



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DMAIC PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD Y REDUCCIÓN DE QUEJAS DE CLIENTE EN EMPRESA PYMES DE TAMAULIPAS

**IMPLEMENTATION OF DMAIC METHODOLOGY TO
IMPROVE QUALITY AND REDUCE CUSTOMER
COMPLAINTS IN PYMES OF TAMAULIPAS, MEXICO**

Carmen Margarita Hernández Melendez
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México

Humberto Jasso Guerrero
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México

Ricardo Daniel López García
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México

Héctor Coronado Reyes
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México

Araceli Maldonado Reyes
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México

María Magdalena Reyes Gallegos
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12404

Implementación de Metodología DMAIC para la Mejora de la Calidad y Reducción de Quejas de Cliente en Empresa PYMEs de Tamaulipas

Carmen Margarita Hernández Melendez¹

M21380026@cdvictoria.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0008-9367-7104>

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
TECNM
México

Ricardo Daniel López García

ricardo.lg@cdvictoria.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2662-6103>

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
TECNM
México

Araceli Maldonado Reyes

araceli.mr@cdvictoria.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-3585-8034>

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
TECNM
México

Humberto Jasso Guerrero

humberto.jg@cdvictoria.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4565-190X>

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
TECNM
México

Héctor Coronado Reyes

hector.cr@cdvictoria.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6679-1082>

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
TECNM
México

María Magdalena Reyes Gallegos

maria.rg@cdvictoria.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0080-8902>

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
TECNM
México

RESUMEN

El presente trabajo de investigación muestra los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología DMAIC, en una empresa dedicada al maquinado de piezas en el área de metal-mecánica, en Tamaulipas México. La metodología se implementó con el objetivo de incrementar y recuperar su cartera de clientes, debido a que recientemente se disolvieron contratos comerciales por la alta tasa de fallas producidas. El estudio se enfocó en identificar las causas raíz que ocasionaban inconformidades en las piezas maquinadas y manufacturadas, para el análisis estadístico se utilizó el diagrama de Pareto, el diagrama causa y efecto, además del software Minitab®. Una vez detectadas las oportunidades se propusieron y posteriormente se implementaron soluciones de mejora que permitieron después de 6 meses, observar resultados satisfactorios. Estos resultados mostraron una mejora la cual paso de 7.2 quejas en promedio por mes a solo 0.8 quejas mensuales, generando ahorros en costos de retrabajos en más de un 7%, así como el control de los métodos para garantizar la permanencia de las acciones implementadas. Además, se logró introducir a la empresa en la gestión de procesos y mejora continua, análisis e integración de sistemas de mejora.

Palabras clave: mejora continua, control de calidad, diagrama causa-efecto, diagrama de pareto

¹ Autor principal.

Correspondencia: ricardo.lg@cdvictoria.tecnm.mx

Implementation of DMAIC Methodology to Improve Quality and Reduce Customer Complaints in Pymes of Tamaulipas, Mexico

ABSTRACT

This research shows the results obtained from applying the DMAIC methodology, in a company dedicated to machining parts in the metal-mechanical area, in Tamaulipas, Mexico. The methodology was implemented to increase and recover its client portfolio because commercial contracts were recently dissolved due to the high rate of failures produced. The study focused on identifying the root causes that caused nonconformities in the machined and manufactured parts. The Pareto diagram, the cause and effect diagram, and the Minitab® software were used for statistical analysis. Once the opportunities were detected, improvement solutions were proposed and subsequently implemented that allowed, after 6 months, satisfactory results to be observed. These results showed an improvement which went from 7.2 complaints on average per month to only 0.8 monthly complaints, generating savings in rework costs of more than 7%, as well as control of the methods to guarantee the permanence of the implemented actions. In addition, it was possible to introduce the company to process management and continuous improvement, analysis, and integration of improvement systems.

Keywords: customer complaints, quality control, cause and effect diagram, pareto diagram

*Artículo recibido 28 junio 2024
Aceptado para publicación: 15 julio 2024*



INTRODUCCIÓN

El éxito y permanencia de una empresa en un mercado competitivo depende de factores tales como la salud financiera, innovación y adaptación a las nuevas tecnologías, persecución de objetivos y la satisfacción de los clientes, los cuales pueden lograrse enfocando los esfuerzos en la calidad de los productos y/o servicios que ofrece. En la actualidad, es de vital importancia para las organizaciones medir la satisfacción de sus clientes, a través del monitoreo de quejas. En el entorno competitivo actual, es importante para las empresas no solo hacerse de nuevos clientes, sino, conservarlos mediante la satisfacción de sus productos y/o servicios brindados. En este sentido (Treviño y Treviño, 2021), analizaron mediante un enfoque cuantitativo a clientes de 35 tiendas minoristas transnacionales del sector de autoservicio en la ciudad de Monterrey Nuevo León, México; a través de pruebas de hipótesis plantearon la relación de satisfacción del cliente y la calidad en el servicio con la imagen de la tienda, considerando los precios que ofrecen; se encontró que la fidelización de los clientes depende en gran medida de la satisfacción de sus intereses.

En el sentido financiero, la calidad en el servicio impacta directamente las finanzas de una organización; lejos de ser solo un atractivo de marketing e imagen, se convierte en una herramienta para generar rentabilidad y sostenibilidad en la compañía. Es un hecho que cuando no es prioridad la satisfacción de los clientes y la calidad de los productos y/o servicios, las repercusiones para las empresas son las pérdidas económicas por desperdicios, paros de línea, etc., los cuales cobran relevancia para los directivos atacarlos y buscar estrategias para reducirlos. Debido a lo anterior, (Gómez, 2013) determinó que el cálculo del costo de la calidad es fundamental para mantener el control de los recursos. Normalmente los costos de calidad están incluidos de forma integral en el costo de manufactura total, sin embargo, si no se cuantifican y monitorean de forma individual, entorpece su adecuado control y el hecho de emprender acciones para mejorarlos y dependiendo de la naturaleza de estos costos es cómo se clasifican.

(Campanella, 1997), divide los costos de la siguiente forma: costos de prevención, costos de evaluación, costos de fallas internas, costos de fallas externas y enfatiza que se debe buscar la reducción de estos. En consecuencia, las empresas transnacionales emplean metodologías para asegurar la satisfacción del cliente, considerando a este como el gran pilar de una organización, ya que depende de la permanencia



de los clientes las ventas y su estabilidad financiera. Una de las metodologías más utilizadas, debido a la facilidad de implementación y a los resultados que se obtienen, es el control de calidad propuesto por (Orellana, 2020) quien lo describe como condiciones idóneas mínimas a satisfacer para que el producto o servicio sea consumido o utilizado por el usuario o cliente con buenos resultados, además menciona entre sus principales beneficios la evaluación de acciones proporcionadas para eliminar fallas, efectividad de los sistemas implementados, activando así el ciclo de la mejora continua en aquellas áreas o procesos que lo requieran.

A medida que la importancia de la calidad en los productos y servicios es más evidente, las organizaciones buscan implementar sistemas de control de calidad para mejorar sus operaciones y garantizar la satisfacción de sus clientes. Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas (pymes) a menudo encuentran obstáculos adicionales en este proceso debido a limitaciones culturales, financieras y organizacionales (Martínez y col., 2018). A diferencia de las corporaciones internacionales, que tienen recursos financieros más sólidos para invertir en capacitación, tecnología y herramientas, las pymes deben encontrar formas creativas de asignar fondos limitados a estas iniciativas, esto puede afectar la calidad de la formación y la adquisición de tecnología necesaria.

Desde la perspectiva organizacional, la estructura organizativa más plana de las pymes puede ser una ventaja en términos de toma de decisiones ágil, sin embargo, también puede presentar desafíos en la implementación de los sistemas de control de calidad. La falta de personal dedicado exclusivamente a la gestión de la calidad puede llevar a una distribución inadecuada de responsabilidades y a una falta de supervisión efectiva. Mientras que la falta de procesos definidos también puede dificultar la integración de prácticas de control de calidad, en este sentido (Felizzola y Luna, 2014), estudiaron aspectos limitantes de implementación en una empresa de esta naturaleza, encontrando entre los principales factores la falta de sistemas de medición, falta de uso de indicadores de gestión, falta de compromiso de la gerencia, el desarrollo de proyectos no basados en las necesidades y expectativas de los clientes y ausencia de pensamiento crítico, estos conducen a la mejora con soluciones idóneas a la problemática enfrentada. De igual manera (Bribiescas y Romero, 2014) detectaron como principales oportunidades en las pymes la comunicación interna entre roles del personal, gestión y administración eficiente de los recursos (tiempo, finanzas, infraestructura, recurso humano). Lima y Colmenares 2014, identificaron



como principales inconvenientes en la implementación de un sistema de gestión de calidad (SGC) en las pymes del estado de Lara, Venezuela, la planificación a largo plazo y toma de decisiones con base en resultados.

En la actualidad existen múltiples metodologías de mejora continua como Kaizen, Lean Manufacturing, Benchmarking entre otros, sin embargo, DMAIC es la metodología más utilizada debido a su enfoque estructurado y basado en datos, adaptable a diferentes tipos de procesos, empresas y problemas, desde los sectores de servicios hasta industriales, además las mejoras se cuantifican y se pueden medir fácilmente, permitiendo a las organizaciones evaluar las mejoras implementadas en términos de eficiencia, calidad, costos y satisfacción del cliente, y validar la efectividad de los resultados. Dmaic es la metodología central de Six Sigma, se enfoca en resolver problemas mediante el análisis de datos para impulsar mejoras incrementales y la optimización de productos, diseños y procesos comerciales.

De acuerdo con (Gutiérrez y de la Vera, 2009), las etapas que la componen son: definir, medir, analizar, mejorar, y controlar, esta herramienta comparada con la definición de calidad tradicional proporciona una serie de ventajas como las mencionadas por (Oltra y Soler, 2016), tales como: enfoque proactivo, herramientas y técnicas estructuradas, decisiones basadas en datos, y el análisis de causa raíz; sin embargo, es necesario un cambio cultural en las pymes para que los resultados sean sostenibles en el tiempo.

De acuerdo con (Barrera y col., 2017), DMAIC además de proporcionar beneficios económicos respecto a los ahorros que resultan de la disminución de fallas, contribuye al uso eficiente de los materiales; y adicionalmente (Herrera y col., 2017), mencionan en su estudio una disminución de piezas desechadas por errores. Su implementación es relativamente sencilla, si se presta atención a la capacitación adecuada al personal en cuanto a herramientas estadísticas (Torres y Monsalve, 2009), además de cuidar factores claves para la implementación, como la disposición de la gerencia y la capacidad de liderazgo del equipo.

Después de la implementación de DMAIC para mejorar el proceso de atención de incidentes de servicios de internet corporativo, en una empresa de telecomunicaciones y tecnologías de información y comunicación, la cual presentaba múltiples pérdidas económicas y quejas de los clientes por el alto tiempo de espera de atención, (Paredes, 2021) documentó una disminución del 83% en el tiempo



promedio del proceso y un ahorro de más de \$195,000 (dólares), una vez implementadas las acciones que atacaban las causas raíces de esta variación. Por su parte, (Delgado y Calsina, 2019) evaluaron en el área Agri Food® el impacto de un modelo de gestión por procesos, con la finalidad de reducir la cantidad de quejas de clientes. Una vez identificadas el origen de las fallas, se implementaron acciones correctivas para eliminarlas; utilizando la prueba de bondad de ajuste chi-cuadrada para el análisis y se logró reducir la cantidad de quejas de clientes de 43% a 10%, mejorando la percepción del consumidor hacia la empresa.

En los últimos años se han realizado investigaciones relacionadas en la implementación de DMAIC en pymes, tal como el estudio de 140 pymes mexicanas, en el que (Rodarte y Bribiescas, 2013) detallaron que estas empresas lograban competitividad cuando demostraron una certificación del sistema de gestión de calidad, lo cual contribuye significativamente a la mejora de sus productos y procesos. Por otra parte, (Chicaiza y Centeno, 2013) presentaron otro caso del éxito de la metodología DMAIC en la aplicación en una pyme del sector manufacturero de muebles de madera en Bogotá Colombia, presentaban altas tasas de devoluciones internas ocasionadas por problemas de calidad en el proceso de pintura. La implementación de DMAIC logró reducir estas devoluciones por defectos, y pasar de un 32.04% a un 21.67%, lo que representó un ahorro anual estimado de \$10,000 dolares. Rodríguez y Valencia (2020), implementaron la metodología DMAIC en una empresa de confección textil con la finalidad de mejorar su proceso de producción y reducir los reprocesos, los resultados mostraron la eliminación de las fallas y la reducción de costos, logrando una tasa interna de retorno del 71% y una relación beneficio-costos de 1.81 veces.

El objetivo del presente trabajo se desarrolló en una pyme de reciente creación dedicada al desarrollo de tecnología, automatización y maquinados industriales en la rama metal-mecánica, ubicada en el estado de Tamaulipas, México. Recientemente presentó una alta tasa de quejas de clientes, y varios contratos comerciales disueltos, por lo que se consideró implementar un SGC considerando la estrategia de mercado, la satisfacción de los clientes, y su competitividad, lo que permitirá a la empresa seguir creciendo hacia mercados nacionales e internacionales. Usando DMAIC, se logró una reducción de 6.4% en quejas de cliente, dando como resultado un ahorro mensual de \$8,456.6 dólares.



METODOLOGÍA

La metodología en la investigación fue DMAIC, las fases de su desarrollo se explican a continuación. En la primera fase de la metodología (definir) se recopilaron las quejas de clientes en el periodo de junio a noviembre de 2021, se realizó un diagrama de Pareto para identificar la frecuencia de las fallas reportadas. En la segunda fase (medir) se hicieron evidentes las carencias como la falta de información histórica referente a los procesos, ausencia de trazabilidad de mediciones, falta de indicadores de desempeño, entre otros, lo que dificultó la obtención de datos para análisis. A partir de esta evidencia se observó la falta de un área de control de calidad; es decir, la ausencia de un área responsable de la evaluación de fallas internas, bajo la premisa que lo que no se mide no se puede controlar. Por lo que se procedió a implementar dentro del organigrama de la empresa, un departamento de Calidad, el compromiso de la alta dirección se hizo evidente reflejándose en la contratación de personal para este departamento, así como proporcionar los recursos económicos necesarios para la fase de implementación y certificación de la empresa.

Lo primero que realizó el equipo multidisciplinario (departamento de procesos, manufactura, seguridad, mantenimiento y calidad) fue definir los estándares de calidad, tomando como línea base las categorías de las quejas se cliente, las cuales se acordaron que fueran en primer lugar piezas fuera de especificación y de forma secundaria mal acabado en piezas. Para establecer el sistema de control de calidad en la parte dimensional de las piezas, se adquirieron herramientas de precisión previamente calibradas por proveedores externos, y posteriormente se desarrollaron procedimientos internos para realizar las verificaciones físicas y dimensionales de las partes fabricadas. La herramienta estadística utilizada para evaluar la inspección visual utilizada fue el MSA por atributos, con el coeficiente Kappa de Fleiss, de acuerdo con (automotive Industry Action Group 2010).

Posterior a la verificación de partes, se inspeccionaron las muestras de los lotes fabricados, se utilizaron las tablas AQL (acceptance quality level) con un nivel de aceptación de 0.065, este fue definido con base en los modos de falla y la información solicitada por los clientes. Después de la verificación interna, se realizó un análisis de los resultados obtenidos y se definieron los metricos de calidad (porcentaje de aceptación de piezas fabricadas, porcentaje de desperdicio total, costo total de desperdicio y costos por retrabajos).



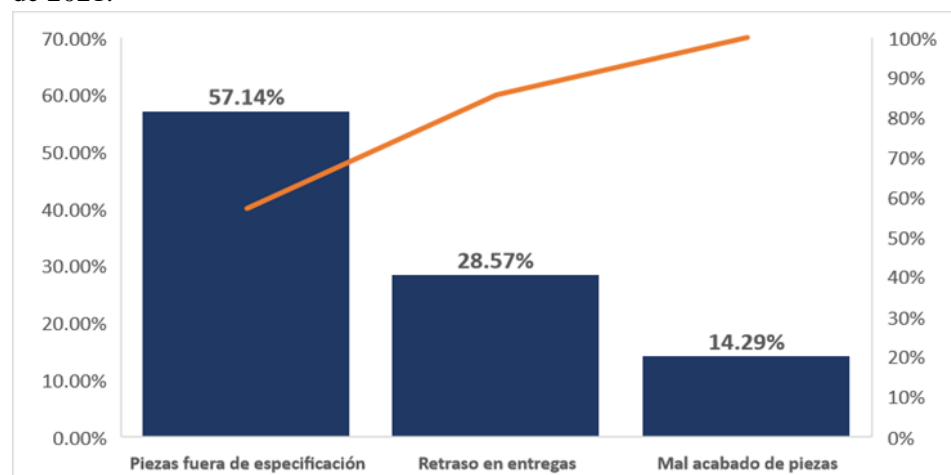
En la siguiente etapa (analizar), se realizó una lluvia de ideas por el equipo multidisciplinario, esta herramienta es reconocida en el ámbito de la toma de decisiones la cual genera una amplia gama de ideas, fomenta la innovación y resuelve problemas de manera colectiva. Posteriormente, mediante un diagrama de Ishikawa se agruparon las causas que surgieron de la lluvia de ideas, se utilizó la categoría de las 6M: materias primas, maquinaria, métodos de trabajo, mano de obra y medio ambiente. Identificadas las causas potenciales, se realizó una ponderación, las puntuaciones a cada problema se asignaron a criterios como; la ocurrencia, severidad, incidencia de quejas de clientes, modo de falla, y riesgo de escape (detección en la línea de embarque). Se sumaron los puntos asignados a cada causa, el resultado indica la importancia de acuerdo a los criterios definidos, se ordenaron las causas de mayor a menor importancia las cuales fueron abordadas primero.

En la última fase de la metodología (control), se verificó la efectividad de las acciones anteriores, con el propósito tanto de evaluar su impacto y mantener las mejoras alcanzadas, se elaboró un plan de auditoría, se documentaron los procesos y procedimientos, así como el control de sus revisiones e implementación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

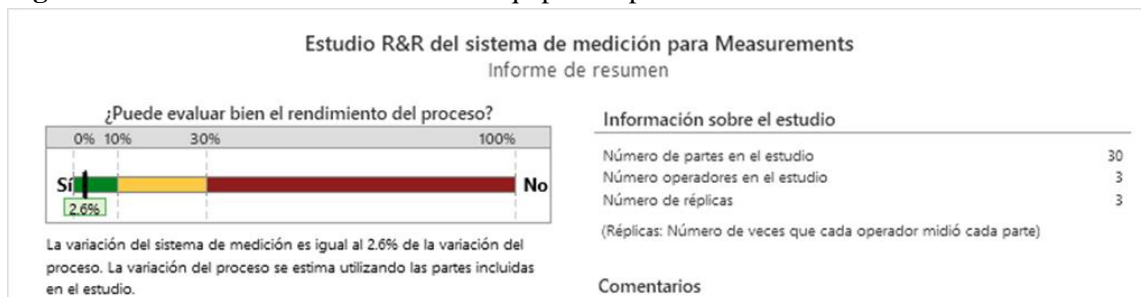
En la Figura 1, se muestra la categorización de las quejas de cliente en el periodo junio a noviembre del 2021, se puede observar que la falla principal es “piezas fuera de especificación”, la cual representan un 57.14% de las fallas, esto es el doble del segundo modo de falla “retraso en entregas”, y más del triple de la falla clasificada como “mal acabado de piezas”.

Figura 1. Diagrama de Pareto que muestra los modos de falla reportados en el periodo junio-noviembre de 2021.



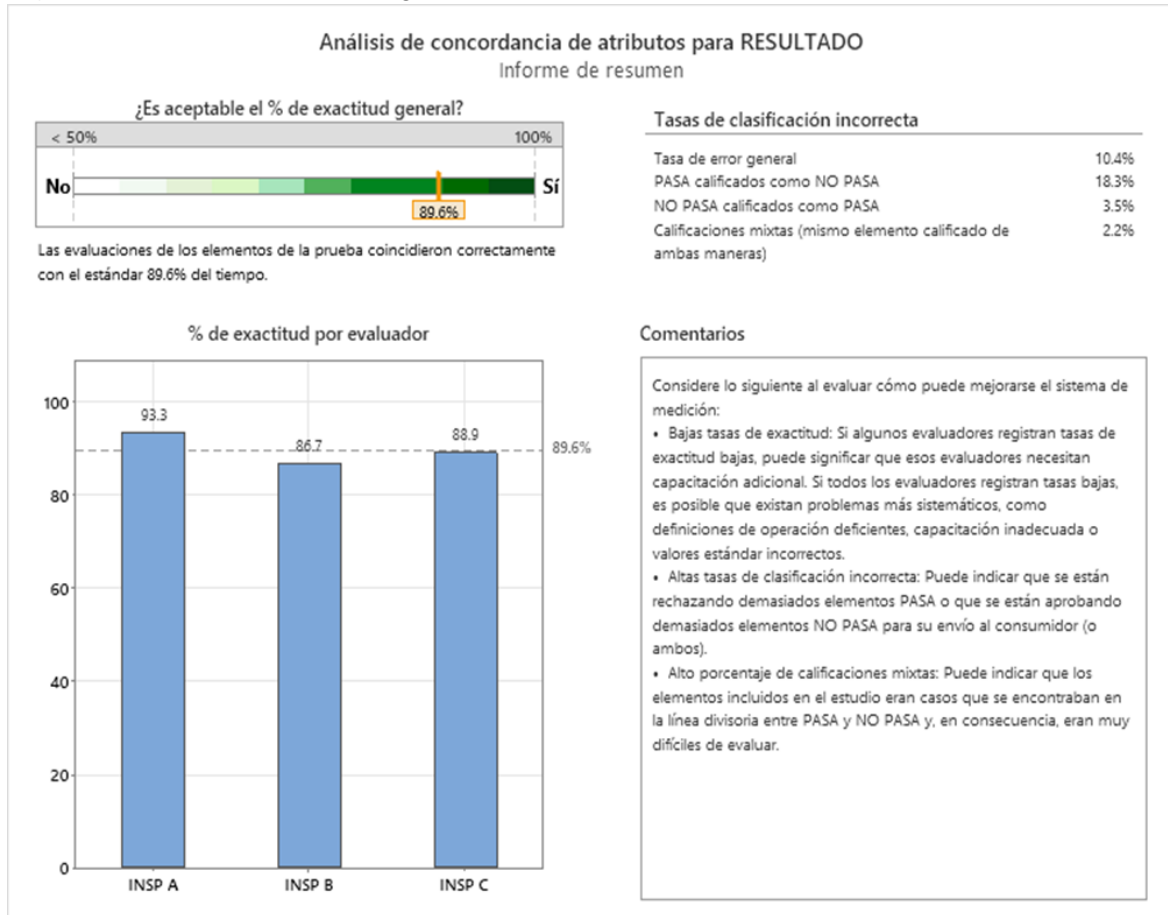
Con base en estos resultados, el modo de falla seleccionado y sobre el que se enfocaron los esfuerzos del equipo multidisciplinario fue “piezas fuera de especificación” y “mal acabado”, debido a que las incidencias reportadas por retraso de entregas, se debe al tiempo excedido por retrabajar piezas que presentaban alguno de los dos modos de falla reportados anteriormente. La Figura 2, muestra los resultados del análisis del equipo de medición por variables, en donde se puede observar un 2.6% de variación la cual puede ser atribuible al sistema de medición. De acuerdo con la AIAG, este valor es aceptable al ser menor a 10% de la variación del proceso. Los otros dos rangos considerados por la AIAG son el de 10% a 30%, y el de más de 30%. En el primero caso, el sistema es también considerado aceptable, pero dependerá de (su aplicación, el costo del dispositivo de medición, el costo de la reparación, entre otros factores); para el segundo caso, el de mayor a 30%, de acuerdo con (Jonassen y Remidez, 2005) el sistema de medición se considera no aceptable y debe ser mejorado.

Figura 2. MSA de variables realizado al equipo comparador dimensional.



En la Figura 3, se muestran los resultados del MSA por atributos realizado al personal inspector del área de calidad. Para interpretar estos resultados se utilizó el coeficiente Kappa de Fleiss con la tabla de (Altman, 1991) la cual propone una clasificación más amplia en comparación con el método de (Fleiss, 1981). Los coeficientes registran valores que van de 0 a 1, siendo 0 el valor donde existe mayor desacuerdo entre inspectores y 1 el punto donde se obtiene un mayor acuerdo. Los Kappas pueden ser pobres cuando están en el rango entre (0 a 0.20), débiles de (0.21 a 0.40), moderados (0.41 a 0.60), buenos (0.61 a 0.80) y muy buenos (0.81 a 1.00). El porcentaje total del presente estudio fue de 89.6%, por lo que se considera muy buenos debido a que los valores se encuentran por encima de 0.81, por lo que se puede mencionar que el personal tiene un criterio estandarizado y acorde con el estándar requerido por el cliente, por lo que es capaz de realizar las inspecciones visuales de forma eficiente.

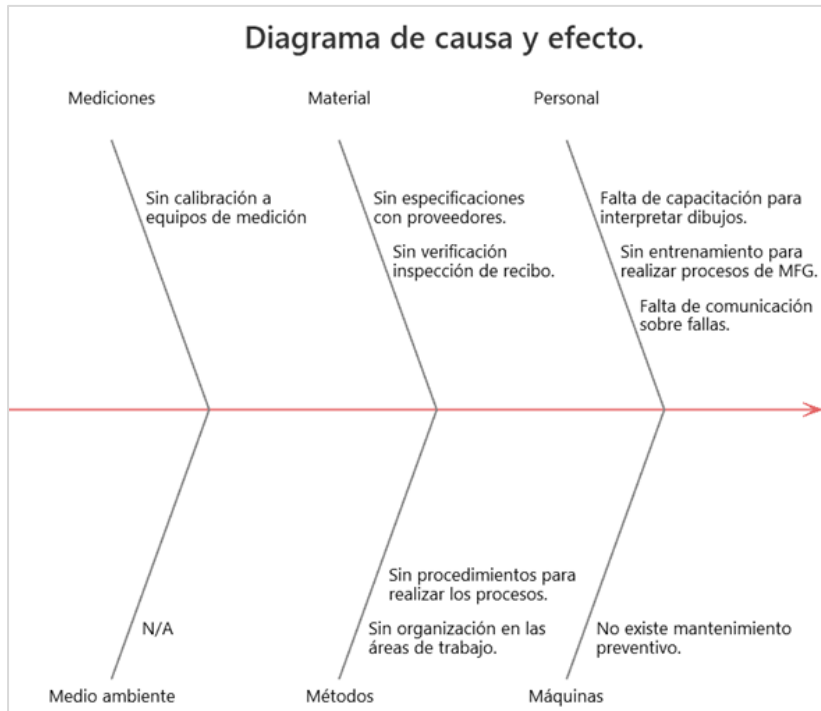
Figura 3. Resultados del estudio general MSA.



En el ámbito de la producción y la gestión de calidad, el muestreo de lotes representa una estrategia esencial para evaluar y garantizar la calidad de productos en una escala más eficiente y práctica. Los resultados obtenidos del muestreo de lotes fueron útiles para desarrollar los métricos internos de calidad y establecer una línea base de comparación para evaluar los resultados y efectividad de las acciones implementadas en las siguientes etapas.

En la Figura 4, se muestra mediante el diagrama de causa y efecto, las principales fallas de acuerdo a las causas seleccionadas con la mayor ponderación e importancia, y por lo tanto las seleccionadas para ser atendidas como prioridad.

Figura 4.Diagrama causa-efecto para las fallas seleccionadas.



Una vez identificadas las causas potenciales que contribuyen al problema en cada una de las ramas del diagrama, se propusieron acciones de mejora que fueron implementadas para abordar cada una de las causas del diagrama, ver Tabla 1.

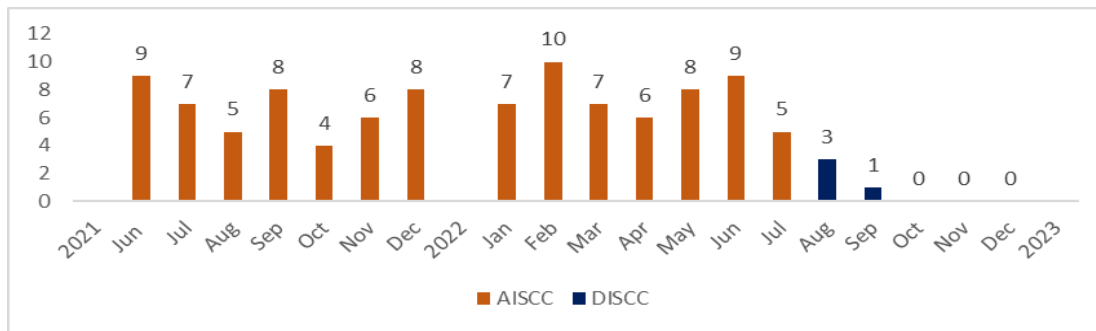
Con base en el análisis de la situación actual se implementaron las acciones de mejora, y posteriormente se monitorearon los métricos de calidad y se compararon con los dtos de referencia para evaluar su efectividad, obteniendose los resultados siguientes:

En la Figura 5, se muestra el reporte de quejas de clientes antes y después de la implementación del sistema de control de calidad, definidas como (AISCC) y (DISCC) respectivamente. Se puede observar que durante el periodo de febrero a julio de 2022 que corresponde a AISCC el promedio de quejas fue de 7.2, mientras que DISCC en el periodo de agosto-diciembre de 2022 el promedio fue de 0.8. Se puede observar una disminución importante después de la implementación del sistema de control de calidad por lo que se puede decir que fue efectivo no solo en la detección de anomalías antes de los embarques de las piezas al cliente, sino también, en la disminución de la ocurrencia de los modos de falla reportados.

Tabla 1. Acciones de mejora propuestas para ser implementadas en los procesos productivos de la empresa.

Sección	Oportunidad encontrada	Acciones de mejora
<i>Método</i>	Falta de procedimientos para procesos.	Desarrollar procedimientos de que tipo para cada uno de los procesos.
	Problemas de orden y limpieza.	Implementar plan de 5's.
<i>Mano de obra</i>	Falta de capacitación.	Programa de entrenamiento al personal en el proceso que se desempeña.
		Curso de capacitación sobre interpretación de planos, uso de herramientas de trabajo y de medición.
	No hay concientización sobre impacto de fallas	Revisión semanal en área de manufactura para informar métricos internos, externos y detalle de fallas.
	No existen verificaciones definidas de mantenimiento en los equipos.	Capacitar al personal encargado de realizar PM definir.
<i>Medición</i>	Falta de calibración adecuada en equipos de uso en área de manufactura	Plan de calibración a equipos de medición y sistema de monitoreo.
<i>Maquinaria</i>	No existen verificaciones definidas de mantenimiento en los equipos.	Desarrollar procedimientos para realizar mantenimiento a equipos y definir frecuencias.
<i>Materiales</i>	Generar especificaciones a proveedores de los materiales que lo requieran.	Definir materiales que requieran ser verificados, certificados de proveedor o variables a verificar físicamente en planta.
		Generar especificaciones para proveedor de los materiales que lo requieran.

Figura 5. Historial de quejas de cliente desde junio de 2021 a diciembre de 2023.



Una vez atendidas y mejoradas el reporte de quejas de clientes, los métricos internos mostraron de igual manera una tendencia positiva, en la Figura 6, se puede observar el porcentaje mensual de aceptación de piezas fabricadas AISCC y DISCC de las acciones de mejora, el porcentaje de aceptación de las piezas aumento en un promedio de 13% como se presenta en el periodo de agosto a diciembre del 2022. Mientras que en la Figura 7, se muestra el porcentaje de piezas desperdiciadas mensualmente donde se puede observar una mejora del 5.96% promedio.

La reducción en el porcentaje de material desechado mensualmente por problemas de calidad se reflejo en beneficios financieros. En la Figura 8, se muestran los resultados del costo total mensual por material desperdiciado antes y después de la implementación del proyecto DMAIC, mostrando un ahorro promedio mensual de \$4,208 dólares.

Figura 6.- Nivel de aceptación de clientes AISCC y DISCC.

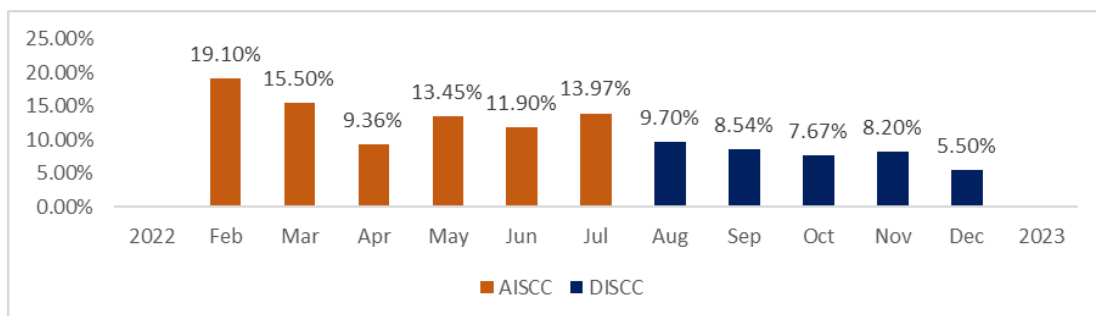


Figura 7.- Material desperdiciado AISCC y DISCC.

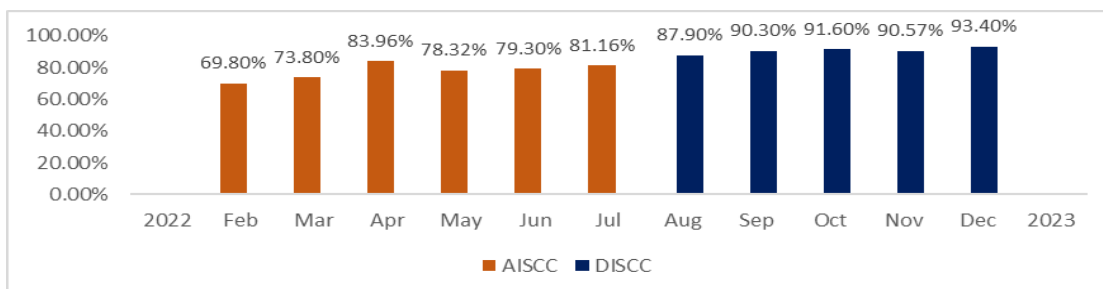
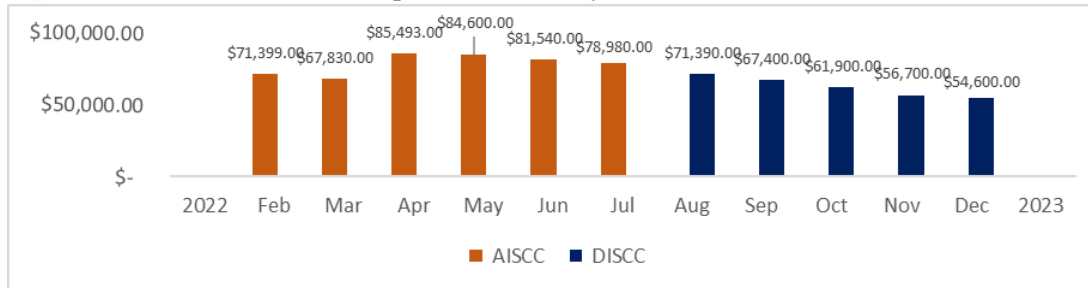


Figura 8.- Costo mensual de desperdicio AISCC y DISCC.



Otro métrico impactado favorablemente por la disminución de rechazos en el área de control de calidad fue el retrabajo, la Figura 9, muestra estos resultados, se puede observar una mejora promedio mensual del 7.38% en los lotes enviados a retrabajo. No obstante, el retrabajo de material es una actividad que no agrega valor al producto, consume recursos tales como energía, materias primas, mano de obra, entre otros; una menor tasa de material retrabajado tiene como consecuencia un menor uso de los recursos mencionados. En la Figura 10, se muestran los costos promedio mensuales asociados al retrabajo de defectos, se puede observar un ahorro de costos promedio mensual de \$4,248.6 dólares después de la implementación del sistema de control de calidad.

Figura 9.- Porcentaje mensual de piezas con retrabajo.

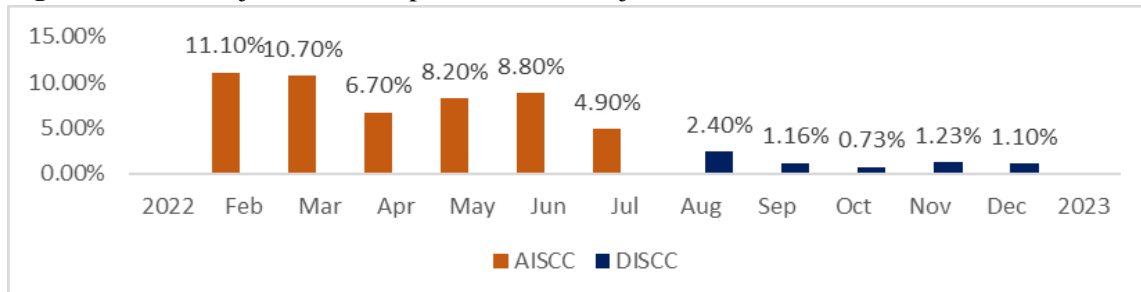
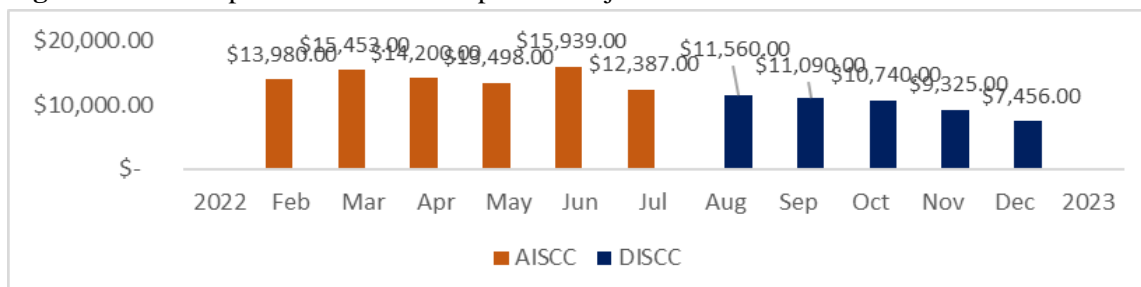


Figura 10.- Costo promedio mensuales por retrabajo.



La etapa de Control es la última fase en la metodología DMAIC, y es importante para asegurar que los cambios implementados durante el proceso de mejora se mantengan y produzcan resultados sostenibles



en el tiempo. En esta etapa quedaron definidos en la empresa; el establecimiento de métricas, el diseño de sistemas de control permanente, capacitación constante y auditorias y mejora continua. En las Figuras 11, 12 y 13, se presentan los formatos establecidos de seguimiento de las auditorias internas realizadas, los criterios auditables y un ejemplo del formato de plan de acción para los hallazgos encontrados.

Figura 11.- Concentrado de monitoreo de auditorias de seguimiento.

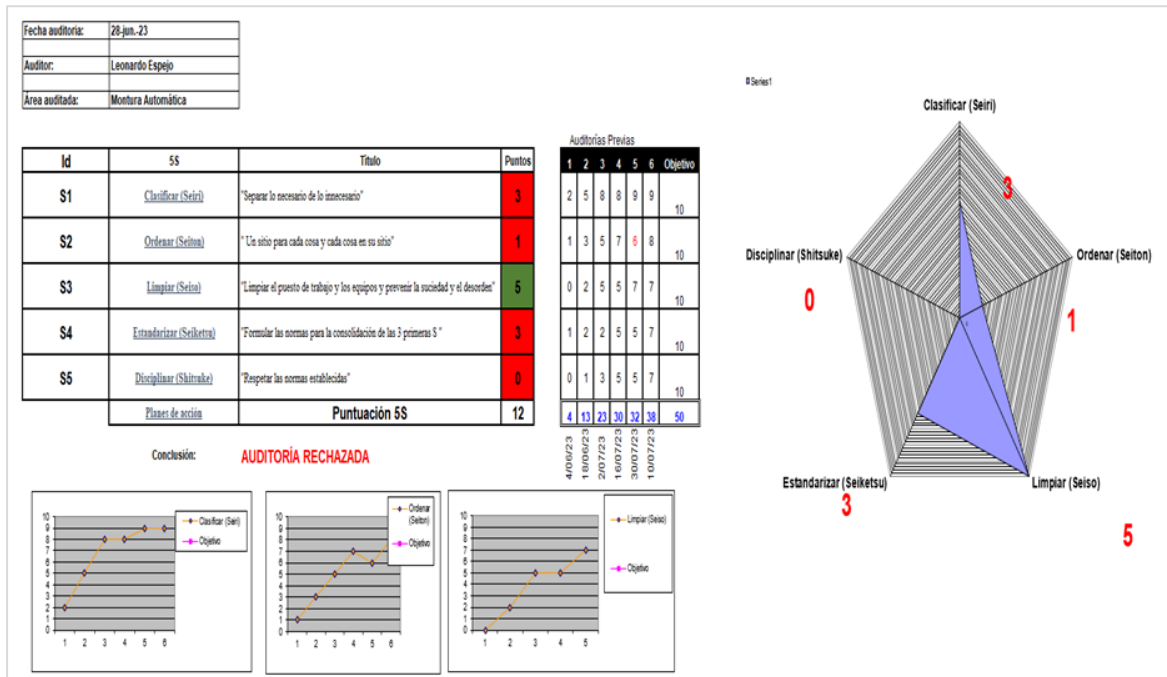


Figura 12.- Parte del formato de auditoria de seguimiento.

“Hacer el hábito de la obediencia a las reglas”

Id	S5 - Shitsuke - Disciplinar	SI	Observaciones, comentarios, sugerencias de mejora que se encuentran en etapa de verificación S1
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	<input type="checkbox"/>	
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	<input type="checkbox"/>	
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	<input type="checkbox"/>	
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?	<input type="checkbox"/>	
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	<input type="checkbox"/>	
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	<input type="checkbox"/>	
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	<input type="checkbox"/>	
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	<input type="checkbox"/>	
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	<input type="checkbox"/>	
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	<input type="checkbox"/>	
Puntuación		0	Quinta S NO OK

Figura 13.- Formato de plan de acción para hallazgos encontrados en auditorías de seguimiento.

PLAN DE ACCIÓN					
Fecha de emisión:			Próxima fecha de revisión:		
Fecha de revisión:			Responsable:		
N° de revisión:					
ID	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	MOTIVO PROBLEMA	ACCION CORRECTIVA	FECHA	RESPONSABLE

Adicionalmente se generaron formatos internos para la solución de problemas, adaptados de la metodología 8D con el objetivo encontrar las causas raíz de las fallas, en las Figuras 14, 15 y 16 se muestran ejemplos de estos formatos; reporte de no conformidad, análisis de causa raíz y acción correctiva, de una problemática que surgió a raíz de un hallazgo en auditoría interna. Posteriormente, se documentaron todos los procedimientos de control y los resultados obtenidos. Además, se estableció un proceso de mejora continua para iterar y perfeccionar los sistemas de control y el proceso de acuerdo con las necesidades, retroalimentaciones, acciones preventivas y correctivas.

Figura 14.- Reporte de no conformidad.

		REPORTE DE NO CONFORMIDAD R-SGC-20		Fecha de elaboración		19 de noviembre de 2022			
				Versión vigente		1			
				Fecha de actualización		18-jul-23			
FECHA:		FUENTE DE NC:		QUIEN IDENTIFICÓ LA NC:					
27/07/2023		Auditoría interna		-----					
MENOR	MAYOR	REQUISITO/DOCUMENTO:		PUESTO RESPONSABLE:					
X		6.1 Acciones para tratar riesgos y oportunidades		Jefe de mantenimiento					
NO CONFORMIDAD OBSERVADA:									
NC-32-23		6.1.1 Al planificar el SGC la organización debe considerar las cuestiones referidas en el apartado 4.1 y los requisitos referidos en el apartado 4.2, y determinar los riesgos y oportunidades que es necesario abordar con el fin de: a) Asegurar que el SGC pueda lograr sus resultados previstos; b) aumentar los efectos deseables; c) prevenir o reducir efectos no deseados; d) lograr la mejora.							
REPORTE DE CIERRE:									
ACCIÓN CORRECTIVA ACEPTADA:		SI	X	NO	NO CONFORMIDAD ACEPTADA:		SI	X	NO
FECHA DE SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN:					RESULTADO DE LA EFICACIA DE LAS ACCIONES:				
11/08/23					Buena				
15/08/23					Buena				
FECHA DE REVISIÓN DE EFICACIA:					RESPONSABLE DEL CIERRE:				
15/09/23					Coordinador de Calidad				
FECHA CIERRE:					RESPONSABLE DEL CIERRE:				
15/09/23					Coordinador de calidad				

Figura 15.- Formato de plantilla de análisis de causa raíz.



ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ				Fecha de elaboración		19 de noviembre de 2022	
				Versión vigente		1	
				Fecha de actualización		18-jul-23	
ÁREA:	Mantenimiento	PROCESO:	Mantenimiento	FECHA DE REGISTRO:	27/07/23	ITEM # N.C NC-32-23	
RESPONSABLE:	Jefe de mantenimiento	PERSONAS INVOLUCRADAS:	-----	CLIENTE:	N/A		
<p>Descripción del problema: Durante la entrevista se revisó la identificación de riesgos de los procesos del área identificándose entre otras cosas lo siguiente: - El riesgo de tiempo de entrega / falta de refacciones para mantenimiento de equipo no fue identificado. - Se identifica un riesgo de falta de insumos para el cual no indica acciones de control. - No se conocen los riesgos documentados en el contexto de la organización</p>				<p>Evidencia del problema: El riesgo de tiempo de entrega / falta de refacciones para mantenimiento de equipo no fue identificado. Se identifica un riesgo de falta de insumos para el cual no indica acciones de control. No se conocen los riesgos documentados en el contexto de la organización.</p>			
				<p>Acciones de contención:</p> <ul style="list-style-type: none"> Actualizar la matriz con los riesgos identificados en auditoría interna. 			
<p>Resultado de contención:</p> 							

Figura 16.- Plantilla de acción correctiva.

ACCIÓN CORRECTIVA				Fecha de elaboración		19 de noviembre de 2022	
				Versión vigente		1	
				Fecha de actualización		18-jul-23	
RESPONSABLE:	-----	FECHA DE REGISTRO:	11/08/23				
<p>ACCIÓN CORRECTIVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacitación de información documental al proceso de mantenimiento Actualización del procedimiento P-SGC-05 Procedimiento para identificación y evaluación de riesgos y oportunidades (11/08/2023) Concientización de los riesgos identificados del proceso de mantenimiento (11/08/2023) Revisión y actualización de los riesgos y controles operacionales del proceso de mantenimiento Actualización de R-SGC-01 Lista maestra de documentos de origen interno (15/08/2023) Subir a OneDrive procedimiento (15/08/2023) 				<p>RESULTADOS:</p> <p>4.1. Identificación de riesgos La identificación de los riesgos implica el reconocimiento de sus fuentes y se deben contemplar en el formato R-SGC-06 Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos y Oportunidades. Esta identificación se realiza a través del responsable de cada proceso y los ejecutores de las actividades, enlistando cada una de las etapas y actividades que se realizan en su proceso. Una vez realizado lo anterior se procede a identificar qué riesgos se generan en cada actividad identificada.</p> 			

CONCLUSIONES

Posterior a la implementación de la metodología DMAIC, los resultados obtenidos mostraron ser efectivos en el control del procesos y permitieron disminuir los reportes de quejas por devoluciones y reportes de producto no conforme, además un incremento en la cantidad de piezas dentro de los métricos de calidad, así como en ahorro por la disminución de material desperdiciado y de materias primas para reprocesar las piezas, lo anterior se reflejo en mayores ingresos para la empresa.

Es importante señalar que al adoptar la metodología DMAIC dentro de la empresa, se vio favorecida al impulsar su crecimiento, competitividad y sostenibilidad dentro de su entorno empresarial. DMAIC brindo un enfoque estructurado y orientado en datos estadísticos para abordar problemas y desafíos operativos dentro de la empresa. Al abordar cada etapa de manera secuencial. La empresa pudo identificar sus áreas de mejora, estableciendo objetivos claros, la recopilación y el análisis de datos relevantes permitió desarrollar soluciones efectivas que permitieron asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las acciones y cambios implementados.

Al tratarse de una metodología amigable para aplicarse en diferentes tipos y tamaños de empresas estas pueden lograr una mayor eficiencia en sus procesos, una reducción importante en sus costos generales, mejora en la calidad de sus productos y/o servicios y una mayor satisfacción de sus clientes, lo cual fue demostrado en el presente caso de estudio.

Se alienta a futuras investigaciones a explorar en profundidad las variaciones y adaptaciones de la metodología DMAIC en diferentes entornos, con el objetivo de continuar expandiendo y enriqueciendo su aplicación en la búsqueda constante de la excelencia organizacional. Uno de los aspectos más destacados de la metodología DMAIC, es su capacidad para fomentar una cultura de mejora continua en las pymes. Al involucrar a los empleados y a la alta dirección en todas las etapas del proceso, se promueve el compromiso, la colaboración y la innovación dentro de la organización.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Altman, D. G. (1990). *Practical statistics for medical research*, (1st ed.). Editorial Chapman and Hall/CRC.

Automotive Industry Action Group (2010). *Measurement Systems Analysis Reference Manual*, (4th ed.). Chrysler, Ford, General Motors Supplier Quality Requirements Task Force.

Barbosa Saucedo, E., García Villar, S., & Dzul López, L. (2016). Propuesta de metodología Lean Six Sigma en empresas Pymes: un enfoque participativo con la academia. *I+D Tecnológico*, 9(1), 10-20. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/85>.

Barrera, A., Cambra, A., & González, J. (2017). Implementación de la metodología Six Sigma en la gestión de las mediciones. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(2), 8-17.



- Bribiescas, F., & Romero, I. (2014). Gestión de certificación de calidad como factor de competitividad en el sector industrial de manufactura, en la región transfronteriza Cd. Juárez, Chih., México, el paso Texas, USA. *Revista Internacional Administración y Finanzas*, 7(1), 113-131.
- Campanella, J. (1997). Principles of Quality Costs. Ed. ASQC.
- Campos Chuquiarique, V., & Parraga Huayna, S. (2019). Estudio de los mitos, barreras y factores críticos del éxito en la implementación de Six Sigma en Pymes. (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <http://hdl.handle.net/10757/628225>.
- Chicaiza Mena, W., & Centeno Manobanda, J. (2013). Estudio del modelo Six Sigma para la optimización de costos en las pymes de confección textil de D.M. Quito Periodo 2005 al 2010. Caso: Confecciones “Coyote Jeans”. (Tesis de Posgrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- Delgado, G., & Calsina, W. (2019). Modelo de gestión por procesos para mejorar el desempeño en el área Agri-Food®. *Industrial Data*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 22(2), 173-178.
- Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 22(2), 263-277.
- Fleiss, J. L. (1981). *Statistical Methods for Rates and Proportions*. (1st Edition) John Wiley & Sons. London, 218.
- Gómez Alfonso, E. (2013). Calculo de los costos de calidad en la unidad empresarial de base producciones varias Cienfuegos. *Revista Científica Visión del Futuro*, 17(2), 114-131.
- Gutiérrez Gutiérrez, D. (2022). Aplicación de la metodología DMAIC para la reducción de las mermas de producción en la empresa Export Plast Perú, Ereqüipa. (Tesis de Licenciatura). Universidad Cesar Vallejo.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. McGraw - Hill/Interamericana Editores, S.A de C.V.
- Herrera, G., Venecia, E., & Pérez, Y. (2017). Enfoque Six Sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(80), 610.
- Jonassed, D., Ramírez, H. (2005). Mapping alternative discourse structures onto computer conferences. *International Journal Knowledge and Learning*, 1(1-2).

- Lima, J., & Colmenarez, M. (2014). Quality management and decision making in sme belonging to the regional print media in Lara state, Venezuela. *Revista Científica Compendium*, 17(32), 27-53.
- Martínez, S., García, J., & Guerrero, J. (2018). Sistema de gestión de calidad y certificación ISO 9001:2008 Limitantes y desafíos para las Pymes. *Revista Espacios*, VL-39.
- Oltra, R., & Soler, G. (2016). Qué es Seis Sigma, barreras y claves de funcionamiento en las Pymes. *3C Tecnología*, 5(1), 13-24.
- Orellana, P. (2020). Control de calidad. Economipedia.<http://economipedia.com/definiciones/control-de-calidad.html>
- Paredes, M. (2021). Mejora del proceso de atención de incidentes de servicios de internet de clientes corporativos en una empresa de telecomunicaciones utilizando la metodología DMAIC-Six Sigma. (Tesis de Maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Treviño, R., & Treviño, E. (2021). Análisis entre imagen de la tienda y satisfacción del cliente en tiendas minoristas transnacionales en el sector autoservicio. *Estudios Gerenciales*, 37, 556-565.
- Rodarte, O., & Bribiescas, F. (2013). El proceso de certificación de gestión de calidad en las Pymes de la región fronteriza de Cd. Juárez, Chih, México como estrategia competitiva. *Revista Global de Negocios*, 1(2), 117-127.
- Rodríguez Rodríguez, V., & Valencia Collantes, N, (2020). Propuesta de mejora del proceso de producción utilizando la metodología DMAIC Six Sigma para reducir reprocesos en una Pyme de confección textil. (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Info:eurepo/semantics/bachelorThesis.
- Torres Navarro, C., & Monsalve Ochoa, O, A. (2009). Aplicación de metodología Seis Sigma conferences. *International Journal Knowledge and Learning*, 1(1/2), 113-129.

