza a las pequeñas empresas con una baja productividad en su producción. Asimismo, Tinoco et al. (2016) añade que las MiPymes reportan baja competitividad en el mercado de confecciones por falta de gestión de calidad y organización. Asimismo, indica que existe un 60% de capacidad ociosa en el 2,24% de las Pymes del sector textil en Lima debido a la carencia de personal capacitado y baja demanda. Por lo tanto, lo antes mencionado genera una baja disponibilidad en los equipos de las Mypes y Pymes peruanas.

A lo largo de los años, varios autores han aplicado metodologías para enfrentar la baja disponibilidad de máquinas, tal es el caso de Reis et al. (2019), quien empleó la metodología TPM en una línea de producción de una empresa automotriz para maximizar la eficiencia operativa minimizando las pérdidas por fallas en los equipos. El diagnóstico evidenció la existencia de constantes paros de producción por mantenimiento no programado que duraba aproximadamente 4 horas por semana. Mediante el análisis previo, se observó que 5 equipos eran los más críticos que generaban el 80% de la inactividad de la línea. Para enfrentar dicho problema, se empleó un plan de trabajo en base a la confiabilidad de las máquinas para mejorar el mantenimiento preventivo de las mismas. El resultado de la aplicación de la herramienta generó una reducción del 3,5% con respecto a las fallas en los equipos y una maximización del 18,5% en los ingresos operativos.

Por otro lado, otros autores han combinado el uso de la metodología TPM con otras herramientas del Lean Manufacturing. Por su parte, Marulanda et al. (2016) destaca en su investigación que las técnicas más usadas son las 5S y el TPM con un porcentaje de aplicación del 100% y 80% respectivamente en las empresas estudiadas. Prueba de ello, Ferreira et al. (2017) desarrolló un plan de mejora enfocada en el mantenimiento autónomo y otras herramientas Lean en una empresa del sector automotriz, donde abarcó la gestión visual, 5S y TPM, para mejorar el flujo de la producción de una línea de fabricación de componentes de tubos de aire acondicionado, reduciendo los paros en las máquinas por averías mediante la optimización del mantenimiento en la empresa. En primera instancia, se realizó un análisis y se observó que la línea tenía un OEE del 74% y el factor disponibilidad de los equipos fue de 75%. Para ser frente al problema, se aplicó las siete etapas del mantenimiento autónomo, la cual abarcaba la limpieza, la eliminación de desperdicios, la estandarización, la inspección de equipos y proceso, el mantenimiento autónomo sistemático y la gestión autónoma. Como resultado se obtuvo un incremento del 10% en la disponibilidad de las máquinas conllevando a un aumento en el OEE del 8%, lo cual tuvo un impacto positivo en la eficiencia de la producción de la línea de fabricación.

Por último, Ferreira et al. (2020) en su trabajo de investigación implementó un modelo combinado de técnicas Lean y DMAIC, denominada IleanDMAIC, en una empresa maderera, la cual se basa en el ciclo DMAIC como método de mejora continua, cuya finalidad fue incrementar la eficiencia en la organización mediante la reducción del desperdicio en términos de tiempo en sus operaciones y mejorar la disponibilidad de los equipos, utilizando las herramientas Kaizen, TPM, SMED y VSM. El aporte del trabajo fue brindar a la empresa la resolución de problemas de manera práctica mediante la combinación de las herramientas Lean y la metodología DMAIC. Se obtuvo como resultado la reducción del tiempo en el proceso de producción en un 44%.

En este sentido, en el presente trabajo de investigación se identificó problemas de disponibilidad de las máquinas y paradas no planificadas en una empresa Mype de confecciones textiles, las cuales se deben a las constantes averías y fallas de los equipos que perjudican la calidad de sus productos y el flujo continuo de la producción. Asimismo, la inactividad de las máquinas incide en su baja competitividad actual y desempeño operativo.

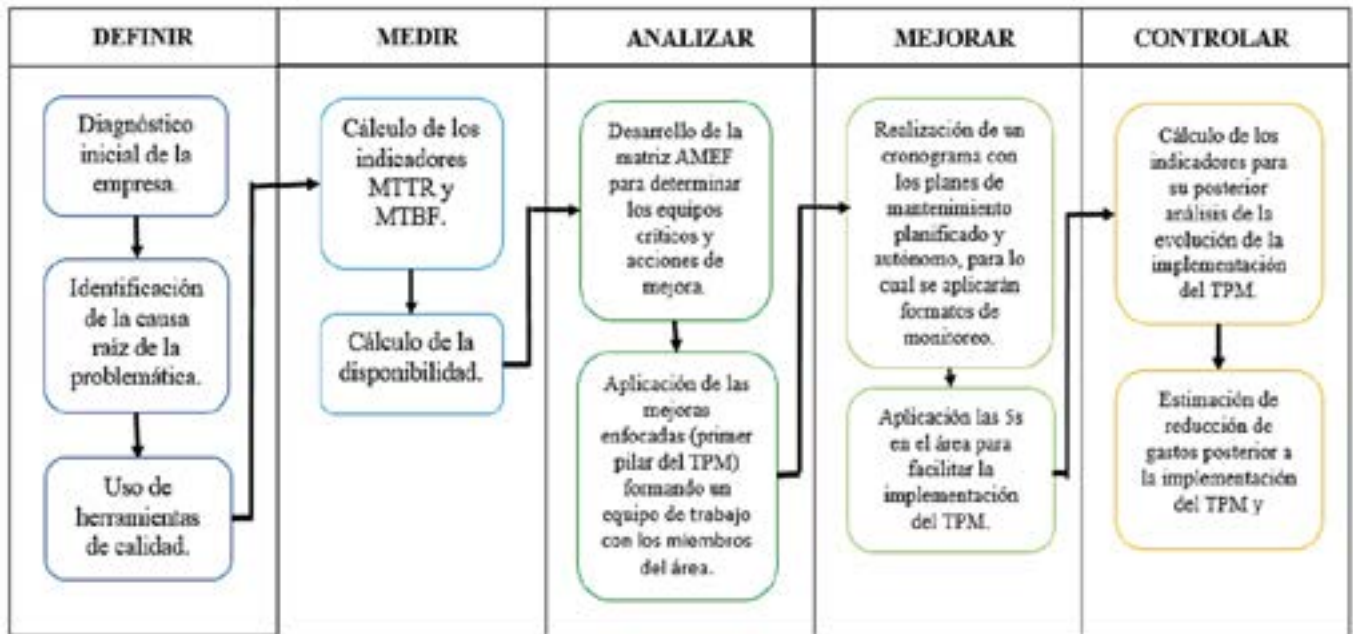
Ante esta situación, la presente investigación busca incrementar la disponibilidad en los equipos de una mype textil mediante un modelo combinado del TPM y DMAIC.

METODOLOGÍA

En el desarrollo de la presente investigación se aplicó los tres primeros pilares de los ocho que contempla el TPM debido a que la empresa en estudio se caracteriza por ser una mype textil. Para ello, se utilizará el DMAIC como ciclo de mejora continua, tal como se observa en la Ilustración 1.

Ilustración 1

Modelo TPM Y DMAIC



Fuente. Propio (2021)

Definir

En esta fase, se realizó el diagnóstico inicial de la empresa para conocer su situación actual y las áreas que presentan oportunidades de mejora. Los retrasos en las entregas de pedidos de los clientes es un problema relevante dentro de la organización que ocurre de manera constante. A partir del panorama mencionado, se identifica que la causa raíz son los paros repetitivos dentro del área de confecciones.

Se realizó una observación directa en el área y recopilación de datos proporcionada por la empresa, determinando que las máquinas del área presentan constantes fallas y averías, lo cual se manifiesta en los tiempos inoperativos de los mismos. En otras palabras, la causa principal de los retrasos en la entrega de los pedidos es la disponibilidad de máquinas.

Medir

Mediante la medición, se calculó los indicadores MTBF con la Ecuación 1 y MTTR con la Ecuación 2 para hallar la disponibilidad de los equipos con la Ecuación 3, teniendo en cuenta la información recopilada sobre fallas y averías del año 2019, clasificándolas por tipos de máquinas. Se procedió con el desarrollo del diagrama de Pareto para conocer la relación entre la frecuencia de averías y las máquinas críticas a mejorar, con el fin de determinar qué máquinas presentan menores tiempos operativos debido a mantenimientos correctivos.

Ecuación 1: MTBF

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Fuente. Propio (2021)

Ecuación 2: MTTR

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de mantenimiento}}{\text{Número de Intervenciones}}$$

Fuente. Propio (2021)

Ecuación 3: Disponibilidad de equipos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \times 100$$

Fuente. Propio (2021)

Analizar

Para esta fase, se desarrollará el pilar de la mejora enfocada contemplada en el TPM, mediante lo cual se bus

ca identificar los problemas críticos de las máquinas haciendo uso del análisis de modo y efecto de fallas (AMEF). Para ello, es necesario realizar una encuesta sobre piezas o componentes críticos de las máquinas a los operarios por medio de dos reuniones presenciales con duración de 30 min cada una, ya que su experiencia dentro del área es clave para poder determinar la severidad, ocurrencia y detección de las fallas. Posteriormente, se formará el grupo de trabajo que realizará las actividades de mejora. El resultado de este análisis contribuirá al segundo pilar del TPM. Asimismo, se utilizará el diagrama Ishikawa para identificar las causas que originan la baja disponibilidad.

Mejorar

Como parte de la mejora, se realizó un cronograma de tareas para aplicar el pilar del mantenimiento planificado y autónomo. Los planes de mantenimiento se establecerán para cada máquina del área de costura englobando actividades como cambio de piezas, lubricación, limpieza y ajustes de piezas, con el fin de mantener las maquinarias en buenas condiciones. Dentro del plan de mantenimiento preventivo se contará con formatos de monitoreo y control por cada equipo de costura, realizando revisiones en periodos quincenales.

Asimismo, se utilizó check lists para el mantenimiento autónomo, así mismo, se aplicarán las 5s para simplificar la implementación. Este plan incluyó capacitaciones para instruir al operario conforme a actividades sencillas de mantenimiento diarias que deberá realizar en su equipo de trabajo, estimulando el compromiso del operador en maximizar sus conocimientos mediante la parte técnica hacia los objetivos de la empresa. Incluso, se utilizó tarjetas que permiten visualizar de manera práctica las averías que presentan las máquinas, siendo de gran ayuda para monitorear y controlar las inspecciones.

Controlar

Finalmente, se procedió a recalcular los indicadores MTBF, MTTR y disponibilidad de los equipos para monitorear las mejoras realizadas en el área de costura. Seguidamente, se realizó un análisis de los datos obtenidos para observar los cambios en los tiempos inoperativos, por demoras del personal y fallas de las máquinas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Definir

Para el presente proyecto, se realizó un previo diagnóstico en la empresa de confecciones, con el fin de evaluar cuál de las áreas (corte, confección y estampado) de la organización presenta mayores tiempos improductivos.

Resultado de ello, se encontró que las áreas de corte, confección y estampado presentaban 24.6, 56.3 y 33.5 horas por tiempo improductivo respectivamente, evidenciando que la segunda área de la empresa presenta mayor inactividad.

Se obtuvo como información que la empresa labora 1 turno de 12 horas y 6 días a la semana, por lo cual se posee un tiempo disponible de 312 horas al mes, así mismo en base a la información anterior se pudo determinar que también posee 114.4 horas al mes en tiempos improductivos. Posteriormente, al realizar el cálculo se determinó que la organización tiene 197.6 horas al mes tan solo como tiempo productivo.

Posteriormente, en base a los resultados anteriores se determinaron las causas por el cual existen tiempos improductivos en el área de confección, con el fin de poder concentrar fuerzas para tratar de minimizar en lo posible las causas que impactan negativamente en el área. Para su desarrollo, se empleó el diagrama Ishikawa, tal como se observa en la Figura 2, para posteriormente elaborar un registro de verificación en el cual se establecieron las causas en orden de mayor a menor tiempo improductivo (min), tal como se observa en la Tabla 1. Luego, se determinó su porcentaje relativo y acumulado con el fin de clasificar por medio del 80-20 las causas principales que generan mayor impacto, tal como se observa en la Figura 3.

Ilustración 2

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Propia (2021)

Tabla 1

Registro de Verificación de Causas de los Tiempos Improductivos en el Área de Confección

CAUSAS	TOTAL (MIN)	% RELATIVO	% RELATIVO ACUMULADO	CLASIFICACIÓN ABC
Mantenimiento correctivo	270	48.47%	48.47%	A
Paro de máquina	120	21.54%	70.02%	
Cambio de piezas	60	10.77%	80.79%	
Falta de insumos	45	8.08%	88.87%	B
Reprocesos	32	5.75%	94.61%	C
Tiempo ocio	30	5.39%	100.00%	
Total	557	100.00%		

Fuente. Propio (2021)

Se obtiene como resultado que las causas principales por tiempo improductivo en el área de confección son: mantenimiento correctivo con un total 270 min, paro de máquina con un total de 120 min y cambio de piezas con un total de 60 min. Luego, se realizó un diagrama de Pareto para poder visualizar a mayor amplitud el 80% de las causas que generan el problema.

Ilustración 3

Diagrama de Pareto – Causas por Tiempo Improductivo en el Área de Confección



Fuente. Propio (2021)

Como resultados de esta fase, se determinó que existen tres causas principales, las cuales son: mantenimientos correctivos, paros de máquinas y cambios de piezas. Este resultado nos enfoca a concentrar esfuerzos en dar soluciones a dichas causas para incrementar la disponibilidad de los equipos.

Los resultados obtenidos en esta fase, también fueron identificados en el estudio de Ferreira et al. (2019); sin embargo, para su desarrollo utilizó el mapa de flujo de valor (VSM). Asimismo, Mejía y Rau (2019) emplearon la misma herramienta, obteniendo como resultado que la falta de un mantenimiento preventivo y la mala calibración de las máquinas generaban paradas imprevistas, defectos en las prendas y tiempos ocios del personal, lo cual evidencia que las causas de los tiempos improductivos repercuten en las máquinas por la falta de un plan de mantenimiento.

Medir

Como segundo paso, se recolectó información por medio de datos registrados sobre fallas de las máquinas del año 2019 y entrevistas dadas al gerente para calcular los indicadores MTBF y MTTR y posteriormente, hallar la disponibilidad de los equipos.

A continuación, en la Tabla 2 se presenta el cálculo de los indicadores tomados del año 2019, cuando había



mayor actividad en la empresa, ya que la pandemia afectó en gran medida a partir del año 2020.

Tabla 2

Disponibilidad de Máquinas - 2019

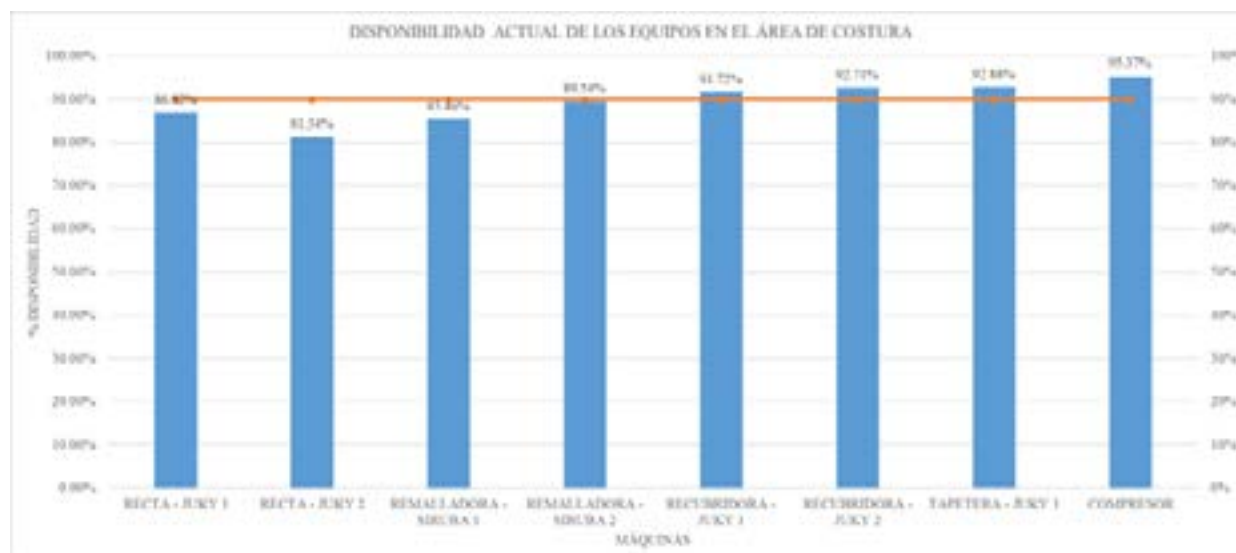
MÁQUINAS	TIEMPO DE OPERACIÓN	TIEMPO DE INACTIVIDAD	Nº PARADAS	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD (%)
Recta Juky 1	3456	452	2	1502.00	226.00	86.92%
Recta Juky 2	3456	645	4	702.75	161.25	81.34%
Remalladora Siruba 1	3456	502.5	5	590.70	100.50	85.46%
Remalladora Siruba 2	3456	361.5	4	773.63	90.38	89.54%
Recubridora Juky 1	3456	286	3	1056.67	95.33	91.72%
Recubridora Juky 2	3456	252	3	1068.00	84.00	92.71%
Tapetera Juky 1	3456	246	3	1070.00	82.00	92.88%
Compresor	3456	160	2	1648.00	80.00	95.37%

Fuente. Propio (2021)

Asimismo, mediante el gráfico de barras en la Ilustración 4, se puede observar el porcentaje de disponibilidad de las máquinas del área de confección y la recta horizontal que marca el límite ideal, lo cual es del 90%.

Ilustración 4

Disponibilidad de Equipos



Fuente. Propio (2021)

Se obtiene como resultado que la disponibilidad de las máquinas recta Juki 1, recta Juki 2, remalladora Siruba 1 y la remalladora Siruba 2 se encuentran por debajo de los estándares de fabricación de clase mundial.

Asimismo, a partir de la base de datos del año 2019, en la Tabla 3 se presentan los indicadores de disponibilidad para los meses agosto, septiembre y octubre, con el fin de poder compararlos posteriormente con los resultados de los mismos meses del 2021.

Tabla 3

Disponibilidad de Agosto, Septiembre y Octubre -2019

DISPONIBILIDAD 2019			
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBR
MTBF	88.83	129.42	84.35
MTRR	7.17	14.58	11.65
Disponibilidad	0.93	0.90	0.88

Fuente. Propio (2021)

Como se observa, la disponibilidad del mes de agosto es del 93%, del mes de septiembre es del 90% y de octubre es del 88%, siendo este último el mes con mayor volumen de producción debido a la campaña navideña y temporada de verano, lo que ocasiona mayor exigencia de los equipos.

Estos resultados son similares a otros estudios como, por ejemplo, Pinto et al. (2020) en su estudio de herramientas Lean y Dmaic midió una disponibilidad inicial del 90%; mientras que Ribeiro et al. (2019) en su estudio de TPM con 5S observó que las máquinas de línea de producción automotriz inicialmente se encontraban en el 95.9%.

Analizar

Como parte de las mejoras enfocadas, siendo el primer pilar del TPM, se realizó la matriz de análisis de modo y efecto de falla (AMEF) por las piezas por cada máquina para determinar su criticidad y las acciones correctivas para mejorar su vida útil. Dentro del área se cuenta con siete máquinas de costura y un compresor, las cuales son: dos recubridoras, dos rectas, dos remalles, una tapetera y una compresora, tal como se indica en la Tabla 4.

Tabla 4

Cantidad de Máquinas en el Área de Confección

CÓDIGO	MÁQUINAS - MODELO	Nº DE MÁQUINAS
RTJK	RECTA - JUKY	2
RMSR	REMALLADORA - SIRUBA	2
RBJK	RECUBRIDORA - JUKY	2
TPJK	TAPETERA - JUKY	1
CMO	COMPRESOR	1

Fuente. Propia (2021)

Mediante el AMEF se determinan soluciones para los modos de falla de los equipos y en base a ello, se desarrollarán planes de mantenimiento preventivo y autónomo que serán realizadas por los operarios y técnicos de la empresa.

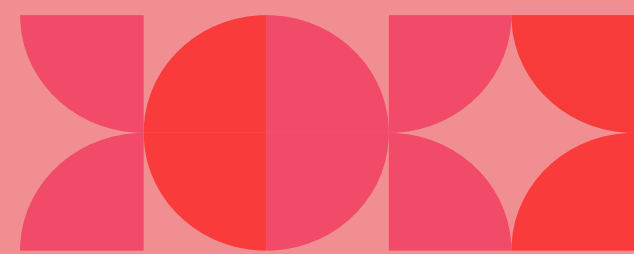


Tabla 5

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Máquina Recta Juki

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Transportador o impenlente.	Mueve al tejido, de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada	Quiebre de carriles	No deja pasar de la tela	7	Golpe de aguja	3	Mtto. Correctivo	2	42	Limpieza semanal	Operarios
Bobina	Pieza donde es enrollado el hilo que alimenta la parte inferior del punto.	Desajustes y mala presión	Desajustes y baja presión del hilo	6	Desgaste de tornillos	6	Mtto. Correctivo	4	144	Limpieza diaria	Operarios
Carretel	Almacena el hilo necesario para la costura	Desnivel y roturas por aguja	Genera atraques de aguja	5	Golpes de aguja	6	Mtto. Correctivo	4	120	Limpieza diaria	Operarios
Filtro	Retiene residuos del aceite	Desgaste de pieza	Desgaste de piezas, ruido innecesario en la parte interna y obstrucción en el bombeo de aceite	8	Acumulación de residuos	4	Mtto. Correctivo	5	160	Limpieza, cambio de filtro cada 2500 horas de trabajo	Operarios
Conjunto tensor	Regulan la tensión del hilo	Mal ajuste	Rotura de hilo y baja tensión de hilo	6	Oxidación y suciedad	7	Mtto. Correctivo	2	84	Limpieza diaria y calibración	Operarios
Pedal	Controla la velocidad de la máquina	No existe movimiento	Velocidad no regulada	6	Desajuste de tornillos	2	Mtto. Correctivo	1	12	Calibración semanal	Operarios
Rueda de mano	Recibe el movimiento que acciona los mecanismos de la máquina	Falla de movimiento de la aguja	Perforación de prendas	5	Desajuste de tuercas	3	Mtto. Correctivo	3	45	Calibración semanal	Operarios
Correa	Transmisión de movimiento	No existe transmisión	Poca fricción y baja potencia	7	Desgaste de dientes	1	Mtto. Correctivo	7	49	Cambio de correo anual	Operarios
Mirilla	Visualización de aceite durante el funcionamiento de la máquina	Acumulación de sarro	No permite visualizar el flujo de aceite y resecamiento de resina y rotura	2	Mala limpieza	2	Mtto. Correctivo	1	4	Limpieza con resina mensual	Operarios

Fuente. Propia (2021)



Tabla 6

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Máquina Remalladora Siruba

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Transportador o impenlente.	Mueve al tejido, de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada	Quiebre de carriles	No deja pasar de la tela	6	Golpe de aguja	4	Mtto. Correctivo	2	48	Limpieza semanal	Operarios
Filtro	Retiene residuos del aceite	Desgaste de pieza	Desgaste de piezas, ruido innecesario en la parte interna y obstrucción en el bombeo de aceite	8	Acumulación de residuos	5	Mtto. Correctivo	5	200	Limpieza, cambio de filtro cada 2500 horas de trabajo	Operarios
Conjunto tensor	Regulan la tensión del hilo	Mal ajuste	Rotura de hilo y baja tensión de hilo	7	Oxidación y suciedad	6	Mtto. Correctivo	3	126	Limpieza diaria y calibración	Operarios
Pedal	Controla la velocidad de la máquina	No existe movimiento	Velocidad no regulada	5	Desajuste de tornillos	2	Mtto. Correctivo	2	20	Calibración semanal	Operarios
Rueda de mano	Recibe el movimiento que acciona los mecanismos de la máquina	Falla de movimiento de la aguja	Perforación de prendas	5	Desajuste de tuercas	3	Mtto. Correctivo	4	60	Calibración semanal	Operarios
Correa	Transmisión de movimiento	No existe transmisión	Poca fricción y baja potencia	8	Desgaste de dientes	2	Mtto. Correctivo	8	128	Cambio de correo anual	Operarios
Mirilla	Visualización de aceite durante el funcionamiento de la máquina	Acumulación de sarro	No permite visualizar el flujo de aceite y resecamiento de resina y rotura	2	Mala limpieza	2	Mtto. Correctivo	3	12	Limpieza con resina mensual	Operarios
Cuchillas	Cortar la tela para emparejar	Desgaste de pieza	Mordeduras en las piezas de tela	8	Uso constante	6	Mtto. Correctivo	3	144	Cambio de pieza	Operarios

Fuente. Propia (2021)

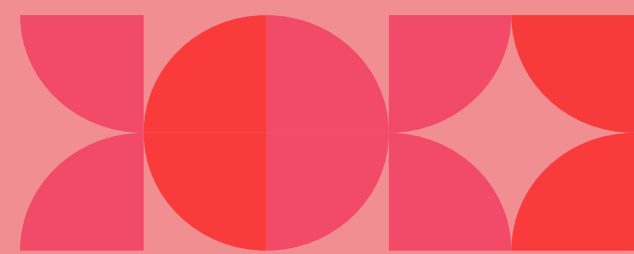


Tabla 7

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Máquina Recubridora Juki

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Placa de aguja	Mueve al tejido, de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada	Quiebre de carriles	No deja pasar de la tela	6	Golpe de aguja	4	Mtto. Correctivo	2	48	Limpieza semanal	Operarios
Filtro	Retiene residuos del aceite	Desgaste de pieza	Desgaste de piezas, ruido innecesario en la parte interna y obstrucción en el bombeo de aceite	8	Acumulación de residuos	5	Mtto. Correctivo	5	200	Limpieza, cambio de filtro cada 2500 horas de trabajo	Operarios
Conjunto tensor	Regulan la tensión del hilo	Mal ajuste	Rotura de hilo y baja tensión de hilo	7	Oxidación y suciedad	6	Mtto. Correctivo	3	126	Limpieza diaria y calibración	Operarios
Pedal	Controla la velocidad de la máquina	No existe movimiento	Velocidad no regulada	5	Desajuste de tornillos	2	Mtto. Correctivo	2	20	Calibración semanal	Operarios
Rueda de mano	Recibe el movimiento que acciona los mecanismos de la máquina	Falla de movimiento de la aguja	Perforación de prendas	5	Desajuste de tuercas	3	Mtto. Correctivo	4	60	Calibración semanal	Operarios
Correa	Transmisión de movimiento	No existe transmisión	Poca fricción y baja potencia	8	Desgaste de dientes	2	Mtto. Correctivo	8	128	Cambio de correo anual	Operarios
Mirilla	Visualización de aceite durante el funcionamiento de la máquina	Acumulación de sarro	No permite visualizar el flujo de aceite y resacamiento de resina y rotura	2	Mala limpieza	2	Mtto. Correctivo	3	12	Limpieza con resina mensual	Operarios
Pie prensa-tela	Sostiene la tela contra la planchuela	Baja presión	Rotura de aguja y falla en la costura	4	Descalibración	5	Mtto. Correctivo	4	80	Limpieza con resina mensual	Operarios

Fuente. Propia (2021)



Tabla 8

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Máquina Tapetera Juki

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Placa de aguja	Mueve al tejido, de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada	Quiebre de carriles	No deja pasar de la tela	6	Golpe de aguja	4	Mtto. Correctivo	2	48	Limpieza semanal	Operarios
Filtro	Retiene residuos del aceite	Desgaste de pieza	Desgaste de piezas, ruido innecesario en la parte interna y obstrucción en el bombeo de aceite	8	Acumulación de residuos	5	Mtto. Correctivo	5	200	Limpieza, cambio de filtro cada 2500 horas de trabajo	Operarios
Conjunto tensor	Regulan la tensión del hilo	Mal ajuste	Rotura de hilo y baja tensión de hilo	6	Oxidación y suciedad	5	Mtto. Correctivo	2	60	Limpieza diaria y calibración	Operarios
Pedal	Controla la velocidad de la máquina	No existe movimiento	Velocidad no regulada	5	Desajuste de tornillos	2	Mtto. Correctivo	2	20	Calibración semanal	Operarios
Correa	Transmisión de movimiento	No existe transmisión	Poca fricción y baja potencia	7	Desgaste de dientes	2	Mtto. Correctivo	6	84	Cambio de correo anual	Operarios
Mirilla	Visualización de aceite durante el funcionamiento de la máquina	Acumulación de sarro	No permite visualizar el flujo de aceite y resecamiento de resina y rotura	4	Mala limpieza	2	Mtto. Correctivo	3	24	Limpieza con resina mensual	Operarios
Pie prensatela	Sostiene la tela contra la planchuela	Baja presión	Rotura de aguja y falla en la costura	4	Descalibración	4	Mtto. Correctivo	4	64	Limpieza con resina mensual	Operarios
Embudo	Direcciona la tela	Desnivelado	Falla en la costura	8	Mal ajuste	6	Mtto. Correctivo	3	144	Limpieza con resina mensual	Operarios

Fuente. Propia (2021)

Tabla 9

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Compresora

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Filtro de aspiración	Evita entrada de contaminantes	Partículas de suciedad	Daño por introducción de partículas	9	Mala colocación	3	Mtto. Correctivo	7	189	Mantenimiento preventivo	Operarios
Válvula de seguridad	Desfoga aire cuando está en su límite	Quemado de motor	Paro de la máquina	4	Falta de mantenimiento	3	Mtto. Correctivo	2	24	Mantenimiento preventivo	Operarios
Pistón	Traslada la energía del cigüeñal a los cilindros	Desgaste	Fugas de compresión	8	Falta de mantenimiento	3	Mtto. Correctivo	2	48	Mantenimiento preventivo	Operarios
Ventiladora	Produce la transmisión del movimiento y enfría el cabezal del motor	Quiebre	Desgaste de bandas	8	Falta de mantenimiento	3	Mtto. Correctivo	3	72	Mantenimiento preventivo	Operarios
Banda	Transmite el movimiento del motor a el compresor	Distendidos	Baja potencia del motor	7	Exceso de trabajo	3	Mtto. Correctivo	3	63	Mantenimiento preventivo	Operarios
Motor eléctrico trifásico	Provee fuerza motriz al cabezal	Desgaste o quemado de carbones	Paro de la máquina	10	Trabajo forzado o descargas eléctricas	2	Mtto. Correctivo	2	40	Mantenimiento preventivo	Operarios
Visor de aceite	Permite visualizar el nivel de aceite	Acumulación de suciedad	Falta de presión de aceite	5	Exceso de partículas	1	Mtto. Correctivo	4	20	Mantenimiento preventivo	Operarios
Depósito	Almacenar el aire comprimido	Fractura	Fugas de presión	10	Mala operación	1	Mtto. Correctivo	1	10	Mantenimiento preventivo	Operarios
Reteners	Evitar fugas de aceite	Fuga de fluidos	Motor desnivelado	7	Mala operación	4	Mtto. Correctivo	3	84	Mantenimiento preventivo	Operarios

Fuente. Propia (2021)

Como resultado de la Tabla 5, las piezas críticas de la máquina recta son la bobina y el filtro. Asimismo, en la Tabla 6 se observa que las piezas críticas en la máquina remalladora son el filtro, el conjunto tensor, la correa y las cuchillas; mientras en la Tabla 7, son el filtro, conjunto tensor y la correa para la máquina recubridora. Finalmente, la Tabla 8 muestra que el filtro y embudo son fundamentales para la máquina tapetera al igual que el filtro de aspiración para la compresora como se muestra en la Tabla 9. Estas fallas se deben al uso continuo de las máquinas, las cuales en ocasiones sobrepasan el horario de trabajo por el volumen de pedidos a cumplir.

Esta herramienta AMEF fue aplicada de igual forma por Rozak et al. (2019), con el fin de priorizar los problemas en base a la ponderación del NPR, obteniendo como causa potencial de falla al filtro del equipo. En cambio, Pinto et al. (2020) aplicó los 5 porqués para realizar el análisis de su estudio, obteniendo como resultado la falta de un procedimiento estandarizado de lubricación ante el problema en el llenado del líquido refrigerante. Mientras, Zúñiga et al. (2019) encuentra como causas principales en las máquinas refrigerantes que los filtros son obstruidos por presencia de partículas y, además, hay una mala calibración.

Mejorar

Como primer paso del desarrollo de la mejora se implementó las 5s. Para la aplicación de esta metodología en el área de trabajo, se describirán los siguientes pasos:

Seiri (selección)

Se identifican las herramientas, accesorios y materiales necesarios en el área de trabajo, mediante un listado y el uso de tarjetas rojas, para clasificarlos según su priorización en el transcurso de la actividad operativa.

Tabla 10

Elementos encontrados en el área de Confección

Elementos	¿Es necesario que se encuentre en esa área?	Acción sugerida
Retazos de tela	NO	Reciclar
Cuchilla	SI	Dejar
Residuos en el piso	NO	Eliminar
Bolsas	NO	Reubicar
Piquetera	SI	Dejar
Cintas masking	SI	Dejar
Bobinas	SI	Dejar
Hilos	SI	Dejar
Cajas	NO	Reubicar
Carretes	SI	Dejar
Destornillador	SI	Dejar
Pies prénsatela	SI	Dejar
Agujas	SI	Dejar
Pinzas	SI	Dejar
Aceite	NO	Reubicar
Embudo de aceite	NO	Reubicar
Embudo	SI	Dejar
Ventilador	NO	Reubicar
Cinta enrollado de tela	NO	Reubicar
Brochera	NO	Reubicar
Brochas	SI	Dejar
Trapos	SI	Dejar

Fuente. Propia (2021)

Seiton (orden)

Se ubican los accesorios acordes a lo establecido en la Tabla 12. Asimismo, se establecieron zonas para cada elemento, empleando recipientes de plásticos para su almacenamiento.

Tabla 11

División de Zonas de los Elementos

Zona	Elemento	Almacenado en	Cantidad
Zona 1	Cuchilla	Contenedor 1	4 unidades
	Piquetera	Contenedor 2	7 unidades
	Cintas masking	Contenedor 3	2 unidades
	Bobinas	Contenedor 4	4 unidades
	Carretes	Contenedor 5	10 unidades
	Destornillador	Contenedor 6	7 unidades
	Pies prénsatela	Contenedor 7	7 unidades
	Agujas	Contenedor 8	14 paquetes
	Pinzas	Contenedor 9	7 unidades
	Embudo	Contenedor 10	2 unidad
	Brochas	Contenedor 11	7 unidades
Zona 2	Hilos	Estante 1	20 unidades
	Trapos	Estante 1	7 unidades

Fuente. Propia (2021)

Seiso (Limpieza)

En esta etapa, se busca sensibilizar a todos los empleados a realizar los trabajos con orden y limpieza, para ello, se realizará una limpieza general en los equipos de costura. Se designará a cada operario mantener su área limpia y ordenada. Conjuntamente, se aplicará el mantenimiento autónomo dentro de esta fase, para apoyar el plan de mantenimiento que se debe realizar a cada máquina del área.

Tabla 12

Operaciones de Mantenimiento Autónomo

Operaciones de Mantenimiento Autónomo	
Eléctrico	Verificar que los componentes eléctricos no estén descubiertos.
Lubricación	Verificar que no haya fugas de aceite. Reemplazar filtro. Reemplazar el aceite lubricante. Revisar el nivel de aceite. Revisar el estado del filtro.
General	Limpieza interna. Limpieza externa. Revisar el estado de las piezas.

Fuente. Propia (2021)

Tabla 13

Ficha de Mantenimiento

FICHA DE MANTENIMIENTO							
Máquina	Remalladora		Nro. de máquina			Primero	
Marca	Siruba	MODELO	757K-516M2-35	Tipo		Preventivo	
Item	Descripción		Herramientas	Diario	Semanal	Mensual	Anual
1	Limpiar parte externa		Brocha y paño	X			
2	Limpiar parte interna		Brocha y paño	X			
3	Verificar o cambiar el filtro		Observación visual, aceite industrial			X	
4	Limpiar el orificio del aire comprimido		Brocha y paño		X		
5	Cambiar aguja de uso		Destornillador		X		
6	Lubricar cadena pedal		Aceite industrial		X		
7	Verificar o cambiar el aceite		Observación visual y check list			X	
Fecha				Observaciones:			
Responsable							

Fuente. Propia (2021)

Tabla 14

Check list de inspección y limpieza

CHECK LIST DIARIO DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN									
Fecha	Operario	Máquina (COD)							Firma
		RTJK 1	RTJK 2	RMSR 1	RMSR 2	RBJK 1	RBJK 2	TPJK	

Fuente. Propia (2021)

Tabla 15

Check list de lubricación

Operario:				Máquina (COD):			
CHECK LIST DE LUBRICACIÓN							
Nº	Partes a lubricar	Mes - Fecha					
		ENE.	ENE.	FEB.	FEB.	MAR.	MAR.
1	Barra de aguja						
2	Barra de pie de prénsatela						
3	Bobina						
4	Garfio						
Firma							

Fuente. Propia (2021)

Seiketsu (Estandarizar)

Para el desarrollo de esta fase se realizaron guías de los procedimientos para los cambios de piezas y agujas, así mismo, para la limpieza correcta de cada máquina, cantidad de insumos para la lubricación y enhebrado de hilos para el área de costura.

Shitsuke (Disciplina)

En esta última fase, se busca la perduración de las cuatro “s” anteriores por lo cual, la capacitación es fundamental y debe ser impartida a cada operario. Por tal motivo, la limpieza debe ser constante al finalizar el turno laboral para lo cual, se designará las tareas a cada operario que esté involucrado con el manejo de su equipo. El tiempo estimado para el desarrollo de las tareas asignadas serán de 15 min, con ello se busca intensificar la participación de los operarios en las actividades de mantenimiento con el fin de no depender de un área especializada en dicha actividad por ser una pyme que no tiene la capacidad económica para una inversión de tal naturaleza.

Por otro lado, otros autores implementaron distintos métodos de mejora, tal es el caso del estudio de Mejía et al. (2019), quien desarrolló el mantenimiento autónomo en forma paralela con las 5s obteniendo como resultado desarrollar mejores hábitos en los trabajadores. Mientras, Rozak et al. (2019) propuso un plan de contramedidas para el problema de pérdidas por fallas de equipos. En comparación con nuestro trabajo mediante la fase de mejora del DMAIC se combinó las 5s con los mantenimientos autónomos y preventivos, siendo estos dos últimos unificados y adaptados para la pyme en estudio.

Controlar

Para el desarrollo de esta fase, se recalcula el índice de disponibilidad de los equipos en el año actual.

Tabla 16

Disponibilidad

DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS		
	SETIEMBRE	OCTUBRE
MTBF	132.560	100.630
MTTR	12.583	10.650
Disponibilidad	0.913	0.904

Fuente. Propia (2021)

En base a la comparativa de resultados de mejora nuestro modelo combinado de DMAIC con TPM logró como resultado un incremento del índice de disponibilidad en el mes de septiembre de un 1.3%, mientras que en el mes de octubre se logró un incremento del 2.4% con respecto al año 2019. En cambio, otros autores como Pinto et al. (2020) obtuvo un aumento de un 2% en la disponibilidad de equipos y Rozak et al. (2020) aumentó la disponibilidad en un 4.5%.

Por otro lado, se recopiló los costos por mantenimientos correctivos en el área de costura, lo cual implicó costos de mano de obra por parte de un técnico, costos de insumos y compra de piezas para su correspondiente cambio. Asimismo, se estimó los costos para el año 2021 contando con la implementación de planes de mantenimiento con el fin de realizar una comparación entre ambos años mencionados como se observa en la Tabla 17.

Tabla 17

Comparativa de Reducción Estimada de Costos

Actividad	Descripción	Mant. Correctivo	Mant. Preventivo	Reducción costo (%) 2019 vs 2021
		Cantidad/2019	Cantidad/2021	
Mano de obra (Técnico)	Reparar el equipo	S/ 630.00	S/ 270.00	57.1%
Insumos	Aceite	S/ 216.00	S/ 120.00	44.4%
	Tiner	S/ 24.00	S/ 12.00	50.0%
	Bencina	S/ 18.00	S/ 9.00	50.0%
Cambio de piezas	Plancha de arrastre	S/ 112.00	S/ -	100.0%
	Correa de transmisión	S/ 60.00	S/ -	100.0%
	Cuchilla	S/ 60.00	S/ 30.00	50.0%
	Filtro	S/ 35.00	S/ 20.00	42.9%
	Aguja	S/ 28.00	S/ 7.00	75.0%
	Bobina	S/ 23.60	S/ 11.80	50.0%
Total =		S/ 1,206.60	S/ 479.80	

Fuente. Propia (2021)

En base a la tabla presentada, se observa que se logra reducir hasta un 100% en costos generados por la compra de plancha de arrastre y correa de transmisión. Además, se lograría reducir en promedio hasta un 50% en los demás costos descritos.

Los resultados de este estudio aún están en proceso de desarrollo, ya que en una pyme textil que desconoce sobre estas metodologías es difícil la adaptación, lo cual toma más tiempo al no contar con una disciplina constante y la falta de recursos es una barrera adicional a la implementación.

CONCLUSIÓN

La aplicación del modelo combinado del TPM y DMAIC permitió incrementar la disponibilidad de las máquinas en el área de costura de un 1.3% en el mes de septiembre y en un 2.4% en el mes de octubre a comparación de los meses del año 2019.

Se diseñó el modelo combinado TPM y DMAIC para establecer la secuencia de pasos a seguir para su implementación.

Se desarrolló la mejora enfocada mediante el AMEF, obteniendo como resultado que las piezas críticas de máquina recta son la bobina y el filtro, de la máquina remalladora son el filtro, el conjunto tensor, la correa y las cuchillas, de la máquina recubridora son el filtro, conjunto tensor y correa y finalmente, el filtro y embudo son importantes para la máquina tapera.

Se implementó un cronograma de mantenimiento preventivo con la finalidad de gestionar las actividades que se realizará acorde al periodo establecido.

Se diseñó un plan de mantenimiento autónomo con soporte de las 5s, liberando del área el 41% de los elementos hallados en el área de costura que no agregan valor.

REFERENCIAS

- Arrascue-Hernandez, G., J Cabrera-Brusil, P Chavez-Soriano, C Raymundo- Ibañez and M Perez (2020). LEAN maintenance model based on change management allowing the reduction of delays in the production line of textile SMEs in Peru. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/796/1/012017#references>
- Azizi, A. (2015). Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance. *Procedia Manufacturing*, Vol. 2, pp. 186-190. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.032>
- Ferreira, C., J.C. Sá, L.P. Ferreira, M.P. Lopes, T. Pereira, L.P. Ferreira, F.J.G. Silva (2019). iLeanDMAIC – A methodology for implementing the lean tools, *Procedia Manufacturing*, Vol 41, pp. 1095-1102, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>.
- González Gaitán, H. H.; Marulanda Grisales, N. y Echeverry Correa, F. J. (2018). Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. *Revista EAN*, 85,199-218. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2058>
- Guariente, P., I. Antonioli, L. Pinto Ferreira, T. Pereira, F.J.G. Silva (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer, *Procedia Manufacturing*, Vol 13, pp. 1128-1134, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>.
- Hernández, J & Vizán, A. (2013), *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación Escuela de Organización Industrial.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio M. P. (2014). *Metodología de investigación*. (6ª ed.). Editorial McGraw-Hill / interamericana editores, s.a. de C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Herrera, M. K. I. F., Portillo, M. T. E., López, R. R., & Gómez, J. A. H. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 115-133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Herry A. P., Farida F. and Lutfia N. I. (August 2018). Performance analysis of TPM implementation through Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses. [Paper presentation]. IOP Conference Series: Materials Science and Eng
- Mejía Carrera, S. y Rau Alvarez, J. (24 - 26 de julio de 2019). Análisis y propuesta de mejora para la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la línea de confecciones de una empresa textil. [Presentación en papel]. *Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities: Proceedings of the 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, Montego Bay, Jamaica. <http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/meta/FP236.html>
- Mejía Mejía, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Centro de producción editorial e imprenta de la UNMM. <http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasU6/tecnicas.pdf>
- Pérez Vergara, I. G., Marmolejo, N., Mejía, A. M., Caro, M., & Rojas, J. A. (2016). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 24-35. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=afh&AN=113479164&lang=es&site=ehost-live>
- Pinto, G., Silva F. J. G., Fernandes N. O., Casais R., Baptista A., y Carvalho C. (2020) Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International Journal of Industrial Engineering and Management*. 11 (3), 192 - 204. <http://doi.org/10.24867/IJIEEM-2020-3-264>
- Pulido M. (2015). Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción*, 31(1), pág. 1137-1156. <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
- Quispe-Roncal, H., Takahashi-Gutierrez, M., Carvallo-Munar, E., Macassi-Jauregui, I., & Cardenas-Rengifo, L. (2020). Modelo combinado de SLP y TPM para la mejora de la eficiencia de producción en una MYPE del sector textil confecciones peruano. *Academia Journals*, vol. 8, no. 1, pp. 728 - 731. <https://academic.microsoft.com/paper/3084857336/related>
- Reis, M.D.O., R. Godina, C. Pimentel, F.J.G. Silva, J.C.O. Matias (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction, *Procedia Manufacturing*, Vol 38, pp. 908-915, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.173>.
- Ribeiro I.M., Godina R., Pimentel C., Silva F.J.G. & Matias J.C.O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, vol. 38, pp. 1574-1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>

[org/10.1016/j.promfg.2020.01.128](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128)

- Rozak, A., Jaqin, C., Hasbullah, H. (2020). Increasing overall equipment effectiveness in automotive company using DMAIC and FMEA method. *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, Vol. 53, No. 1, pp. 55-60. <https://doi.org/10.18280/jesa.530107>
- Rojas Lema, S. (2019). Implementación De Análisis Modal De Fallos Y Efectos (Amfe). *3C Tecnología*, 8(1), 64-75. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/64-75>
- Silveira Dreher & Oliverira Andrade (2019) Aplicación de OEE para análisis de productividad: un estudio de caso de una línea de producción de la industria de la celulosa y el papel. *Revista DYNA*, 86 (211), págs.9-16. <file:///C:/Users/Luis/Downloads/79508-Texto%20del%20art%C3%ADculo-446822-1-10-20191126.en.es.pdf>
- Tapia Coronado, J., Escobedo Portillo, T., Barrón López, E., Martínez Moreno, G., & Estebané Ortega, V. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Ciencia & Trabajo*, 19(60), 171-178. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492017000300171>
- Tinoco Gómez, Oscar, & Tinoco Ángeles, Félix, & Moscoso Huaira, Elvis (2016). Aplicación de las 5S para mejorar la percepción de cultura de calidad en microempresas de confecciones textiles en el Cono Norte de Lima. *Industrial Data*, 19(1),33-37. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81650062005>
- Xiang Tian, Z, y Feng Jeng, C. (2021). Implementación de mantenimiento productivo total en una pequeña o mediana empresa manufacturera. *Revista de Ingeniería y Gestión Industrial*, 14 (2), 152-175. <https://doi.org/10.3926/jiem.3286>