

## DMAIC Y MANUFACTURA ESBELTA COMO HERRAMIENTAS PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DEL VESTIDO

---

***Ramón García González***

Profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Industrial del TecNM/Instituto Tecnológico de Tehuacán, Tehuacán Puebla

***Senén Juárez León***

Profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Industrial del TecNM/ Instituto Tecnológico de Tehuacán, Tehuacán Puebla

***Iniria Guevara Ramírez***

Profesora en el área de Ingeniería Industrial del TecNM/Instituto Tecnológico de Tehuacán, Tehuacán Puebla

***Cyntia García Ortega***

Maestra en el área de ingeniera industrial del TecNM/Instituto Tecnológico de Tehuacán, Tehuacán Puebla

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



**Resumen:** El presente estudio es una investigación aplicada que tiene como objetivo el diagnóstico de la industria del vestido en la región de Tehuacán y en base a ello adaptar la filosofía de manufactura esbelta como una estrategia para permanecer competitivo dentro del mercado globalizado apoyado en la herramienta DMAIC, para ello se elaboró un diagnóstico en las empresas maquiladoras aplicando una serie de cuestionarios para determinar las causas que generan la baja productividad del sector maquilero, posteriormente se cuantificó las variables que afectan a la productividad continuando con un análisis e integrar sistemas de mejora y control de los métodos para garantizar la permanencia de este tipo de empresas en un mercado globalizado, los resultados de los cuestionarios arrojaron una situación muy crítica mismo que explica el nivel bajo de competitividad que prevalece dentro de este tipo de empresas y con base a dichos resultados se diseñó un sistema de mejora aplicando herramientas de manufactura esbelta

**Palabras clave:** DMAIC, Industria del vestido, maquiladoras, Manufactura Esbelta

## INTRODUCCIÓN

Tehuacán, considerada por el gobierno local y los empresarios la capital del *Jens*. La maquila surgió en el estado en los sesenta como respuesta económica al encarecimiento de la mano de obra en Japón y Estados Unidos. El programa maquilador mexicano coincidió con el establecimiento de las tarifas arancelarias 806.30 y 807.00 –que después se convirtieron en el sistema armonizado HTS 9802–, por el gobierno estadounidense, las cuales permiten exportar e importar componentes libres de impuestos, excepto del valor agregado realizado fuera del país, cuando los mismos tengan un origen estadounidense, y hayan sido enviados a extranjeros para su ensamble, regresando finalmente a Estados Unidos.

A principios del 2000 los niveles de crecimiento en nuestro país se habían detenido, pero no había tenido un impacto considerable, sin embargo, a principios de marzo del 2001 se inicia un proceso de contracción de la producción. El proceso de desaceleración de la economía norteamericana, se reflejó en el número de importaciones y en el empleo en las maquiladoras mexicanas. Ante este escenario muchos gerentes comenzaron a descansar personal o bien los fueron notificados de que se iba a trabajar menos, otros empezaron con los paros técnicos y junto al paro parcial de la planta productiva, se empezaron a generalizar los recortes al salario y prestaciones (Juárez, 2004). Esta situación se agudizó aún más a partir de que el capital de empresas estadounidenses emigró hacia el sureste del país y Centroamérica, en busca de mejores costos y mano de obra más barata. Las empresas que se mantuvieron redujeron su capacidad de producción.

En una nota publicada en el diario Mundo de Tehuacán en el 2001 el presidente de la CANAIVEST José Méndez señaló que 25 maquiladoras aproximadamente desaparecieron en los municipios de Tehuacán y Ajalpan, originando con ello que más de mil trabajadores se quedaran sin empleo.

Los datos del INEGI aportan que, al cierre del año 2003, había sólo 22 mil 430 empleos remunerados, en la industria maquiladora de exportación textil y del vestido en Puebla. El año 2005 tampoco fue la excepción, con el cierre de las cinco plantas en Tehuacán del grupo Tarrant Apparel Group, vinculadas a Kamel Nacif Borge, que tuvo como efecto inmediato el despido de más cinco mil personas; un número similar hubo en Teziutlán y San Martín Texmelucan, lo que refleja los síntomas de una industria en declive.

Para finales del 2005 se aseguró que el 80 por ciento de las plantas maquiladoras en el estado desaparecieron y aun cuando no hay números

reales de cuántas permanecen en operación, muchas permanecen en la clandestinidad, porque no pagan impuestos, seguro social, ni prestaciones a sus trabajadores, por lo que un 20 por ciento restante hace esfuerzos por sobrevivir y no quebrar antes de la mitad de año. A principios del 2008 se señala que durante los primeros 70 días se han perdido 3 mil empleos de industrias maquiladoras de Tehuacán, las bajas corresponden a 10 empresas grandes y sólo mantienen la afiliación de 54 mil trabajadores cotizando en el IMSS. El subdelegado de esta dependencia menciona que la actividad industrial decreció en los primeros meses de este año, señalo además que el registro patronal que se tienen ante el IMSS es de 3 mil 100 patrones, lo que significa también que existen aún muchas empresas que no están dadas de alta, lo que representa que hay trabajadores que no cuentan con seguridad social. (Pérez, 2006)

En base a lo antes expuesto es importante que el sector maquilero busque una estrategia para rescatar a la industria del vestido de la región de Tehuacán para permanecer en el mercado global y una de las herramientas es la aplicación de DMAIC como parte de la filosofía Lean que es algo que no tiene un inicio y un final, es algo que debe tratarse como una transformación cultural y filosófica, si se pretende que los efectos sean duraderos y sostenibles, es un conjunto de técnicas centradas en el valor agregado de los procesos y en las personas.

Las técnicas de gestión Lean ha sido relacionada con los conceptos de excelencia en fabricación o empresa de clase mundial. El conocimiento de los objetivos que implican estos conceptos es muy conveniente de cara a iniciarse en las nuevas técnicas, clave para la competitividad de las empresas. Desde el punto de vista de excelencia las empresas que desean competir con éxito en el mercado actual deben plantearse los siguientes objetivos:

Diseñar para fabricar, reducir los tiempos de preparación de máquinas para incrementar la flexibilidad y disminuir los plazos de ejecución, lograr una distribución de la planta que asegure un bajo inventario, minimice recorridos y facilite el control directo por visibilidad, usar la tecnología para disminuir la variabilidad del proceso, conseguir que sea fácil fabricar el producto sin errores, organizar el lugar de trabajo para eliminar tiempos de búsquedas, formar a los trabajadores para facilitar la motivación, polivalencia y multidisciplinaria, garantizar que el personal de línea sea el primero en intentar solucionar los problemas, conservar y mejorar el equipo existente antes de pensar en nuevos equipos, usar intensivamente el mantenimiento preventivo implicando a todos los empleados, incrementar la frecuencia de entregas de los productos, conseguir que la detección de fallos se realice en la fuente creando mecanismos sencillos que detecten inmediatamente los problemas, garantizar que todas las personas estén regularmente informadas sobre las necesidades de los clientes, su grado de satisfacción y de los métodos a utilizar para su satisfacción.

Las técnicas de Lean Manufacturing constituyen la hoja de ruta idónea para conseguir convertir una empresa en competitiva y de excelencia dentro del mercado actual

## **METODÓLOGA**

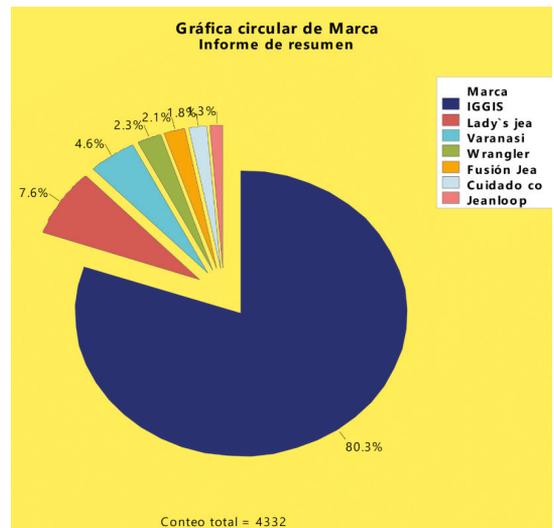
DMAIC es una herramienta sistemática enfocada en la mejora de la productividad de los procesos. Con esta metodología se busca mejorar procesos, además se trata de un proceso que se puede repetir de forma constante para estar continuamente evolucionando y mejorándolo. El nombre es un acrónimo en inglés de los pasos de la metodología: definir, medir, analizar, mejorar y controlar que fue desarrollada por

el ingeniero de Motorola Bill Smith en 1984. Se trata de una herramienta de solución de problemas sobre procesos ya creados y forma parte del sistema de gestión six sigma. El software que se utilizó para la captura de la información es minitab. En los párrafos posteriores se describe cada una de las fases de esta metodología. Dentro de este análisis DMAIC, 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.

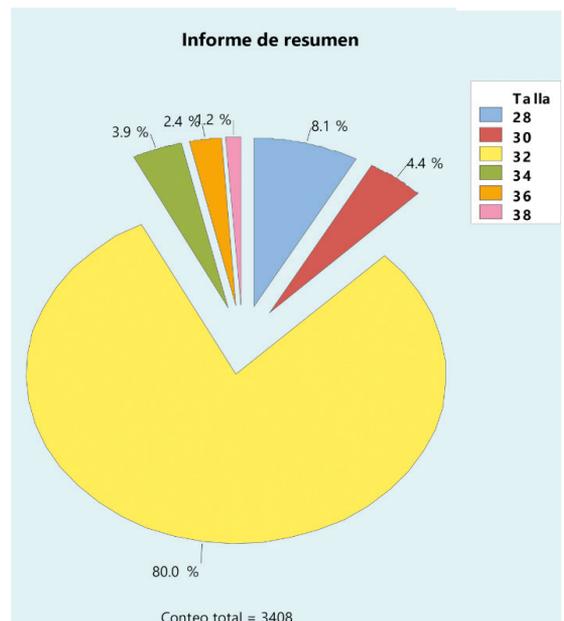
### FASE 1 DEFINIR

En primer lugar, se debe definir cuál es el problema que se pretende resolver. Esto es algo básico porque sin ello no se puede pasar al segundo paso en el cuál se establecen las métricas que se deben seguir para comprobar la evolución del problema. La definición del mismo es fundamental para establecer los KPIs que nos permitan tener un mejor conocimiento de la situación. El método utilizado fue el deductivo, es decir ir de lo general a lo particular para poder implementar un sistema de mejora que tenga todo el sustento teórico para lo cual se puede apoyar con un diagrama de Pareto de 3 niveles o un diagrama de pastel, en el caso de la presente investigación se realizó un análisis sobre las marcas que maquilan las empresas involucradas que es el Jeans vaquero normal obteniendo los resultados que se muestran en la imagen número 1. En el cual se observa que la marca de Jeans que más producen es el de la marca IGGIS el cual representa el 80.3 % del total de producción, en base a este resultado se desarrolló el segundo diagrama para identificar dentro de esta marca cuales son los defectos más relevantes

En la imagen número 2 se muestran los resultados de los defectos de las tallas de la marca IGGIS. De acuerdo a la metodología que se va siguiendo lo primero que se realizó fue identificar que marca es la que más se produce para centrarse primeramente en dicho producto y después centrarnos en la talla que más defectos tienen encontrando que la talla 32 en la que se producen



Marcas de Jeans que se ensamblan  
Gráfica circular de Talla Imagen número 1



defectos en las tallas de la marca IGGIS  
imagen número 2

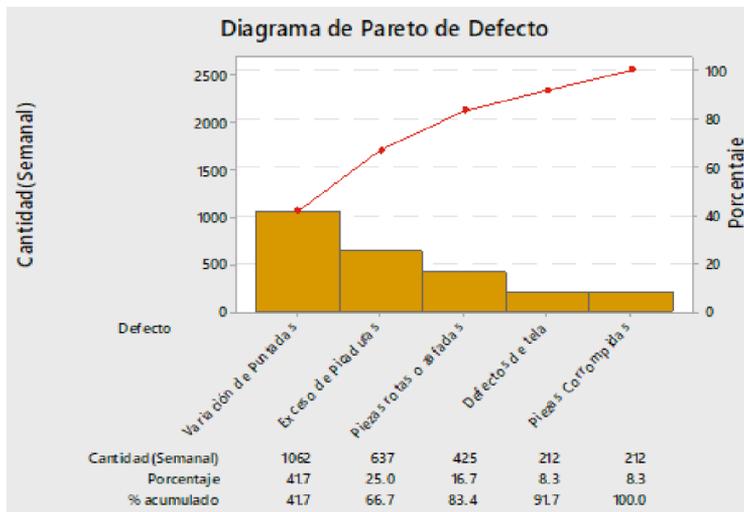


Imagen número 3



imagen número 4

Una vez identificado que talla es la que más se produce se procedió a identificar los defectos en las tallas obteniendo que el defecto que más se presenta es la variación de las puntadas, mismas que se representa en la imagen número 3 y en la imagen número cuatro se muestra el comportamiento de dicha variación. En la gráfica de series de tiempo se observa que las puntadas por pulgada se encuentran entre 8.5 a 9.62 puntadas/plg.

De acuerdo a la metodología DMAIC lo primero que se debe definir es el objetivo SMART de las puntadas por pulgada que debe ser el 70 % de la brecha del valor máximo y la media según sea la característica que se esté controlando, posteriormente se deben atender los problemas que se presentan en las tallas y

finalmente las marcas es decir se utiliza un método inductivo.

### FASE 2 MEDIR

una vez que se estableció una métrica a seguir que nos ayuden a conocer la situación en la que se encuentra el problema que se pretende resolver, se debe medir estas variables y establecer un seguimiento que permita más adelante poder analizar la situación. El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar, para ello lo primero que se debe hacer es verificar que los equipos de medición que intervienen en el proceso estén calibrados para ello se apoya en la técnica estudio tipo 1. El cual se utiliza para evaluar la capacidad de un

proceso de medición. Este estudio evalúa los efectos combinados de sesgo y repetitividad basándose en múltiples mediciones de la misma parte. Un estudio de tipo I del sistema de medición se debería realizar antes de otros estudios sobre repetitividad y reproductividad, que determinan cuanto de la variación del proceso observada se debe a la variación del sistema de medición. En el caso de estudio involucraron 3 operarios con 2 réplicas de medición cada uno obteniendo los resultados que se muestran en la imagen número 5 y 6

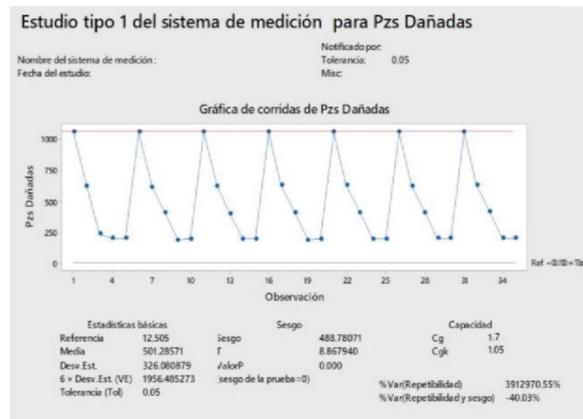


Imagen 5

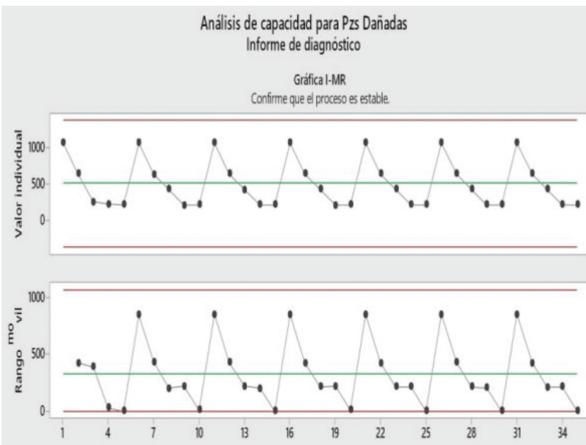


imagen 6

En las imágenes 5 y 6 se observa que existe mucha variabilidad entre los operarios y el equipo de medición por lo que se recomienda primero ajustar los equipos de medición y capacitar al personal

Una vez que los equipos de medición y el

personal está capacitado se procede a elaborar un estudio R&R de la variable que se está analizando.

Siguiendo el caso de estudio los resultados obtenidos son los que muestran en la imagen número 7 y 8

### FASE 3 ANALIZAR

Con los datos que se recolectaron en la fase 2 se realiza un análisis de los mismos, para tratar de averiguar las razones por las que algo está fallando el sistema, así como identificar las áreas de oportunidad de mejora.

El defecto más importante es la variación de las puntas por pulgada para poder detectar el origen de este problema se elaboró un diagrama causa efecto, encontrando los resultados que se muestran en la imagen número 9

Otra de las herramientas utilizadas en esta fase fue la prueba de 2 t, debido a que no se conoce la variabilidad de la variable, encontrando que en la muestra 6 y 8 se encontraron datos atípicos por lo que se debe revisar el proceso para determinar que paso. Ver imagen número 10 y 11. Las variables utilizadas fue maquina vs puntadas dañadas. En conclusión, se puede decir que la maquina no tiene ningún efecto sobre las puntadas dañadas por lo que se debe centrar los esfuerzos en la aguja, además en base a los resultados que se presentan en la imagen número 10 se sugiere que los tamaños de muestra sean mayores a 15 para que la variación entre las muestras sea menor debido que es un proceso muy repetitivo

# Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Pzs Dañadas

Nombre del sistema de medición :  
Fecha del estudio:

Notificado por:  
Tolerancia:  
Misc:

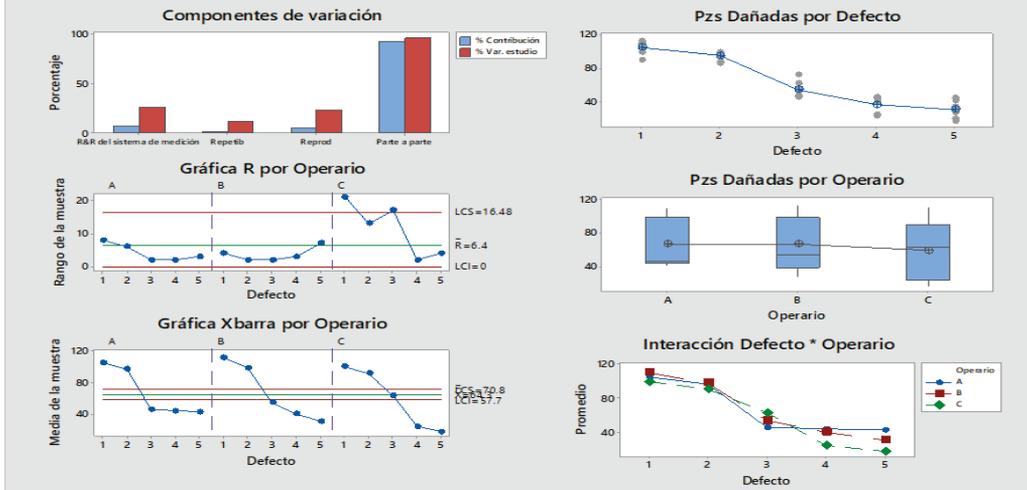


Imagen número 7

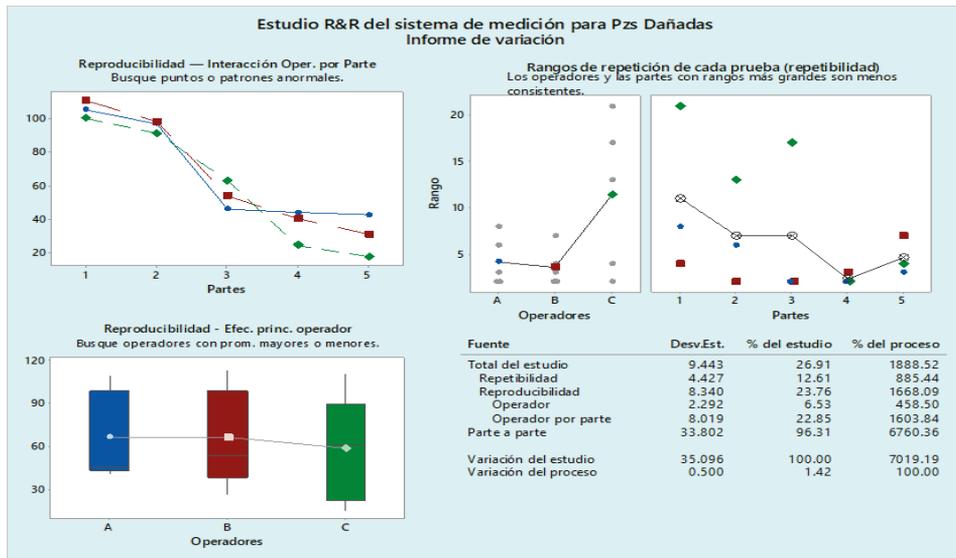


Imagen número 8

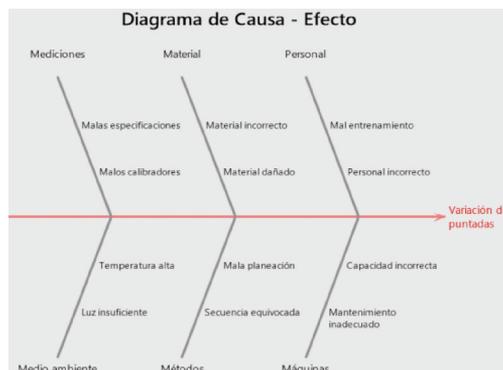


Imagen número 9

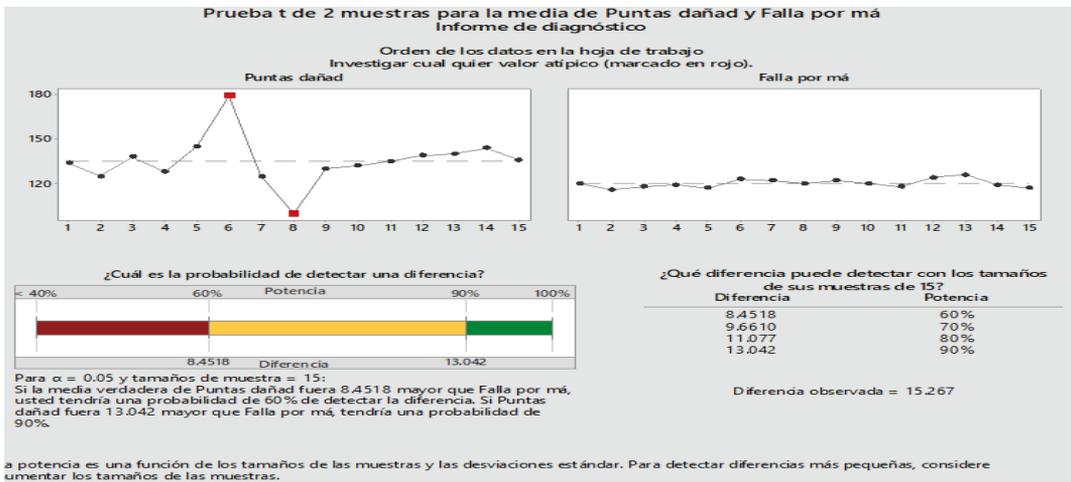


Imagen número 10

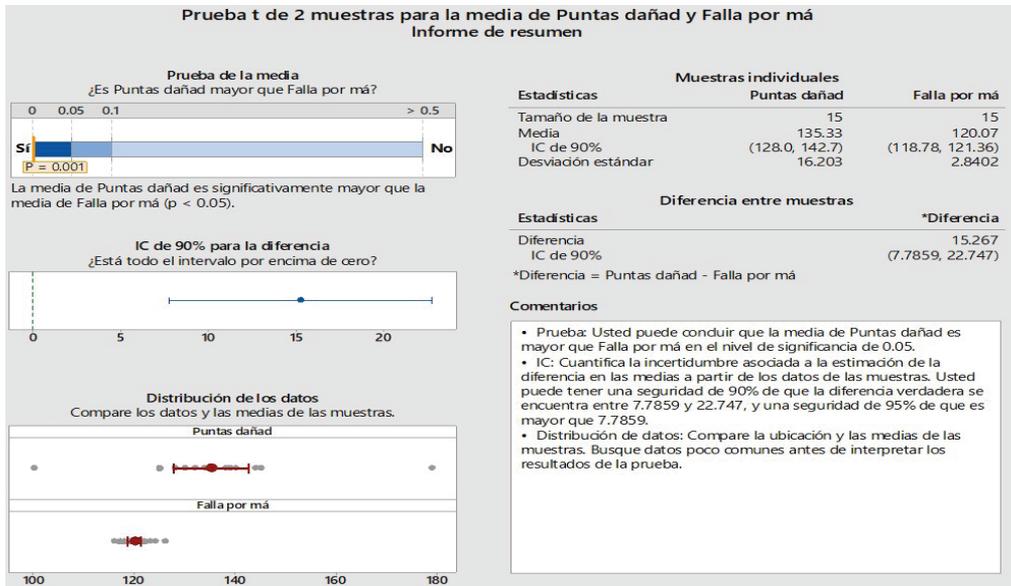


Imagen numero 11

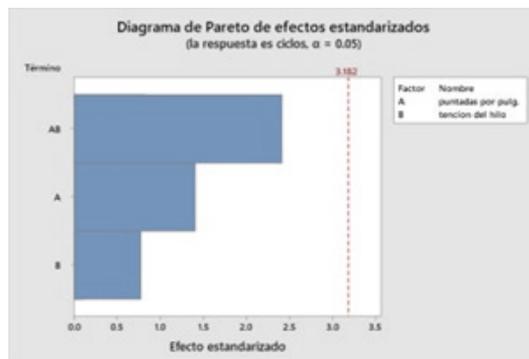


Imagen numero 12

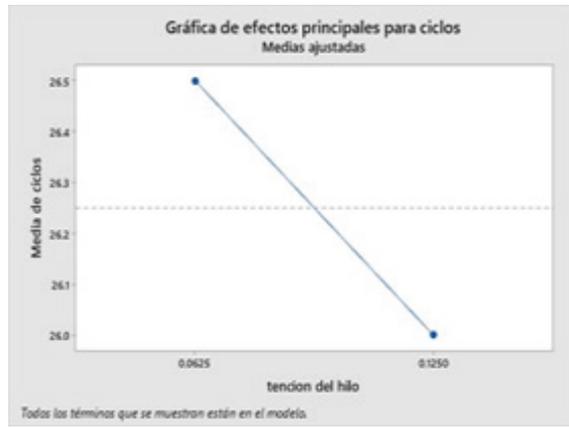


Imagen numero 13

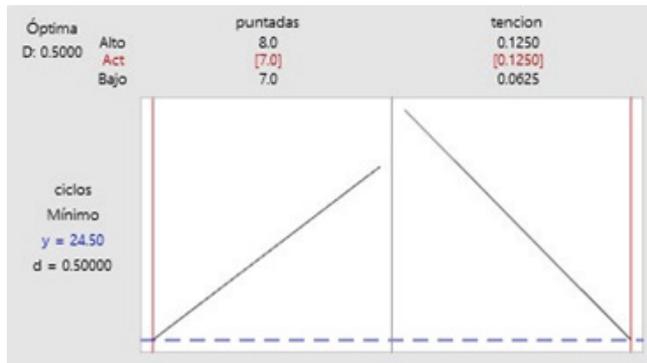


Imagen numero 14

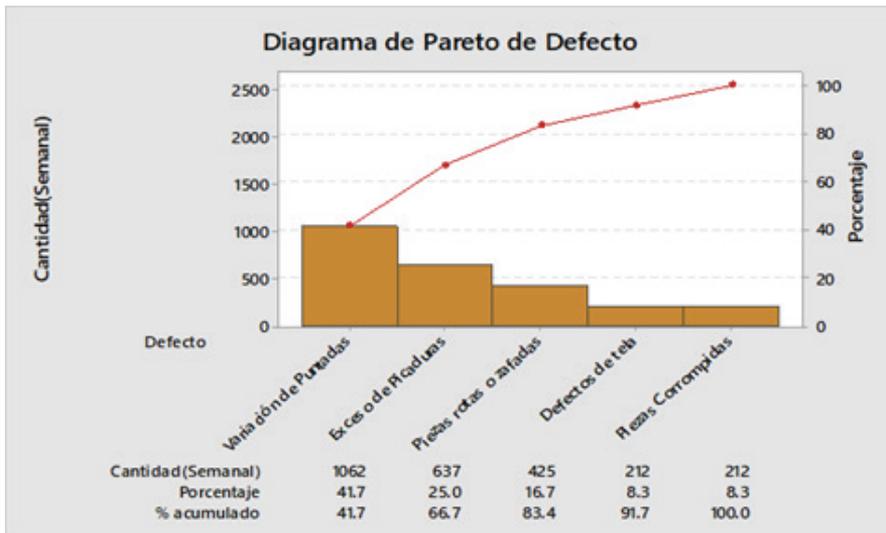


Imagen numero 15

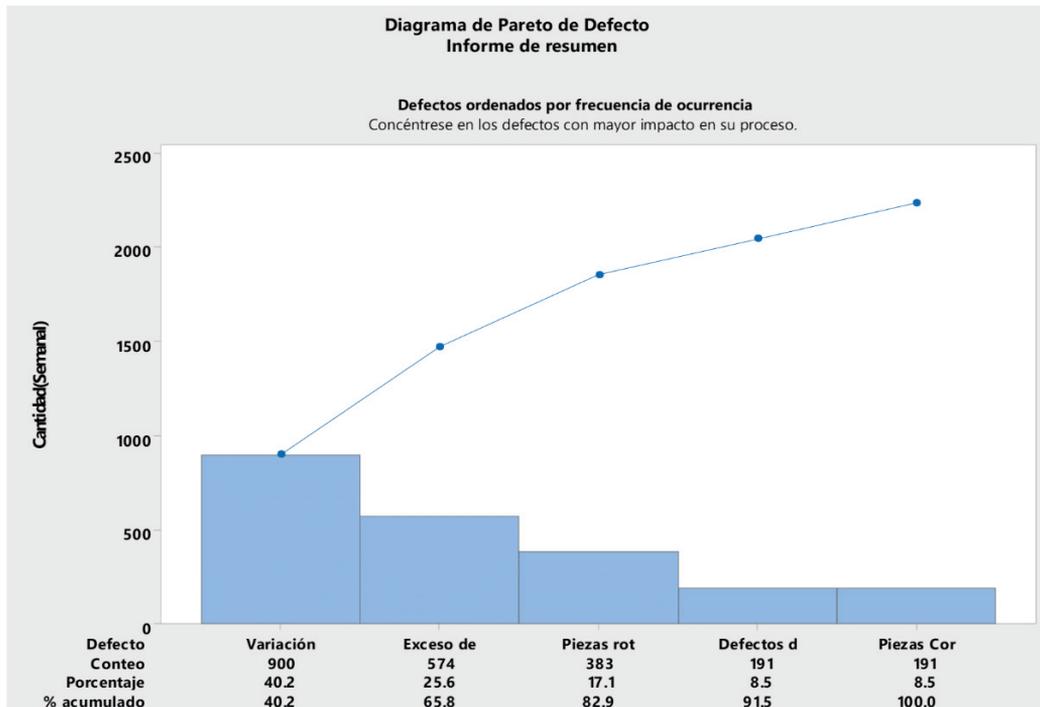


Imagen numero 16

## 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.

Para reducir el efecto que tiene la variación del hilo en el proceso se debe centrar los esfuerzos en la tensión del hilo en el cual debe ser 3.182 unidades ver imagen 12 13 y 14

## FASE 5 CONTROLAR

Tras llevar a cabo estas acciones, se debe implementar un control sobre las mismas que aseguren que se implementan correctamente y que los objetivos que se marcaron efectivamente se cumplen. Y que el proceso se mantendrá en su nuevo rumbo. Los resultados obtenidos después de implementar un sistema de mejora son los que muestran en la imagen número 15 y 16

## CONCLUSIONES

Entre los factores críticos de la calidad de la información de control de fallas, se han determinado a través de las opiniones de los conocedores del tema, así como de la queja del usuario final de la información, los siguiente: La información debe ser confiable, debe ser coherente y debe ser entregada de forma oportuna, para que sea de utilidad para la toma efectiva de decisiones, no solo de planificación y de empleo y recursos asociados a los resultados obtenidos, si no las acciones correctivas y preventivas sobre el proceso y se debe verificar los criterios de calidad de las fallas, lo cual, se realiza desde el proceso, cuando lo ideal sería que el proceso no avanzara si no se cumplen los criterios de calidad dentro del establecimiento de la máquina.

Entre los principales obstáculos que se han identificado para el éxito del proyecto, están los siguientes: no hay concientización de la importancia de realizar la entrega a tiempo,

no hay un compromiso del personal de los establecimientos con la mejora continua, hay resistencia a realizar el registro adecuado de todas las actividades realizadas, y 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, los mismos 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 vital importancia para poder orientar el proceso hacia una mejora continua. Y la variable número de errores por registro se comporta como variable normal, lo que nos 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 de las gráficas de control son útiles para la búsqueda de las causas en base a los datos analizados.

## REFERENCIAS

- Aguilar, R. (2009). *Manufactura Lean*. Obtenido de ICICM: [www.icicm.com/files/Manufactura\\_Lean2.doc](http://www.icicm.com/files/Manufactura_Lean2.doc)
- Alberto, v. (2007). *Manual Manufacturing*. Obtenido de <http://nilssonvilla.files.wordpress.com/2011/04/manual-lean-manufacturing.pdf>
- Avila Cabrera, A. (2000). El empleo de herramientas estadísticas en el control del proceso. San Nicolas de los Garza, Nuevo Leon, Mexico.
- Cardona Betancurth, J. (2013). *Modelo para implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales*. manizalez Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Luca, D. (2009). *Sildshare*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/gonzalopablosantiago/historia-de-la-manufactura-esbelta>
- margaret, R. (2009). *Produccion Flexible*. Obtenido de <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/produccion-flexible>
- Mejia C., C. A. (s.f.). Indicadores de efectividad y eficacia. *Documentos Planning*, págs. 1-3.
- Moreno Moraleda, C. (2013). *Implementación de un sistema de flujo*. Madrid: Universidad Carlos III Madrid.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad. En M. Rajadell, & J. L. Sánchez, *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad* (pág. 12). Madrid: Díaz de Santos.
- Santiago, G. (2012). *SILDSHARE*. Obtenido de <http://www.slideshare.net/gonzalopablosantiago/historia-de-la-manufactura-esbelta>
- (2008). *Secretaria de Economía*.