

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.407>

Método de mejora para incrementar la productividad en la industria maquiladora del vestido en base a la herramienta PHVA, DMAIC, Lean y Six sigma

Improvement method to increase productivity in the garment maquiladora industry based on the PHVA, DMAIC, Lean and Six sigma tools

Ramón G. González

TecNM/Instituto Tecnológico de Tehuacán
rgarcia_go@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9639-104X>
Tehuacán, Puebla-México

Senén J. León

TecNM/Instituto Tecnológico de Tehuacán
sjleon34@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2072-5530>
Tehuacán, Puebla-México

Cyntia G. Ortega

TecNM/Instituto Tecnológico de Tehuacán
cyntia_garcia_ortega@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5478-4117>
Tehuacán, Puebla-México

Daniel B. Parra

TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Perote
daniel.bello@perote.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0001-5245-909X>
Perote, Veracruz-México

Artículo recibido: 2 de febrero de 2023. Aceptado para publicación: 24 de febrero de 2023.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: González, R. G. ., León, S. J. ., Ortega, C. G. ., & Parra, D. B. (2023). Método de mejora para incrementar la productividad en la industria maquiladora del vestido en base a la herramienta PHVA, DMAIC, Lean y Six sigma. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(1), 2181–2202. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.407>

Resumen

La industria maquiladora del vestido en la región de Tehuacán, Puebla, México en los últimos años ha tenido un auge muy fuerte y se ha expandiendo a través del tiempo, lo cual ha generado nuevos clientes exigiendo más calidad al producto. Por ello es importante tener en cuenta la voz del cliente y del proceso para presentar una solución a una de las problemáticas en el área de producción de las prendas de vestir que garantice un producto con la calidad y especificaciones requeridas. El objetivo del presente proyecto es implementar una metodología para incrementar la productividad del sector maquilero del vestido a través de las herramientas de mejora, obteniendo un sistema acorde a este sector y con ello lograr atender las necesidades que permiten atender las áreas de oportunidad del proceso. Además, la metodología que se utilizó fue la combinación del ciclo PHVA, DMAIC, Lean Manufacturing y Six Sigma. Para el desarrollo del proyecto se tomaron como base las empresas que se encuentran registradas en (CANAIVES) Cámara Nacional de la Industria del Vestido, en el cual se determinó que en su mayoría no tienen bien claro cuál es su misión, visión y objetivos de la empresa mismo que no permite desarrollar un modelo para mejorar su productividad. Por lo cual se adapta una metodología para incrementar su productividad y con ello ser más competitivos mejorando los tiempos de entrega e incrementando su nivel de calidad en el producto terminado.

Palabras clave: ciclo phva, dmaic, lean manufacturing, six sigma

Abstract

The garment maquiladora industry in the region of Tehuacán, Puebla, Mexico in recent years has had a very strong boom and has expanded over time, which has generated new customers demanding more product quality. For this reason, it is important to take into account the voice of the client and the process to present a solution to one of the problems in the area of clothing production that guarantees a product with the required quality and specifications. The objective of this project is to implement a methodology to increase the productivity of the clothing maquila sector through improvement tools, obtaining a system according to this sector and thereby managing to meet the needs that allow addressing the opportunity areas of the process. In addition, the methodology that was used was the combination of the PDCA cycle, DMAIC, Lean Manufacturing and Six Sigma. For the development of the project, the companies that are registered in (CANAIVES) National Chamber of the Clothing Industry were taken as a basis, in which it was determined that most of them are not very clear about their mission, vision and objectives of the same company that does not allow the development of a model to improve its productivity. Therefore, a methodology is adapted to increase their productivity and thus be more competitive, improving delivery times and increasing their level of quality in the finished product.

Keywords: pdca cycle, dmaic, lean manufacturing, six sigma

INTRODUCCIÓN

La industria maquiladora del vestido es una fuente importante de empleo en el municipio de Tehuacán, así como de zonas aledañas, es de esperarse que gran parte de la población de este sector se especialice en dicho ámbito laboral, y como en toda industria las maquiladoras registran un número elevado de rechazos en piezas producidas por lo que se hace necesario reprocesar o en algunos casos desechar este producto. Es muy común ver que la industria textil carezca de control y registros sobre todo en los pequeños talleres familiares, lo que genera mayor inconformidad por parte de clientes quienes exigen productos bien elaborados. El presente trabajo contiene los elementos de un sistema de mejora basado en la herramienta DMAIC, six sigma, ciclo PHVA y manufactura esbelta mismos que sirvieron de guía para el desarrollo del presente proyecto.

Una empresa esbelta es aquella que logra una mejora continua en todos sus procesos tanto administrativos como de manufactura, estas mejoras se logran incorporando en la cultura empresarial filosofías que permitan llevar a cabo proyectos que den respuesta a los problemas raíz de las compañías los cuales afectan a los procesos, los productos, el ambiente organizacional (Caicedo Solano, 2011)

Para lograr prevenir las fallas es necesario analizar el procedimiento de elaboración del producto, lo anterior requerirá la elaboración de tablas y gráficos que ayuden a ilustrar mejor las condiciones en las que se encuentran las maquiladoras. Cada fase de la herramienta DMAIC será de gran utilidad pues cada una nos llevará de la mano hasta encontrar el origen de las causas que afectan el proceso combinando la herramienta DMAIC para tener los estadísticos correspondientes y que servirán de base para elegir las herramientas de manufactura esbelta.

MARCO TEÓRICO

Durante la revolución industrial, las máquinas reemplazaron la mano de obra, haciendo que el trabajo fuera más rápido y eficiente logrando así que la producción de una empresa aumentará de forma significativa, lo cual además de producir mayor cantidad, traería consigo la obtención de más recursos económicos.

Al principio los métodos eran los mismos que los trabajadores ya empleaban, debido al desconocimiento de estas nuevas máquinas, por lo que se hizo necesario capacitar desde entonces al personal, aquellos quienes lograron adaptarse, conservaron su puesto en la industria, pero ahora ya no tendrían la necesidad de emplear un gran esfuerzo a sus respectivas tareas pues el motor sustituirá la mayor parte de la energía humana. Lamentablemente o afortunadamente las nuevas máquinas no aseguraban el éxito, ya que todas dependían del cuidado que se les diera, ante esto, la revisión periódica se hizo indispensable para prolongar la vida útil de cada máquina. Al paso del tiempo esta técnica de revisión se fue perfeccionando hasta tener una herramienta de mantenimiento productivo total.

Pero todo lo anterior debía ser sustentado para no caer en repeticiones de mejora momentáneas, por ello se debía emplear un estudio que determinara las fallas de origen y conocer ampliamente aquellos factores que intervinieran en esos procesos DMAIC tiene sus inicios cuando la corporación Motorola comenzó a enfocarse en la creación de estrategias para reducir defectos en sus productos, se le considera una filosofía de administración de empresas que se enfoca a mejorar continuamente en base a las necesidades del cliente, además de ser una metodología que utiliza organización para asegurar que los procesos clave mejoren. DMAIC son las siglas del proceso Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Una de las herramientas que ayudan a eliminar fallas de origen es el TPM. El TPM surge cuando las empresas logran darse cuenta que para sobrevivir necesitan volverse competitivas y cumplir con lo siguiente: Brindar un producto de calidad, tener costos competitivos y realizar entregas a tiempo. Muchos de los sistemas de calidad, enfocan su atención en las 6M (Basilio Dos Santos & Campos, 2021), pero no todos estos sistemas emplean las 6M exactamente, en cambio el TPM ofrece maximizar la efectividad de los sistemas eliminando las pérdidas usando esas 6M (Zhang Tian & Chin Jeng, 2020).

Otra herramienta usada para prevención de errores es el Poka Yoke. Esta última es una herramienta procedente de Japón que significa "a prueba de errores". Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones, ya sean de origen humano o automatizado (Alvarado Chávez, 2018). Cuando un invento mejora la productividad de una rama de la industria, inmediatamente se hace sentir la necesidad de mejora en otras ramas para responder a la nueva demanda.

Metodología Seis sigma: De acuerdo a (Gutiérrez Pulido, 2020) En el año de 1987 seis sigma fue introducida por primera vez en Motorola por un equipo de directivos encabezados por Bob Galvin, presidente de la compañía, con el propósito de reducir los defectos de productos electrónicos. Desde entonces seis sigma ha sido adoptada, enriquecida y generalizada por un gran número de compañías, además que es una estrategia de mejora continua del negocio enfocado al cliente, que busca encontrar y eliminar las causas de errores, defectos y retrasos en los procesos. La estrategia se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013). Asimismo, tiene tres áreas prioritarias de acción: que son satisfacción al cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de defectos. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009). La meta es lograr procesos con una calidad que como máximo genere 3.4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización, orientada al cliente y con enfoque a los procesos y dirige datos estadísticos. (cgarcia@sigconsulting.pe, 2022). Además. Como lo menciona Niebel un buen programa de mejora sigue un proceso en forma ordenada: comenzando con la selección del proyecto y finalizando con la implementación de éste (W. Niebel & Freivalds, 2010). México ha experimentado un crecimiento inusitado de empresas que, bajo el esquema de la industria maquiladora, vincula las economías nacionales del país a la economía más poderosa del mundo, la de Estados Unidos. Otra de las herramientas que nacen en el sector automotriz pero que a través del tiempo se ha ido adaptando a diferentes sectores en particular a la industria maquiladora del vestido es DMAIC. Que ayuda a incrementar las ganancias, eliminar los desperdicios, mejorar la eficiencia y formar un equipo extraordinario (Edge, 2019) (Fernández Gómez, 2017)

Metodología DMAIC: Es un procedimiento estructurado de resolución de problemas ampliamente utilizado en procesos, a menudo se asocia con actividades Six Sigma y casi todas las implementaciones de Six Sigma utilizan el proceso DMAIC para la gestión y finalización de proyectos (Chávez Pineda, 2021). Sin embargo, DMAIC no está necesariamente vinculado formalmente a Six Sigma y se puede utilizar independientemente del uso de Six Sigma por parte de una organización (S. & H.H., 2021). Es un procedimiento muy general. Por ejemplo, proyectos lean que se centran sobre la reducción del tiempo de ciclo, la mejora del rendimiento y la eliminación de desechos se pueden realizar de manera fácil y eficiente utilizando DMAIC. Las letras DMAIC forman un acrónimo de los cinco pasos; Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar. La estructura DMAIC fomenta el pensamiento creativo sobre el problema y su solución, dentro de la definición del producto, proceso o servicio original.

Cuando el proceso está funcionando tan mal que es necesario abandonar el proceso original y comenzar de nuevo, o si se determina que se requiere un nuevo producto o servicio, entonces el paso Mejorar de DMAIC en realidad se convierte en un paso de diseño. Una de las razones por las que DMAIC tiene tanto éxito es que se centra en el uso eficaz de un conjunto relativamente pequeño de herramientas. (Montgomery, 2013)

En la investigación se emplearon métodos teóricos y prácticos para elaborar instrumentos que permitieran recopilar toda la información oportuna (Lanuza Martínez & Peralta Calderón, 2019) estos fueron: guía de entrevista, guía de revisión documental, guía de observación y grupos focales. Donde se logra identificar que los procesos productivos están bajo las características de procesos por lotes, y a lo largo de ellos se implementan parcialmente técnicas de manufactura esbelta como: seis sigma, mejoramiento de la productividad y ciclo de DMAIC. Existen diferentes metodologías para el análisis y solución de problemas, sin embargo, no todas ofrecen las herramientas necesarias para ello, algunas de ellas se enfocan en la reducción de desperdicios sin realizar un análisis estadístico como es el caso de la Manufactura Esbelta, otras por el contrario hacen uso de la estadística para la mejora de procesos sin tomar en cuenta los desperdicios como lo hace Six Sigma (Almeida, Vaz, & Silva, 2020). Lean Six Sigma, es una metodología la cual combina la parte estadísticas de Six Sigma, con el enfoque de reducción de desperdicios de Lean para la solución de problemas (Mireles Salinas, Estrada Orantes, Hermosillo Pérez, 2015). El presente proyecto se basa en la aplicación DMAIC apoyado principalmente en el diagrama de Pareto de 3 niveles.

La industria maquiladora del vestido es una fuente importante de empleo en el municipio de Tehuacán, así como de zonas aledañas, es de esperarse que gran parte de la población de este sector se especialice en dicho ámbito laboral, y como en toda industria las maquiladoras registran un número elevado de rechazos en piezas producidas por lo que se hace necesario reprocesar o en algunos casos desechar este producto. Es muy común ver que la industria textil carezca de control y registros sobre todo en los pequeños talleres familiares, lo que genera mayor inconformidad por parte de clientes quienes exigen productos bien elaborados. El presente trabajo contiene los elementos de un sistema de mejora basado en la herramienta DMAIC, six sigma y manufactura esbelta, mismos que sirvieron de guía para el desarrollo del presente proyecto.

Una empresa esbelta es aquella que logra una mejora continua en todos sus procesos tanto administrativos como de manufactura, estas mejoras se logran incorporando en la cultura empresarial filosofías que permitan llevar a cabo proyectos que den respuesta a los problemas raíz de las compañías los cuales afectan a los procesos, los productos, el ambiente organizacional (Caicedo Solano, 2011)

Para lograr prevenir las fallas es necesario analizar el procedimiento de elaboración del producto, lo anterior requerirá la elaboración de tablas y gráficos que ayuden a ilustrar mejor las condiciones en las que se encuentran las maquiladoras. Cada fase de la herramienta DMAIC será de gran utilidad pues cada una nos llevará de la mano hasta encontrar el origen de las causas que afectan el proceso combinando la herramienta DMAIC para tener los estadísticos correspondientes y que servirán de base para elegir las herramientas de manufactura esbelta.

RESULTADOS

Metodología del proyecto

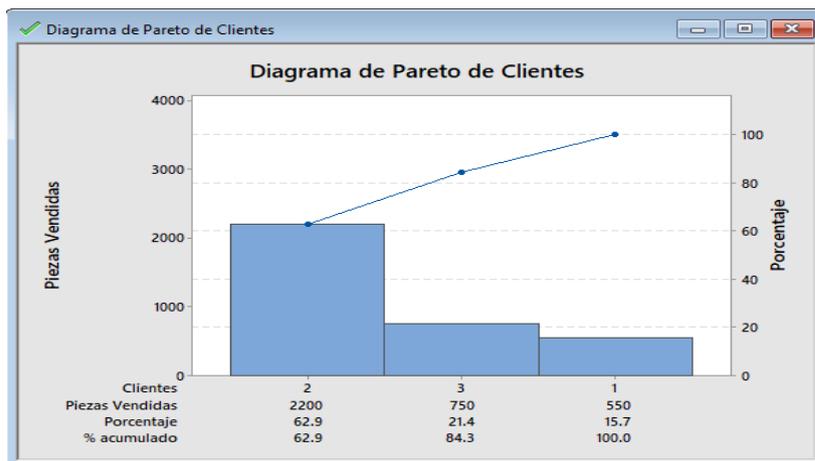
A continuación, se le dará seguimiento a los problemas que más aquejan a las empresas maquiladoras del vestido de la región de Tehuacán cabe destacar que para el análisis se usará de referencia el jans para caballero en talla 30 y 32 en sus diferentes cortes. En esta etapa ya se conocen cuáles son las operaciones que generan inconformidad gracias a lo dicho por los clientes, ahora es necesario como primera instancia, conocer el proceso de las actividades:

- Proceso de pretina: Se prepara la pretina cortándola a la medida necesaria para el tipo de pantalón a confeccionar, una vez estando lista se coloca la etiqueta de la marca y de la talla en el centro de la pretina, una vez que tiene la etiqueta se plancha la pretina para colocarle un forro por la parte del revés, posteriormente se une al pantalón.
- Pegado de secreta: Para el pegado de secreta se debe sostener el pantalón de manera firme, ya que al no estar completamente cerrado de los costados y de la entrepierna es fácil que éste se deslice o se mueva.
- Cerrado de entrepierna: Una vez que se unieron los 4 paneles y bolsas se procede al cerrado de entrepierna, este paso requiere de habilidad y mucha atención porque el mínimo movimiento provocaría que el pantalón quede irregular.
- Valenciana: Éste es uno de los últimos pasos para completar un pantalón, se debe tener mucha precaución debido a que si se dobla de más podría quedar una costura en diagonal o un lado se observaría más arriba respecto al otro.

Obtenida la información se procede a determinar cuál de ellos genera una mayor cantidad de problemas, por lo que los datos recabados serán sometidos a un diagrama de Pareto. Durante el periodo analizado, a la industria maquiladora, se elaboraron 3500 pantalones en cuatro diferentes cortes: Básico, Slim, Slim Fit y Skinny de los cuales 550 fueron vendidas al cliente 1, 2200 fueron vendidas a cliente 2 y por último 750 al cliente 3. Ver figura 1

Figura 1

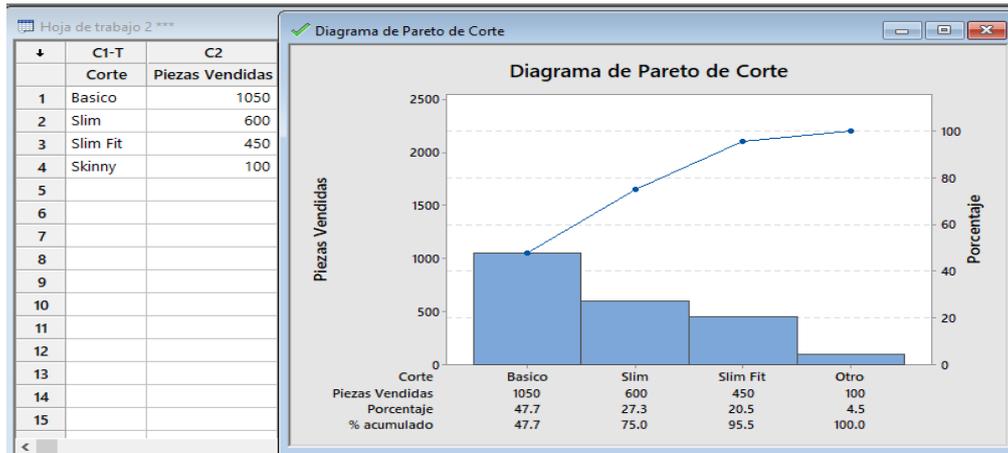
Diagrama de Pareto de clientes



De acuerdo al análisis se determinó que el cliente 2 siempre ha sido uno de los mayores consumidores del producto, sin embargo, en las últimas semanas ha presentado quejas al argumentando que los trazos no son idóneos ni acordes a lo esperado, en ese mismo periodo el cliente 2 adquirió los siguientes cortes. ver figura 2

Figura 2

Diagrama de Pareto de Corte



Como se observa en la figura 2 los cortes más adquiridos son básico y Slim, entre esos cortes, el cliente 2 regresó un total de 149 piezas con defecto de las cuales el departamento de calidad se encargó de revisar a detalle cada pieza para detectar la parte de la prenda donde ocurrieron los errores, tras la inspección se obtuvo la tabla 1.

Tabla 1

Frecuencia de las fallas detectadas

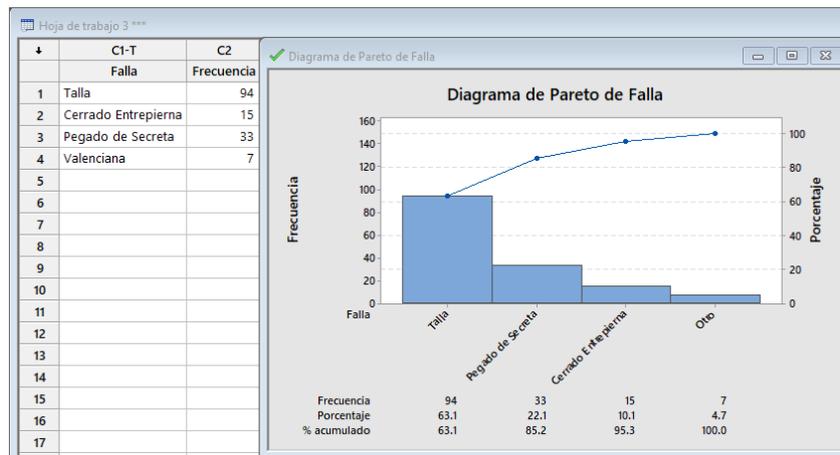
Fallas	Frecuencia
Pretina	94
Cerrado Entrepierna	15
Pegado de secreta	33
Valenciana	7

A simple vista, se observa cómo se presentan más fallas en la pretina, la información recabada con anterioridad será procesada en el software de Minitab para obtener un gráfico de Pareto que ayude a una mejor interpretación de los datos.

Una vez procesados los datos, se puede determinar que la pretina origina el 63.1% del total de las fallas. ver figura 3, por ende, se analizará este proceso aún más a detalle para detectar la causa raíz del problema. En lo que respecta al resto de las fallas ocurridas en pegado de secreta, cerrado de entrepierna y valenciana, corresponde al 20% de las causas que originan el total de nuestras fallas.

Figura 3

Diagrama de Pareto de Falla



Ahora se conoce que gran parte de los problemas serán solucionados tratando más a detalle la operación de la pretina, y es que este paso a decir de los encargados de las líneas, es uno de los que más tiempo y gastos consume debido a que el personal asignado a dicha operación en muchas ocasiones no presta la atención que debe ser al trabajo, entre otras causas.

Para constatar lo dicho por los encargados de línea, se analiza la frecuencia con la que ocurrieron los defectos en la operación de la pretina durante una semana y participaron 2 operarios obteniendo los resultados de la tabla 2. Con la finalidad de identificar cuál de estos operarios comete el mayor número de faltas durante el proceso, se analizaron 3 actividades las cuales fueron: unir pretina, pegar etiqueta y el planchado, ya que, de acuerdo al encargado del área, son los pasos más destacables en este proceso. Ver tabla 3.

Durante la semana analizada el operario 1 cometió un total de 45 errores en el proceso, mientras que el operario 2 cometió un total de 49 errores, al no ser una gran diferencia entre ambos se puede deducir que estas fallas pudieran ser originadas por factores externos, para ello se deberá analizar con la herramienta adecuada dichas fallas.

Tabla 3

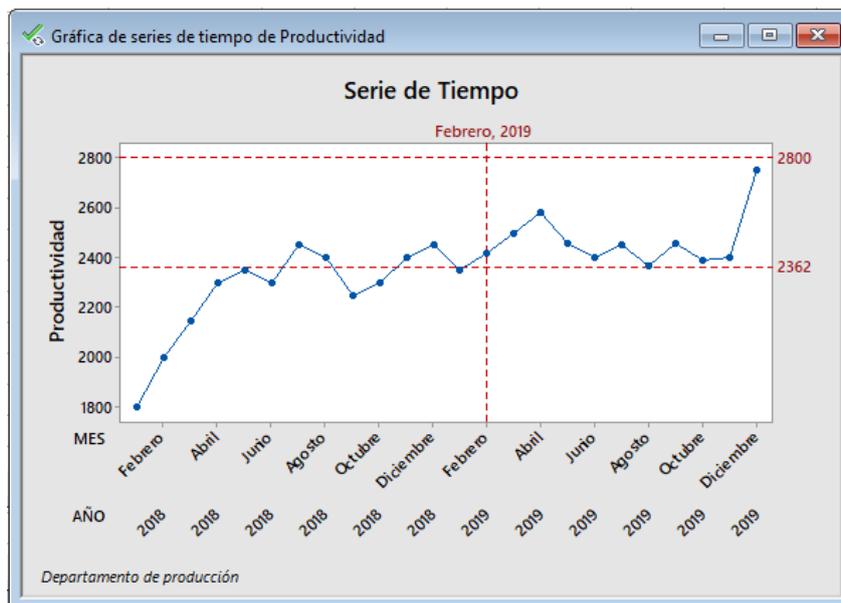
Defectos en la operación de pretina por operario 1 y 2

OPERARIO 1							OPERARIO 2						
		DEFECTO EN LA OPERACIÓN DE PRETINA							DEFECTO EN LA OPERACIÓN DE PRETINA				
DÍA	PIEZAS PROCESADAS	UNIR PRETINA	PEGADO DE ETIQUETA	PLANCHADO	PIEZAS BUENAS	PIEZAS CON DEFECTOS	PIEZAS PROCESADAS	UNIR PRETINA	PEGADO DE ETIQUETA	PLANCHADO	PIEZAS BUENAS	PIEZAS CON DEFECTOS	
Lunes	325	5	3	0	317	8	325	6	4	0	315	10	
Martes	325	6	3	0	316	9	325	4	1	0	320	5	
Miércoles	325	4	2	0	319	6	325	7	3	0	315	10	
Jueves	325	4	3	0	318	7	325	4	3	0	318	7	
Viernes	325	5	3	0	317	8	325	5	2	0	318	7	
Sábado	125	4	3	0	118	7	125	6	4	0	115	10	

Para tener una mejor idea acerca de la tendencia en la producción se optó por realizar una serie de tiempo, para esto se tuvo acceso a la información recabada en los últimos 24 meses: ver figura 4.

Figura 4

Serie de tiempo



En la figura 4 se observa la variación en la producción de los años 2018 y 2019 la cual tiene una tendencia ascendente, siendo el mes de diciembre el más significativo.

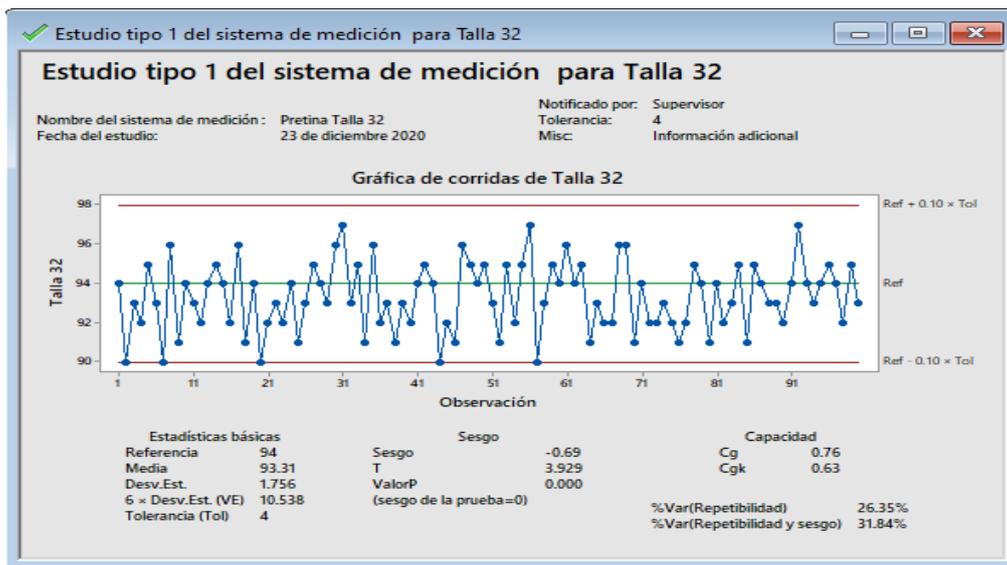
Una vez encontrada la operación con mayor cantidad de problemas, se procedió a tomar un muestreo de 100 piezas producidas a lo largo de la semana analizada misma que fue sometida a un estudio de medición para conocer si el proceso de pretina presenta variación ver figura 5

Para el caso de la talla 30 se tiene que la medida estándar de la pretina debe ser de 84cm de acuerdo al cliente a que se le fabrica y la tolerancia permitida será de + 4, al momento de realizar la medición se empleó el uso de cinta métrica y un metro de madera. Una vez recabados los datos se procedió a realizar el estudio de medición correspondiente El sesgo en el sistema de medición es 0.01 la prueba para determinar si existe sesgo indica una diferencia de 0 ($T = 0.054$, valor $p = 0.957$) lo que sugiere presencia de sesgo en el sistema de medición. Además, muchas de las observaciones graficadas son menores que el valor de referencia de 84

C_g compara la tolerancia con la variación de la medición, mientras que C_{gk} compara la tolerancia tanto con la variación de la medición como con el sesgo. Los índices de capacidad son $C_g = 0.71$ y $C_{gk} = 0.71$ los cuales son mucho menores que 1.33 estos valores sugieren que la variación debida al sistema de medición es grande. El % Var (repetibilidad) se determina por C_g y % var (repetibilidad y sesgo) se determina por C_{gk} . Valores pequeños de % var indican una pequeña variación de la medición en comparación con la tolerancia. El % de var (repetibilidad) es de 28.00% mientras que el % de var (repetibilidad y sesgo) es de 28.07%. Estos resultados indican que el sistema de medición no puede medir partes de modo uniforme y exacta y por lo tanto debe mejorarse. ver figura 6.

Figura 5

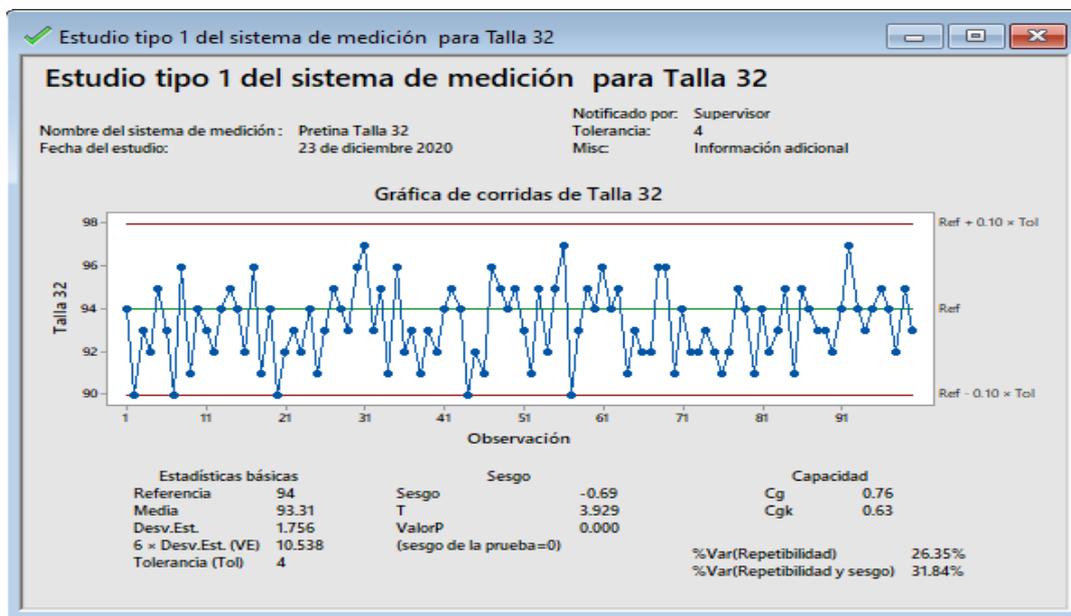
Estudio del sistema de medición Talla 30



Para la talla 32 la medida estándar de la pretina deberá ser de 94cm con una tolerancia de + 4, y al igual que en la talla 30 para realizar esta medición se empleó, cinta métrica y un metro de madera, en este caso se obtuvieron los valores que se muestran en la figura 6.

Figura 6

Estudio del sistema de medición Talla 32



El sesgo en el sistema de medición es -0.69 la prueba para determinar si existe sesgo indica una diferencia de 0 (T = 3.929, valor p = 0.000) lo que sugiere presencia de sesgo en el sistema de medición. Además, muchas de las observaciones graficadas son menores que el valor de referencia de 94.

Cg compara la tolerancia con la variación de la medición, mientras que Cgk compara la tolerancia tanto con la variación de la medición como con el sesgo. Cg y Cgk indican que la variación a causas del sistema de medición es pequeña en comparación con el rango de la tolerancia. Los

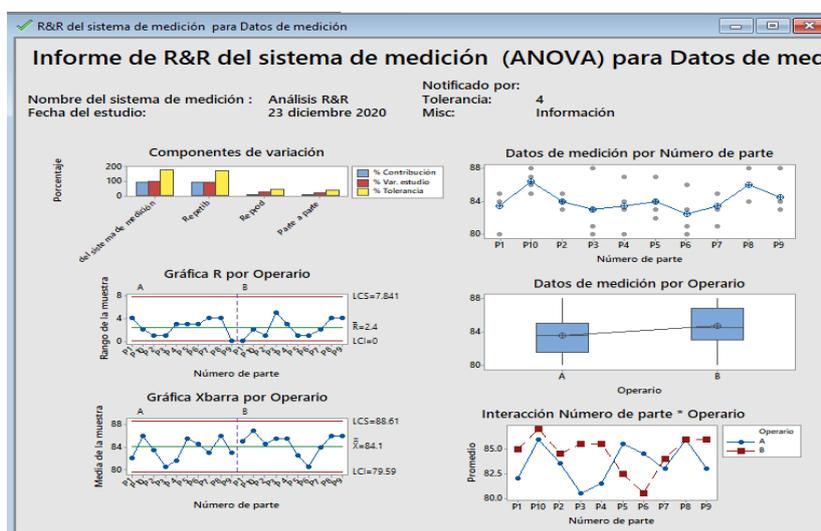
índices de capacidad son $Cg = 0.76$ y $Cgk = 0.63$ los cuales son mucho menores que 1.33 estos valores sugieren que la variación debida al sistema de medición es grande.

El % Var (repetibilidad) se determina por Cg y % var (repetibilidad y sesgo) se determina por Cgk . Valores pequeños de % var indican una pequeña variación de la medición en comparación con la tolerancia. El % de var (repetibilidad) es de 26.35% mientras que el % de var (repetibilidad y sesgo) es de 31.84%. Al igual que el caso anterior, estos resultados indican que el sistema de medición no puede medir partes de modo uniforme y exacto y por lo tanto debe mejorarse. En ambos casos analizados (talla 30 y talla 32), se tiene que a pesar de la variación que existe en el proceso los puntos no se encuentran fuera de los límites de tolerancia, por lo que aún se puede decir que esté bajo control, sin embargo, se deben tomar acciones para disminuir la variación, la cual es mucha.

Dando seguimiento a lo anterior, se optó por realizar un estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R), para lo cual se analizaron ambos operarios encargados de la operación de pretina ambos midieron 2 veces 10 partes usando un metro ver figura 7.

Figura 7

Estudio de medición R&R

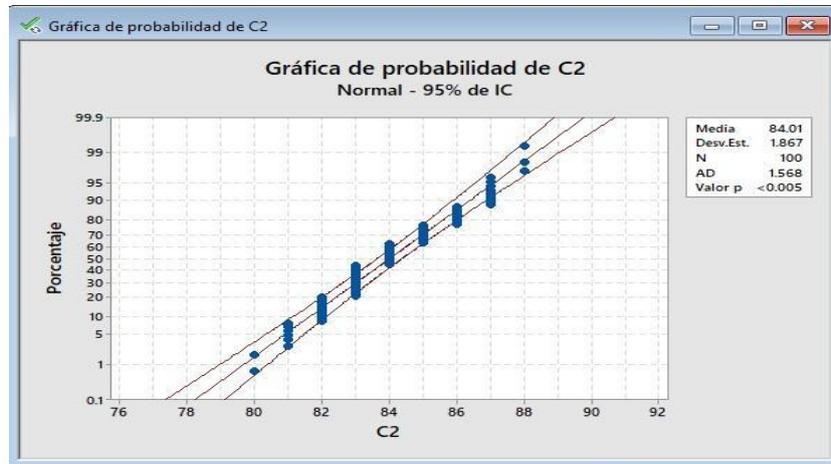


En el gráfico R por operario de la figura 7 se observa que los operarios A y B tienen mucha variación al momento de medir las piezas, en el gráfico de X barra en promedio de las réplicas también hay variación. En la gráfica de número por parte deja claro que no están midiendo de forma precisa ya que los datos se encuentran dispersos y fuera de la media.

Para evaluar que el muestreo por tallas siga una distribución normal se realizó una prueba de normalidad ver figura 8.

Figura 8

Gráfica de probabilidad

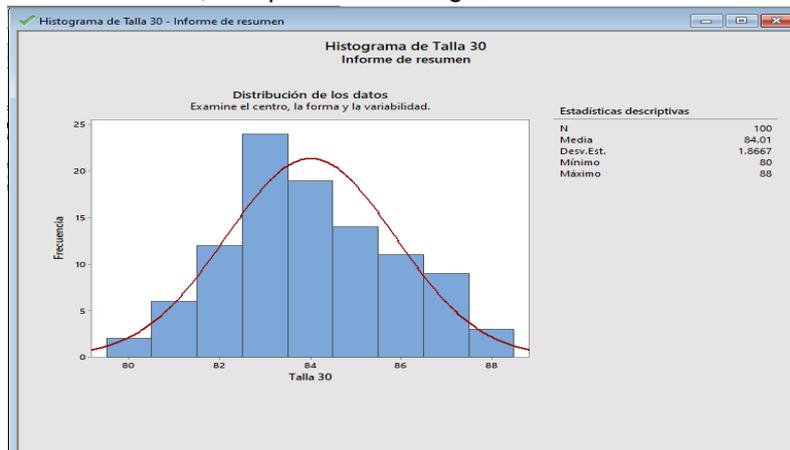


Ahora bien, para conocer qué tan alejados se encuentran nuestros datos de la media y visualizar de mejor manera la dispersión (variación) de nuestros datos se realizará un histograma de la talla 30. ver figura 9 así como de la talla 32 ver figura 10. La distribución normal es una distribución de probabilidad que describe los datos que se agrupan en torno a un valor central.

Figura 9

Histograma Talla 30

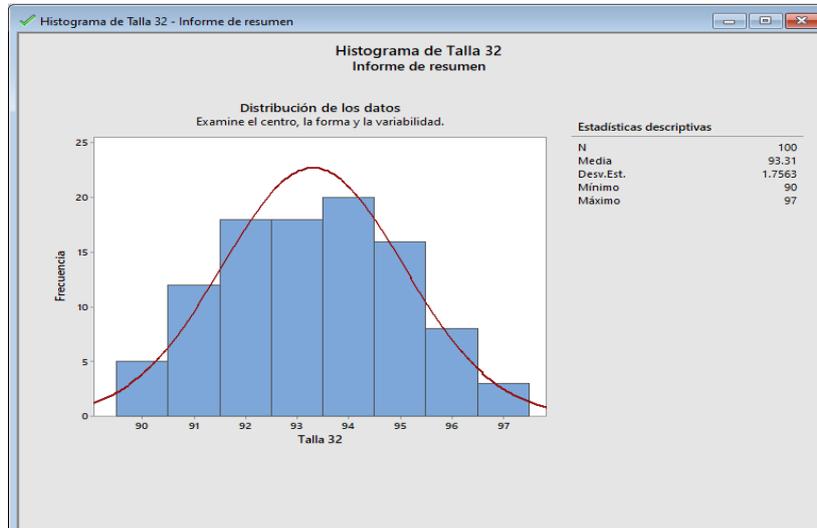
En el caso del histograma de la talla 30 se puede observar que se tiene una media de 84.01 y una desviación estándar de 1.8667, se aprecia un histograma con una distribución normal con un



pico más largo hacia la izquierda, en esta medición no se presentan valores atípicos, sin embargo, la variación del proceso es amplia.

Figura 10

Histograma Talla 32

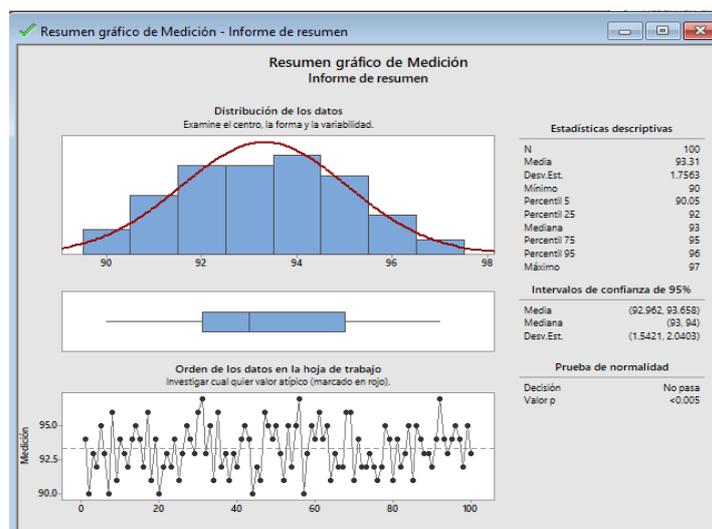


Para la talla 32 los valores obtenidos fueron; Media 93.31, desviación estándar 1.7563, aquí se observa un histograma con una distribución plana. Realizando una comparación de la figura 9 y 10 es notable que son completamente distintos, la talla 32 representa un problema mayor a la de la talla 30 afectando de manera seria la capacidad del proceso por lo que deben ser identificadas y corregidas las actividades mal hechas.

Continuando con el análisis se realizó un resumen gráfico sobre los datos de medición, se utilizó el estadístico Anderson-Darling para calcular el valor p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula (H_0). Un valor p más pequeño proporciona una evidencia más fuerte en contra de la hipótesis nula (H_0). Valores más grandes del estadístico de Anderson-Darling indican que los datos no siguen la distribución normal. Ver figura 11.

Figura 11

Resumen gráfico de medición Talla 32

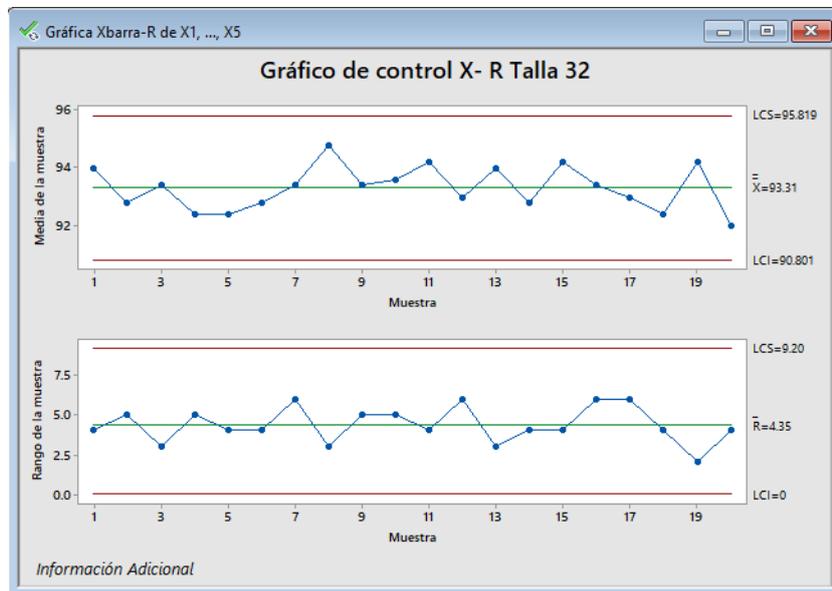


Si se presta atención en la parte de prueba de normalidad el valor de p es <0.005 por lo tanto es mucho más claro y evidente que los datos no siguen una distribución normal.

Por lo expuesto con anterioridad, se hace obligatorio realizar un gráfico de control para ver, que tan lejos se encuentran los datos de la media, ver figura 12.

Figura 12

Gráfico de control X – R talla 32



La primera gráfica “media de la muestra” representa el promedio de las mediciones dentro de cada subgrupo, la línea verde es el promedio general, en este caso es 93.31, cada límite de control (línea roja) se encuentra a 3 desviaciones estándar y ayudan a identificar si algún subgrupo no pasa las pruebas, si es el caso, no está bajo control. Ver figura 13.

Figura 13

Gráfico de control 6sigma X – R talla 32



Pese a haber marcado todas las pruebas en el software Minitab, no se identificaron puntos rojos que pudieran indicar anomalías, sin embargo, eso no quiere decir que todo se encuentra estable dentro del proceso. A continuación, se buscarán las causas que originan los problemas ya descubiertos con la ayuda del diagrama causa efecto o también conocido como, diagrama de Ishikawa.

El cual determinó lo siguiente:

Mano de obra: Habilidad del personal es una de las causas que puede originar el fallo en la producción puesto que hay trabajadores que no cuentan con la suficiente experiencia para desempeñar cierto cargo. Ver figura 14

Material: La materia prima principal para el proceso es la tela por lo que si esta no es de calidad al momento de confeccionar puede llegar a romperse o sufrir algún cambio.

Medición: Verificar si el equipo de medición está bien calibrado.

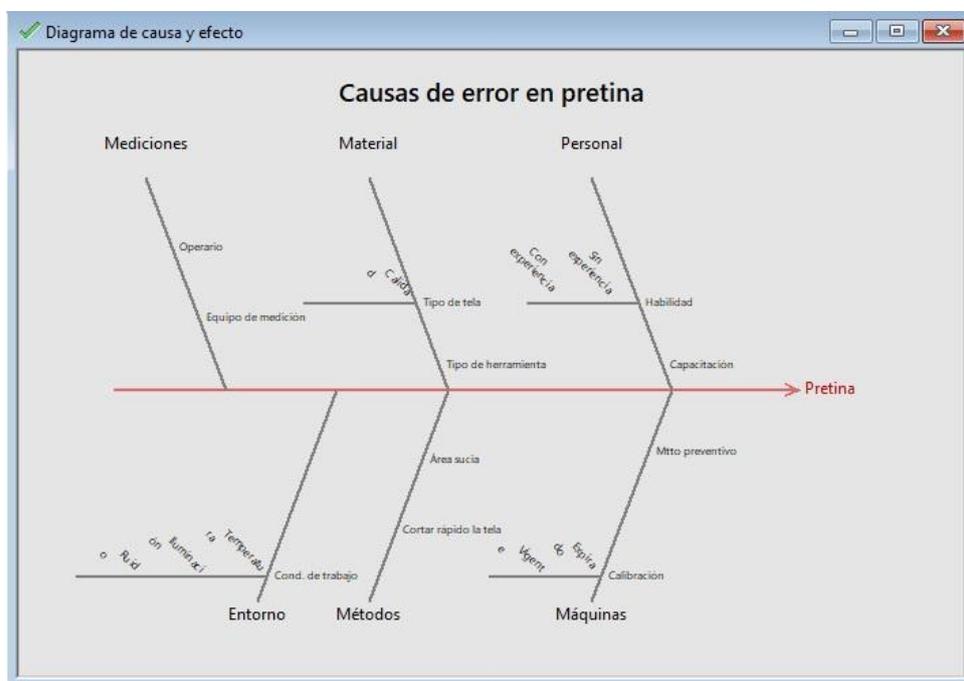
Medio ambiente: Que las condiciones de trabajo sean las ideales para un buen desempeño laboral.

Método: el corte de tela sea el adecuado para hacer buen uso de ella.

Máquinas: Al igual que en medición se debe observar que la calibración de la maquinaria se encuentre vigente.

Figura 14

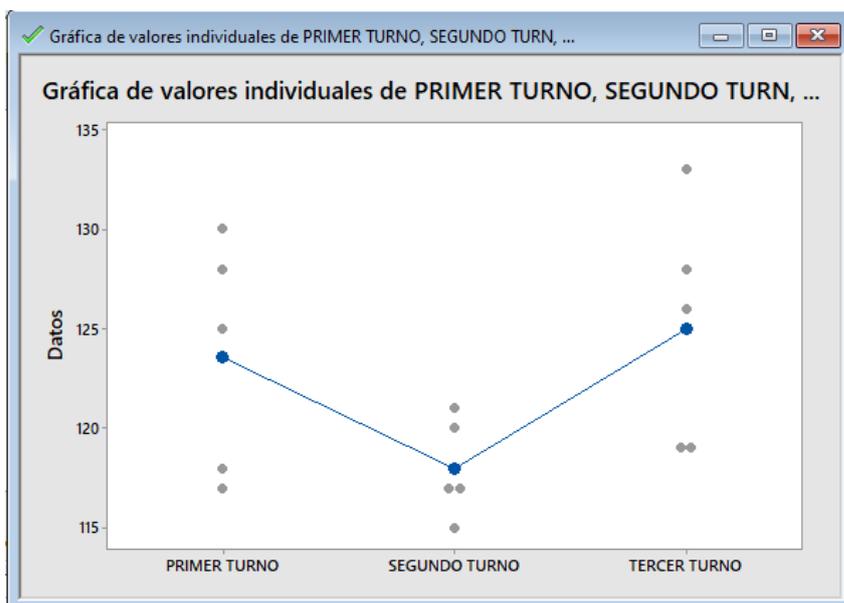
Diagrama Causa Efecto Pretina



Además de lo ya descrito, el encargado de la planta quiere determinar si hay diferencia en la productividad de tres turnos en cierta operación los resultados se muestran en la figura 15

Figura 15

Gráfico de intervalos por turno



En la figura 15 se puede observar que la media del primer turno es de 123, con un intervalo que va desde 118 a 128 lo que significa que durante este turno se espera una productividad que se encuentre dentro de los intervalos establecidos. Lo mismo aplica para el resto de turnos.

Además, se puede observar que los datos están muy dispersos y se encuentran alejados de la media esperada.

En la figura 16 se puede observar, Para el caso del primer turno:

Tiene un patrón asimétrico.

- El rango intercuartil de la caja se encuentra fuera del centro de la gráfica.
- La línea de la mediana y el símbolo de la media están cerca del centro de la caja.
- Los bigotes no tienen la misma longitud, siendo el de arriba más largo.

Para el segundo turno:

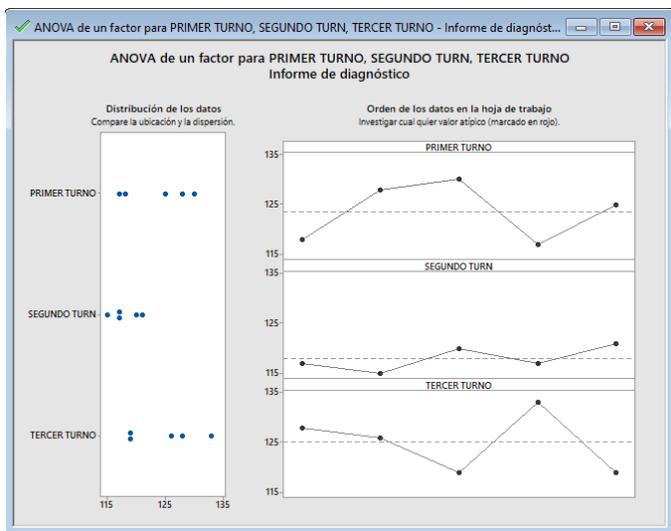
- Tiene un patrón asimétrico.
- El rango intercuartil de la caja se encuentra más cerca del valor mínimo de la gráfica.
- La media es mayor a la mediana, y están lejos del centro de la caja.

Para el tercer turno:

- Tiene un patrón asimétrico.
- El rango intercuartil de la caja se encuentra cerca del centro de la gráfica.
- La línea de la mediana y el símbolo de la media están cerca del centro de la caja.

Figura 16

ANOVA de un factor

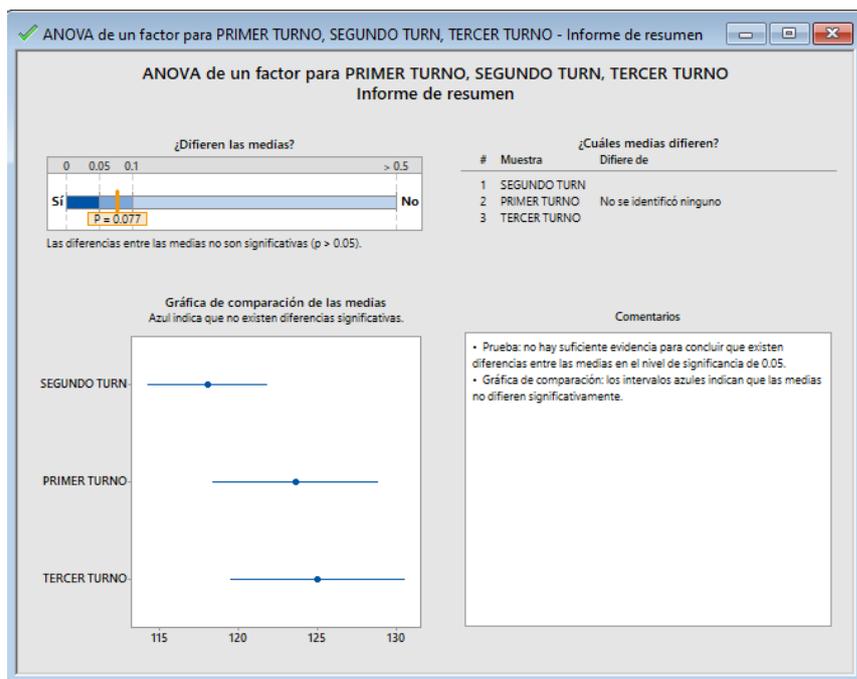


En el gráfico 16 haciendo una comparación de los tres turnos se observa que los datos del primer y tercer turno se encuentran muy dispersos mientras que el segundo turno presenta un comportamiento más uniforme, sin embargo, se encuentra fuera de nuestra media esperada.

Por último, realizando una comparación de medias se determinó que la diferencia de medias, no son significativas. Ver figura 17.

Figura 17

ANOVA de un factor (informe de resumen)



Después de analizar las causas que originan los problemas en la pretina y sus diferentes tallas se proponen las siguientes herramientas que ayudarán a mejorar el proceso de forma significativa:

1.- TPM

2.- Poka Yoke

3.- 5's

Conforme a la herramienta del TPM mejora la cultura empresarial a través del involucramiento activo de todo el personal mostrando la capacidad de hacer mantenimiento autónomo, mantenimiento de alto nivel y la capacidad de proyectar (Saxena, 2022).

Lo ideal es que los Poka Yoke se incluyan desde la etapa de diseño. De lo contrario, si se quieren introducir una vez diseñados el producto, no se cumplirá con una frase básica de la calidad moderna que es Hacer las cosas bien a la primera (Gutiérrez Pulido, Calidad y Productividad, 2020). con los costos adicionales que ello significa, desde una perspectiva diferente es una mejora mal entendida, ya que se llama a los consultores para solucionar algo que en realidad debió preverse desde las primeras etapas.

Se le llama 5's al conjunto de acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con "s". Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son: Clasificar (Seiri), Orden (Seiton), Limpieza (Seiso), Estandarización (Seiketsu) y Disciplina (Shitsuke)

Al ser una herramienta que involucra la participación de todo el personal y de su compromiso con la empresa, esta deberá estar dentro del programa establecido en el TPM, ya que cada empleado es responsable de cuidar su espacio laboral y al mismo tiempo el de los demás.

Una vez mostrado los beneficios de las 5's es conveniente crear una estrategia para poder implementarla mediante la capacitación constante del personal.

DISCUSIÓN

En el transcurso de este trabajo se lograron identificar las fallas que representaban un mayor problema al proceso de fabricación analizado con anterioridad, aplicando diagramas de Pareto se logró determinar el 80-20 y se dio prioridad de acuerdo al resultado obtenido, a partir de esto se usaron diferentes herramientas para dar la mejor solución posible a las fallas frecuentes ya mencionadas a lo largo de este trabajo, a decir de los resultados obtenidos es de señalar que dentro de la etapa de medición se puede realizar un análisis mucho más detallado por parte del personal correspondiente al área de la pretina, ya que este último se considera un cuello de botella en esta empresa particularmente, un problema que desde hace mucho no se le ha dado la importancia que tiene, sin embargo, la evaluación hecha dentro de este trabajo ofrece una alternativa de solución a grandes rasgos.

RECOMENDACIONES

En la introducción se mencionó que la mayor parte de la población de este municipio se emplea en la industria textil, sin embargo, no está demás llevar a capacitación al personal recién ingresado para ponerlo en contexto.

Mantener informado a todo el personal sobre los cambios que sufre a corto plazo la empresa, debido a la implementación de las propuestas formuladas en este trabajo.

Llevar un registro semanal, mensual o anual de la producción para futuros análisis.

Con el fin de penetrar en nuevos mercados, se recomienda hacer promoción por medio de redes sociales y así darse a conocer

REFERENCIAS

Almeida, R., Vaz, P., & Silva, R. (2020). Aplicación de la metodología DMAIC en una compañía de producción de componentes de cauchoHO. *Millenium*, 325-337.

Alvarado Chávez, F. B. (2018). Mejora de Procesos ERP's (Enterprise Resource Planning). *CONCIENCIA TECNOLÓGICA*, 39-44.

Basilio Dos Santos, G. A., & Campos, G. (2021). El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado. *La Técnica la revista de las agrociencias*, 13-21.

Caicedo Solano, N. (2011). Aplicación de un programa seis sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones. *Prospect.* , 65-74.

cgarcia@sigconsulting.pe. (22 de mayo de 2022). *SIGconsulting*. Recuperado el 12 de DICIEMBRE de 2020, de SIGconsulting: <http://www.sigconsulting.pe/index.php>

Chávez Pineda, J. A. (2021). Adopción parcial e integral de las prácticas del sistema técnico de Lean en la industria. *RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Infomática (RECAI)*, 28-50.

Edge, J. (2019). *Lean Seis Sigma*. México: Mac Graw Hill.

Fernández Gómez, M. (2017). *Manufactura Esbelta*. México: Editorial imagen.com.

Gutiérrez Pulido, H. (2020). *Calidad y productividad*. México: Mc Graw Hill.

Gutiérrez Pulido, H. (2020). *Calidad y Productividad*. México: Mc Graw Hill.

Gutierrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México: Mc Graw Hill.

Hernández matías , J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing. Concepto, técnicas e implementación*. MADRID, ESPAÑA: EOI escuela de organización industrial.

Lanuzza Martínez, Á. M., & Peralta Calderón, Y. I. (2019). Aplicación del sistema integrado de manufactura en los procesos productivos en la empresa Joya de Nicaragua, S.A. 2018. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 58-69.

Mireles Salinas, L. A., Estrada Orantes, F. J., & Hermosillo Pérez, F. (2015). Análisis y mejora de un proceso mediante la aplicación de un enfoque Lean Six Sigma. *Culcyt/Calidad*, 220-235.

Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to statistical quality control*. United States Of America: John Wiley & Ssons. Inc.

S., T., & H.H., P. (2021). Lean Six Sigma Implementation, A Systematic Literature Review. *International Journal of Production Management and Engineering*, 125-139.

Saxena, M. M. (2022). Total productive maintenance (TPM); as a vital function in . *Journal of Applied Research in Technology & Engineering*, 19-27.

W. Niebel, B., & Freivalds, A. (2010). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Ciudad de México: Mac Graw Hill.

Zhang Tian , X., & Chin Jeng , F. (2020). Implementing Total Productive Maintenance in a Manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 152-175