

Improvement with quality tools in an automotive industry, Trujillo 2022

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Shadia Marina Purizaga-Moya, estudiante Ingeniería Industrial², Nayely Briyith Ruiz-Girón, estudiante Ingeniería Industrial³,
¹⁻³Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, N00170804@upn.pe, N00173284@upn.pe

Abstract – The following research is of the applied type of experimental and diagnostic design, which aimed to analyze and present the improvements that were obtained in the areas of maintenance and logistics of this company by applying the tools of QFD, AMEF, DMAIC and SIX SIGMA to improve the profitability of an automotive company.

When performing the analysis with the help of the Ishikawa diagram, it is concluded that there are 5 main problems: lack of training of personnel, lack of care in the transport of the units, lack of control in the inspection time of the arrivals of units, lack of inventory control and warehouse order and lack of stock of materials, which will be repaired. The diagnosis will be made with the Pareto diagram for the initial analysis and with the help of control graphs in Minitab and will be drawn to represent the current situation and the improvements when applying the tools. The results show that in the maintenance area there was an increase in profitability of 74% and in the logistics area of 66%, thus anticipating an economic benefit of S/. 17,371.90 and the Go of S/. 1,902.27, IRR of 22.41% and B/C of 1.4.

Keywords: Production, Quality, Profitability, Fishing, Six Sigma.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Mejora con herramientas de calidad en una industria automotriz Trujillo, 2022

Improvement with quality tools in an automotive industry, Trujillo 2022

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Shadia Marina Purizaga-Moya, estudiante Ingeniería Industrial², Nayely Briyith Ruiz-Girón, estudiante Ingeniería Industrial³,
¹⁻³Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, N00170804@upn.pe, N00173284@upn.pe

Resumen– La siguiente investigación es de tipo aplicada de diseño experimental y diagnóstico el cual se tuvo como objetivo analizar y presentar las mejoras que se obtuvieron en las áreas de mantenimiento y logística de dicha empresa aplicando las herramientas de QFD, AMEF, DMAIC y SIX SIGMA para mejorar la rentabilidad de una empresa automotriz.

Al realizar el análisis con la ayuda del diagrama de Ishikawa se determinó que existen 5 problemas principales que son los siguientes: Falta de capacitación al personal, Falta de cuidado en el transporte de las unidades, Falta de control en el tiempo de inspección de las unidades llegadas, Falta de control de inventario y orden de almacén y falta de stock de materiales, el cual se logró realizar el diagnóstico con el diagrama de Pareto para el análisis inicial y con la ayuda de los gráficos de control en Minitab y se utilizó para representar la situación actual y las mejoras al aplicar las herramientas. Utilizando la herramienta Six Sigma, definida como una estrategia para mejorar y diseñar productos y procesos buscando satisfacer la necesidad de los clientes, cumpliendo especificaciones que traen beneficio a la empresa [13], junto con la metodología DMAIC siguiendo las acciones de definición, medición, análisis, mejora y control [14], se obtiene que en el área de mantenimiento hubo un aumento de 74% y en el área de logística el 66% trayendo así un beneficio económico de S/. 17,371.90 con esto se obtuvo que el VAN es de S/. 1,902.27, un TIR de 22,41% y el B/C de 1.4 el cual significa que resulta beneficioso para la empresa.

Palabras claves: Producción, calidad, rentabilidad, Six Sigma,

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el sector automotriz es una de las industrias más importantes ya que impacta económicamente y social en todos los países. Se conoce que la fabricación de automóviles estima el 3% del Producto Bruto Interno global. A causa de la crisis sanitaria causada por el Covid 19 en el año 2020 se dejó de producir 8 millones de vehículos trayendo como resultado una pérdida de USD\$200.000 millones en la industria automotriz [1]. Sin embargo, en el sector tuvo un crecimiento en distintos países en el año 2021 por ejemplo tenemos a Argentina que creció y aportó para el crecimiento del PBI. [2]. Otro país que también tuvo un notable crecimiento fue México a comparación del año 2019, ya que aumentó la producción de autos y camiones en 6.8% y la venta de autoparte en 13% [3].

A nivel nacional este sector aumentó gracias a la

comercialización de vehículos livianos y pesados ante la mayoría de demandas de otros sectores. [4]. En la ciudad de Trujillo este sector se a desarrollado gracias al parque motor que se a convertido en el más importante del país con una tasa de crecimiento de 6% al año, con aproximadamente 360 000 vehículos. [5]. La empresa automotriz donde se está realizando la investigación cuenta con una trayectoria de 112 años y la presencia de esta marca en más de 140 países. Sin embargo, en la sede de Trujillo se encontró diferentes problemas que afectan a la marca ya que la calidad de los servicios que están haciendo llegar a sus clientes que representan elevadas pérdidas económicas. Por tal motivo se elaboró esta investigación para mostrar el impacto que genera las herramientas de la gestión de calidad dentro de la empresa.

Las principales herramientas que se utilizaron para esta investigación fueron Six Sigma, AMEF, QFD Y DMAIC. Adicionales a estos otros métodos que fueron de apoyo fueron el diagrama de Ishikawa que con esto se logró identificar y analizar los problemas para así darles solución. [6]. Como también estadística descriptiva que es una técnica que se encarga de resumir un conjunto de datos utilizando principalmente tablas y gráficos donde se encarga de presentar y analizar estas. Se le conoce como una de las ramas de la estadística, por su fácil uso y por la forma clara de presentar dichos datos. [7]. Además, se utilizó los histogramas que son los gráficos que representan rangos y muestran la distribución de los datos [8]. Por último, también se utilizó el programa Minitab que tiene similitudes con el programa Excel donde se realizan gráficos, analizarlos, brindando resúmenes de la información numérica [9].

[10] Maya & Andra en el año 2012, investigación “Modelo de calidad para la mediana empresa del sector automotriz” menciona que el estudio que se realizó en esta empresa ha sido clasificado por los mismos clientes como satisfactorios con condiciones, esto significa que la eficacia lograda es del 60% al 80% y lo consideran como un proveedor que puede mejorar en cuanto a la calidad de sus servicios, es por eso que ellos realizaron como estructura base la norma de calidad ISO 9001:2008. Al realizar la investigación se dieron cuenta que parte del problema era debido que el personal de la empresa no sigue con los métodos establecidos

[11] Espíritu en el año 2021, menciona que en su propuesta de implementación de la metodología Six sigma

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

para optimizar los servicios del área de mantenimiento de vehículos en una empresa automotriz en Lima, aplicó también la metodología DMAIC para mejorar la calidad de servicio que da dicha empresa, disminuyendo errores que presentan las áreas entre sí. Mejorando los procesos e incrementando la satisfacción de los clientes. Concluye que estas herramientas han sido de gran ayuda ya que permite definir e identificar las ineficiencias del proceso.

II. METODOLOGÍA

Se utiliza un enfoque cualitativo. A su vez, es una investigación aplicada, ya que busca generar conocimiento con aplicación beneficiosa. Es una investigación experimental ya que los datos son obtenidos a partir de hechos condicionados por los autores. Está enfocada en la aplicación y uso de herramientas de mejoras en las áreas de mantenimiento y logística, basándonos en el aporte de la calidad para la mejora de estas, teniendo como objetivo principal el aumento de la rentabilidad en una empresa automotriz en la ciudad de Trujillo.

La población está definida por los procesos de la empresa automotriz y la muestra se define por los procesos específicamente del área logística y de calidad de la empresa automotriz. Se realizó la recopilación de los datos a partir de los procesos de las áreas mencionadas, en las cuales en la tabla 1 se determinaron las variables, dimensiones e indicadores. La tabla mencionada comprende el desarrollo de los elementos que conforman la problemática desglosando las variables en detalles que son medibles para encontrar los datos útiles para la investigación.

TABLA I
MATRIZ OPERACIONAL

Variable	Dimensiones	Indicadores
VI: Áreas de mantenimiento y logística	Insatisfacción del cliente debido al mal mantenimiento realizado por los operarios	Porcentaje de unidades reprocesadas.
	Pérdidas monetarias por accidentes y daños en las unidades llegadas	Porcentaje de unidades dañadas.
	Pérdida de tiempo por aumento de esperas en inspección de unidades.	Tiempo en descarga de unidades
	Aumento de tiempo por falta de orden de ubicación de materiales en el almacén.	Tiempos muertos por búsqueda de materiales.
	Pérdidas en tiempo de espera para recepción de piezas y pérdida de clientes por falta de estos materiales	Porcentaje de materiales si en el stock por falta de control de inventario.
VD: Rentabilidad	Rentabilidad	Rentabilidad neta encima de la demanda.

Para realizar el diagnóstico de la investigación, se tuvieron en cuenta los siguientes pasos: 1) Realización de entrevista al supervisor de la empresa de manera presencial, donde se logró tener una visión macro de los problemas de la empresa. 2) Realización de entrevista al encargado de almacén, donde se logró entender al detalle los problemas e inconvenientes que este tiene. 3) Solicitud de datos al supervisor para la realización del estudio y 4) Agrupación de datos, para lograr la estadística descriptiva que se requiere para el desarrollo de la investigación. A partir de estos pasos, se identificaron las causas raíces, las pérdidas que cada una de estas genera, y se cuantificaron.

Se procedió a realizar el análisis de estadística descriptiva, la frecuencia y los histogramas a las unidades reprocesadas, unidades dañadas, a los tiempos de descarga de unidades, tiempos muertos por búsqueda de material y a la cantidad de materiales sin stock, en el programa de Microsoft Excel y Minitab. Para continuar, se buscaron los antecedentes necesarios para ayudar a la investigación. Se evalúa si lo antecedentes tienen relación con la investigación propuesta y si la información aportará a la presente, se selecciona; de lo contrario, si la información no resalta en nuestra investigación, será rechazada y no tomada en cuenta.

Se analizaron las causas raíces mediante un diagrama de Ishikawa.

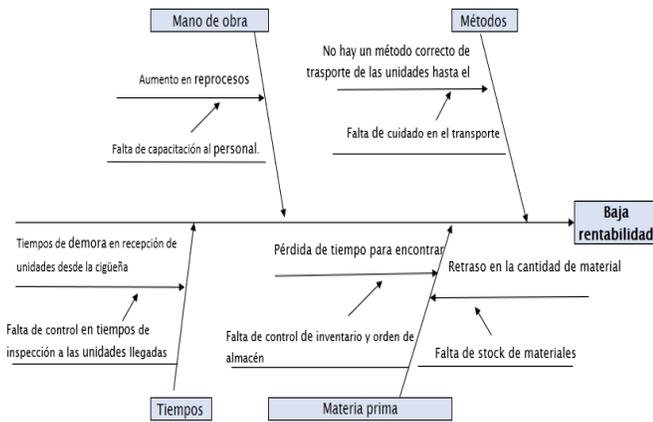


Fig. 1. Diagrama de Ishikawa

Mediante la estadística descriptiva en el Microsoft Excel se calculó el índice de capacidad de proceso (CP) de cada una de las causas raíces. En la tabla II se muestra los indicadores (CP) de cada causa y las herramientas que se utilizarán para estas.

TABLA II
ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESO

Indicador	CP	Herramienta
Cantidad de unidades reprocesadas	0.59	AMEF QFD SIX SIGMA DMAIC
Porcentaje de unidades dañadas	0.36	AMEF QFD SIX SIGMA DMAIC
Tiempo en descarga de unidades	0.56	AMEF QFD SIX SIGMA
Tiempos Muertos por búsqueda de Materiales	0.50	AMEF QFD SIX SIGMA
Porcentaje de materiales sin stock por falta de control de inventario	0.41	AMEF QFD SIX SIGMA

Se desarrolló el AMEF de cada una de las causas raíces de la investigación, de las cuales se puntuó según gravedad, ocurrencia y detectabilidad, obteniendo el NPR inicial, multiplicando los tres valores de los indicadores mencionados. Para la continuación del desarrollo de esta matriz, se definieron acciones recomendadas a las que se le asignó un responsable. Luego de esto, se determinó nuevamente el puntaje de los indicadores de gravedad, ocurrencia y detectabilidad ya aplicado las acciones recomendadas para la mejora, obteniendo así el NPR final, el cual refleja una mejora en los problemas. A continuación, se muestran los fallos y efectos de estos encontrados en los problemas.

TABLA III
INDICADORES MATRIZ AMEF

Función o componente del servicio	Modo de fallo	Efecto	Causas	Modo de detección
Falta de capacitación al personal	Personal nuevo	Reprocesos	El proceso de selección es muy básico	Supervisión de los trabajadores
Falta de cuidado en el transporte de las unidades	Cantidad incorrecta de unidades que transportan	Rayaduras en las unidades	Muchas unidades en la cigüeña	Supervisión de las unidades que serán transportadas
Falta de control en tiempos de inspección a las unidades llegadas	Falta de personal	Demoras en recepción de las unidades	Uso incorrecto de la plantilla de trabajadores	Aumento de personal
	Cigüeña no reporta su llegada	Se realizan paradas en el proceso	No programan la llegada de la cigüeña	Programar al año la cantidad de veces que irá la cigüeña
Falta de control de inventarios y orden de almacén	Almacén desordenado y falta de clasificación de las piezas	Pérdida de tiempo para encontrar los materiales	Acumulación de cajas y falta de estantes	Supervisión de los Trabajadores
Falta de stock de materiales	Falta de inventario o actualizado	Retraso en la cantidad de material que se recibe	Realizan el inventario de forma mensual	Supervisión de los trabajadores

La herramienta QFD es un sistema estructurado el cual ayuda a la identificación de las necesidades y expectativas de los clientes, permite relacionar lo que el cliente busca y necesita a requerimientos desarrollados en planificaciones para las acciones de la empresa [15] Esta se utilizó para todos los indicadores, y se agruparon en tres grupos, en donde se identificaron los requerimientos técnicos y del cliente, teniendo en cuenta el comportamiento de la competencia en los mismos puntos. En las figuras 2,3 y 4 se muestran los ítems requeridos en cada causa.

REQUERIMIENTOS	Puntaje
Personal capacitado para cualquier tipo de atención	2.1125
Organización en el personal de atención	1.125

Fig. 2. Resultado QFD causa 1

- La primera matriz QFD resulta en que se tenía que tomar medidas ante los requerimientos mostrados, por los que se plantea aplicar las siguientes acciones.
- Planeación de capacitaciones y evaluaciones mensuales
 - Fomentar el orden, atención, amabilidad a los clientes.
 - Fomentar un grato clima en la empresa que pueda ser contagiado a los clientes.

En el segundo grupo, se agruparon la causa 2 y 3. Se colocaron los requerimientos del cliente y también lo requerimientos técnicos obteniendo la figura 3.

REQUERIMIENTOS	PUNTAJE
Establecer parámetros de seguridad en la cigüeña para evitar movimientos que afecten a la unidad	2.285714
Capacitación al personal para el correcto movimiento de las unidades	
Simulacros ante posibles inconvenientes	
Prácticas de movimientos para ingreso de unidades en la cigüeña	

Fig. 3. Resultado QFD causa 2 y 3

Ante tal resultado se plantea lo siguiente:

- Establecer y definir los procesos correctamente, junto con los parámetros de cada actividad, para tener un conocimiento de actuar en cada parte del desarrollo de las actividades.
- Definir protocolos de seguridad para transporte de unidades.
- Desarrollar nuevos métodos para que el transporte de las unidades se ejecute de mejor manera

Por último, se realizó el análisis de la causa 4 y 5, en donde se siguieron los pasos de la misma manera que en las causas anteriores, teniendo en cuenta los requerimientos mostrados en la figura.

REQUERIMIENTO	PUNTAJE
Contar con los repuestos y materiales demandados	2.428571
Cumplir con las expectativas del cliente	
Tener un registro de los productos más demandados	

Fig. 4. Resultado QFD causa 4 y 5

Para este resultado, se plantean estas actividades:

- Contar con un personal logístico capacitado.
- Tener una base de datos actualizada y de fácil manejo para el personal.

Con la herramienta DMAIC, se propusieron procedimientos para asegurar una mejora en los indicadores. En la primera causa, se definió el porqué del problema, encontrando que hay un desconocimiento en los procedimientos, constantes errores en el personal sin capacitación. Se propuso la medición de esto generando una estandarización de procesos, elaborando un manual de funciones y generando constantes capacitaciones al personal. El análisis fue realizado mediante la estadística descriptiva, diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa. Para lograr la optimización en esta causa, se propone aumentar mensualmente las capacitaciones, realizar seguimiento de cumplimiento de estándares y finalmente para el control de lo implementado, se propone una evaluación constante a los trabajadores y llevar un registro de fallas y tipos de fallas. La causa 2 y 3 están relacionadas, en estas se definió que hay un descuido en la forma de transporte de las unidades por falta de métodos para esta acción. Esto se mide con la cantidad de unidades dañadas y la

cantidad de unidades transportadas, datos analizados mediante la estadística descriptiva. Para esto, se espera elaborar un plan de transporte de unidades y la estandarización del método de recepción de unidades. Para el control se propone la implementación de una guía de envío y recepción de unidades y un formato para el control de condición de llegada de las unidades. En la causa 4 y 5 se considera que no hay un control en los pedidos realizados, y a su vez hay una falta de control en los requerimientos, generando un desorden en el almacén. Esto se mide por el tiempo que toma un operario para encontrar alguna pieza o elemento requerido, y también es medido por la satisfacción del cliente por la eficacia o ineficacia para atender su pedido. Se analiza esto mediante la estadística descriptiva y los gráficos de control estadísticos. Para la implementación de esto, propone un MPR.

Finalmente, para la evaluación económica, se calculó la inversión para las herramientas propuestas. Se realizó el flujo de caja teniendo en cuenta las pérdidas y los beneficios y posteriormente se calculó el VAN y el TIR, para concluir determinando el valor del B/C.

III. RESULTADOS

Al realizar un diagnóstico en la empresa se determinó que hay

5 causas raíz que son las siguientes: falta de capacitación al personal, falta de cuidado en el transporte de las unidades, falta de control en tiempos de inspección a las unidades llegadas, falta de control de inventarios y orden de almacén y la falta de stock de materiales.

Para lograr priorizar alguna causa raíz fue necesario realizar el Diagrama de Pareto y ver en cuál de los problemas la empresa está obteniendo más pérdidas. Se comenzó haciendo una monetización, para así obtener el porcentaje de costo que tiene cada una. Se muestra en la figura 6 que con el 20% de las causas ayuda con la resolución con el 80% de las pérdidas económicas, teniendo como resultado el siguiente orden: Falta de cuidado en el transporte de las unidades, falta de stock de materiales, falta de capacitación al personal, falta de control de inventario y orden de almacén y la falta de control en tiempos de inspección a las unidades llegadas

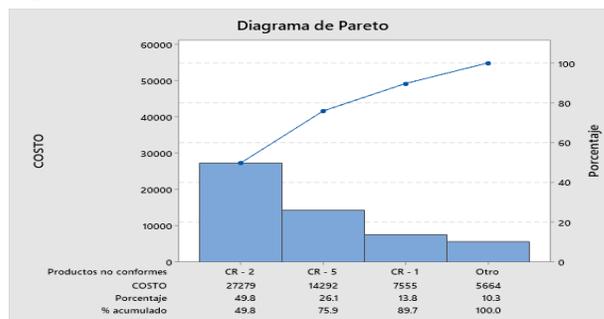


Fig. 5 Diagrama de Pareto

CR - 2	Falta de cuidado en el transporte de las unidades
CR - 5	Falta de stock de materiales
CR - 1	Falta de capacitación al personal
CR - 4	Falta de control de inventario y orden de almacén
CR - 3	Falta de control en tiempos de inspección a las unidades llegadas

Fig. 6 Resumen del Diagrama de Pareto

Nota. En la presente figura se muestra donde se refleja las pérdidas económicas más significativas.

TABLA IV
MATRIZ RESUMEN COSTO
DE INDICADORES

CAUSA-RAÍZ	COSTO PERDIDO ACTUAL	COSTO PERDIDO META	BENEFICIO
CR - 1	S/ 7,555.00	S/ 5,615.00	S/ 1,940.00
CR - 2	S/ 27,279.00	S/ 18,020.00	S/ 9,259.00
CR - 3	S/ 710.00	S/ 547,50	S/ 162.50
CR - 4	S/ 4,953.60	S/ 2,035.20	S/ 2,918.40
CR - 5	S/ 14,292.00	S/ 11,200.00	S/ 3,092.00
TOTAL	S/ 54,789.60	S/ 37,417.70	S/ 17,371.90

Nota. Se refleja en la siguiente figura que hay un beneficio de 32%

Se busca cumplir con el objetivo de mejorar la calidad de los productos y servicios que brinda la empresa para sus clientes es por eso que se utilizó el método Six Sigma para mostrar y dar resultados de cómo se encuentra la empresa y la cantidad de mejora que tendrá al aplicar esta herramienta con cada una de las causas raíces mencionadas anteriormente.

Con la ayuda del programa Minitab se logró realizar la figura 7 y 8 donde se evalúa la Causa Raíz 01 que es la falta de capacitación al personal y se representa la figura actual y la mejora que esta tiene. Como se observa hubo un aumento en la capacidad del nivel Z de 0.34 a 1.09, generando así un beneficio a la empresa del 31%. También se puede interpretar este resultado que la mejora que se representa en la gráfica es factible.

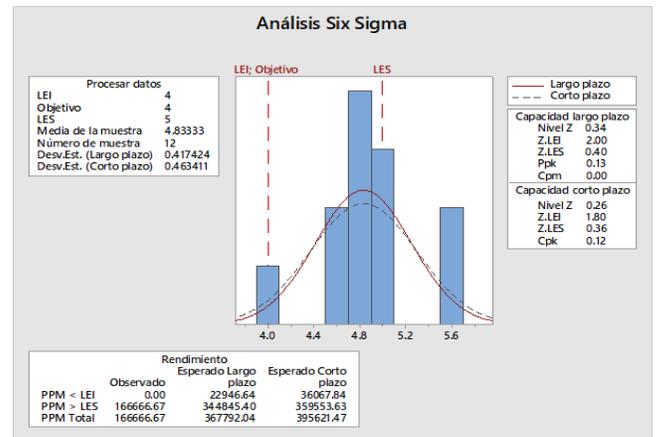


Fig. 7 Capacidad Six Sigma Actual- Falta de capacitación al personal

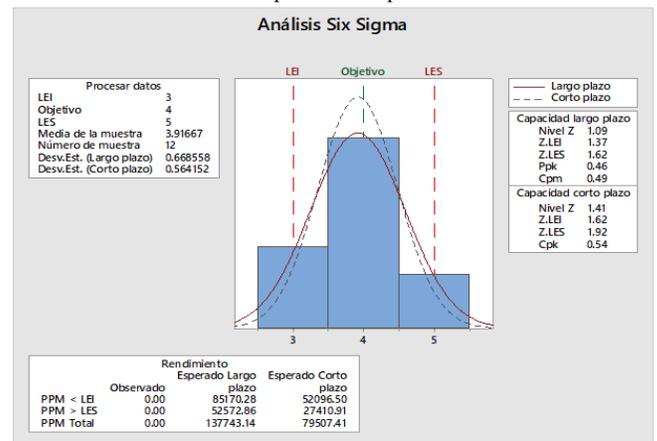


Fig. 8 Capacidad Six Sigma con la Mejora- Falta de capacitación al personal

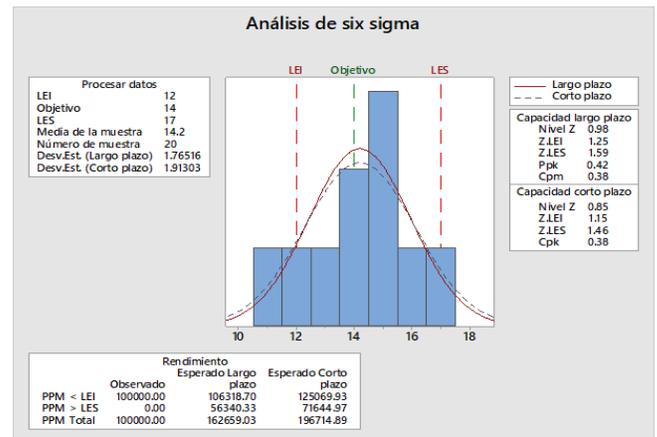


Fig. 9 Capacidad Six Sigma Actual- Falta de cuidado en el transporte de las unidades

Las figuras 9 y 10 fueron realizadas teniendo como indicador la cantidad de unidades que llegan dañadas, para lograr solucionar la falta de cuidado en el transporte de las unidades y esto tiene como resultado que la capacidad del nivel de Z hubo un incremento de 0.60 a 0.74 trayendo con eso un beneficio de 81%, esto quiere decir que la mejora implementada en la empresa llega a ser factible para ella.

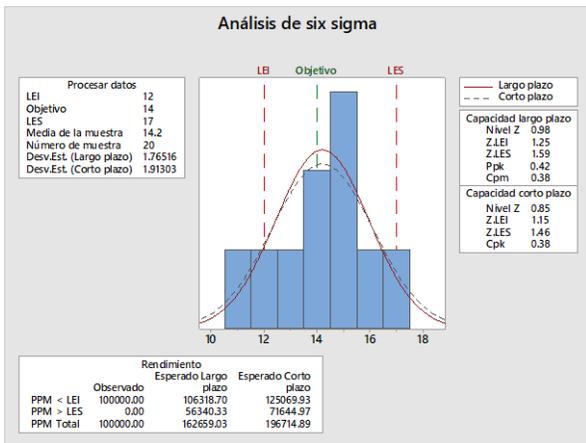


Fig. 10 Capacidad Six Sigma con la Mejora- Falta de cuidado en el transporte de las unidades

En la figura 11 y 12 se reflejan los resultados de la capacidad del nivel Z de la causa raíz 03 que es la falta de control en tiempos de inspección a las unidades llegadas se utilizó el programa Minitab donde este nos brindó los valores que reflejan un incremento de 0.98 a 1.05 y un beneficio del 93%, además se interpreta que si es factible con la mejora realizada.

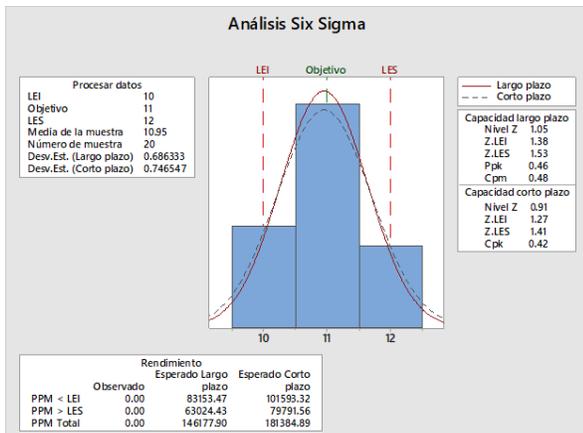


Fig. 11 Capacidad Six Sigma Actual- Falta de control en tiempos de inspección a las unidades llegadas

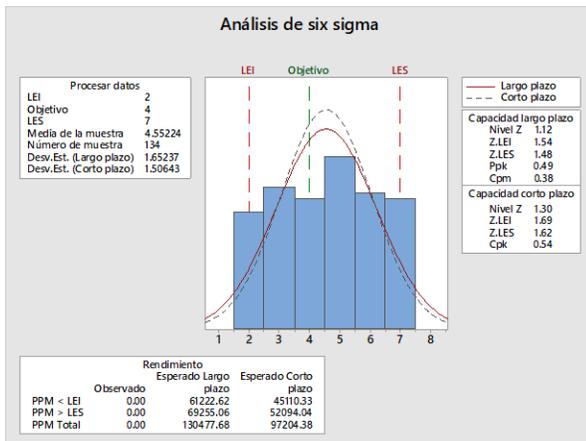


Fig. 12 Capacidad Six Sigma con la Mejora- Falta de control en tiempos de inspección a las unidades llegadas

La Figura 13 y 14 representan un aumento de la capacidad del nivel Z de 1.12 a 1.36 teniendo un beneficio de 82%, es por eso que se puede concluir que la mejora realizada es factible para la causa raíz 04 que es la falta de control de inventario y orden de almacén teniendo como indicador el tiempo que se demoran los operarios en encontrar cada material dentro del almacén.

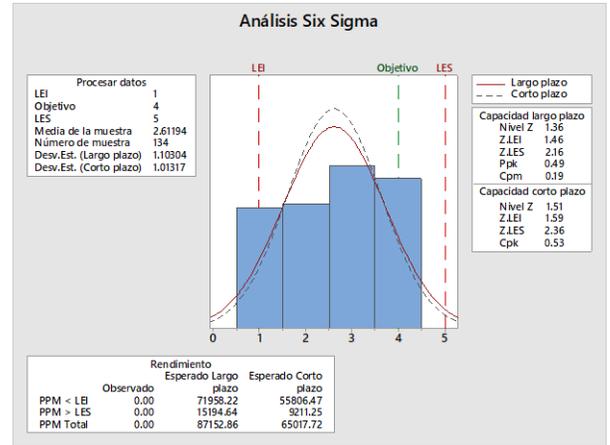


Fig. 13 Capacidad Six Sigma Actual- Falta de control de inventario y orden de almacén.

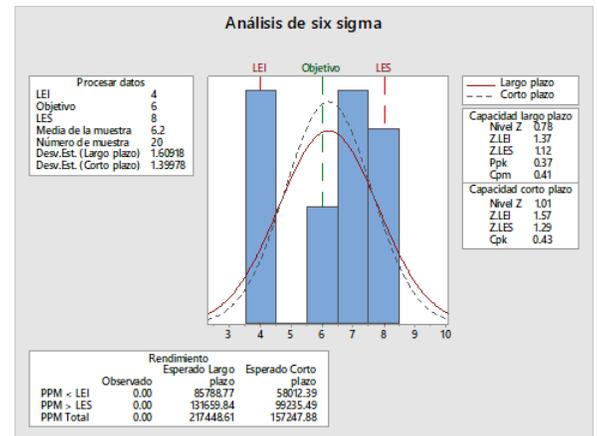


Fig. 14 Capacidad Six Sigma con la mejora- Falta de control de inventario y orden de almacén

Como se observa en la figura hay un aumento en la capacidad del nivel Z de 0.78 a 1.28, reflejando un 62% de beneficio en la causa raíz 05 (falta de stock de materiales) en el cual se tiene como resultado que la mejora si es factible teniendo como indicador el porcentaje de materiales sin stock por falta de control.

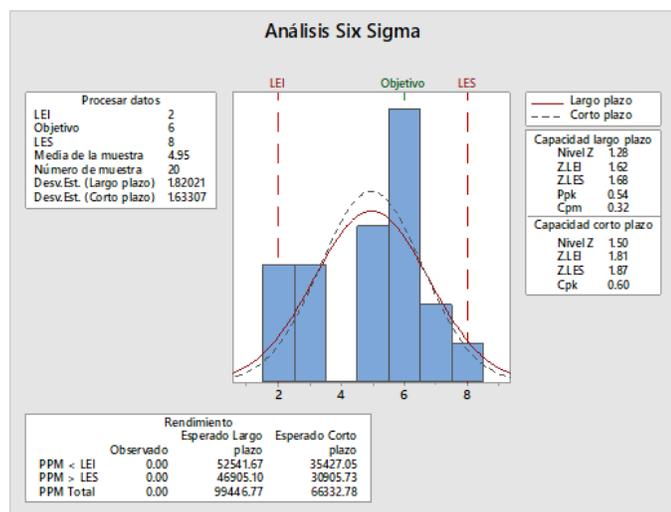


Fig. 15 Capacidad Six Sigma con la Mejora- Falta de stock de materiales

En Tabla V muestran el incremento de la capacidad de nivel de Z que se obtuvo con la herramienta Six Sigma y el beneficio en porcentaje que tiene para la empresa.

TABLA V
RESUMEN PORCENTAJE DE SIX SIGMA

CAUSA RAIZ	CAPACIDAD SIX SIGMA ACTUAL	CAPACIDAD SIX SIGMA MEJORADA	BENEFICIO
CR1 FALTA DE CAPACITACION AL PERSONAL	0.34	1.09	31%
CR2 FALTA DE CUIDADO EN EL TRANSPORTE DE LAS UNIDADES	0.60	0.74	81%
CR3 FALTA DE CONTROL EN TIEMPOS DE INSPECCION A LAS UNIDADES LLEGADA	0.98	1.05	93%
CR4 FALTA DE CONTROL DE INVENTARIO Y ORDEN DE ALMACEN	1.12	1.36	82%
CR5 FALTA DE STOCK DE MATERIALES	0.78	1.28	61%

IV. DISCUSIÓN

El trabajo presentado realizó un análisis de la situación actual de una empresa automotriz en la ciudad de Trujillo para alcanzar una mejora y mostrar el impacto que genera las herramientas de gestión de calidad que han sido las siguientes: AMEF, DMAIC, SIX SIGMA Y QFD, ya que presentaban una pérdida anual de S/. 54,789.60 y también mejorar la rentabilidad de la empresa automotriz. Por tal motivo al implementar las herramientas se vio que trajo como resultado un beneficio anual de S/. 17,371,90 y el

VAN de S/. 1,902.27, el TIR de 22,41% y B/C de 1.4. Estos resultados se lograron gracias a la información que nos brindaron de la empresa, como también analizando los costos que presentaban en cada área. Se presenta la solución a esto gracias a las herramientas de calidad como también a las investigaciones que fueron de ayuda. En la investigación de Maya y Andra [10] muestran que las herramientas de calidad son importantes dentro de una empresa, ya que esto llega a aumentar la satisfacción de los clientes y disminuir los reprocesos. Otra de las investigaciones que fueron de apoyo fue la de Espiritu [11] el cual también utiliza la herramienta SIX SIGMA donde se implementó dentro de una empresa automotriz en Lima, Perú. Con el objetivo de mejorar cada proceso en el servicio de la empresa, pero principalmente en el área de mantenimiento de los vehículos. El cual concluyen que fue de gran importancia e integrando el ciclo DMAIC lograron implementar permitiendo definir e identificar las ineficiencias.

V. CONCLUSIONES

Se determinó que la situación actual del área de mantenimiento y logística buscando la calidad de estas en la empresa Chevrolet. Se muestra que la empresa cuenta con una serie de problemas, los cuales generan una pérdida de S/54,789.60 soles, lo cual con lleva a una baja rentabilidad y que los costos de esta aumenten.

Se utilizaron como herramientas de mejora la matriz QFD, AMEF y el DMAIC, logrando reducir las pérdidas económicas en cada una de las causas raíces.

Se identificaron 5 causas raíces, en donde se buscó aumentar el beneficio con las herramientas. En la causa raíz 1 – Falta de capacitación al personal, se logró un beneficio total de 26%, en la causa raíz 2 – Falta de cuidado en el transporte de las unidades se obtuvo un beneficio total de 34%. En la tercera causa, Falta de control en los tiempos de inspección, se logró un beneficio total de 23%. En la cuarta causa raíz – Falta de control de inventario y orden de almacén, se obtuvo un beneficio total del 59% y finalmente en la quinta causa. – Falta de stock de materiales se logró un beneficio total de 22%.

Además de las herramientas mencionadas anteriormente, se utilizó el programa de Microsoft Excel y Minitab para poder agrupar los datos, desarrollar la estadística y obtener los gráficos requeridos para el desarrollo de la investigación en la empresa Chevrolet.

Para el desarrollo de esta propuesta de mejora, se determina una inversión de S/. 21,515.00 soles, incluyendo aquí todo lo necesario para llevar a cabo el plan con todas las herramientas mencionadas.

Finalmente, se realizó un flujo de caja donde se obtuvo un VAN de 1,902.27 S/ y TIR de 22,41%, reflejando una ganancia para la empresa. El indicador de Beneficio costo, resultó en 1.4, lo que significa un beneficio de 1,4 soles por cada sol invertido.

VI. REFERENCIAS

- [1] Bahamonde, C. (2018). ETNA: TRUJILLANOS PREFIEREN MÁS VEHÍCULO MODERNOS Y DE LUJO. Información Pública Norte. Trujillo : Noticias on line .
- [2] Barria, C. (11 de Noviembre de 2021). Aumento de precios de los autos y efectos en las economías del mundo. BBC News.
- [3] Bauce, G. J., Córdova, M. A., & Ávila, A. V. (2018). Operacionalización de variables. Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel" .
- [4] BBVA. (2022). BBVA Research anticipa un 2022 poco alentador para la industria automotriz. BBVA.
- [5] Chiluisa, P. E. (2016). El Software Minatb 16 como herramienta de análisis de los datos estadísticos para mejorar la enseñanza, aprendizaje en los alumnos de la carrera de ingeniería comercial. Repositorio UTC.
- [6] República, L. (2019). Parque automotor de Trujillo es uno de los más dinámicos del país. La República .
- [7] Maldonado Quispe, R.A. (2018). Aplicación del Ciclo de Deming para mejorar la productividad en el punto de venta de la empresa Inversiones Lynfarma S.A.C. - Cercado de Lima 2016
- [8] Támara, G. (2017). *Una introducción a la estadística descriptiva y probabilidad*. Bogotá, Colombia: Futadeo.
- [9] <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/4294>
- [10] Maya, & Andra. (2012). Modelo de calidad para la mediana empresa del sector. Dinalnet.
- [11] Sánchez Ventura, M.L. (2014). Propuesta de mejora en la gestión del suministro de la producción en una empresa que vende impresiones digitales publicitarias
- [12] Sandoval Vásquez, R.C. (2013). ESTUDIO ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO PARA DETERMINAR LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACEPTACIÓN DE LA UBICACIÓN DE UN PARQUE ACUÁTICO EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA MITA, JUTIAPA.
- [13] Espíritu R. N.(2021). Propuesta de implementación de la metodología six sigma para optimizar los servicios del área de mantenimiento de vehículos en una empresa automotriz, Lima, 2021
- [14] Herrerar G., Perez Y. (2017) Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo. Colombia, 2021.
- [15] Ocampo. J., Pavón, A.,(2012) Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos. Panamá, 2012.
- [16] Lorenzo, S., Mira, J., Olartec, M. (2004) Análisis matricial de la voz del cliente QFD aplicado a la gestión. Unidad de Calidad, Madrid, España.