ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.1711

Proposal for improvement to reduce operational costs of an automotive dealership in the city of Trujillo, 2024

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería[1], Pablo Enrique Chiclayo-Fulgencio, estudiante de Ingeniería Industrial[2], Katheryn Susanne Chiclayo-Fulgencio, estudiante de Ingeniería Industrial[3]
[1-3]Universidad Privada del Norte, Perú, *miguel.rodriguez@upn.edu.pe, n00272249@upn.pe, n00272248@upn.pe*

Abstract – The objective of the research was to analyze the implementation of improvements in an automotive dealership, reducing economic losses through quality management tools. By design, this research was diagnostic and purposeful, with a formal and exact approach. A comprehensive diagnosis was carried out using the Ishikawa diagram, identifying the main root causes: lack of continuous training programs, lack of standardization of administrative processes, lack of a correct supplier evaluation system and lack of a system to record the consumption of inputs by work order or operation. The engineering methodologies used included House of Quality (QFD), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and DMAIC-Six Sigma, achieving process optimization, uniformity in production, failure prevention and cost reduction. As a result, a reduction of S/ 39,480.00 in the company's losses and an increase in the Cpk and Z level values in each of the indicators were obtained. In addition, an economic/financial evaluation of the improvement proposal was carried out, obtaining a NPV of S/ 70,914.56, an IRR of 84.20%, recovering the total investment in 2.59 years, concluding that the proposal was feasible.

Keywords-- QFD, AMFE, DMAIC-Six Sigma, Management, Quality

Propuesta de mejora para la reducción de costos operacionales de una concesionaria automotriz en la ciudad de Trujillo, 2024

Proposal for improvement to reduce operational costs in an automotive dealership in the city of Trujillo, 2024

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería[1], Pablo Enrique Chiclayo-Fulgencio, estudiante de Ingeniería Industrial[2], Katheryn Susanne Chiclayo-Fulgencio, estudiante de Ingeniería Industrial[3]
[1-3]Universidad Privada del Norte, Perú, *miguel.rodriguez@upn.edu.pe, n00272249@upn.pe, n00272248@upn.pe*

Resumen – La investigación tuvo como objetivo analizar la implementación de mejoras de una concesionaria automotriz, reduciendo pérdidas económicas mediante herramientas de gestión de la calidad. Por diseño, esta investigación fue de carácter diagnóstico y propositivo, con un enfoque formal y exacto. Se realizó un diagnóstico exhaustivo utilizando el diagrama de Ishikawa, identificándose como principales causas raíz: falta de programas de capacitación continua, falta de estandarización de procesos administrativos, falta de un correcto sistema de evaluación de proveedores y falta de un sistema para registrar el consumo de insumos por orden de trabajo u operación. Las metodologías de ingeniería empleadas incluyeron Casa de Calidad (QFD), el Análisis de Modos y Efectos de Fallos (AMFE) y DMAIC-Six Sigma, alcanzando la optimización de procesos, la uniformidad en la producción, la prevención de fallos y la reducción de costos. Como resultados, se obtuvo una reducción de S/ 39,480.00 en las pérdidas de la empresa y un aumento de los valores Cpk y nivel Z en cada uno de los indicadores. Además, se realizó una evaluación económica/financiera de la propuesta de mejora, obteniendo un VAN de S/ 70,914.56, un TIR del 84.20%, recuperando el total de la inversión en 2.59 años, concluyendo que la propuesta fue factible.

Palabras Clave-- QFD, AMFE, DMAIC-Six Sigma, Gestión, Calidad

Abstract – The objective of the research was to analyze the implementation of improvements in an automotive dealership, reducing economic losses through quality management tools. By design, this research was diagnostic and purposeful, with a formal and exact approach. A comprehensive diagnosis was carried out using the Ishikawa diagram, identifying the main root causes: lack of continuous training programs, lack of standardization of administrative processes, lack of a correct supplier evaluation system and lack of a system to record the consumption of inputs by work order or operation. The engineering methodologies used included House of Quality (QFD), Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and DMAIC-Six Sigma, achieving process optimization, uniformity in production, failure prevention and cost reduction. As a result, a reduction of S/ 39,480.00 in the company's losses and an increase in the Cpk and Z level values in each of the indicators were obtained. In addition, an economic/financial evaluation of the improvement proposal was carried out, obtaining a NPV of S/ 70,914.56, an IRR of 84.20%, recovering the total investment in 2.59 years, concluding that the proposal was feasible.

Keywords-- QFD, AMFE, DMAIC-Six Sigma, Management, Quality

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sector automotriz desempeña un papel fundamental en la economía global, no solo como generador de empleo, sino también como proveedor de servicios esenciales para la movilidad de las personas y empresas. En el contexto peruano, las concesionarias automotrices enfrentan el desafío de optimizar sus operaciones para reducir costos y mejorar su competitividad. Esta investigación tiene como objetivo proponer mejoras que permitan mitigar pérdidas económicas en este tipo de empresas mediante la aplicación de herramientas de gestión de calidad.

La concesionaria automotriz analizada está ubicada en la ciudad de Trujillo y se dedica a la venta de vehículos y servicios de mantenimiento. Sin embargo, enfrenta problemas recurrentes relacionados con la falta de programas de capacitación continua, procesos administrativos sin estandarizar, deficiencias en la evaluación de proveedores y la ausencia de un sistema para registrar el consumo de insumos. Estas problemáticas han derivado en pérdidas económicas significativas que afectan tanto la rentabilidad de la empresa como su capacidad para cumplir con las expectativas de sus clientes.

Para abordar estas problemáticas, se utilizaron herramientas de calidad como el Diagrama de Ishikawa, el cual permitió identificar y clasificar las causas raíz de los problemas mediante un enfoque estructurado [1]. Asimismo, se empleó el Diagrama de Pareto para priorizar las causas principales bajo el principio de que un pequeño porcentaje de problemas genera la mayoría de las pérdidas [2].

Además, se aplicaron otras técnicas, como el Histograma, que facilita visualizar de manera gráfica la frecuencia de los eventos que afectan los procesos [3], y el Gráfico de Control, útil para monitorear las desviaciones en los estándares de calidad establecidos [4]. Estas herramientas contribuyeron a un análisis detallado y permitieron tomar decisiones informadas para mejorar la gestión operativa.

Otra herramienta fundamental fue la Casa de Calidad (QFD), que vincula los requisitos del cliente con los atributos técnicos necesarios para cumplirlos, asegurando que la empresa priorice las necesidades del consumidor en sus estrategias de mejora [5].

De igual manera, se implementó la matriz AMFE

(Análisis de Modos y Efectos de Fallos), que identifica los posibles fallos en los procesos y establece acciones para mitigar los riesgos asociados. Esto permitió reducir errores operativos y mejorar la eficiencia en los servicios ofrecidos [6].

Finalmente, se utilizó el enfoque Six Sigma, apoyado por el método DMAIC, para estructurar la mejora de los procesos en cinco etapas clave: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Estas herramientas fueron esenciales para garantizar la sostenibilidad de las soluciones implementadas [7].

Como parte de los antecedentes, se realizó una búsqueda de investigaciones relacionadas con la aplicación de estas herramientas.

En su artículo, Ref. [8], Purizaga y Ruiz (2024) utilizan herramientas de calidad como Ishikawa, Pareto y Six Sigma, junto con la metodología DMAIC, para analizar y mejorar las áreas de mantenimiento y logística en una empresa automotriz en Trujillo. Los resultados obtenidos muestran una mejora significativa en la rentabilidad, destacando el impacto positivo de estas herramientas en las operaciones de la empresa.

Además, en la Ref. [9], en el artículo titulado "Six Sigma DMAIC Methodology Implementation in Automobile Industry: A Case Study", se aplica la metodología DMAIC de Six Sigma para reducir defectos en la producción de piezas automotrices, logrando una mejora en el rendimiento del proceso y en la capacidad de este, evidenciando cómo un enfoque disciplinado basado en Six Sigma puede optimizar la calidad en la industria automotriz.

Considerando lo anterior, se destaca la importancia de implementar un sistema de gestión de calidad para abordar los problemas que generan pérdidas económicas, mejorar la eficiencia operativa y garantizar la satisfacción del cliente en la concesionaria automotriz en estudio.

II. METODOLOGÍA

Esta investigación utilizó una metodología fundamentada en ciencias formales y exactas, con un enfoque cuantitativo y descriptivo, de carácter diagnóstico y propositivo. Se orientó hacia la implementación de herramientas de mejora en los procesos operativos y de calidad de la concesionaria automotriz, con el objetivo de incrementar su rentabilidad y optimizar su gestión.

Los recursos empleados incluyeron una laptop Acer Core i5, el programa Microsoft Office Excel y el software Minitab, los cuales se utilizaron para procesar y analizar los datos recolectados. Las fuentes de información consistieron en tesis, artículos de investigación y libros provenientes de bases de datos científicas. A continuación, se describen las etapas desarrolladas en el proceso de investigación.

TABLA I
PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

ETAPA	TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN
Diagnóstico	Diagrama de Ishikawa	Se identificaron las principales causas raíz que originan los problemas en la concesionaria.
	Matriz de indicadores	Se realizó la clasificación, descripción y cuantificación monetaria de cada indicador relacionado con la problemática.
	Diagrama de Pareto	Se jerarquizaron las causas según su impacto económico, priorizando aquellas que generan mayores pérdidas.
Solución propuesta	QFD	Se establecieron los requerimientos esenciales de los clientes y los requisitos técnicos necesarios para cumplirlos.
	AMFE	Se analizaron las posibles fallas del proceso con el objetivo de minimizarlas o eliminarlas.
	DMAIC – Six Sigma	Se diseñaron soluciones específicas para mejorar el nivel de desempeño Z en los procesos.
Evaluación económica	VAN	Se calculó el monto neto de las ganancias o pérdidas esperadas a partir de la inversión realizada.
	TIR	Se determinó la rentabilidad del proyecto mediante el cálculo de esta tasa.
	PRI	Se evaluó el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial del proyecto.

A. Diagnóstico

El análisis inicial de la concesionaria automotriz incluyó un diagnóstico exhaustivo de su situación actual, en el que se utilizó el diagrama de Ishikawa como herramienta principal para identificar las causas raíz que estaban generando altos costos operativos y pérdidas económicas. Este proceso permitió detectar factores críticos relacionados con el personal, los procesos, los insumos y los métodos de trabajo.

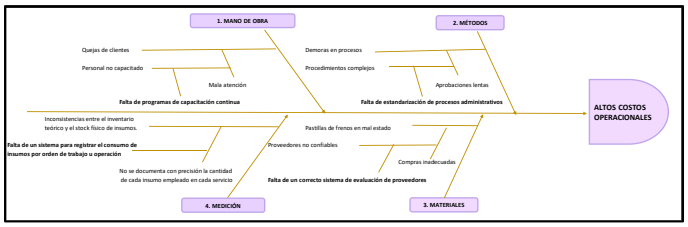


Fig. 1 Diagrama de Ishikawa

Nota. En la presente figura se muestra el Diagrama de Ishikawaseñalando los problemas que están generando pérdidas.

Como resultado del análisis, se identificaron cuatro causas principales de las pérdidas económicas de la empresa, las cuales fueron monetizadas para medir su impacto financiero, como se podrá visualizar en la Tabla II.

En primer lugar, la falta de capacitación del personal en atención al cliente generó un total de 134 clientes insatisfechos anuales, lo que representó una pérdida aproximada del 19.59% de los ingresos.

En segundo lugar, se sumó una deficiente organización en la gestión de compras, que derivó en 164 compras insatisfechas al año, constituyendo la mayor pérdida, equivalente al 61.26% de los ingresos.

Por otro lado, para la tercera causa raíz se identificaron problemas en el control de calidad de los repuestos, específicamente en las pastillas de freno no conformes, de las cuales se registraron 166 unidades defectuosas anualmente, lo que resultó en una pérdida adicional del 14.69%.

Finalmente, el análisis reveló un faltante en el inventario de aceites de motor, equivalente a 77 litros al año, lo que representó una pérdida menor pero significativa, del 4.46%.

TABLA II
MATRIZ DE INDICADORES Y MONETIZACIÓN

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	MONETIZACIÓN	PÉRDIDA ANUAL
CR - 1	Falta de programas de capacitación continua	Pérdidas ocasionadas por clientes insatisfechos derivados a costos por rectificación de errores y horas extra de trabajo.	S/ 12,747.50
CR - 2	Falta de estandarización de procesos administrativos	Pérdidas ocasionadas por la falta de estandarización de procesos administrativos, lo que genera demoras en la gestión de las órdenes de compra y en consecuencia, retrasos en las reparaciones de los vehículos.	S/ 39,870.00
CR - 3	Falta de un correcto sistema de evaluación de proveedores	Pérdidas ocasionadas por la falta de un sistema de evaluación de proveedores, lo que lleva a la recepción de pastillas de freno no conformes, generando costos por reemplazo y tiempo de inactividad de los técnicos.	S/ 9,560.00
CR - 4	Falta de un sistema para registrar el consumo de insumos por orden de trabajo u operación	Pérdidas ocasionadas por la falta de un sistema de control del consumo de aceite de motor, lo que genera inconsistencias en el inventario y pérdidas económicas por la desaparición del insumo.	S/ 2,765.00

Posteriormente, las causas identificadas fueron priorizadas mediante el uso del diagrama de Pareto, el cual permitió determinar cuáles de ellas tenían el mayor impacto en las pérdidas económicas, estableciendo así el orden de prioridad para su solución.

TABLA III
TABULACIÓN DEL DIAGRAMA PARETO

Causas	Costo	Costo acumulado	% Costo acumulado	% N° de causas acumuladas
CR – 2	S/.39,870.00	S/.39,870.00	61%	25%
CR – 1	S/.12,747.50	S/.52,617.50	81%	50%
CR – 3	S/.9,560.00	S/.62,177.50	96%	75%
CR – 4	S/.2,905.00	S/.65,082.50	100%	100%
TOTAL	**S/.65,082.50**			

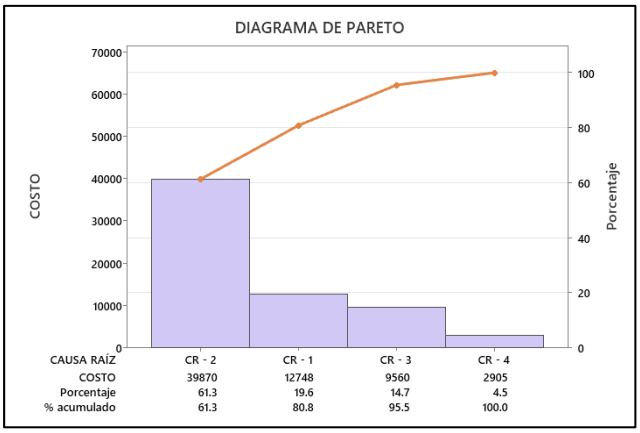


Fig. 2 Diagrama de Pareto
Nota. En la presente figura se muestran las causas raíz ordenadas de forma descendente según pérdidas que generan.

Además, se utilizaron histogramas y gráficos de control para evaluar el rendimiento de los procesos internos, lo que facilitó un análisis detallado de la capacidad operativa de la empresa. Los índices de capacidad del proceso (CP) y capacidad ajustada (CPK) arrojaron valores inferiores a 1, evidenciando que los procesos actuales no cumplían con las especificaciones necesarias para garantizar la calidad esperada.

TABLA IV
ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	Cp	Cpk
CR – 1	Falta de programas de capacitación continua	0.23	-0.82
CR – 2	Falta de estandarización de procesos administrativos	0.04	-0.51
CR – 3	Falta de un correcto sistema de evaluación de proveedores	0.07	-0.50
CR – 4	Falta de un sistema para registrar el consumo de insumos por orden de trabajo u operación	0.07	-0.36

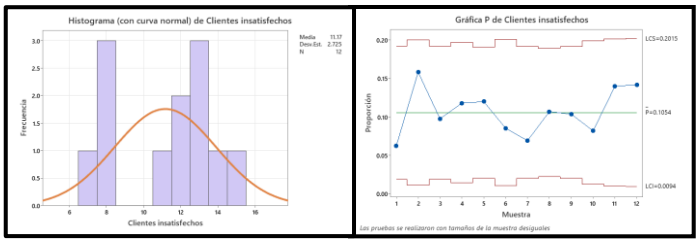


Fig. 3 Histograma y Gráfico de control P (CR1 – Atributo)
Nota. En la figura se muestran el histograma y el gráfico de control de los clientes insatisfechos.

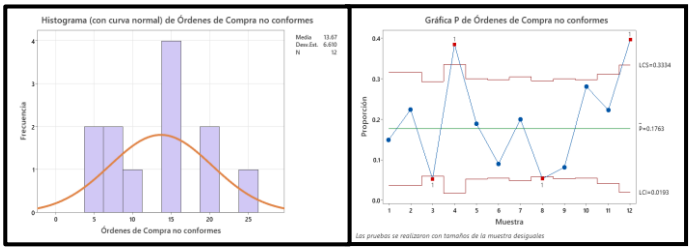


Fig. 4 Histograma y Gráfico de control P (CR2 – Atributo)
Nota. En la figura se muestran el histograma y el gráfico de control de las órdenes de compra no conformes.

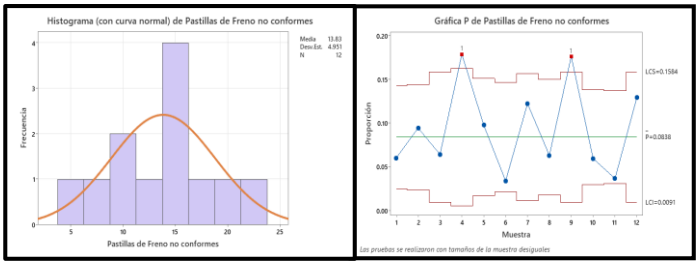


Fig. 5 Histograma y Gráfico de control P (CR3 – Atributo)
Nota. En la figura se muestran el histograma y el gráfico de control de las pastillas de freno no conformes.

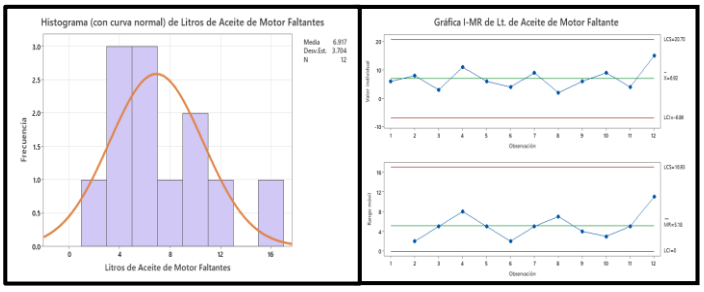
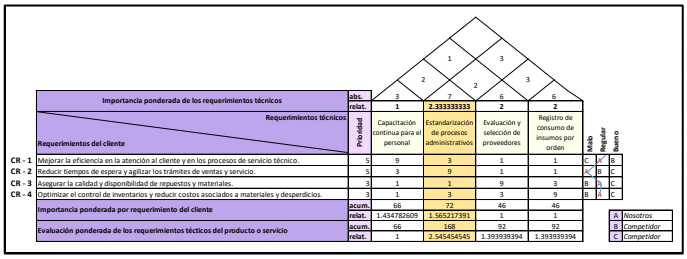


Fig. 6 Histograma y Gráfico de control I-RM (CR4 – Variable)
Nota. En la figura se muestran el histograma y el gráfico de control de los litros de aceite de motor faltante.

Solución propuesta

La solución diseñada para la concesionaria automotriz incluyó la aplicación de tres herramientas clave: el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD), el Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE) y el método DMAIC-Six Sigma. Inicialmente, se elaboró la Casa de la Calidad, la cual permitió integrar los requerimientos de los clientes con los aspectos técnicos necesarios para optimizar el servicio y los procesos operativos.



	Importancia ponderada de los requerimientos técnicos	obs.	3	7	6	6			
		relat.	1	2.333333333	2	2			
	Requerimientos técnicos / Requerimientos del cliente	Prioridad	Capacitación continua para el personal	Estandarización de procesos administrativos	Evaluación y selección de proveedores	Registro de consumo de insumos por orden	Malo	Regular	Bueno
CR - 1	Mejorar la eficiencia en la atención al cliente y en los procesos de servicio técnico.	5	9	3	1	1	C	A/	B
CR - 2	Reducir tiempos de espera y agilizar los trámites de ventas y servicio.	5	3	9	1	1	A/	B	C
CR - 3	Asegurar la calidad y disponibilidad de repuestos y materiales.	3	1	1	9	3	B	/A	C
CR - 4	Optimizar el control de inventarios y reducir costos asociados a materiales y desperdicios.	3	1	3	3	9	B	/A	C
	Importancia ponderada por requerimiento del cliente	acum.	66	72	46	46			
		relat.	1.434782609	1.565217391	1	1			
	Evaluación ponderada de los requerimientos técticos del producto o servicio	acum.	66	168	92	92			
		relat.	1	2.545454545	1.393939394	1.393939394			

A Nosotros
B Competidor
C Competidor

Fig. 7 QFD – Casita de calidad
Nota. En la figura se muestra la Casita de Calidad, basada en los requerimientos de los clientes y requerimientos técnicos.

Posteriormente, se utilizó el Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE) para identificar los principales problemas que afectaban la calidad y confiabilidad de los servicios y repuestos en la concesionaria. Esta herramienta permitió priorizar las áreas críticas que requerían atención inmediata para mejorar tanto la eficiencia como la seguridad de los procesos internos.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES

Proceso	Fallos potenciales: Modos de fallo	Efectos	Causas del modo de fallo	Condiciones existentes: Método de detección	Gravedad	Frecuencia	Detectabilidad	Nº Prioridad de riesgo (NPR)	Acción y estado recomendados	Área responsable de la acción correctiva	Resultados: Acción emprendida	Gravedad	Frecuencia	Detectabilidad	Nº Prioridad de riesgo (NPR)
Reparación de Vehículos	Retraso en la entrega	Clientes insatisfechos, costos por rectificación de errores, horas extra de trabajo.	El personal no cuenta con las habilidades necesarias para realizar las reparaciones de forma eficiente y precisa.	Seguimiento del tiempo de reparación por orden de trabajo, retroalimentación del cliente.	7	4	3	84	Programa de capacitación continua con evaluaciones prácticas.	Taller	Programa de capacitación implementado, evaluaciones periódicas establecidas.	5	2	2	20
Gestión Administrativa de Reparaciones	Demoras en el proceso de reparación	Retrasos en la entrega de vehículos, acumulación de trabajo en el taller, insatisfacción del cliente.	Procedimientos complejos y confusos, aprobaciones lentas, demoras en la gestión de órdenes de compra.	Monitoreo del tiempo de procesamiento de las órdenes de reparación, indicadores de eficiencia administrativa.	6	3	4	72	Estandarizar y simplificar procesos, sistema de gestión de órdenes eficiente.	Administración	Nuevos procedimientos implementados, sistema de gestión de órdenes optimizado.	4	2	3	24
Compras de Repuestos	Recepción de pastillas de freno no conformes	Retraso en las reparaciones, costos por reemplazo, tiempo de inactividad de los técnicos.	Selección de proveedores no confiables, falta de criterios de calidad en la selección de repuestos.	Inspección de calidad de los repuestos al recibirlos, registro de incidencias.	8	2	2	32	Sistema de evaluación de proveedores con criterios de calidad, auditorías.	Compras	Nuevo sistema de evaluación implementado, auditorías a proveedores iniciadas.	5	1	2	10
Gestión de Inventario	Inconsistencia entre inventario teórico y físico de aceite de motor	Pérdidas económicas por la desaparición del insumo, demoras en las reparaciones por falta de stock.	Falta de control sobre el uso del aceite de motor, dificultad para realizar un inventario preciso.	Control periódico del inventario físico, comparación con el registro teórico.	5	2	5	50	Sistema de registro de consumo por orden de trabajo, control de inventario con alertas.	Almacén	Sistema de registro implementado, control de inventario mejorado.	3	1	4	12

Fig. 8 Matriz AMFE
Nota. En la figura se muestra el NRP antes y después de las recomendaciones.

Finalmente, el enfoque DMAIC-Six Sigma fue implementado para analizar las variaciones en los procesos respecto a las expectativas de los clientes. Esto facilitó la identificación de oportunidades de mejora, logrando reducir defectos, incrementar la eficiencia y alinear las operaciones con los estándares de calidad exigidos por los usuarios. De esta manera, se mejoró significativamente el rendimiento de los procesos y la satisfacción del cliente.

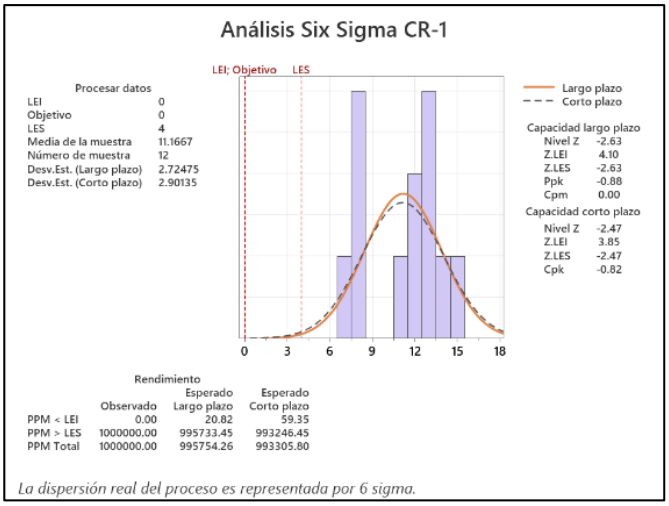


Fig. 9 Análisis Six Sigma – CR1
Nota. En la presente figura se muestra el Análisis Six Sigma de los clientes insatisfechos antes de la mejora.

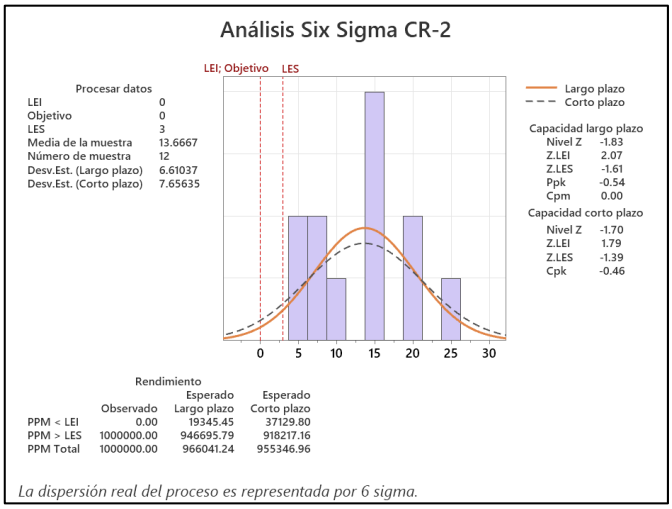


Fig. 10 Análisis Six Sigma – CR2
Nota. En la presente figura se muestra el Análisis Six Sigma de las órdenes de compra no conformes, antes de la mejora.

TABLA V
METODOLOGÍA DMAIC – CR1

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (Definir)	Identificar el problema de retrasos en la entrega de vehículos, causado por falta de competencias del personal técnico.
	Establecer indicadores clave: tiempo promedio de reparación, errores/reprocesos y satisfacción del cliente.
	Usar herramientas como el Diagrama de Ishikawa y Pareto para identificar y priorizar las áreas de mejora.
M (Medir)	Registrar tiempos de reparación según el servicio y contabilizar errores por técnico y tipo de fallo. Recoger datos de satisfacción mediante encuestas y analizar usando gráficos y estadísticas.
	Contabilizar errores y reprocesos por técnico, clasificándolos por tipo de fallo.
	Recoger datos de satisfacción del cliente mediante encuestas post-servicio.
	Analizar datos con gráficos de control, histogramas y estadísticas descriptivas.
A (Analizar)	Correlacionar la capacitación del personal con tiempos de reparación, errores y satisfacción del cliente.
	Identificar brechas de habilidades y conocimientos del personal técnico.
	Emplear herramientas como QFD (Casa de la Calidad), AMFE y Six Sigma para profundizar en las causas.
I (Optimizar)	Implementar un programa de capacitación continua enfocado en tecnologías, herramientas y procedimientos.
	Simplificar y estandarizar procesos administrativos relacionados con reparaciones.
	Establecer un sistema de evaluación de proveedores basado en calidad, precio, tiempo de entrega y confiabilidad.
	Crear un sistema de registro de consumo de insumos por orden de trabajo para controlar inventarios.
C (Controlar)	Monitorear indicadores clave como tiempo de reparación, errores/reprocesos y satisfacción del cliente.
	Realizar auditorías regulares para asegurar el cumplimiento de los nuevos procedimientos.
	Comparar pérdidas actuales con datos anteriores para evaluar avances.
	Evaluar la efectividad del programa de capacitación mediante pruebas y desempeño del personal.

TABLA VI
METODOLOGÍA DMAIC – CR2

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (Definir)	Identificar demoras en reparaciones de vehículos.
	Centrar el análisis en la falta de estandarización de procesos administrativos.
	Establecer indicadores de tiempo de procesamiento, reprocesos y espera del cliente.
	Usar Diagrama de Ishikawa para causas raíz y Diagrama de Pareto para priorización de áreas.
M (Medir)	Registrar tiempos precisos de procesamiento de órdenes de trabajo.
	Contabilizar reprocesos administrativos, clasificándolos por tipo.
	Medir el tiempo desde la recepción hasta la entrega del vehículo.
	Utilizar gráficos de control, histogramas y análisis de capacidad para interpretar datos.
A (Analizar)	Identificar cuellos de botella en los tiempos de procesamiento.
	Evaluar cómo la falta de estandarización afecta la eficiencia general.
	Aplicar herramientas como QFD, Matriz AMFE y análisis DMAIC Six Sigma para profundizar en las causas.
I (Optimizar)	Diseñar capacitaciones técnicas en nuevas tecnologías y procedimientos.
	Simplificar y estandarizar los procesos administrativos.
	Crear un sistema para evaluar proveedores en calidad, precio y confiabilidad.
	Implementar un registro de consumo de insumos por cada orden de trabajo.
C (Controlar)	Monitorear indicadores clave (tiempo de procesamiento, reprocesos, espera del cliente).
	Realizar auditorías periódicas para asegurar el cumplimiento de estándares.
	Actualizar procedimientos según cambios en operaciones y necesidades.
	Establecer un sistema de retroalimentación para identificar dificultades o mejoras propuestas.

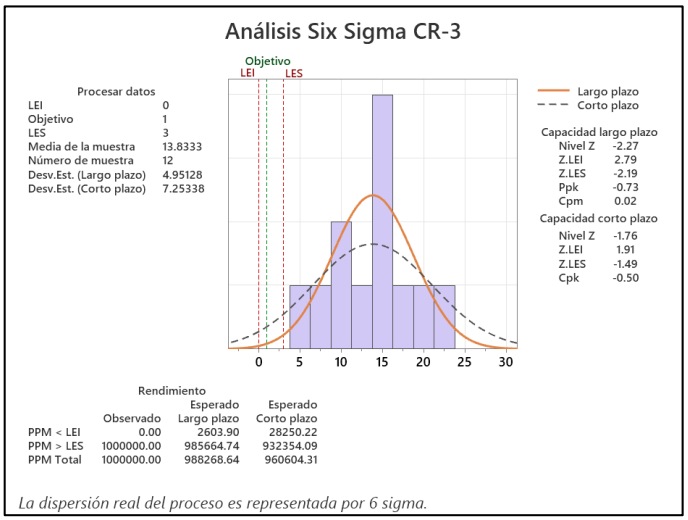


Fig. 11 Análisis Six Sigma – CR3

Nota. En la presente figura se muestra el Análisis Six Sigma de las pastillas de freno no conformes, antes de la mejora.

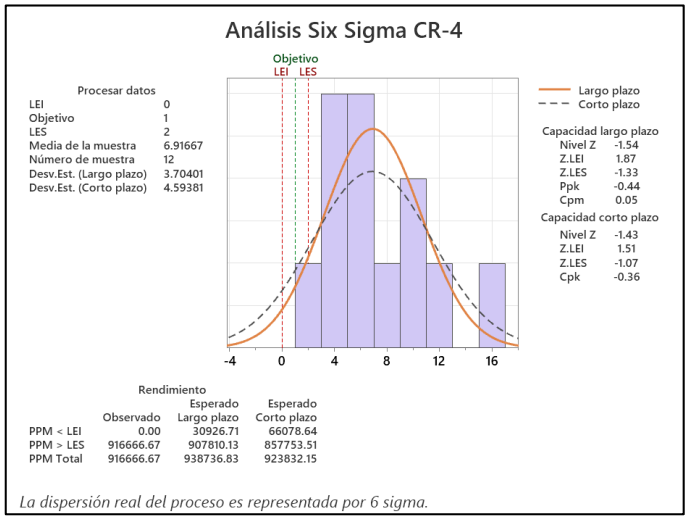


Fig. 12 Análisis Six Sigma – CR4

Nota. En la presente figura se muestra el Análisis Six Sigma de los litros de aceite de motor faltante, antes de la mejora.

TABLA VII

METODOLOGÍA DMAIC – CR3

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (Definir)	Definir el problema de repuestos no conformes.
	Seleccionar indicadores clave y costos asociados.
	Usar Diagramas de Ishikawa y Pareto para identificar causas y áreas de mejora.
M (Medir)	Registrar el porcentaje de repuestos no conformes por proveedor.
	Contabilizar devoluciones por defecto.
	Calcular costos relacionados (reemplazo, inactividad, garantías).
	Usar herramientas estadísticas como gráficos de control.
A (Analizar)	Analizar la relación entre evaluación de proveedores y calidad de repuestos.
	Identificar proveedores con más defectos.
	Usar QFD, Matriz AMFE y DMAIC para el análisis.
I (Optimizar)	Capacitar al personal técnico en nuevas tecnologías.
	Estandarizar procesos administrativos.
	Evaluar proveedores por calidad, precio y entrega.
	Crear un sistema de registro de insumos y control de inventarios.
C (Controlar)	Monitorear repuestos no conformes y costos.
	Evaluar proveedores periódicamente.
	Realizar auditorías a proveedores.
	Establecer comunicación clara para solucionar problemas de calidad.

TABLA VIII

METODOLOGÍA DMAIC – CR4

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (Definir)	Definir la discrepancia entre inventario teórico y físico debido a la falta de registro de consumo.
	Establecer indicadores clave de desempeño como discrepancias, costos de pérdidas y demoras en reparaciones.
	Usar Diagramas de Ishikawa y Pareto para identificar causas y priorizar mejoras.
M (Medir)	Registrar discrepancias en el inventario de insumos clave.
	Calcular costos por pérdidas y obsolescencia de insumos.
	Medir demoras en reparaciones por falta de stock.
	Usar herramientas estadísticas como gráficos de control.
A (Analizar)	Analizar la relación entre la falta de registro de consumo y las inconsistencias en el inventario.
	Identificar áreas con mayores discrepancias y pérdidas.
	Usar QFD, Matriz AMFE y DMAIC para análisis de causas.
I (Optimizar)	Capacitar al personal técnico en nuevas tecnologías y procesos.
	Estandarizar los procesos administrativos de reparaciones.
	Evaluar proveedores por calidad, precio y entrega.
	Crear un sistema de registro de consumo de insumos para mejorar el control.
C (Controlar)	Monitorear discrepancias, costos por pérdidas y demoras con informes regulares.
	Realizar auditorías para asegurar el cumplimiento de procedimientos.
	Verificar el uso del registro de consumo mediante auditorías y supervisión.
	Implementar alertas automáticas para niveles bajos de stock.

B. Evaluación económica

Una vez establecida la propuesta de mejora para la concesionaria automotriz, se desarrolló un presupuesto detallado para su implementación, incluyendo los costos estimados en equipos tecnológicos, contratación de

especialistas y renovación de mobiliario.

TABLA IX
INVERSIÓN TOTAL

Descripción	N°	Costo Mensual (S/.)	Costo unitario (S/.)	Costo anual (S/.)
Practicante de Ing. Industrial (QFD y AMFE)	1	S/ 1,025.00	-	S/ 12,300.00
Laptop	2	-	S/ 1,750.00	S/ 3,500.00
Escritorio	2	-	S/ 300.00	S/ 600.00
Impresora Multifuncional	1		S/ 600.00	S/ 600.00
Sillas de oficina	2	-	S/ 150.00	S/ 300.00
Plan de capacitación	1			S/ 3,500.00
Visita de Ingeniero Industrial (DMAIC – Six Sigma)	1	S/ 330.00	-	S/ 3,960.00
Total				S/24,760.00

Para la evaluación económica, realizamos una proyección a 10 años, considerando un costo de oportunidad del 20%.

ESTADO DE RESULTADOS

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/.39,480.00	S/.41,454.00	S/.43,526.70	S/.45,703.04	S/.47,988.19	S/.50,387.60	S/.52,906.98	S/.55,552.32	S/.58,329.94	S/.61,246.44
Costos operativos		S/.16,260.00	S/.17,073.00	S/.17,926.65	S/.18,822.98	S/.19,764.13	S/.20,752.34	S/.21,789.96	S/.22,879.45	S/.24,023.43	S/.25,224.60
Depreciación activos		S/.1,631.25	S/.1,631.25	S/.1,631.25	S/.1,631.25	S/.1,631.25	S/.1,631.25	S/.1,631.25	S/.1,631.25	S/.1,631.25	S/.1,631.25
GAV		S/.1,626.00	S/.1,707.30	S/.1,792.67	S/.1,882.30	S/.1,976.41	S/.2,075.23	S/.2,179.00	S/.2,287.95	S/.2,402.34	S/.2,522.46
Utilidad antes de impuestos		S/.19,962.75	S/.21,042.45	S/.22,176.14	S/.23,366.50	S/.24,616.39	S/.25,928.77	S/.27,306.78	S/.28,753.68	S/.30,272.92	S/.31,868.13
Impuestos (30%)		S/.5,988.83	S/.6,312.74	S/.6,652.84	S/.7,009.95	S/.7,384.92	S/.7,778.63	S/.8,192.03	S/.8,626.10	S/.9,081.88	S/.9,560.44
Utilidad después de impuestos		S/.13,973.93	S/.14,729.72	S/.15,523.29	S/.16,356.55	S/.17,231.47	S/.18,150.14	S/.19,114.74	S/.20,127.57	S/.21,191.05	S/.22,307.69

Fig. 13 Estado de resultados

FLUJO DE CAJA

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad después de impuestos		S/.13,973.93	S/.14,729.72	S/.15,523.29	S/.16,356.55	S/.17,231.47	S/.18,150.14	S/.19,114.74	S/.20,127.57	S/. 21,191.05	S/. 22,307.69
Depreciación		S/.5,988.83	S/.6,312.74	S/. 6,652.84	S/. 7,009.95	S/. 7,384.92	S/. 7,778.63	S/. 8,192.03	S/. 8,626.10	S/. 9,081.88	S/. 9,560.44
Inversión	S/. -24,760.00				S/. 5,000.00				S/. 5,000.00		
	S/. -24,760.00	S/.19,962.75	S/.21,042.45	S/.22,176.14	S/.28,366.50	S/.24,616.39	S/.25,928.77	S/.27,306.78	S/.23,753.68	S/. 30,272.92	S/. 31,868.13

Fig. 14 Flujo de caja

Tras la implementación de las mejoras, se analizó su rentabilidad utilizando indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación (PRI).

TABLA X
INDICADORES ECONÓMICOS

VAN	S/.70,914.56
TIR	84.20%
PRI	2.59 años

III. RESULTADOS

Se presentan los costos actualizados después de implementar las herramientas en la concesionaria automotriz. Los resultados muestran una reducción significativa en las pérdidas relacionadas con cada causa raíz, lo que generó un beneficio de S/. 39,480.00.

TABLA XI
PERDIDA ACTUAL, MEJORADA Y BENEFICIO

Nro	Causa Raíz	PÉRDIDA ACTUAL	PÉRDIDA MEJORADA	BENEFICIO
C2	Falta de estandarización de procesos administrativos	S/39,870.00	S/20,760.00	S/ 19,110.00
C1	Falta de programas de capacitación continua	S/12,747.50	S/2,157.50	S/10,590.00
C3	Falta de un correcto sistema de evaluación de proveedores	S/9,560.00	S/2,160.00	S/7,400.00
C4	Falta de un sistema para registrar el consumo de insumos por orden de trabajo u operación	S/2,905.00	S/525.00	S/2,380.00

A partir de los datos obtenidos, se elaboraron gráficos para comparar los costos actuales con los costos mejorados para cada causa identificada.

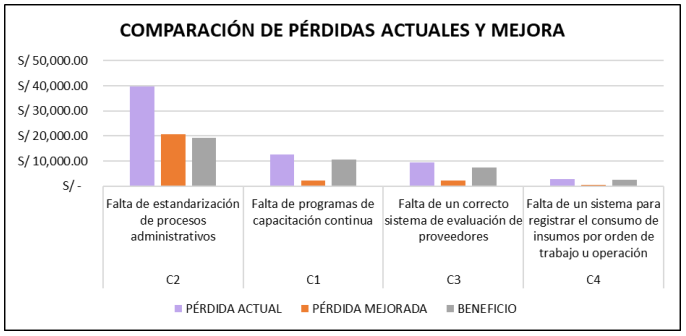


Fig. 15 Comparación de pérdidas económicas de cada causa raíz

Además, utilizando la herramienta DMAIC-Six Sigma, se logró mejorar los valores de Cpk y el nivel Z en cada uno de los indicadores de desempeño.

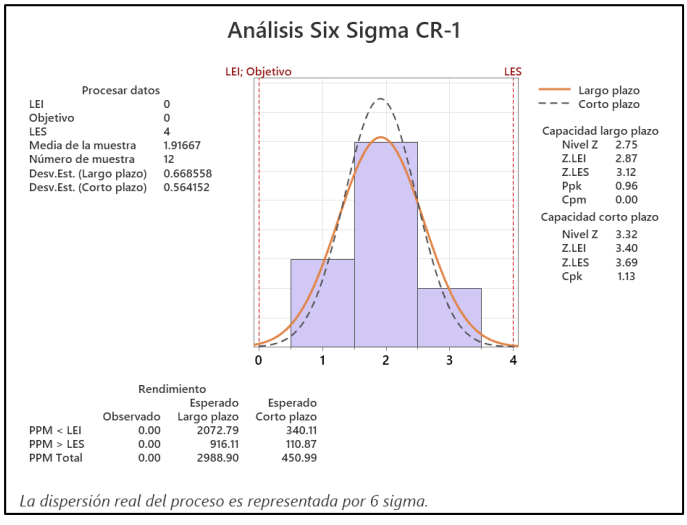


Fig. 16 Análisis Six Sigma Mejorado – CR1

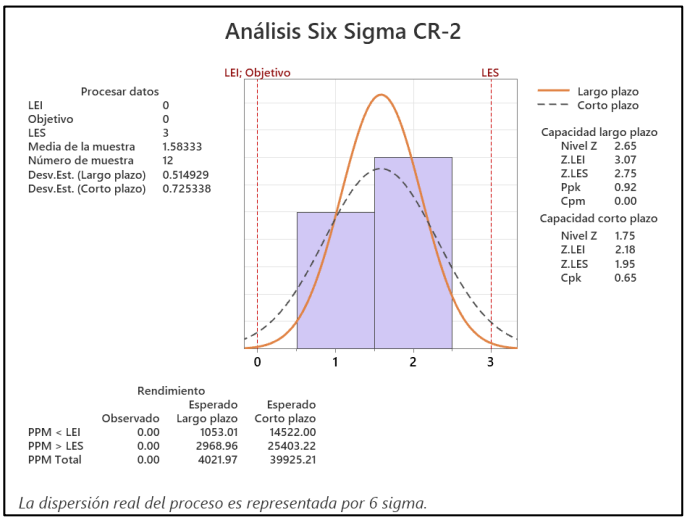


Fig. 17 Análisis Six Sigma Mejorado – CR2

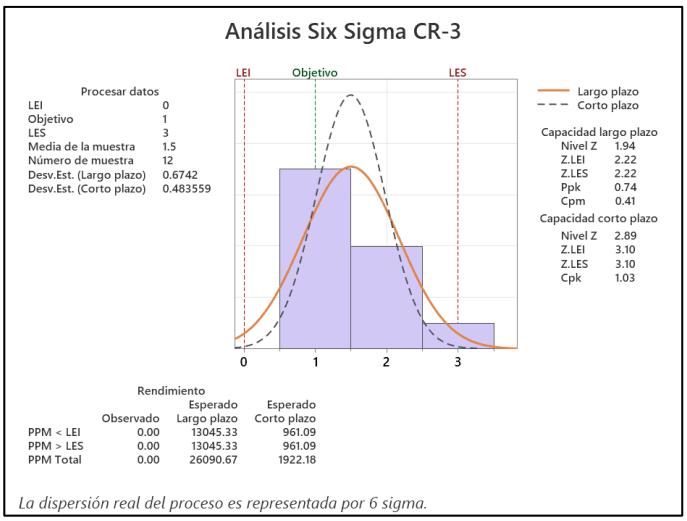


Fig. 18 Análisis Six Sigma Mejorado – CR3

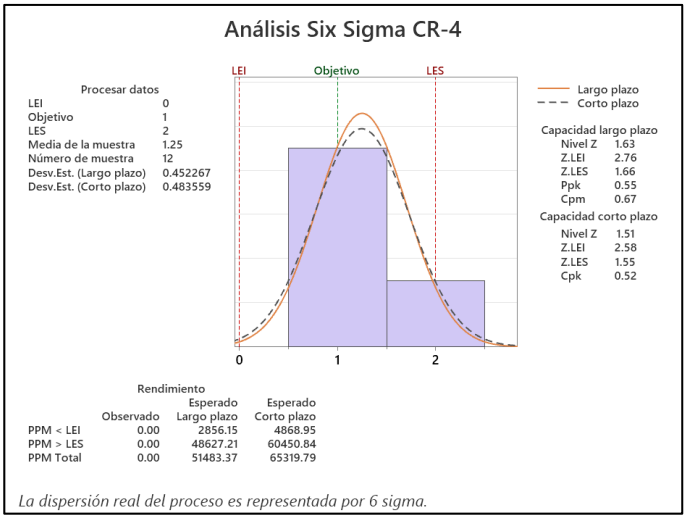


Fig. 19 Análisis Six Sigma Mejorado – CR4

Tras la implementación de las mejoras, se realizó una comparación entre los valores de Cpk y el nivel Z respecto a su estado anterior.

TABLA XII
COMPARACIÓN DE CAPACIDAD SIX SIGMA

Causa	Indicador	Inicial			Mejora		
		S/	Cpk	Z	S/	Cpk	Z
CR - 2	Órdenes de compra no conformes	S/ 39,870.00	- 0.54	- 1.83	S/ 20,760.00	0.92	2.65
CR - 1	Clientes insatisfechos	S/ 12,747.50	- 0.88	- 2.63	S/ 2,157.50	0.96	2.75
CR - 3	Pastillas de freno no conformes	S/ 9,560.00	- 0.73	- 2.27	S/ 2,160.00	0.74	1.94
CR - 4	Aceite de motor faltantes	S/ 2,905.00	- 0.44	- 1.54	S/ 525.00	0.55	1.63
TOTAL		**S/ 65,082.50**			**S/ 25,602.50**		

IV. DISCUSIÓN

En este estudio se utilizó el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto para identificar las causas raíz que generan pérdidas económicas en la concesionaria automotriz. Las causas raíz analizadas fueron la falta de programas de capacitación continua, la falta de estandarización de procesos administrativos, la falta de un adecuado sistema para evaluar a los proveedores y la ausencia de un sistema para el registro de insumos. A través de la implementación de diversas soluciones y herramientas, se logró una mejora significativa en los resultados financieros y operativos.

La falta de capacitación resultaba en diagnósticos erróneos y trabajos de reparación incorrectos, lo que generaba insatisfacción en los clientes y aumentaba los costos operativos. Tras la implementación de un programa de capacitación, las pérdidas asociadas a esta causa se redujeron considerablemente, alcanzando un beneficio de S/ 10,590.00. Esta mejora también se reflejó en un aumento en la eficiencia del trabajo y una mejor satisfacción de los clientes.

La falta de estandarización en los procesos administrativos, especialmente en la gestión de órdenes de compra, causaba retrasos y afectaba la calidad del servicio. La implementación de un sistema estandarizado para estos procesos resultó en una disminución de las pérdidas en S/ 20,760.00, con un beneficio de S/ 19,110.00.

La ausencia de un sistema adecuado para la evaluación de proveedores generaba pérdidas debido a la recepción de piezas defectuosas, como pastillas de freno no conformes, que aumentaban los costos operativos. Tras la implementación de un sistema de evaluación, las pérdidas se redujeron en S/ 2,160.00, con un beneficio de S/ 7,400.00.

La falta de un sistema de control sobre el consumo de insumos, como aceite de motor, causaba inconsistencias en el inventario y mayores costos. La implementación de un sistema para registrar el consumo de insumos mejoró la eficiencia operativa, reduciendo las pérdidas a S/ 525.00 y generando un beneficio de S/ 2,380.00.

Los resultados de esta investigación demuestran que la implementación de mejoras en las causas raíz identificadas resultó en una importante reducción de las pérdidas y un aumento en los beneficios económicos y operacionales [5], [6], [7], [8] y [9].

La mejora de los indicadores de capacidad de procesos y los niveles de Six Sigma reflejan un aumento en la eficiencia y estabilidad de las operaciones, lo que respalda la efectividad de las soluciones implementadas. Estos hallazgos son

consistentes con estudios previos que han demostrado el impacto positivo de las metodologías de mejora de calidad en el desempeño de las empresas [10], [11] y [12].

V. CONCLUSIONES

Se concluye que, mediante la implementación de herramientas de diagnóstico como los diagramas de Ishikawa y Pareto, se pudieron identificar con precisión las causas principales que impactaban negativamente en la rentabilidad de la empresa. Con base en los hallazgos, se implementaron mejoras en los procesos de control de calidad, apoyadas por herramientas adicionales como la 'Casita de Calidad' (QFD), la matriz AMFE y el enfoque DMAIC-Six Sigma, lo que permitió reducir las pérdidas en un 60.66% y generar un beneficio significativo de S/. 39,480.00.

En cuanto a la evaluación económica, se asignó una inversión inicial de S/. 24,760.00, y los indicadores financieros obtenidos, como el valor actual neto (VAN) de S/. 70,914.56 y una tasa interna de retorno (TIR) del 84.20%, demostraron que la propuesta es altamente rentable. Esto permitió recuperar la inversión en un período de 2.59 años, confirmando la viabilidad y el éxito de la propuesta implementada.

REFERENCIAS

[1] Barahona Aguilar, N. S., et al. "Análisis de los criterios de calidad en un laboratorio de ensayos no clínicos en Honduras". Revista Universidad y Sociedad, 2023. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202023000200152&script=sci_arttext

[2] García Martínez, E. M. "Aplicación del diagrama de Pareto para la priorización de problemas en la industria agroalimentaria". Repositorio RiuNet, 2023. https://riunet.upv.es/handle/10251/194736

[3] Sánchez, F. F. T., Parra, D. B., & Domínguez, F. M. "Diagnóstico estadístico de la 'dimensión de losetas' a través de herramientas de calidad en una empresa de la región de Perote, Veracruz". Revista Ciencia Administrativa, 2018. https://www.uv.mx/iiesca/files/2019/02/02CA201802.pdf

[4] Romero Vega, L. E., Valdés Luna, L. C., & Mejía Bautista, D. V. "Control estadístico para el monitoreo del proceso de corte de pastillas de jabón". Ingeniería y Desarrollo, 2018. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-34612018000200455&script=sci_arttext

[5] Barrantes, J. P., & Diaz, K. A. (2021). Diseño de la metodología despliegue de la calidad (QFD) para mejorar el nivel de satisfacción del cliente del restaurante Vigo´s Pizza, Cajamarca-2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/29517

[6] Rosillo Mendoza, W. D., & Vásquez Alzamora, F. (2024). Aplicación de metodología AMFE para incrementar la productividad de la línea de producción de la Embotelladora Cassinelli S.A.C. – Trujillo - 2022 [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO. https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/28551

[7] Laín, C. L. (2024). Proyecto de mejora del proceso de pintado de piezas en el sector automovilístico utilizando la metodología Lean Six Sigma" DMAIC" (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). https://riunet.upv.es/handle/10251/209213

[8] Purizaga, S., & Ruiz, N. (2024). Mejora con herramientas de calidad en una industria automotriz, Trujillo 2022 [Artículo científico de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/38451

[9] Six Sigma DMAIC Methodology Implementation in Automobile Industry: A Case Study. (2018). Journal of Manufacturing Engineering, 13(1), 042-050. https://smenec.org/index.php/1/article/view/103

[10] Rodríguez-Alza, M. A., Purizaga-Moya, S. M., & Ruiz-Girón, N. B. (2023). Mejora con herramientas de calidad en una industria automotriz Trujillo, 2022. En M. M. Larrondo Petrie, J. Texier, & R. A. R. Matta (Eds.), *Proceedings of the 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development, LACCEI 2023* (Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology; Vol. 2023-July).

[11] Rodríguez Alza, M. A., Salinas Panduro, S. D., & Vera Valencia, D. M. (2024). Aplicación de las Herramientas de Gestión de la Calidad para mejorar la pérdida monetaria de la empresa dedicada a brindar soluciones en consumibles industriales. Trujillo – Perú, 2023. En N. C. Callaos, J. Horne, E. F. Ruiz-Ledesma, B. Sanchez, & A. Tremante (Eds.), *CICIC 2024 - Decima Cuarta Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informatica y Cibernetica en el contexto de the 15th International Multi-Conference on Complexity, Informatics, and Cybernetics, IMCIC 2024 - Memorias* (pp. 247-250). (Memorias de la Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informatica y Cibernetica, CICIC; Vol. 2024-March). https://doi.org/10.54808/CICIC2024.01.247

[12] Rodríguez Alza, M. A., Guevara Marín, D. A., & Chinchay Depaz, G. A. (2024). Aplicación de las herramientas de Gestión de la Calidad para el mantenimiento preventivo en automóviles. En N. C. Callaos, J. Horne, E. F. Ruiz-Ledesma, B. Sanchez, & A. Tremante (Eds.), *CICIC 2024 - Decima Cuarta Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informatica y Cibernetica en el contexto de the 15th International Multi-Conference on Complexity, Informatics, and Cybernetics, IMCIC 2024 - Memorias* (pp. 265-268). (Memorias de la Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informatica y Cibernetica, CICIC; Vol. 2024-March). https://doi.org/10.54808/CICIC2024.01.265