

DMAIC como herramienta para implementar un sistema de mejora para incrementar la productividad en la industria del sombrero

DMAIC as a tool to implement an improvement system to increase productivity in the hat industry

García González, Ramón; Paredes Castañeda, José Antonio; Bayona Ibáñez, Eduar

Ramón García González

rgarcia_go@hotmail.com

Instituto Tecnológico de Tehuacán, México

José Antonio Paredes Castañeda

woldy_26@hotmail.com

Instituto Tecnológico de Tehuacán, México

Eduar Bayona Ibáñez

ebayonai@ufpso.edu.co

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña,
Colombia

Revista Ingenio

Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

ISSN: 2011-642X

ISSN-e: 2389-864X

Periodicidad: Anual

vol. 20, núm. 1, 2023

revistaingenio@ufpso.edu.co

Recepción: 23 Mayo 2022

Aprobación: 25 Octubre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/814/8144147004/>

DOI: <https://doi.org/10.22463/2011642X.3371>

Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial 4.0 Internacional.

Resumen: El presente estudio es una investigación aplicada que tiene como objetivo el diagnóstico de la industria maquiladora del sombrero en la región de Tehuacán, Puebla, México y con base a ello adaptar la filosofía de Manufactura esbelta como una estrategia para permanecer 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 de este sector, posteriormente se cuantificó las variables que afectan a la productividad continuando 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, los resultados de los cuestionarios arrojaron una situación muy crítica que explica el nivel bajo de competitividad que prevalece dentro de este tipo de empresas y con base a dichos resultados de diseño un sistema de mejora.

Palabras clave: DMAIC, Industria del vestido, Maquiladoras, Manufactura Esbelta.

Abstract: This study is an applied research that aims to diagnose the hat maquiladora industry in the region of Tehuacán, Puebla, Mexico and, based on this, adapt the Lean Manufacturing philosophy as a strategy to remain within the globalized market supported by the DMAIC tool. To this end, a diagnosis was made in the maquiladora companies applying a series of questionnaires to determine the causes that generate the low productivity of this sector. Subsequently, the variables that affect productivity were quantified, followed by an analysis and integration of systems for improvement and control of methods to guarantee the permanence of this type of company in a globalized market. The results of the questionnaires showed a very critical situation that explains the low level of competitiveness that prevails within this type of company and, based on these design results, an improvement system was designed.

Keywords: DMAIC, Garment Industry, Maquiladoras, Lean Manufacturing.

1. INTRODUCCIÓN

Por mucho tiempo la industria maquiladora del sombrero en Tehuacán ha sido administrado en general como empresas familiares sin importar el tamaño o tipo de producto que procesen, además no tienen claro la misión, visión y objetivos de la empresa lo que genera que no tengan claro que técnicas, sistemas herramientas o filosofías que existen en el mercado puedan adaptar. Estados como Puebla, Veracruz, Campeche, Guerrero y Oaxaca, son estados que resaltan por su mayor aportación general en el tejido de sombrero artesanal, derivados de la palma, planta que provee la materia prima para tejer el sombrero. Tehuacán, Puebla se coloca en el mapa del sombrero, debido a su ubicación estratégica, que tiene contacto con comunidades donde se dedican a tejer sombreros, proveedores de las materias primas (campana) se encuentran en los alrededores, como son la Mixteca poblana y Oaxaca. Además, que este tipo de industria es una de las más importantes dentro del estado de Puebla ya que genera miles de productos que son distribuidos por todo el país, productos que día a día exigen una mayor calidad.

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. [1]

Las empresas buscan siempre tener un posicionamiento estratégico dentro del mercado global. Esto se puede lograr mediante la implementación de Manufactura Esbelta. Para una empresa es fundamental comprender y conocer las herramientas y técnicas desarrolladas que se conocen en conjunto como manufactura esbelta [2]. La búsqueda principal de esta filosofía es la eliminación de desperdicios. Sin embargo, este no es el único objetivo, por lo que es necesario informarnos en qué otros aspectos nos pueden beneficiar el pensamiento Lean.

El propósito del presente trabajo es la implementación de un sistema integrado de manufactura en los procesos productivos en la industria maquiladora del sombrero de la región de Tehuacán. En base al problema de investigación y los objetivos propuestos, el enfoque es cualitativo de tipo correlaciones causales. Es un estudio de alcance explicativo porque se centra en estudiar la relación de la implementación del sistema integrado de manufactura en los procesos productivos, y a partir de ellos fortalecer las estrategias empresariales.

En la investigación se emplearon métodos teóricos y prácticos para elaborar instrumentos que permitieran recopilar toda la información oportuna, [3] 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

Concluyendo este estudio, que, para lograr la efectividad del sistema integrado de manufactura, es necesario fortalecer el control interno administrativo e implementar el plan de propuesta de estrategia, basado en las estrategias de funciones y estrategias corporativas, que garantizará la documentación de toda la información que se genera en los procesos productivos, asistiendo a la alta gerencia para tener más detalle de toda la información que le permitirá la toma de decisiones. [4]

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 [5]. 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 [6]. El presente proyecto se basa en la aplicación DMAIC apoyado principalmente el diagrama de Pareto de 3 niveles.

A lo largo del desarrollo de este proyecto se observan las características de esta herramienta, su proceso de aplicación y los resultados obtenidos. Desde el punto de vista de Filizzola [7] Six Sigma y Manufactura Esbelta son enfoques de mejora de la calidad y productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios. [8] Pero en la actualidad investigadores y expertos en el tema han encontrado hallazgos que evidencian dificultades en la implementación de este tipo de enfoques en pequeñas y medianas empresas.

Según Chávez, [9] La adopción adecuada del sistema de producción Lean permite mejorar el desempeño operativo incrementando la productividad. Esta adopción implica un cambio en la cultura organizacional que requiere de un sistema socio técnico apropiado para lograrlo. La literatura indica que la adopción integral de las practicas del sistema de producción Lean es preferible a una adopción parcial de las mismas. Debido a una falta de consenso en la literatura sobre este tema, y para comprender mejor su técnica.

Citando a Chavarría [10] Las compañías presentan tiempos perdidos en la línea de producción por la falta de controles y estándares que faciliten la labor y garanticen la calidad de los productos y los procesos. Por lo que sugiere diseñar e implementar un plan de acción de mejora continua mediante las herramientas de la Manufactura Esbelta, que incluye 5'S y Control Visual, diseñar e implementar el plan de acción y la documentación requerida, y finalmente la medir la efectividad.

Como dice Piñero [11] una de las herramientas muy poderosas que se pueden utilizar para la mejora continua de la calidad y productividad en los puestos de trabajo es la implementación de la metodología 5S.

Como lo hace notar García [12] la implementación de DMAIC para reducir el desperdicio generado en el proceso de producción, compara la cantidad de defectos antes y después del mismo con la tasa de desperdicio generado en el áreas de producción Los resultados demuestran que derivado de la aplicación de la Metodología DMAIC asociada a Seis Sigma, se logró que los trabajadores obtengan habilidades individuales que mejoraron su actividad además Se mejoró la comunicación organizacional y social al dotar al trabajador de herramientas para mejorar la detección de los errores inadvertidos con un método de trabajo estandarizado.

2. METODOLOGÍA

DMAIC es una herramienta sistemática enfocada en la mejora de la productividad de los procesos. Con esta metodología se busca mejorar los métodos de producción, 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 [13]. 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 [14]. 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 [15], Análisis de Serie de Tiempo [16], Diagrama de pastel, Estudio de Tipo I, Estudio R&R (ANOVA) [17], Diagrama de causa – efecto [18], 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 indicadores de calidad o indicadores clave de negocio (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 sombrero normal obteniendo los resultados se muestran en la figura 1. En el cual se observa que la marca de sombrero 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.

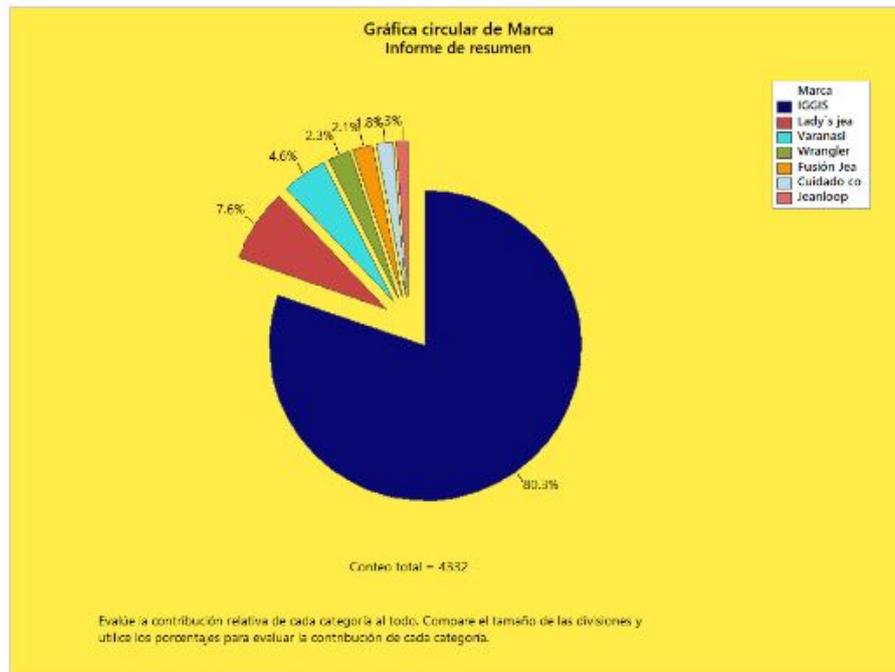


FIGURA 1.
Marca de productos.

En la figura 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 es la que se producen.

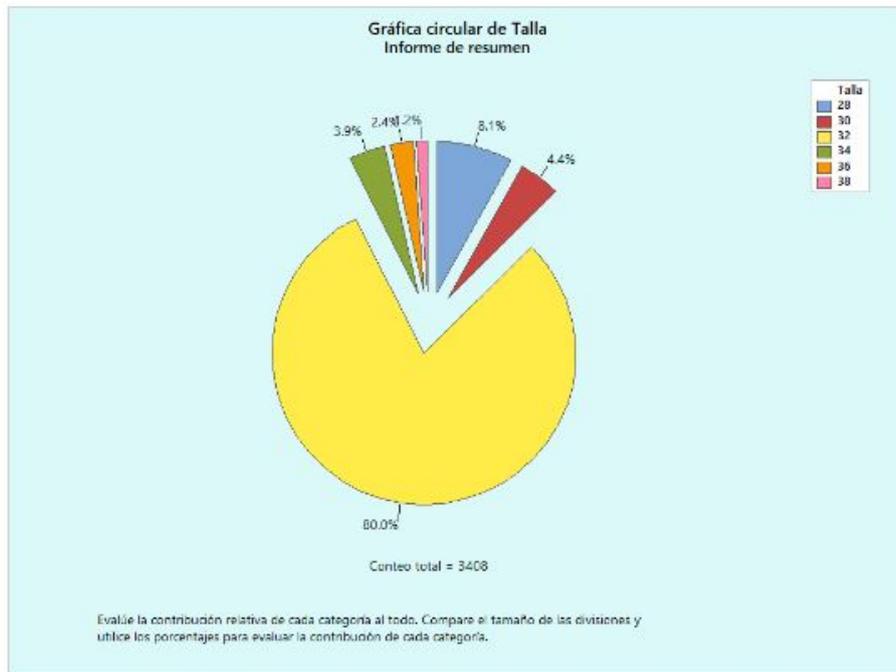


FIGURA 2.
Tallas de producción.

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 puntas, mismas que se representa en la figura 3.

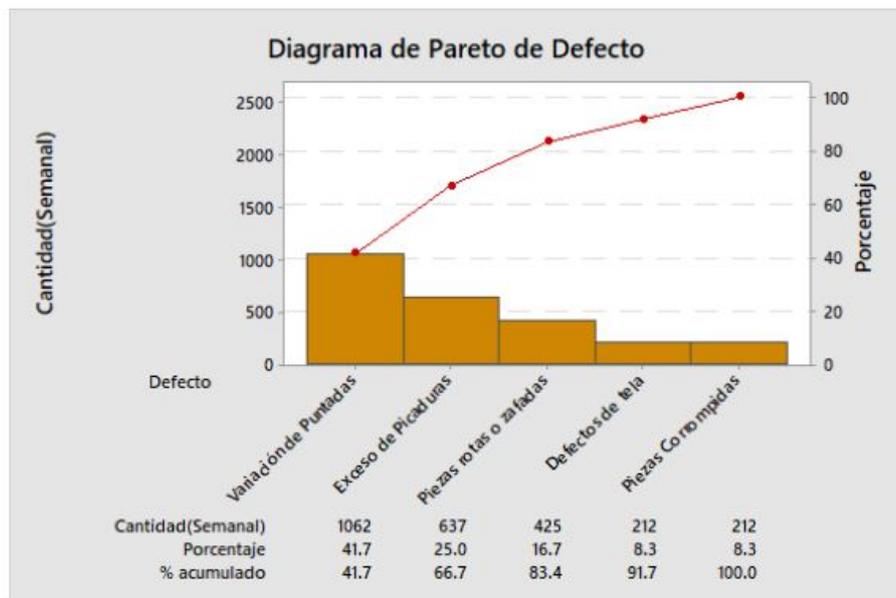


FIGURA 3.
Defectos.

En la figura 4 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.

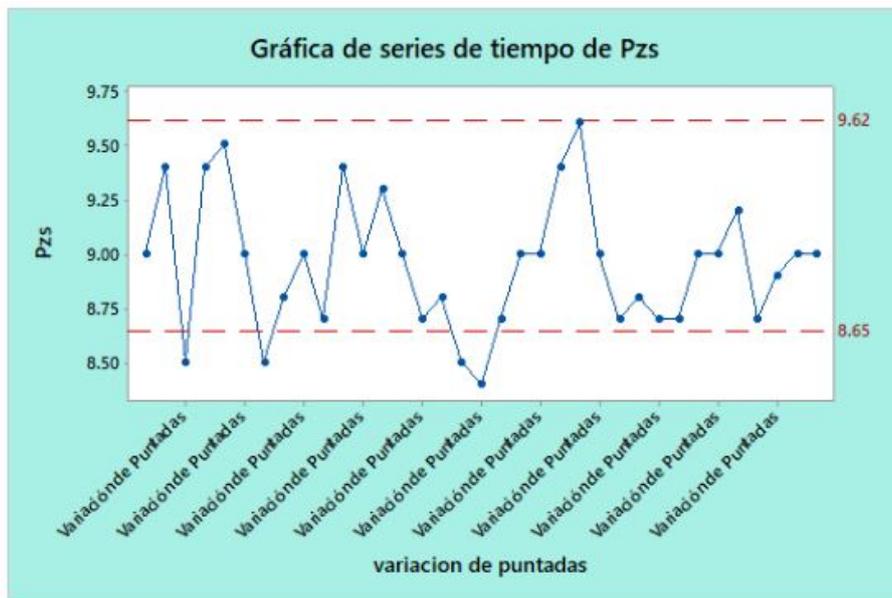


FIGURA 4.
Compartimiento de defecto.

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 [19]. 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 se involucraron 3 operarios con 2 réplicas de medición cada uno obteniendo los resultados que se muestran en la figura 5 y 6.

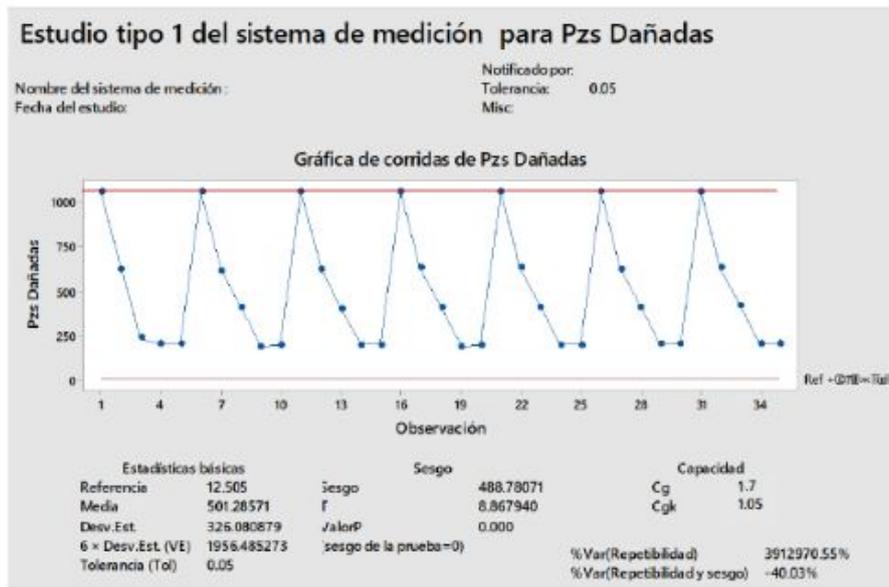


FIGURA 5. Estudio tipo 1.

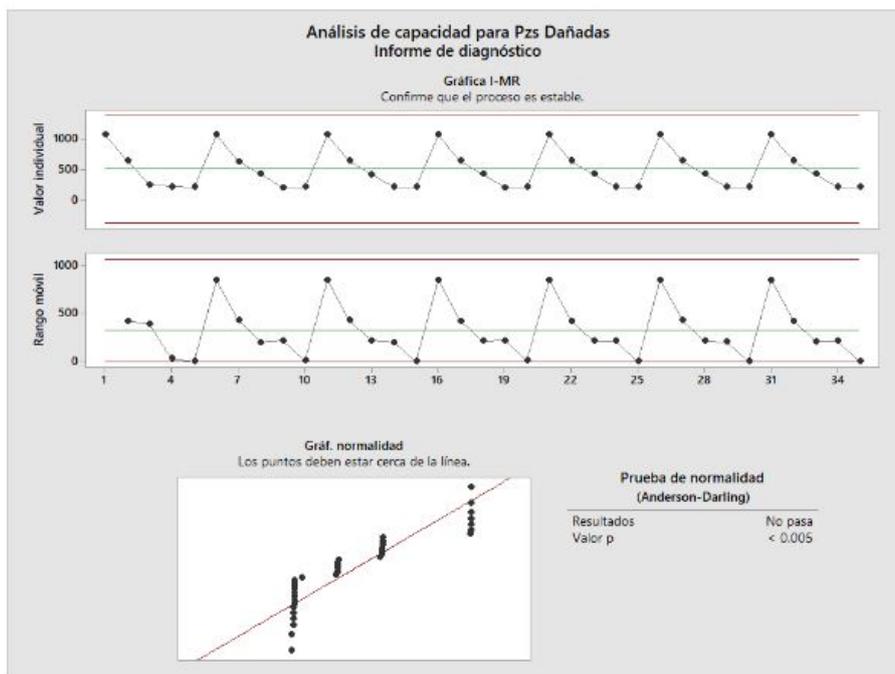


FIGURA 6. Análisis de capacidad.

En las figuras 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 apoyado en internet de las cosas [20] de la variable que se está analizando. Siguiendo el caso de estudio los resultados obtenidos son los que muestran en la figura 7 y 8.

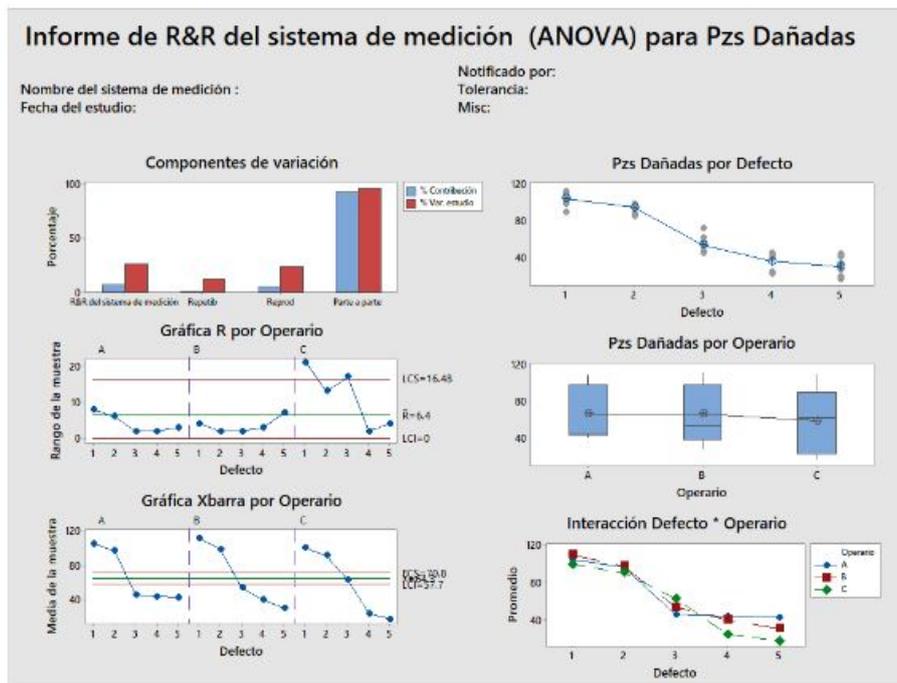


FIGURA 7. Estudio R&R.

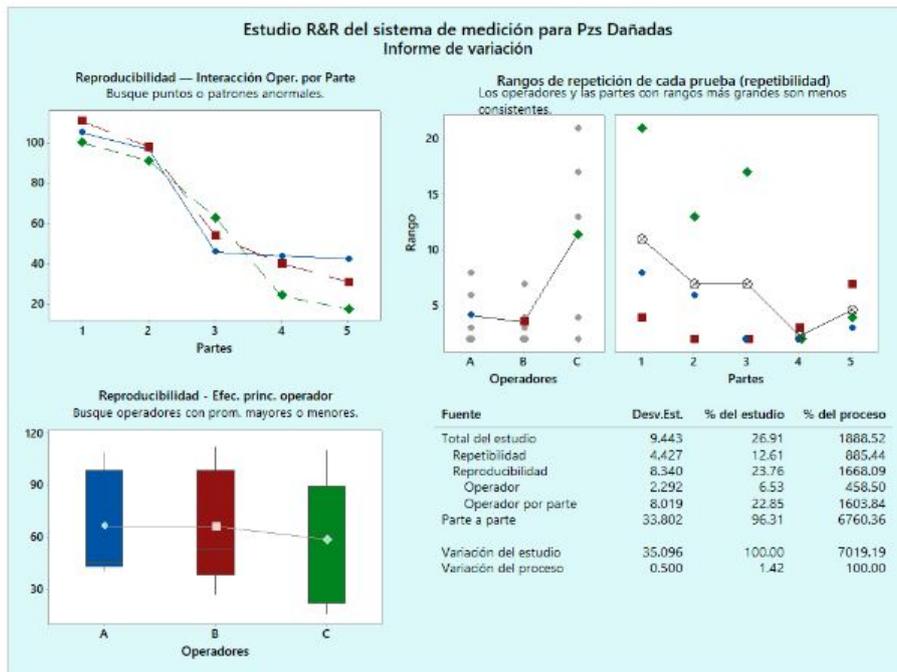


FIGURA 8. Resumen estudio R&R.

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 figura 9.

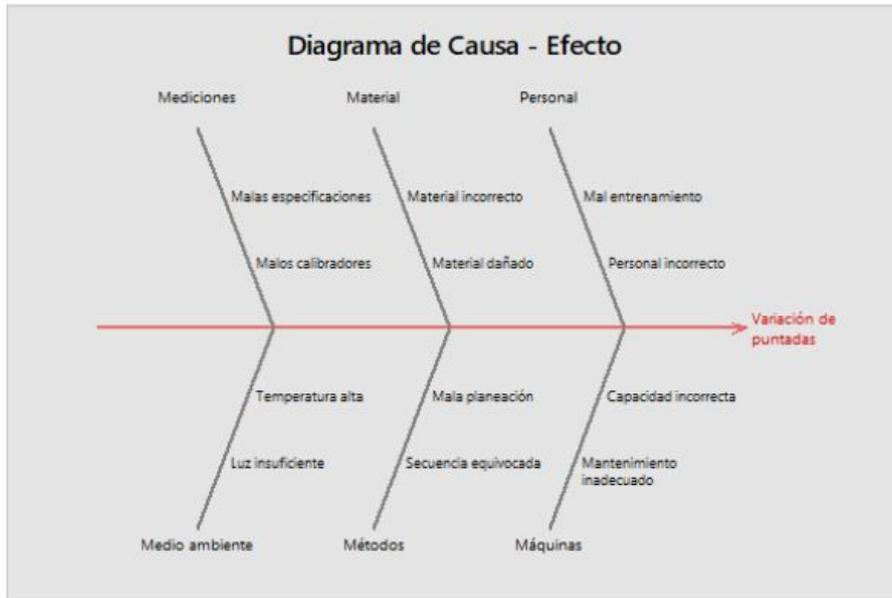


FIGURA 9.
Diagrama causa efecto.

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 sucedió (Ver figura 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 figura 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.

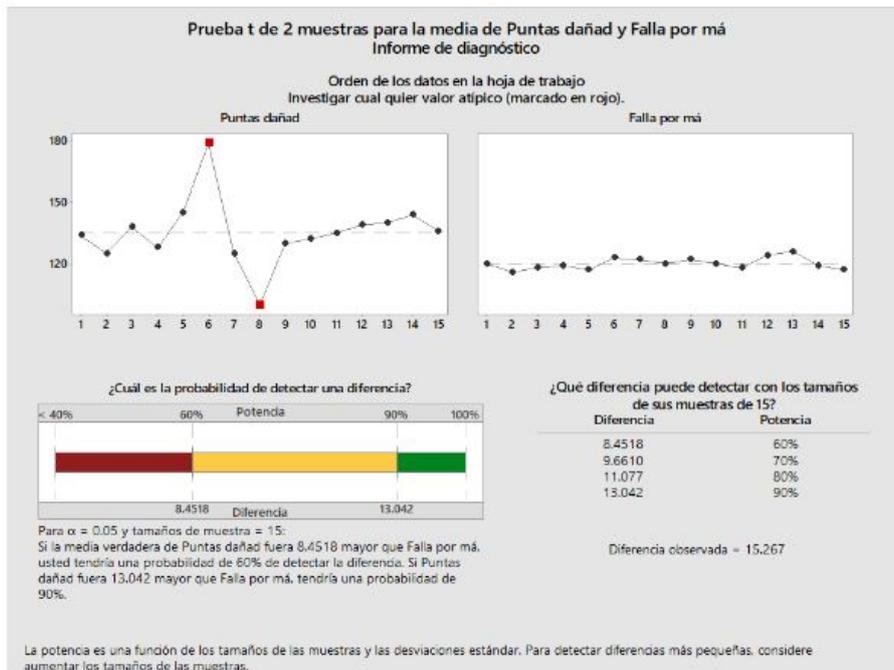


FIGURA 10.
Prueba "t".

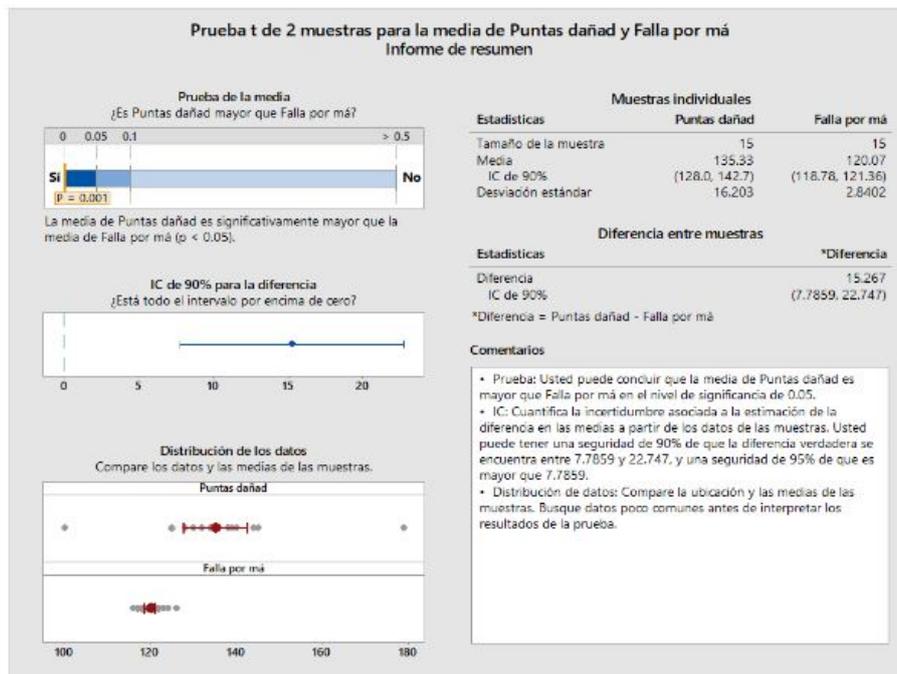


FIGURA 11.
Resumen prueba "t".

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 figura 12,13 y 14).

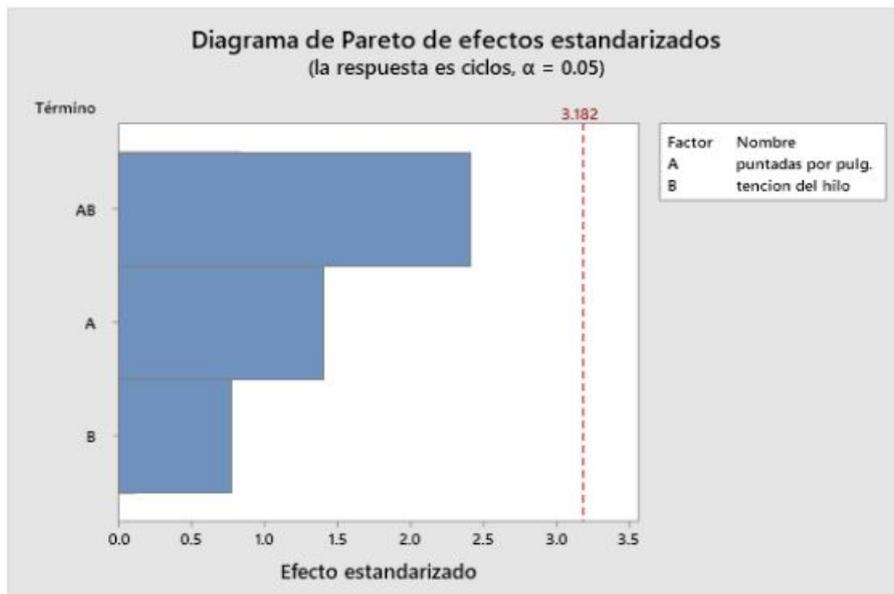


FIGURA 12.
Diagrama de Pareto.

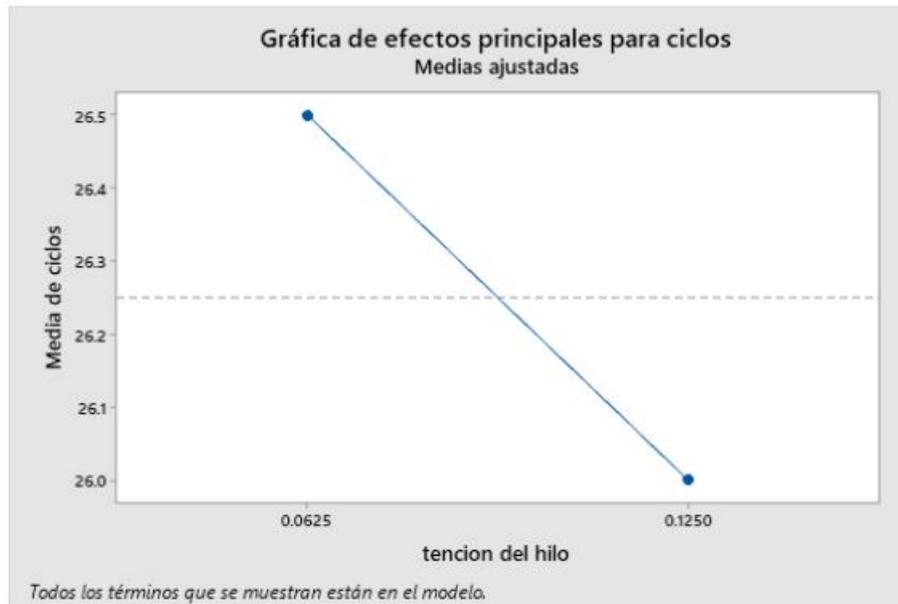


FIGURA 13.
Gráfica de efectos.

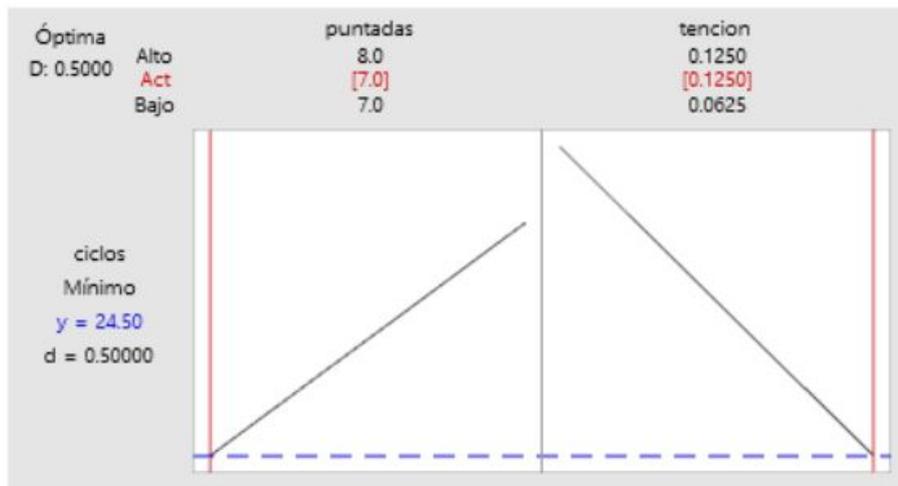


FIGURA 14.
Número de ciclos.

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 se muestran en la figura 15 y 16.

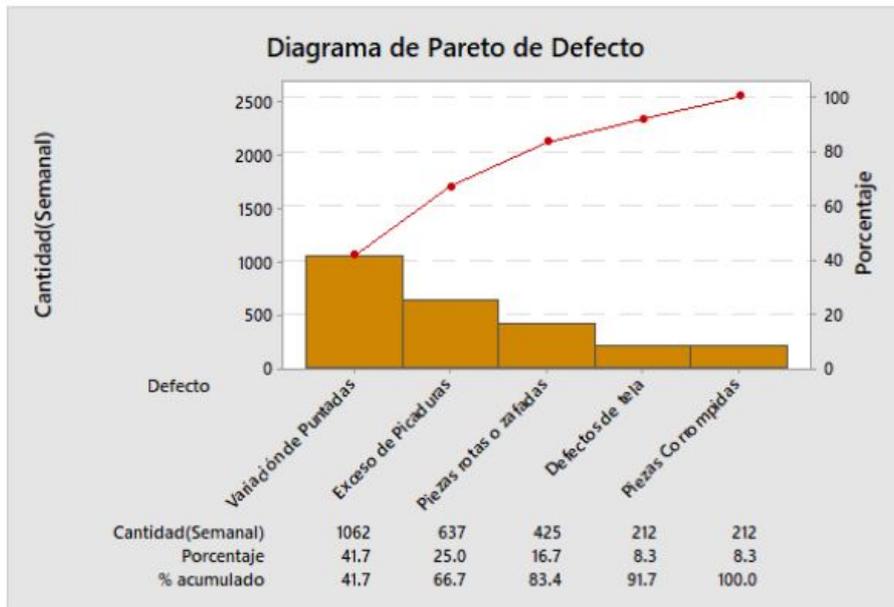


FIGURA 15. Porcentajes acumulados.

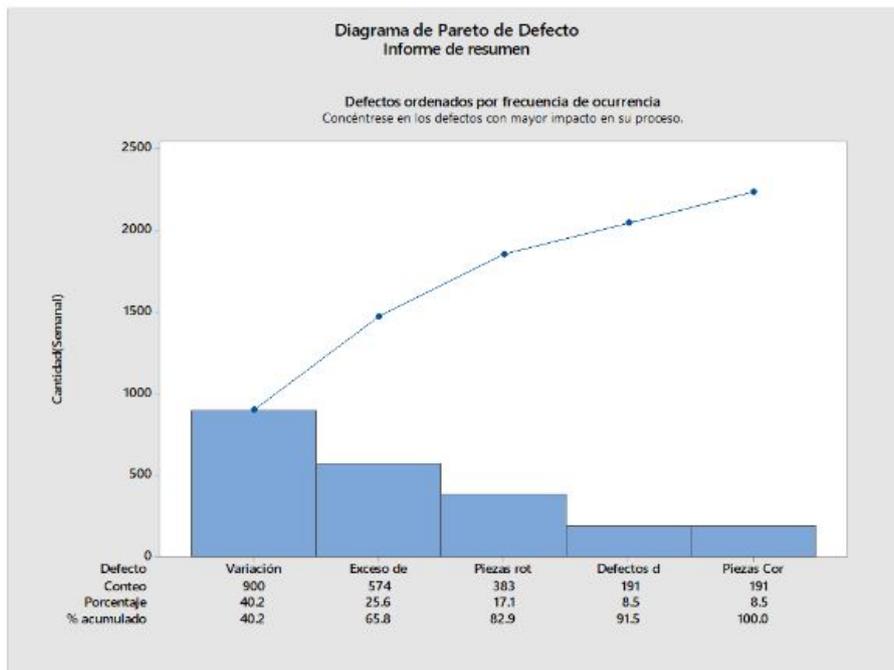


FIGURA 16. Resumen del diagrama de Pareto.

3. DISCUSIONES

De acuerdo a las fuentes consultados donde la mayoría coinciden que DMAIC, Six sigma y Manufactura esbelta son herramientas muy poderosas para la mejora de la productividad de las diferentes empresas, sin embargo no se encontró que dichas herramientas se hayan aplicado a la industria maquiladora del sombrero, pero mencionan el proceso que se debe seguir para poder adoptar estas herramientas al tipo de empresas que

se analizaron, y de acuerdo al proceso que se utilizó en las empresas que permitieron realizar una serie de pruebas se llegó a la conclusión que si se puede adoptar esta tecnología flexible, por lo que se recomienda implementar este tipo de herramientas a cualquier tipo de empresas independientemente del giro de cada una de ellas sin importar el tamaño de la empresa o sector al que pertenece.

4. 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, lo 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 causaefecto, 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

5. REFERENCIAS

- [1] N. C. Solano, “Aplicación de un programa seis sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones Implementation of a program for six sigma quality,” vol. 9, no. 2, pp. 65–74, 2011.
- [2] M. V. Ibarra Balderas and L. L. Ballesteros Medina, “Manufactura Esbelta Lean Manufacturing Nota de divulgación,” *Manuf. Esbelta Lean*, vol. 1, no. 53, pp. 54–58, 2017, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6407912>
- [3] Á. M. Lanuza Martínez and Y. I. Peralta Calderón, “Aplicación del sistema integrado de manufactura en los procesos productivos en la empresa Joya de Nicaragua, S.A. 2018,” *Rev. Científica FAREMEsteli*, no. 30, pp. 58–69, 2019, doi: 10.5377/farem.v0i30.7888.
- [4] J. S. Rueda-Rueda, “El reto del desarrollo seguro de aplicaciones IoT en un mercado acelerado”, *Rev. Ingenio*, vol. 18, n.º 1, pp. 54–61, ene. 2021. Doi: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2667>
- [5] A. Y. Turismo et al., “millenium,” vol. 2, pp. 325–337, 2020.
- [6] A. L. Mireles Salinas, J. F. Estrada Orantes, and F. Hermosillo Pérez, “Análisis y mejora de un proceso mediante la aplicación de un enfoque Lean Six Sigma,” *Culcyt/ /Calidad*, vol. 1, no. 57, pp. 220–235, 2015
- [7] H. Felizola Jiménez and C. Luna Amaya, “Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: Un enfoque metodológico,” *Ingeniare*, vol. 22, no. 2, pp. 263–277, 2014, doi: 10.4067/S0718-33052014000200012.
- [8] S. Tampubolon and H. H. Purba, “Lean six sigma implementation, a systematic literature review,” *Int. J. Prod. Manag. Eng.*, vol. 9, no. 2, pp. 125–139, 2021. Doi: <https://doi.org/10.4995/IJPME.2021.14561>.

- [9] J. A. Chávez Pineda, "Adopción parcial e integral de las prácticas del sistema técnico de Lean en la industria maquiladora de manufactura en México," *RECAI Rev. Estud. en Contaduría, Adm. e Informática*, vol. 11, p.28, 2021. Doi: <https://doi.org/10.36677/recai.v11i30.16919>.
- [10] A. Echeverría, I. Gloria, A. Milena, and A. José, "Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones," *Ing. Ind.*, vol. XXXVII, no. 1, pp.24–35, 2016
- [11] E. Piñero, F. Vivas, and L. Flores, "Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo," *Ing. Ind. Actual. y Nuevas Tendencias*, vol. 6, no. 20, pp. 99–110, 2018, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/2150/215057003009/html/index.html>
- [12] L. E. García Santamaría, G. Fernández Lambert, and A. Brenis Dzul, "Mejora del Sistema de Medición: Un caso aplicado a la Industria Automotriz.," *Concienc. Tecnológica*, no. 45, pp. 41–46, 2013
- [13] L. C. Silva, M. C. Oliveira, and F. A. Silva, "Implementação da metodologia Seis Sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma indústria automotiva," *Exacta*, vol. 15, no. 2, pp. 222–232, 2017.
- [14] C. Carabal, D. J. Carabal, and E. Andr, "Propuesta agro-didáctica en la enseñanza de la bioestadística mediada," pp. 87–100, 2018.
- [15] Y. E. Ms. D. L. claudia Lopez Peña, "Aplicación de una herramienta para la mejora de un restaurante buffet 'LA TURQUESA' Brisas Guardalavaca," vol. año 2, núm, pp. 14–28, 2020.
- [16] D. M. Polo, L. P. Caballero, and E. M. Gómez, "Comparación de Redes Neuronales aplicadas a la predicción de Series de Tiempo.," *Prospectiva*, vol. 13, no. 2, pp. 88–95, 2015.
- [17] J. Cano Bedoya, N. Olaya Mira, and I. C. Soto Cardona, "Evaluación estadística de la estabilidad postural en pacientes con artrosis de rodilla por medio de coactivación muscular," *Comun. en Estadística*, vol. 12, no. 1, pp. 53–69, 2019. Doi: <https://doi.org/10.15332/23393076/5291>.
- [18] B. D. Perez O. and Z. L. Leal Giraldo, "¿Cómo aplicar el árbol causa-efecto a las PyMEs en Colombia?," *Dictam. Libr.*, no. 20, pp. 51–56, 2017. Doi: <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.20.2889>.
- [19] E. Barrientos-Avenidaño y Y. Areniz-Arévalo, "Universidad inteligente: Oportunidades y desafíos desde la Industria 4.0", *Rev. Ingenio*, vol.16, n.º 1, pp. 56–60, ene. 2019. Doi: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2343>.
- [20] L. F. Gélvez-Rodríguez y L. M. Santos-Jaimes, "Internet de las Cosas: una revisión sobre los retos de seguridad y sus contramedidas", *Rev. Ingenio*, vol. 17, n.º 1, pp. 56–64, ene. 2020. Doi: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2370>