

Artículo 9. DMAIC – SIX SIGMA.

DMAIC Six Sigma.

AUTORES

Ramón García González

Senén Juárez León

Iniria Guevara Ramírez

José Ernesto Clemente García Pérez

Resumen

El presente estudio es una investigación aplicada que tiene como objetivo adaptar la filosofía de manufactura esbelta a la industria de la confección, como una estrategia para permanecer dentro del mercado globalizado mediante la herramienta DMAIC; el nombre es un acrónimo de los pasos de la metodología: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Para ello, se elaboró un diagnóstico en las empresas maquiladoras con el propósito de determinar las causas que

generan la baja productividad del sector maquilero; posteriormente, se cuantificó las variables que afectan a la productividad y se continuó con un análisis e integración de sistemas de mejora y control de los métodos para garantizar la permanencia de este tipo de empresas en un mercado globalizado.

Palabras clave

DMAIC, industria maquiladora, manufactura esbelta, productividad

Abstract

This research is an applied investigation whose objective is to adapt lean manufacturing philosophy to the garment industry as a strategy to maintain itself in a globalized market with the use of DMAIC framework; the name is an acronym which represents the steps of the methodology: define, measure analyze, implement, and control. To do so, a diagnosis of maquiladora (assembly) companies with the purpose of determining what causes low productivity in the maquilero sector; subsequently, variables which affect productivity were quantified and we continued with an analysis and the incorporation of methods of improvement and control systems to ensure permanence of these types of companies in a globalized market.

Keywords

DMAIC, maquiladora (assembly) industry, lean manufacturing, productivity

Introducción

Actualmente, en este cambiante y altamente competido mundo, las pequeñas y medianas empresas (pymes) han tratado de obtener ventajas competitivas mediante el cambio de sus procesos administrativos y productivos para mejorar su posicionamiento en el mercado y aumentar su rentabilidad (Niebel, 2009). Sin embargo, no han logrado obtener los índices de productividad deseados debido a que no cuentan con un sistema de mejora estratégico que los ayude a lograr sus metas. Además, en las empresas donde se realizó la corrida piloto para elaborar un diagnóstico de la situación que prevalece dentro de las mismas se detectó que no tienen correctamente definidas su visión, misión y objetivos, por lo que la administración y planeación estratégica se basa en improvisaciones (Humberto, 2010).

En un mundo globalizado, la innovación de procesos o de productos es un factor necesario para ganar mercados o para conservarlos y es uno de los elementos de la competitividad de las empresas. Hoy en día, las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación denominado manufactura esbelta constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva (Solano, 2011).

Revisión de la literatura

La manufactura esbelta o producción ajustada es un método de producción derivado del modelo operativo de Toyota de 1930 (Navarro, Gisbert & Pérez, 2017). El término *lean* fue acuñado en 1988 por John Krafcik, y definido en 1996 por James Womack y Daniel Jones en cinco principios clave: "especifique con precisión el valor por producto específico, identifique el flujo de valor de cada producto, haga que el valor fluya sin interrupciones, deje que el cliente obtenga valor del productor y busque la perfección" (Milena & Canchila, 2015).

La manufactura esbelta tiene un protagonismo cada vez mayor en la gestión empresarial en todo el mundo (Burguete-García & Romero, 2020). La práctica muestra que las reglas de ahorro y simplicidad que inspiran este pensamiento están presentes en la mayoría de las empresas de éxito, utilicen o no esta denominación, ya que sus principios y herramientas son aplicables a todo tipo de casos. Las condiciones para su implantación dependen de recursos o tecnología y, por encima de todo, de voluntad y resolución por parte de los integrantes de la empresa; particularmente de la dirección que debe ejercer un liderazgo decidido. Por ello, se requiere una adaptación a las circunstancias y posibilidades de cada caso (Fortuny-Santos et al., 2008).

Los principios clave de *lean manufacturing* son calidad a la primera, minimización del despilfarro, mejora continua, procesos *pull*, flexibilidad, y construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores formando acuerdos para compartir riesgos, costos e información (González, 2007). La eliminación continua y sostenible de desperdicios es el principal objetivo de *lean manufacturing*, esta filosofía identifica siete tipos de desperdicios fundamentales; estos ocurren en cualquier clase de empresa y se presentan desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto. Adicionalmente, Gregorio, Posada, Eugenia, Herrera, Jimena y Martínez (2010) consideran un octavo tipo de desperdicio especial, los cuales son sobreproducción, esperas, movimientos innecesarios, transporte, sobreprocesamiento, no calidad, inventario y utilización de las personas.

Hoy el mundo está cada día más interconectado como un proceso financiero, económico, productivo, tecnológico y de herramientas cualitativas y cuantitativas que se acelera por la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, y si además se le suma los cambios en los procesos de producción en los que el valor de los productos depende de los elementos no materiales como el diseño del producto, imagen de marca, patentes, mercadotecnia, distribución, etc. Es importante adaptar filosofías que han dado buenos resultados en empresas transnacionales, en particular la filosofía de manufactura esbelta cuyo origen está en la industria automotriz.

Por todo lo anterior, es necesario que la industria maquiladora del vestido busque adaptarse a este contexto cambiante. Para ello, debe iniciar con una revisión de su entorno y una reflexión estratégica sobre su misión, con el propósito de definir su rumbo para los siguientes años, identificando las ventajas competitivas que es necesario desarrollar, rediseñando la organización y alineando todos sus esfuerzos para caminar en la dirección deseada. Todo esto presupone nuevas habilidades directivas y facultar a la gente

para que haga mejor su trabajo. No enfrentar este nuevo entorno o hacerlo de modo inadecuado conlleva problemas serios que pueden conducir a la desaparición de la organización, independientemente del tamaño o ramo de su actividad (Echeverría, Gloria, Milena & José, 2016), (pág.24).

Metodología

La industria del vestido es un sector que está dentro de las principales actividades económicas y productivas del país, cuya tarea fundamental es la producción de todo tipo de telas y accesorios para vestir, la cual está dividida en dos grandes ramas: la textil y la de confección.

En la corrida piloto que se desarrolló en la industria maquiladora del vestido de la región de Tehuacán, se aplicó un muestreo por conveniencia debido a que, en este sector en la Cámara Nacional de la Industria del Vestido (CANAIIVES), se tiene registrados 120 empresas de diferentes tamaños, aunque en realidad existen más de 400 empresas, y se planteó la hipótesis de que el uso de manufactura esbelta utilizando DMAIC como una herramienta para mejorar su competitividad reduce los costos en el proceso de producción de las prendas de vestir e incrementa la productividad de la industria maquiladora del vestido.

El factor común encontrado en todas las empresas involucradas en el estudio fue la baja productividad dentro de la planta, debido a que no cuentan con un sistema de mejora para lograr sus objetivos que deben estar acordes a su misión y visión, que tampoco los tienen bien definidos. Se empezó elaborando un diagnóstico de la empresa utilizando diferentes herramientas como son el diagrama de proceso de operaciones, el diagrama de recorrido, entre otras, además de la mencionada metodología DMAIC; estas herramientas fueron enfocadas en la mejora incremental de procesos existentes. La metodología DMAIC menciona cinco pasos esenciales, los cuales son definir, medir, analizar, mejorar y

controlar; dicho pasos están diseñados para la mejora y solución de problemas.

En el proceso que se realizó para elaborar el diagnóstico de la industria del vestido, primero se enlistaron todas las actividades principales que forman el proceso, identificando los subensambles mediante la explosión del producto, que se representaron en un diagrama de proceso de operaciones y, finalmente, se elaboró un diagrama de recorrido para identificar las conexiones que existen entre cada una de las partes que forman el producto.

Se puede describir que DMAIC es una herramienta metodológica enfocada en la mejora incremental de procesos existentes. Se trata de una metodología de resolución de problemas sobre procesos ya creados y forma parte del sistema de gestión six sigma. Dentro de este análisis, se llevan a cabo diferentes estudios para poder efectuar cambios y analizar los datos resultantes, como lo son justificación de propuestas, diagrama de Pareto, análisis de serie de tiempo, diagrama de pastel, estudio de tipo I, estudio R&R (ANOVA), diagrama de causa-efecto, prueba t, gráfica de efectos, entre otros.

Resultados

En las empresas analizadas para este proyecto, se revisó con detalle cada punto de las variables dentro del proceso producción; analizando cada operación para determinar dónde se encuentra el retraso y, de esta manera, dar una solución logrando una mejora en el proceso de producción y, a su vez, aumentar la capacidad de fabricación. Como resultado, se tendrá un aumento claro en la utilidad, además de que se estarán evitando mermas.

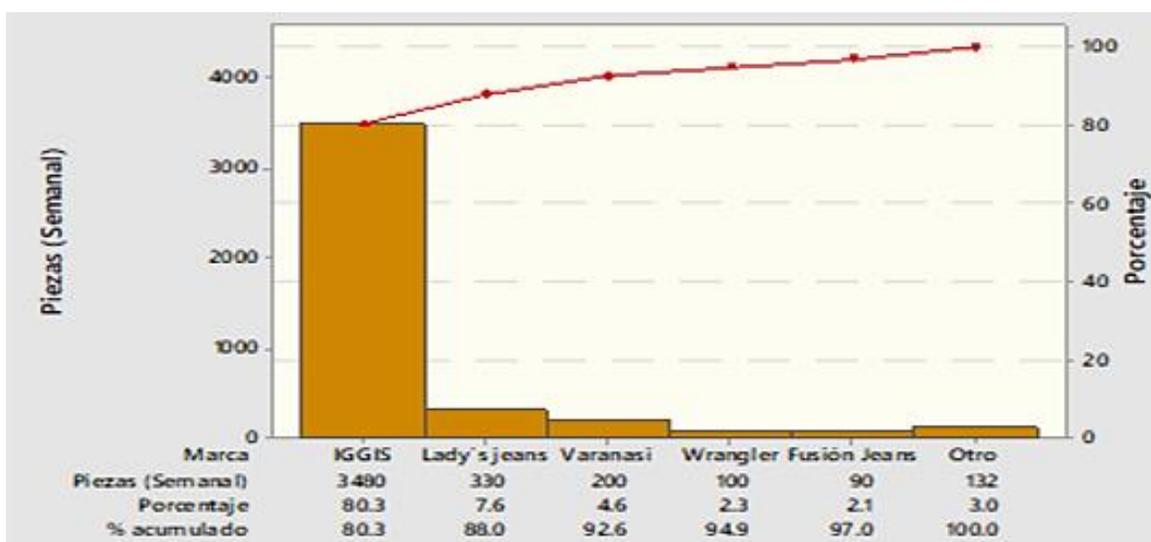
Fase I. Diagnóstico

Se inició elaborando el diagrama de Pareto en tres niveles con el objetivo de localizar los problemas vitales. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso no se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto. La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto.

Los problemas más frecuentes encontrados fueron la marca, las tallas y los defectos en los productos elaborados. Posteriormente, se aplicó la herramienta de análisis de series de tiempo para predecir una variable de respuesta. La primera variable que se utilizó para elaborar el diagrama de Pareto de primer nivel en el diagnóstico fueron las marcas de prendas de vestir que ensamblan. En concreto, las empresas que participaron confeccionan siete marcas de pantalón, reflejando diferencias entre las mismas. Dentro del inventario inicial, se muestra una producción de 4 332 piezas a la semana promedio por empresa, de las cuales fueron divididas en los siete modelos diferentes (véanse Tabla y Figura 9.1).

Tabla 9.1*Marcas de prendas de vestir.*

Marca	Piezas (Semanal)
IGGIS	3 480
Lady`s jeans	330
Varanasi	200
Wrangler	100
Fusión Jeans	90
Cuidado con el gato	77
Jeanloop	55

Figura 9.1*Diagrama de Pareto por marcas comerciales.*

Para elaborar el diagrama de Pareto de segundo nivel, se utilizó la diferencia en las tallas de la marca IGGIS que es la que más se maquila (véanse Tabla y Figura 9.2).

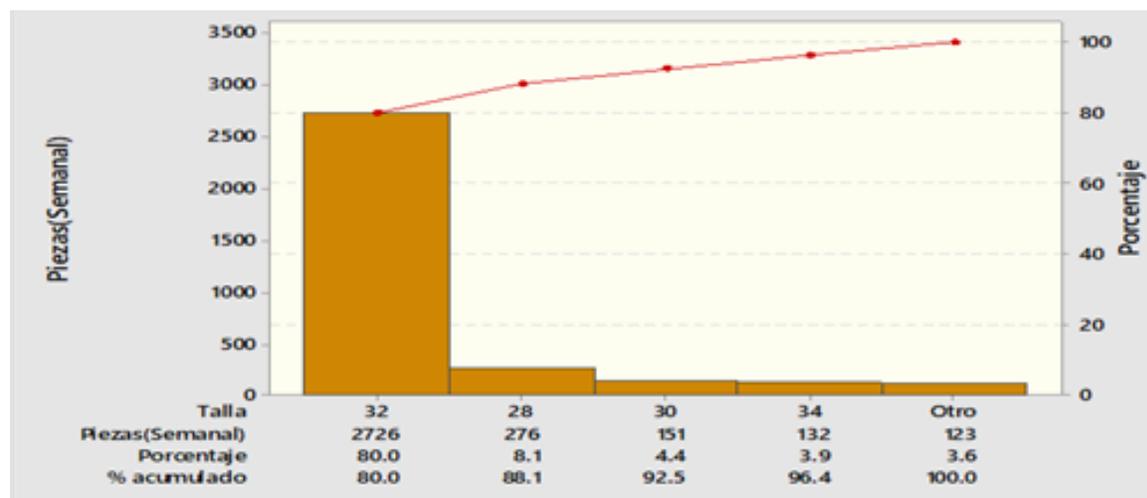
Tabla 9.2

Producción semanal por tallas.

Talla	Piezas(Semanal)
28	2076
30	151
32	2726
34	132
36	83
38	40

Figura 9.2

Diagrama de Pareto por tallas de la marca IGGIS.



Para elaborar el diagrama de Pareto de tercer nivel, se utilizó los datos de defectos de la marca IGGIS, este diagrama muestra que el mayor problema es la variación de puntadas (véanse Tabla y Figura 9.3).

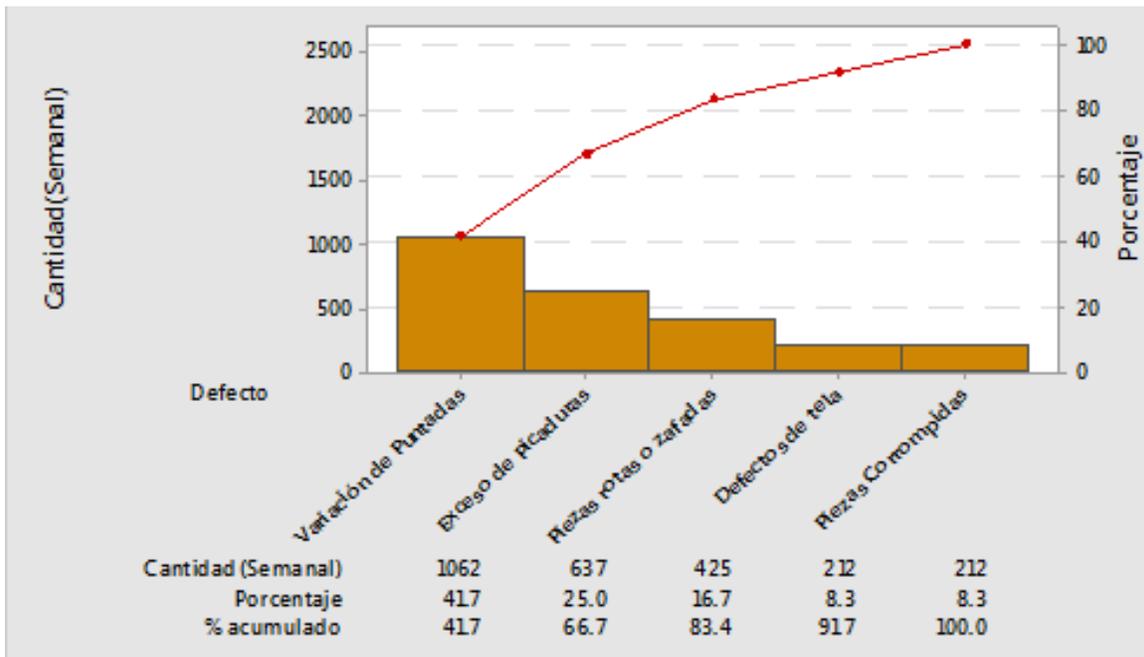
Tabla 9.3

Defectos de la marca en porcentaje.

Defecto	Cantidad (Semanal)	Porcentaje (%)
Variación de Puntadas	1062	25%
Exceso de Picaduras	637	15%
Piezas rotas o zafadas	425	10%
Defectos de tela	212	5%
Piezas Corrompidas	212	5%

Figura 9.3

Diagrama de Pareto de tercer nivel de defectos.



Para determinar el objetivo, es necesario calcular la línea base, el mejor resultado, la brecha, y el objetito SMART (véanse Tabla y Figura 9.4).

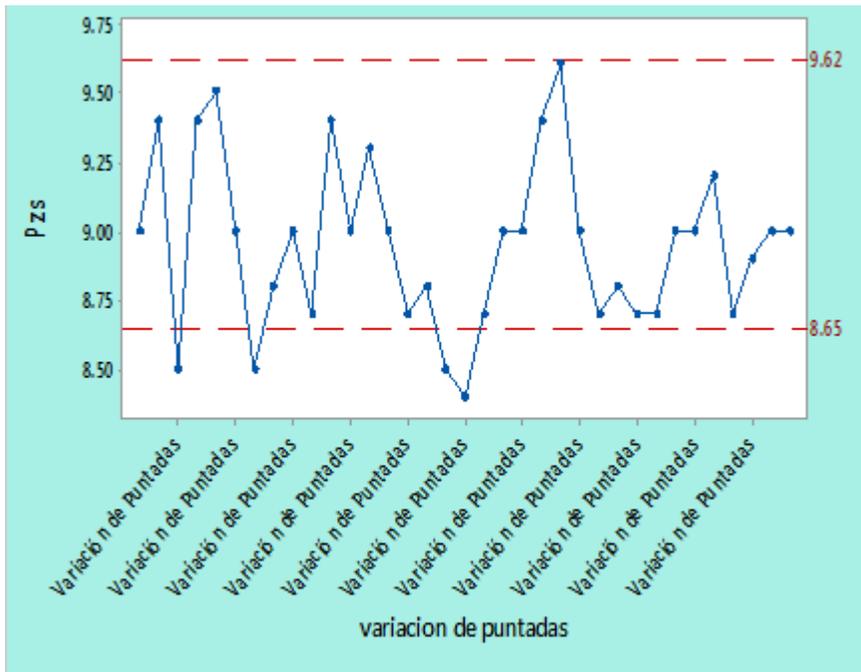
Tabla 9.4

Variación de puntadas por in/día.

Día	Pzs	Día	Pzs
Lunes	9	Jueves	8.7
Martes	9.4	Viernes	9.4
Miércoles	8.5	Sábado	9
Jueves	9.4	Lunes	9.3
Viernes	9.5	Martes	9
Sábado	9	Miércoles	8.7
Lunes	8.5	Jueves	8.8
Martes	8.8	Viernes	8.5
Miércoles	9	Viernes	8.5

Tabla 9.4

Serie de tiempo de puntadas/in.



Una vez que se identificó cuál es la marca, la talla y los defectos que más se presentan en el proceso bajo análisis, se determinó el objetivo SMART que se presenta en la Figura 9.4, donde se observa que existe mucha variabilidad, lo que sugiere que se implementen estrategias para reducir la variabilidad y, con ello, se vea reflejado el impacto de mejora de la productividad de las empresas.

Fase 2. Medir

Para continuar con el análisis, es necesario saber si los datos que se obtuvieron son confiables y adecuados, con el fin de realizar las pruebas necesarias y tomar la mejor decisión para la solución del problema que esté afectando la producción. Esta sección es evaluada mediante la capacidad de procesos, basado en este estudio, se tomarán en cuenta para evaluar las operaciones identificadas en los diagramas anteriores, utilizando los múltiples datos obtenidos. En este apartado, es necesario hacer mención de la calibración de diferentes equipos para un mejor desempeño y captura de datos.

El estudio tipo I ayudará a evaluar la capacidad del proceso de medición, como los efectos combinados de sesgo y repetitividad por sus múltiples mediciones, realizando antes que cualquier otro para analizar la variación que presente; apoyado en el sistema informe de R&R del sistema, en éste, se muestra la interacción entre los operadores (véase Tabla 9.5). Es necesario recopilar los datos del instrumento de medición a ocupar (nonio), con esto se determina si el sistema de medición puede medir las partes con consistencia y exactitud.

En los índices de capacidad que muestra el estudio, se puede observar que la variación del sistema no es adecuada (véase Figura 9.5).

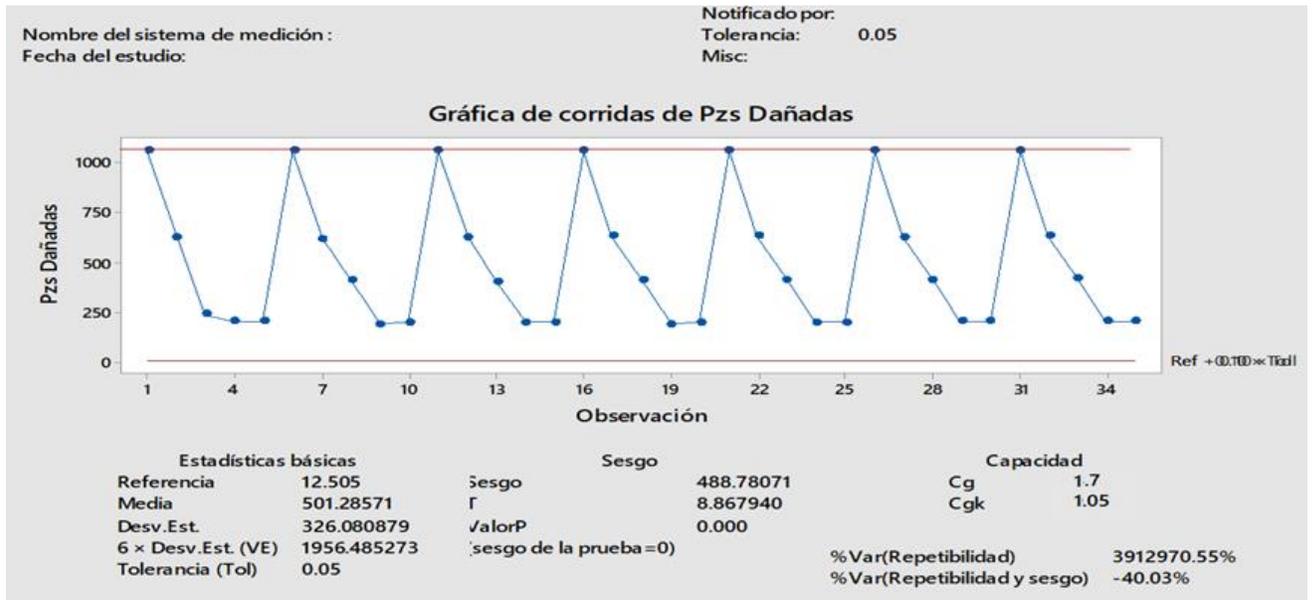
Tabla 9.5

Defecto analizado: variación de puntadas/in.

Operadores	Réplica	Medición(in)	Operadores	Réplica	Medición(in)
A	1	0.99	A	2	0.98
A	2	0.1	B	1	0.97
B	1	0.98	B	2	0.97
B	2	1.01	C	1	0.98
C	1	0.98	A	2	1.3
C	2	0.97	B	1	1.04
A	1	1.03	B	2	1.31
A	2	1.02	C	1	1.25
B	1	1.01	C	2	1.35
B	2	1.02	A	1	1.036
C	1	1.001	A	2	1.5
C	2	0.99	B	1	1.4
A	1	0.98	B	2	1.4
			C	1	0.99

Figura 9.5

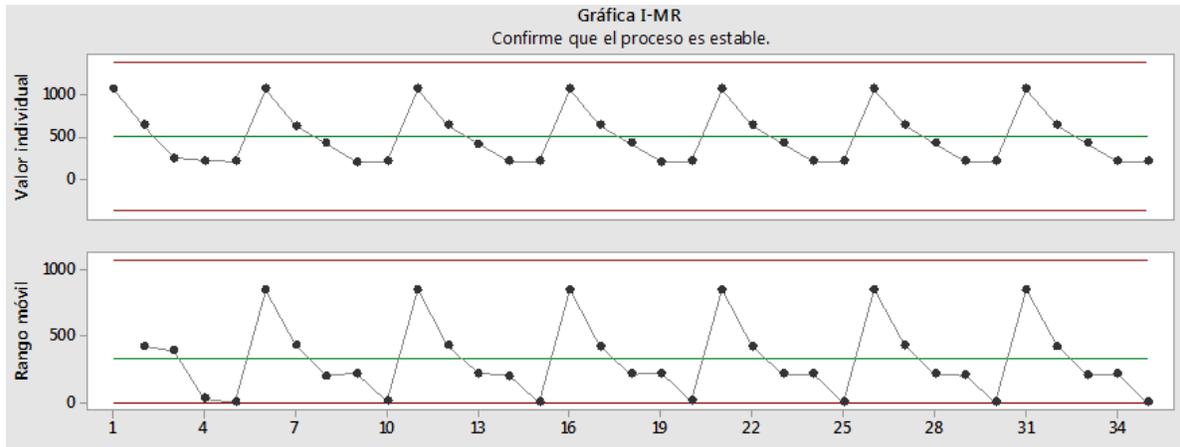
Estudio tipo 1 del sistema de medición para piezas dañadas.



El estudio tipo 1 ayudará a entender el análisis de los datos, como la evaluación del sesgo y la repetitividad del sistema de medición, proporcionando detalles adicionales, como valores atípicos que deben evaluarse (véase Figura 9.6).

Figura 9.6

Análisis de capacidad para piezas dañadas, informe diagnóstico.



Una vez realizado el estudio tipo 1, en el cual se observa mucha variabilidad, se recomienda ajustar los equipos de medición para que, posteriormente, se realice el estudio R&R del sistema de medición; este estudio mostrará la variación del sistema de medición por parte de tres operadores seleccionados, en el que se tomó la marca IGGIS con un tamaño de lote de 3 480 piezas y de talla 32. Los resultados se muestran en las Figuras 9.7 y 9.8; para ello, se le dio un valor a cada defecto para poder hacer más fácil su evaluación.

Figura 9.7

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para piezas dañadas.

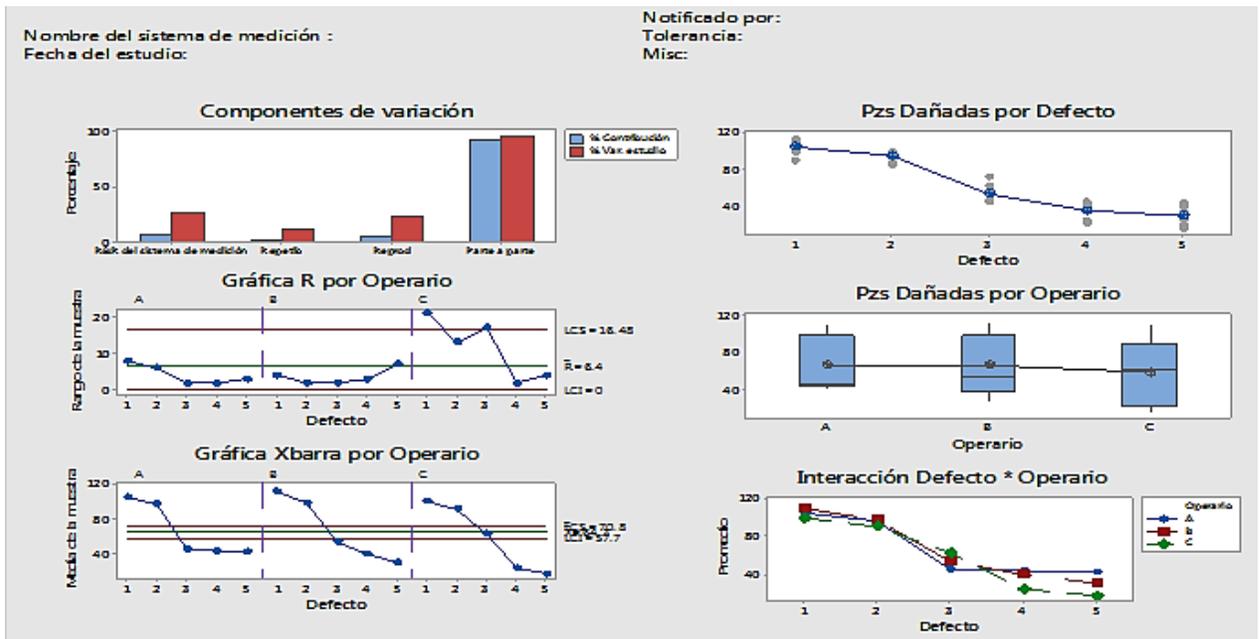
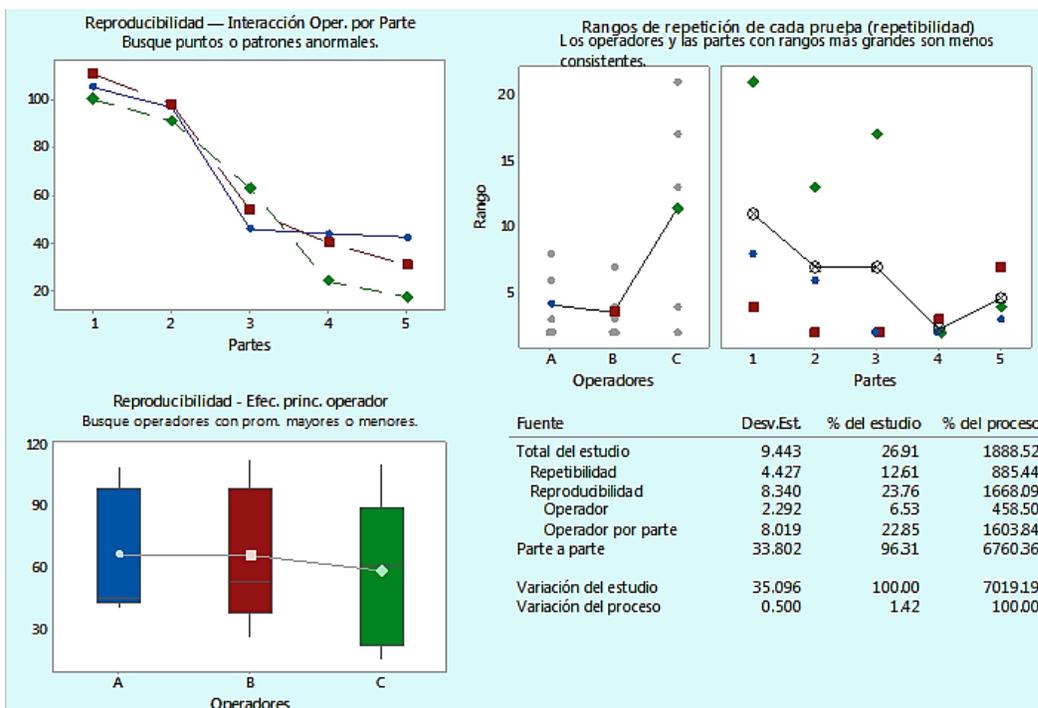


Figura 9.8

Estudio R&R del sistema de medición para piezas dañadas, informe de variación.



Tal y como lo muestra el estudio, los defectos en las prendas son muy marcados y se pueden leer e identificar perfectamente. La gráfica R por operario muestra que uno de los operarios no está cumpliendo con los límites de especificación. En la Figura 9.8, se observa cuál operario incurre en una mayor cantidad fallas.

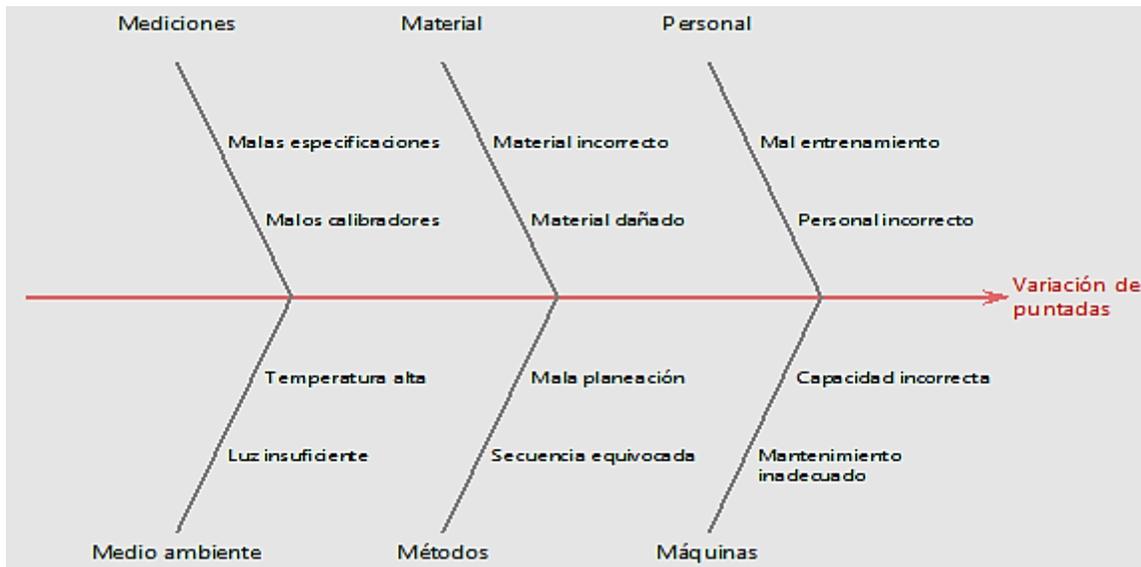
Fase 3. Analizar

Ya se han medido y capturado los datos, las operaciones y causas se encuentran planteadas. Se debe analizar en específico las partes que provocan estos defectos, las cuales dañan al proceso. Esto se hace mediante herramientas como el diagrama de causa-efecto para identificar las causas importantes, y la prueba t que es una prueba de hipótesis de la media de una o dos poblaciones distribuidas normalmente, una propiedad importante de la prueba t es su robustez ante los supuestos de normalidad de la población.

Teniendo una ponderación para cada problema, se pueden identificar las posibles causas. En conclusión, las fallas de máquina y puntas dañadas ocupan una cuarta parte del total de piezas dañadas generando un total de 1 809, equivalentes a 53% del total de defectos (véase Figura 9.9).

Figura 9.9

Diagrama de causa-efecto.



El diagrama de causa y efecto muestra los principales problemas que afectan a determinada operación. Se pudo identificar que el principal problema son las máquinas, mostrando problemas como las puntas dañadas y las fallas generales de la maquinaria, como conclusión poniendo el problema general en las máquinas.

Después se usó la prueba t para identificar las fallas, usando un muestreo por conveniencia en el cual se encontraron fallas; se muestran dos series de datos en las que se hacen pruebas a dos de los modelos en los cuales se identifica el mayor problema (véanse Figuras 9.10 y 9.11).

Figura 9.10

Prueba t, dos muestras, media de puntas dañadas y fallas generales, informe diagnóstico.

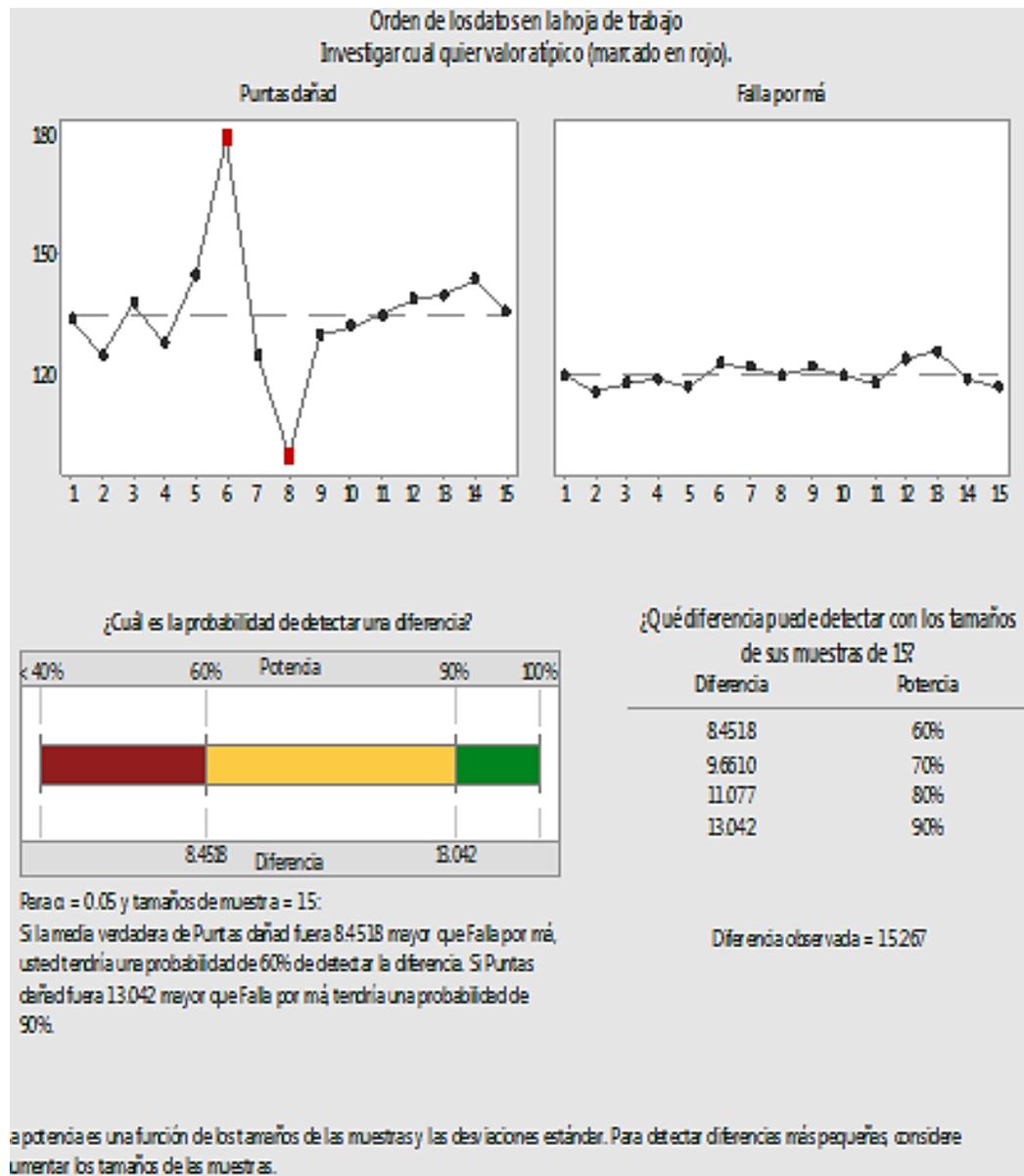
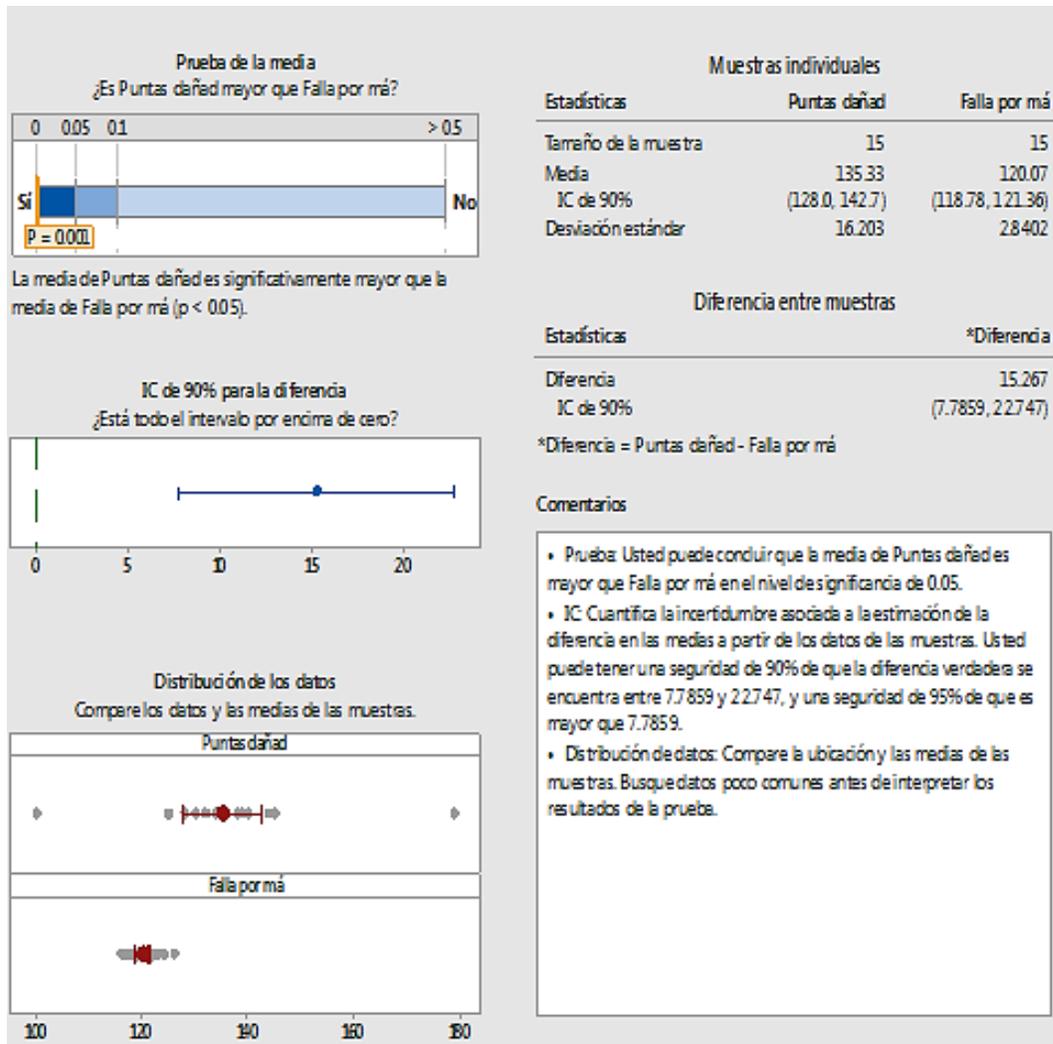


Figura 9.11

Prueba 11 Prueba t, dos muestras, media de puntas dañadas y fallas generales, informe resumen.



En las Figuras 9.10 y 9.11, se observa que las puntas dañadas son aquellas que generan más problemas. En la evaluación de la variación de sistema de medición, los datos capturados para una prueba de veracidad de las hipótesis, entre las puntas dañadas y fallas por máquinas, y los diagramas de dispersión que se observan permiten evaluar, de manera gráfica, el grado de reciprocidad existente entre una causa y su efecto.

Fase 4. Mejorar

En esta fase, se ponen en marcha las acciones necesarias para mejorar la situación actual. Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleve los resultados hacia las expectativas del cliente, desarrollando mejoras.

Definición del problema. De acuerdo con los diagramas que se realizaron, se identificó que la causa de la variación en las puntadas fue la falla de máquinas. La solución que se propuso fue controlar la tensión de los hilos, los valores con los que se experimentó se pueden ver en las Figuras 9.12 y 9.13

Figura 9.12

Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.

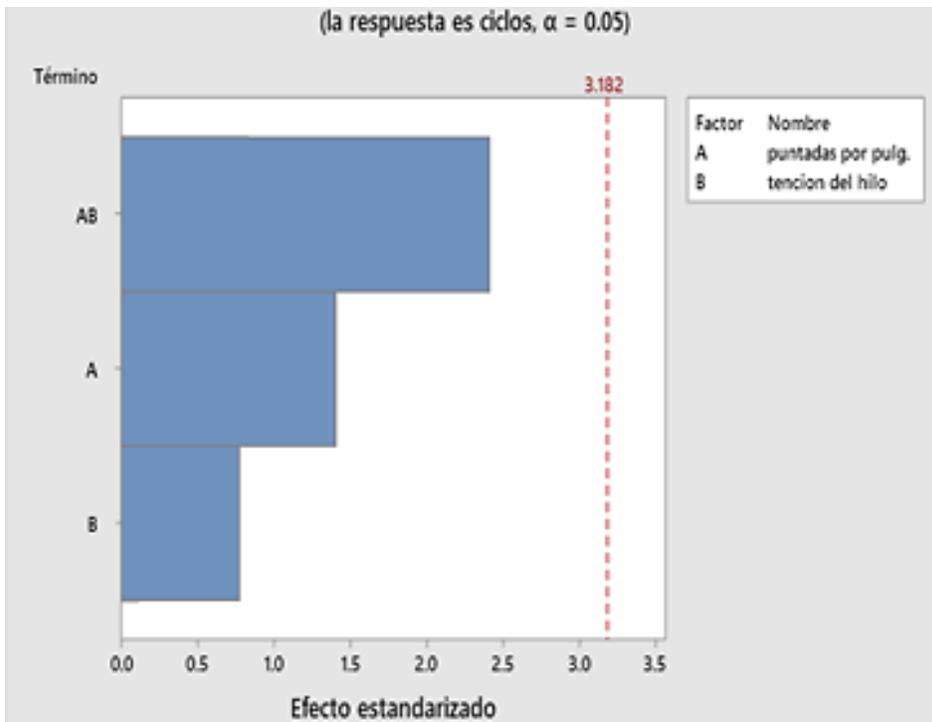
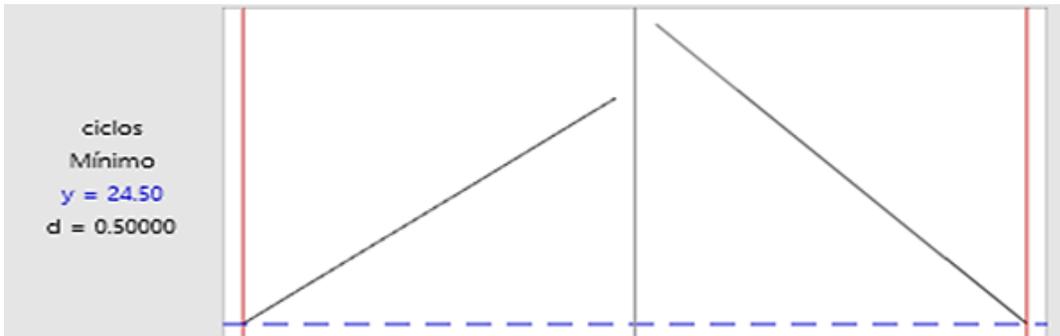


Figura 9.13

Gráfica de efectos principales para ciclos.



En las Figuras 9.12 y 9.13 se observa que la tensión del hilo se debe revisar cada 25 ciclos, y en la Figura 9.14 se observa que existe relación entre las puntadas y la tensión del hilo.

Figura 9.14

Relación puntadas/tensión.

Optima D: 0.5000	Puntadas	Tensión
Alto	8.0	.1250
Act	(7.0)	(.1250)
Bajo	7.0	0.0625

En la Figura 9.14, se observa que las líneas se van a cruzar en un punto y que se debe trabajar con siete puntadas por pulgada con una tensión en el hilo de 125. Además, se analizaron las causas de los problemas; en la fase de mejora, se determinaron nuevas propuestas de mejora que, en la mayoría de los casos de pruebas de procesos básicos, proporciona grandes logros donde se pudo comprobar los resultados de las mejoras necesarias finalizadas.

Fase 5. Controlar

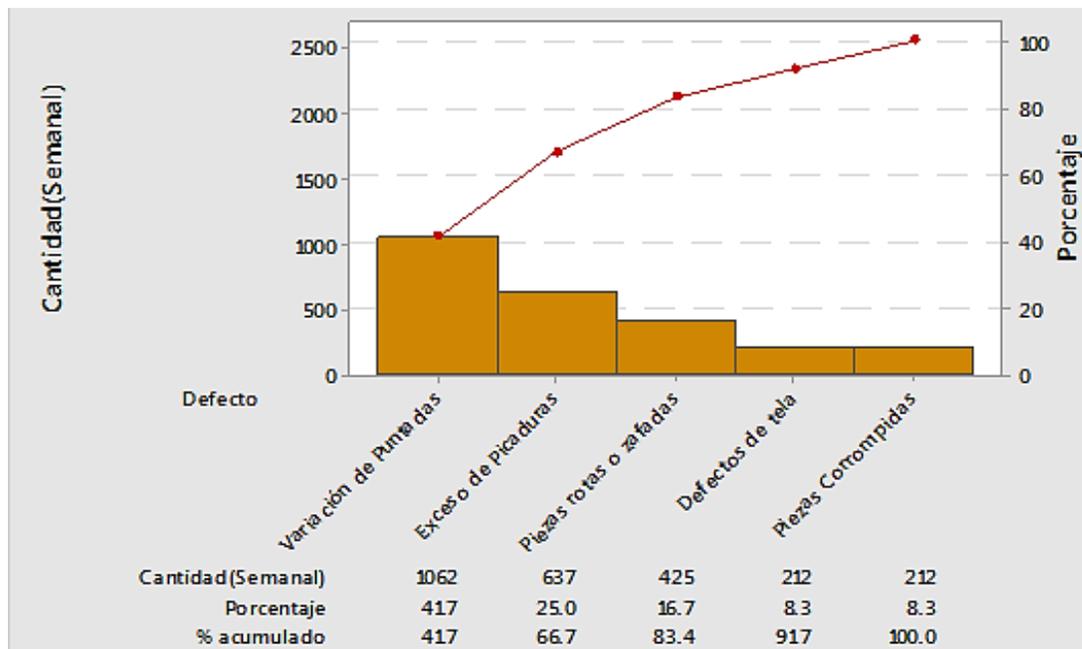
El control y el monitoreo es necesario para mantener y evaluar la efectividad de lo que se ha realizado. La finalidad de esta metodología es buscar la mejora continua, y se verifica por medio de las gráficas de control, con el análisis de las fases, por mencionar algunas. Con el equipo de trabajo directamente involucrado, se realizaron acciones de mejora, como iniciativas para la búsqueda de la disminución de fallas en el proceso, que enfocan la mayor parte de los esfuerzos de trabajo en el factor humano.

Se considera pertinente, en esta fase, la realización de actividades de concientización, ya que si no presenta controles o si no se verifica las alarmas que le refleja la herramienta por cada registro no habría servido la metodología de mejora.

En la figura 9.15, se puede ver claramente las cifras del principio; esta es la representación que marcó al defecto principal, viendo una cantidad semanal de 1 062 piezas dañadas.

Figura 9.15

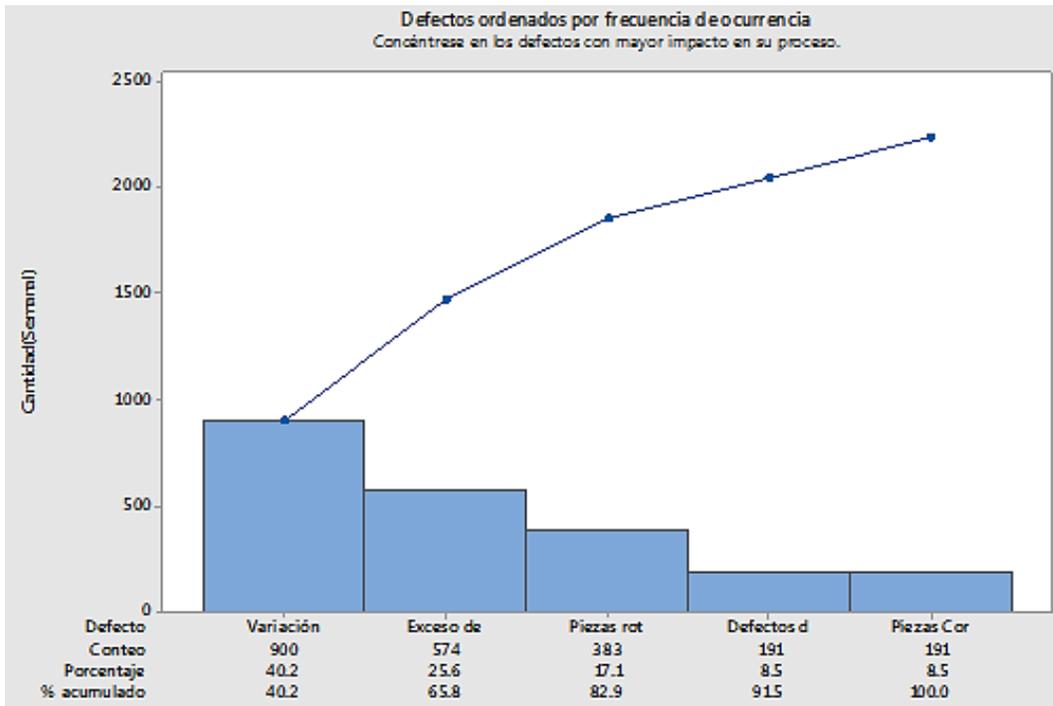
Diagrama de Pareto por defecto.



La Figura 9.16 refleja una importante diferencia después de haber calibrado de manera general la maquinaria a ocupar, la variación de puntadas pudo disminuir 10%, dando un total de 900 piezas.

Figura 9.16

Diagrama de Pareto de defectos, informe de resumen.



Además, utilizar una tabla de registro para llevar un control de la tensión de los hilos y conocer su comportamiento provocaría nuevas formas de controlar o de continuar sólo con la tabla de registros de tensión de hilos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9.6

Registro de tensión de hilos.

#	Fecha	Máquina #	Tensión de hilo actual	Tensión de hilo indicado	Firma de responsable	#	Fecha	Máquina #	Tensión de hilo actual	Tensión de hilo indicado	Firma de responsable
1	17/08/2020	Yamato	1.34	1.35		7	20/08/2020	Over	1.42	1.45	
2	17/08/2020	Yamato	1.32	1.35		8	20/08/2020	Over	1.44	1.45	
3	18/08/2020	Yamato	1.26	1.35		9	21/08/2020	Over	1.43	1.45	
4	18/08/2020	Yamato	1.28	1.35		10	21/08/2020	Over	1.35	1.45	
5	19/08/2020	Yamato	1.25	1.35		11	22/08/2020	Over	1.39	1.45	
6	19/08/2020	Yamato	1.34	1.35		12	22/08/2020	Over	1.41	1.45	

Los datos sombreados con gris oscuro se están tomando como datos estables, mientras que los que los sombreados con gris claro se están tomando como buenos. Este registro se debe realizar en Excel para poder ir actualizando datos.

Discusión

Los factores críticos de la calidad de la información de control de fallas se han determinado mediante las opiniones de los conocedores del tema, así como de la queja del usuario final de la información. Estos factores son que la información debe ser confiable, coherente y oportuna para que sea de utilidad en la toma efectiva de decisiones, y no únicamente en planificación, empleo y recursos asociados a los resultados obtenidos, sino en las acciones correctivas y preventivas sobre el proceso.

Se deben verificar los criterios de calidad de las fallas, lo cual se realiza mayormente desde el proceso, cuando lo ideal sería que el proceso no avanzara hasta que se cumplan los criterios de calidad dentro del establecimiento de la máquina.

Entre los principales obstáculos que se han identificado y que pueden ser temas de investigación para continuar con la implementación

del método DMAIC, están los siguientes: no hay concientización de la importancia de realizar la entrega a tiempo, no hay un compromiso del personal para establecer la mejora continua, hay resistencia a hacer el registro adecuado de todas las actividades realizadas, y hay limitaciones logísticas para realizar seguimientos.

Se han detectado que los registros tienen un comportamiento inusual entre las variables de la marca de pantalón y talla, detectado durante el análisis de los gráficos de dispersión, como consecuencia de errores de registros de las escalas de medición, que no presentan diferencia significativa entre tallas.

El análisis de causa-efecto tiene mayormente agrupada las posibles causas y subcategorías de las fallas que presenta el pantalón, se considera la variación de la puntada como de vital importancia para poder orientar el proceso hacia una mejora continua.

Los errores se comportan como variable normal, lo que permite la directa aplicación de los gráficos de control por atributo, lo que se analizó con las pruebas de hipótesis, por lo que los resultados son visibles en las gráficas de control, las cuales son útiles para la búsqueda de las causas con base en los datos analizados.

Conclusiones

De acuerdo con el objetivo del proyecto, que es adaptar la filosofía de manufactura esbelta a la industria de la confección, como una estrategia para permanecer dentro del mercado globalizado mediante la herramienta DMAIC, se concluye que este tipo de empresas no está preparada para implementar la filosofía de manufactura esbelta debido a que no tiene clara su misión y visión, además de que se sigue administrando como si fuera una empresa familiar sin importar su tamaño, por lo que se sugiere que en las siguientes investigaciones sobre

el presente proyecto se trabaje fuertemente en una cultura empresarial para romper con los paradigmas y generar una nueva filosofía de la empresa, así como empoderar a la gente para que se involucre en una nueva forma de trabajo.

Referencias

- Burguete-Garcia, M. A. A., & Romero y Cejudo, E. D. (2020). La administración estratégica en la calidad de la industria del vestido de Puebla, México. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 87. Recuperado de <https://doi.org/10.21158/01208160.n87.2019.2444>
- Echeverría, A., Gloria, I., Milena, A., & José, A. (2016). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una empresa de confecciones. *Ingeniería Industrial*, XXXVII(1), 24-35.
- Fortuny-Santos, J., Cuatrecasas-Arbós, L., Cuatrecasas-Castellsaques, O., & Olivella-Nadal, J. (2008). Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales. *Universia Business Review*, 20, 28-41.
- González Correa, F. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. *Revista Panorama Administrativo*, 1(2), 85-112.
- Gregorio, J., Posada, A., Eugenia, V., Herrera, B., Jimena, M., & Martínez, R. (2010). Benchmarking sobre manufactura esbelta (lean manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15(28), 141-171.
- Humberto, G. P. (2010). *Calidad total y productividad* (3a.ed.). México: McGraw Hill.

- Milena, K., & Canchila, A. (2015). Diseño de una metodología que relaciona las técnicas de manufactura esbelta con la gestión de la innovación: una investigación en el sector de confecciones de Cartagena (Colombia), Design of a methodology that relates the techniques of lean manufactur. *Universidad & Empresa*, 17(28), 127-145. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1872/187243060007.pdf>
- Navarro Albert, E., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. Isabel (2017). Metodología e implementación de six sigma, methodology and implementation of six sigma. *3C Empresa*, 1(1), 73-80. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial>
- Niebel, B. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseños de trabajo*. México: McGraw Hill.
- Solano, N. C. (2011). Aplicación de un programa seis sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones, Implementation of a program for six sigma quality. *Prospect*, 9(2), 65-74.