

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**METODOLOGÍA DMAIC Y PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE
DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS EN UNA
ESTACIÓN DISTRIBUIDORA PECSA EN EL AÑO 2018**

PRESENTADO POR:

CARLOS ENRIQUE BERNAL VALLADARES

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

ASESOR:

MG. JORGE ANTONIO SANCHEZ GUZMÁN

HUACHO - 2019

**METODOLOGÍA DMAIC Y PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE
DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS EN UNA
ESTACIÓN DISTRIBUIDORA PECSA EN EL AÑO 2018**

CARLOS ENRIQUE BERNAL VALLADARES

TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: MG. JORGE ANTONIO SANCHEZ GUZMAN

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

HUACHO

2019



DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada con mucho cariño a mi padre Santiago que está en el cielo, a mi madre Vilma que está a mi lado, a mis hijos: Katherine Vilma, Carlos Oky, Fabiola Raquel, que son la razón de mi existencia; un paso más en mi vida un paso más para mi familia.

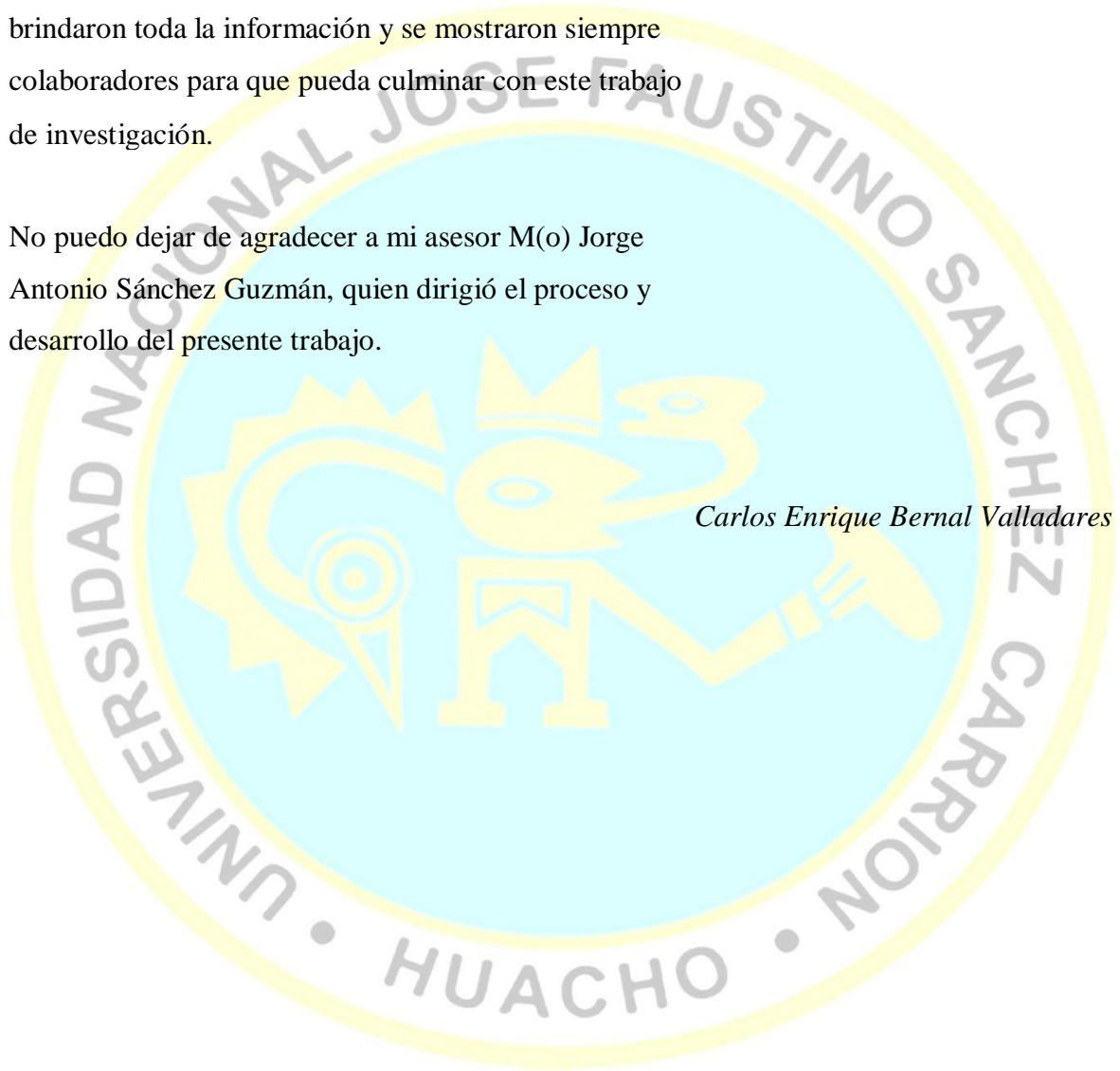
Carlos Enrique Bernal Valladares

AGRADECIMIENTO

El primer agradecimiento es para Dios por darme la posibilidad de superar dificultades con el apoyo de mis seres queridos, además debo agradecer al señor propietario y personal del grifo PECSA, quienes me brindaron toda la información y se mostraron siempre colaboradores para que pueda culminar con este trabajo de investigación.

No puedo dejar de agradecer a mi asesor M(o) Jorge Antonio Sánchez Guzmán, quien dirigió el proceso y desarrollo del presente trabajo.

Carlos Enrique Bernal Valladares



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Descripción de la realidad problemática	13
1.2 Formulación del problema	14
1.2.1 Problema general	14
1.2.2 Problemas específicos	14
1.3 Objetivos de la investigación	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivos específicos	14
1.4 Justificación de la investigación	14
1.5 Delimitaciones del estudio	15
1.6 Viabilidad del estudio	16
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes de la investigación	17
2.1.1 Investigaciones internacionales	17
2.1.2 Investigaciones nacionales	18
2.2 Bases teóricas	20
2.2.1 Metodología DMAIC	20
2.2.2. La productividad	35
2.2.3. Mermas en la distribución de combustibles líquidos	42
2.2.4. Proceso de distribución de combustibles líquidos en Grifos PECSA.	45
2.2.5. Aplicación de la metodología DMAIC en el grifo PECSA	47
2.2.5.1. Primera etapa: Definir	47
2.2.5.2. Segunda etapa: Medir	48
2.2.5.3. Tercera etapa: Analizar	52
2.2.5.4. Cuarta etapa: Mejorar	54
2.2.5.4. Quinta etapa: Controlar	58
2.3 Bases filosóficas	60

2.4	Definición de términos básicos	60
2.5	Hipótesis de investigación	61
2.5.1	Hipótesis general	61
2.5.2	Hipótesis específicas	61
2.6	Operacionalización de las variables	61
CAPÍTULO III		63
METODOLOGÍA		63
3.1	Diseño metodológico	63
3.2	Población y muestra	63
3.2.1	Población	63
3.2.2	Muestra	63
3.3	Técnicas de recolección de datos	64
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	64
CAPÍTULO IV		65
RESULTADOS		65
4.1	Análisis de resultados	65
4.2.1.	Prueba de hipótesis sobre la eficiencia	72
4.2.2.	Prueba de hipótesis sobre la eficacia	73
4.2.3.	Prueba de hipótesis general	74
CAPÍTULO V		75
DISCUSIÓN		75
5.1	Discusión de resultados	75
CAPÍTULO VI		77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		77
6.1	Conclusiones	77
6.2	Recomendaciones	77
REFERENCIAS		79
7.1	Fuentes bibliográficas	79
7.2	Fuentes electrónicas	82
ANEXOS		85

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Fases de la metodología DMAIC	23
<i>Figura 2.</i> Modelo integrado de factores de la productividad.....	38
<i>Figura 3.</i> Modelo de factores internos de la productividad	40
<i>Figura 4.</i> Modelo de factores internos de la productividad	42
<i>Figura 5.</i> Cadena de valor del petróleo y sus derivados	45
<i>Figura 6.</i> Camiones cisterna usados en el transporte de combustibles líquidos	46
<i>Figura 7.</i> Esquema de la disposición de tanques y bombas de distribución de combustibles	46
<i>Figura 8.</i> Cálculo del nivel sigma del proceso de distribución de combustibles líquidos (pretest) del grifo PECSA	51
<i>Figura 9.</i> Determinación de momentos y priorización de causas de las pérdidas de volumen de combustibles líquidos del grifo PECSA	52
<i>Figura 10.</i> Determinación de acciones correctivas a tomar para evitar las pérdidas de volumen de combustibles líquidos del grifo PECSA.....	54
<i>Figura 11.</i> Acciones correctivas realizadas para el mejoramiento del proceso de distribución de combustibles líquidos del grifo PECSA.....	54
<i>Figura 12.</i> Estación de servicio grifo PECSA.....	56
<i>Figura 13.</i> Jornada de mantenimiento realizado en el grifo PECSA.....	56
<i>Figura 14.</i> Jornada de capacitación al personal realizado en el grifo PECSA.....	57
<i>Figura 15.</i> Toldo de lona y estructura metálica implementado sobre tanques de almacenamiento y líneas de alimentación en el grifo PECSA	58
<i>Figura 16.</i> Cálculo del nivel sigma post test del proceso de distribución de combustibles líquidos en el grifo PECSA.	68
<i>Figura 17.</i> Resumen de indicadores de productividad por oportunidad	70
<i>Figura 18.</i> Evolución de la eficiencia del proceso de distribución de distribución de combustibles líquidos del Grifo PECSA por semana en el año 2018.....	71
<i>Figura 19.</i> Evolución de la eficacia del proceso de distribución de distribución de combustibles líquidos del Grifo PECSA por semana en el año 2018.....	71
<i>Figura 20.</i> Resultado de la prueba T-Student para muestras relacionadas en relación a la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos del grifo PECSA.....	72
<i>Figura 21.</i> Resultado de la prueba T-Student para muestras relacionadas en relación a la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos del grifo PECSA.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	48
Tabla 2.....	49
Tabla 3.....	65
Tabla 4.....	70



RESUMEN

La presente tesis analiza el problema de determinar si la aplicación de la metodología de mejora de procesos de Six Sigma denominada DMAIC efectivamente influye en la mejora de la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA; ello a través de analizar la significancia estadística de los datos de producción, luego de la aplicación de un programa de mejora, formulado con la metodología DMAIC de Six Sigma.

La investigación se desarrolla en la estación de distribución de combustible (grifo) propiedad del señor Elvis Ñato, en la ciudad de Huacho, provincia de Huaura, región de Lima provincias, y se planteó como hipótesis alterna que sí existe influencia de la aplicación de la metodología DMAIC sobre la productividad.

Para el análisis se establecieron como dimensiones de la variable productividad la eficiencia y la eficacia, definiéndose la eficiencia como la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente y la eficacia como la relación entre los productos logrados y las metas que fijadas. La metodología DMAIC fue definida como una metodología para la mejora de cinco fases: definición, medición, análisis, mejora y control.

El programa de mejora se centró en la realización de acciones preventivas y correctivas para evitar o reducir las pérdidas de combustible por mermas, es decir, por pérdidas de combustibles líquidos por efecto de la evaporación o de las operaciones que se realicen en el proceso de su distribución, desde su transporte de la refinería hasta el cliente final.

Como población del estudio se utilizaron los datos estadísticos de productividad del año 2018, estableciéndose que las 24 primeras semanas del año serían parte del pretest, es decir, de la situación problemática sin la intervención del estudio, para luego de la semana 25, en que se ejecutaron los cambios propuestos por el programa de mejora realizados con la metodología DMAIC.

Como principales resultados se obtuvieron el incremento de la eficiencia de 95.72% a 97.65%, es decir un incremento del 1.93%; también se logró mejorar la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos de 95.16% en el pretest hasta un 97.29% luego del programa de mejoras, es decir, un incremento de 2.13%. Otro resultado relevante fue el

incremento del nivel sigma de proceso, el cual pasó de 3.16 en la situación inicial a 3.43 en la situación final.

Finalmente, luego del análisis estadístico inferencial, para el cual se utilizó la prueba T de Student se llegó a la conclusión de aceptar las hipótesis alternativas y por tanto la hipótesis general del estudio, es decir, que “El aplicar la metodología DMAIC incrementa la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018”.

Palabras clave: Metodología DMAIC, Six sigma, distribución de combustibles líquidos, productividad, eficiencia, eficacia.



ABSTRACT

This research address the issue of determinate the influence of the application of Six Sigma improvement program – DMAIC of productivity of a PECSA liquids fuel gas station, through the statistical analysis of the productivity data before and after the improvement program designed under DMAIC.

The research takes place in a gas station property of Elvis Ñato, in Huacho city, Huaura province, Lima provincias region, and the alternative hypothesis was defined as the positive existence of an influence of the DMAIC improvement program application and the productivity boost.

The dimensions of the productivity variable were the efficiency and effectiveness. Defining efficiency as linkages between the real usage of resource inputs and the programmed quantity of them. The efficacy was defined as the ratio between real and programmed production. The DMAIC methodology was defined as a course of action to define an improvement program with five phases: define, measure, analyze, improve and control. The improvement program made preventive and corrective actions centered in avoid or reduce fuel loss by evaporation or defects in the operations made in the distribution process between transport and final client attendance.

The population of the research considered the stadistical production data in the first 24 weeks of the 2018 as the pretest period, and after the 25th week of 2018 the post test period, that was the week of the improvement program.

The main results shown an efficiency increase from 95.72% to 97.65%; also an efficacy increase from 95.16% to 97.29% after the improvement program. Another result was the increase of the sigma productivity ratio from 3.16 to 3.43.

Finally, after the inferential analysis the general alternative hypothesis was accepted meaning that the application of the DMAIC methodology increase the productivity of a PECSA liquids fuel gas station in 2018.

Keywords: DMAIC, Six Sigma, liquids fuel distribution, productivity, efficiency, efficacy.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada “METODOLOGÍA DMAIC Y PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS EN UNA ESTACIÓN DISTRIBUIDORA PECSA EN EL AÑO 2018” tiene como objetivo principal el determinar si la aplicación de la metodología DMAIC puede mejorar la productividad.

Se utilizó el método de la investigación científica con un enfoque cuantitativo aplicado, de diseño cuasi experimental; se consideró como población del proceso la totalidad de operaciones de distribución de combustibles líquidos de la estación distribuidora de combustibles PECSA en el año 2018, en relación solo a los combustibles líquidos. Para el estudio se consideró como periodo de pretest el definido entre la semana 1 y la semana 24, y el periodo post test desde la semana 25 a 52 del año 2018.

La aplicación del programa de mejora del proceso de distribución de combustibles se realizó a través de la metodología DMAIC de Six Sigma, la cual en su primera etapa permitió determinar que el principal factor crítico para la caída de la productividad es la pérdida de combustibles líquidos por evaporación y derrames; ante ello, a través de las demás fases de la metodología DMAIC se propusieron acciones preventivas y correctivas durante sus fases de definición, medición, análisis, mejoramiento y control.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En la actualidad el sector energético se encuentra en un proceso de profundos cambios debido a acuerdos internacionales para una transformación del sector a un sistema energético más limpio, todo ello a fin de evitar un mayor deterioro medioambiental sin que ello signifique el desabastecimiento energético, sin embargo, todos los cambios propuestos necesitan un tiempo de asimilación y de gigantescas inversiones, lo que significa que la transformación será un proceso gradual, razón por la cual es improbable que se tenga que renunciar a los hidrocarburos como fuente de energía antes de 30 años a futuro.

En nuestro país, la infraestructura del sector energético se encuentra en crecimiento, existiendo una importante inversión en empresas distribuidoras de combustible en el Perú, habiéndose informado que muchas de las estaciones de suministro de combustible tienen como principal problema la pérdidas físicas de volumen, peso o cantidad de hidrocarburos que estas reciben, generalmente ocasionadas por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo; estas pérdidas son conocidas como mermas. En nuestro país se considera que la productividad es baja y se relaciona solo con una quinta parte de la lograda en Estados Unidos (Céspedes, Lavado, & Ramirez, 2016).

La estación distribuidora de combustible PECSA ubicada en la Av. Centenario s/n esquina con la calle Ceferino Ramírez del distrito de Santa María, provincia de Huaura, propiedad del señor Elvis Alberto Ñato Ortiz, registra mensualmente una considerable pérdida física de combustible líquidos, lo cual es reflejado en una disminución de las ventas.

Ante ello se mantiene en sospecha que la principal razón de las pérdidas de combustibles líquidos es la falta de estandarización del proceso de distribución de los mismos, desde el transporte, descarga y distribución a los clientes finales.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿La aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018?

1.2.2 Problemas específicos

¿La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018?

¿La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar si el aplicar la metodología DMAIC incrementa la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar si el aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

Determinar si el aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

1.4 Justificación de la investigación

Justificación teórica:

El trabajo de investigación planteado evalúa si la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma, en busca de la mejora de la productividad a través de la medición directa de los resultados de su aplicación, y luego del control estadístico de utilización de la materia prima se logre determinar si las acciones correctivas que resultarán en “una mejora en la

eficiencia del proceso productivo e inherente a esta, teniendo un aumento en la competitividad de la empresa.

Justificación práctica:

La investigación contribuirá a identificar los errores del proceso de distribución de combustibles líquidos, los cuales son los causantes de la pérdida de utilidades en la empresa objeto de estudio dedicado a la comercialización de combustibles, ello con la finalidad de plantear una mejora del proceso, todo ello repercutirá en un incremento de beneficios económicos para el propietario.

Justificación social:

La investigación también permitirá, a través de la mejora del procedimiento de distribución de combustibles líquidos, evitar la pérdida de volumen del mismo, lo cual redundará en la disminución del riesgo de siniestros en la estación de distribución de combustible objeto de estudio, así como también, se convertirá en un ejemplo a seguir para el mejoramiento de otras estaciones de distribución en beneficio de la población peruana.

Justificación económica:

Esta investigación también permitirá, al determinar un proceso para reducir la producción de mermas o desperdicios, el ahorro al propietario en la adquisición de materia prima para su venta, ello según lo describe el experto Prokopenko. (Prokopenko, 1987, pág. 12).

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1. Delimitación temporal

El trabajo de investigación se realizará entre los meses de octubre a diciembre del año 2018.

1.5.2. Delimitación espacial

El trabajo de investigación se realizará en las instalaciones de la estación de distribución de combustibles PECSA que se encuentra en ubicada en la Av. Centenario s/n

esquina con la calle Ceferino Ramírez del distrito de Santa María, provincia de Huaura, propiedad del señor Elvis Alberto Ñato Ortiz.

1.5.3. Delimitación social

El trabajo de investigación se ocupará de analizar y optimizar el proceso de distribución de combustibles líquidos con la finalidad de mejorar su productividad que para la reducción de costos.

1.5.4. Delimitación conceptual

Para el trabajo de investigación se desarrollarán dos conceptos eje, el mejoramiento de procesos a través de la metodología DMAIC y si produce como resultado el aumento en la productividad, entendida como el aumento de la eficiencia y eficacia de la distribución de combustibles líquidos.

1.6 **Viabilidad del estudio**

Para la realización del trabajo de investigación se tienen los conocimientos teóricos, obtenidos de una formación profesional en Ingeniería industrial, así como los recursos necesarios para obtener los medios técnicos que se utilizarán.

Además se cuenta con la autorización del propietario de la empresa objeto de estudio para la acceder a la información solicitada. Todo ello permite concluir que la investigación es factible de desarrollarse sin inconvenientes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Thompson, S. (2007). En su tesis “Improving the performance of Six Sigma; a case study of the Six Sigma process at Ford Motor Company”. Presentada para la obtención del grado de DBA en la universidad de Bedfordshire. Como conclusiones de su estudio manifestó que la principal influencia para la disminución de la productividad en Ford Motor pese a la aplicación del mejoramiento de la metodología de Six Sigma fue la errada selección de proyectos y alcances de los mismos. En dicha tesis presenta además un replanteo de la mejora a realizarse para obtener un alza en la productividad que incluyen un mapa de procesos, un análisis de fallas (FMEA) y un plan de control que asegure el seguimiento de los proyectos usando el software Excel y Minitab para la automatización de la evaluación de proyectos.

Sherrian, E. (2016). Quien en su tesis “The application of lean six sigma to improve a business process: a study of the order processing process at an automobile manufacturing facility” presentada para optar por el grado de “Master of Science in Engineering Management” de la University of South Carolina, utilizó la metodología Lean Six Sigma para determinar la causa raíz de la ineficiencia de los procesos y hacer recomendaciones para la mejora del mismo en una fábrica de automóviles. El estudio comprobó que la principal razón de la baja productividad de se debía a la demora en los ciclos de tiempo generando recomendaciones para su reducción con éxito.

Rajeshkumar, P. (2010) en su tesis “A Study of Six Sigma Implementation Process at an Organization in Mumbai to Develop a Model for Effective Implementation of the Six

Sigma in Indian Organizations for Achieving Process Excellence” presentada para la obtención del grado de “Master of philosophy in Business Management” de la Universidad Dr. D.Y.Patil University de Navi Mumbai, presentó un modelo de implementación de la metodología Six Sigma en organización hindúes, con especial énfasis en el ser humano desde el contexto de la cultura y ambiente de trabajo en la India. Producto del estudio se generaron: un Modelo de implementación de la metodología Six Sigma en industrias hindúes y un modelo de Implementación de proyectos de mejora Six Sigma.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Delgado, E. (2015). Quien en su tesis “Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plásticos”. Trabajo para la obtención del grado de magíster en Ingeniería Industrial, analizó la efectividad de la aplicación de la metodología six sigma para reducir el scrap en una planta de producción de frascos para el sector cosmético, farmacéutico y alimenticio; específicamente el estudio es realizado en las cuatro líneas de polietileno con que cuenta la planta de producción. Luego de desarrollar las mejoras, se tomaron de datos para un nuevo proceso de análisis, se desarrollaron pruebas de hipótesis; encontrándose que en dos meses se obtuvo una mejora importante del 5%, comprobándose lo efectivo de la metodología para la reducción del scrap.

Justiniano, K. (2015). En su tesis “Aplicación de mejora continua de procesos en la gestión de los grifos Estrella de David E.I.R.L.”, trabajo para la obtención del título profesional de Ingeniero Industrial. La cual tuvo como objetivo la implementación de mejora continua de procesos profundizando en el proceso de compra, venta, abastecimiento, planificación y control interno; y evaluar su influencia en la gestión de los Grifos Estrella de David E.I.R.L. como base la metodología DMAIC. En su primera etapa, se describieron los procesos y se definieron los principales problemas que presentaban: deficiente organización documentaria, inexistencia de indicadores, registro de información relevante de forma manual, errores en comprobantes de pago, no se cuenta con herramientas de gestión en planificación de compras a partir de sus ventas; entre otros. En la segunda etapa, se realizó la medición de los indicadores actuales en cada uno de los procesos mediante gráficos y tablas que permitieron evaluar su comportamiento. En la tercera etapa, se analizó cada uno

de los procesos y sus indicadores, determinando las causas más relevantes de los problemas presentados; y por último, planteando las mejoras de procesos. En la cuarta etapa, se priorizaron las mejoras planteadas y se desarrollaron cada una de ellas: Implementación de 5S's, Estandarización de proceso venta y abastecimiento, Plan de capacitación – Proceso de venta, Sistema de información y pagos de personal, Propuestas de planificación y compra, Elaboración e implementación de base de datos para abastecimiento. Y en la quinta etapa, se presentaron los indicadores y acciones de garantía más importantes para poder sostener en el tiempo las mejoras implementadas. Por último, la validación de las mejoras implementadas y su cuantificación, ha demostrado que es posible obtener mejores resultados de gestión, como por ejemplo: la reducción de % de ventas sin comprobantes de pago en un 6,3%, la reducción del 50% de los archivadores de información con problemas, y un beneficio/costo igual a 1,92.

Espinoza, A. (2016). Quien en su tesis “Merms de hidrocarburos y utilidades de la empresa distribuidora de combustible Negron Bardalez Trading E.I.R.L distrito de San Jeronimo Cusco 2016” presentada para optar por el título de Licenciado en Economía y Negocios Internacionales de la Universidad Peruana Austral del Cusco, realizó un diagnóstico de las merms en el año 2015, dando a conocer el nivel de incidencia e impacto en las utilidades de la empresa, permitiendo desarrollar e implementar posibles alternativas de solución para que estas pérdidas sean menores, evitando costos adicionales para que no perjudiquen a las utilidades y competitividad de la empresa. En dicha investigación se comprobó la relación que existe entre la cantidad de merms y los costos que percibe la empresa distribuidora de combustible, siendo una afinidad directa y positiva, lo que representa que la cantidad de merms si influye en los costos y productividad.

Ortega, R. y Vilchez M. (2012). Quienes en su trabajo de investigación “Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de GLP para incrementar la productividad de la empresa envasadora Caxamarca Gas S.A - Cajamarca”. Realizado para optar por el grado de Ingeniero Industrial de la Universidad Privada del Norte, plantearon como objetivo la mejora de productividad del área de envasado. Los cálculos iniciales arrojaron que la productividad en relación a la materia prima era de 0,977, estimándose una pérdida de 23,049 kg. por cada

tonelada comprada, denominando dicha medida como “eficiencia física”. El modelo de mejora se basó en los movimientos de los operarios, optimizando el tiempo de labor y con ello incrementar la productividad, según el estudio la misma se incrementó en 38% alcanzando los objetivos de la investigación. También se observó que, en general las plantas de GLP producen gran cantidad de desperdicio (para el caso de estudio fue de 2.3% por cilindro producido) que puede ser reducido a través de la metodología DMAIC, a través de identificar las causas que generan el desperdicio o pérdidas.

Valencia, A. (2016) . Quien con su investigación “Incremento de la eficiencia mediante la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco con el método DMAIC – 2016. Tesis para optar por el título de Ingeniera Industrial de la Universidad Andina del Cusco. Planteó como objetivo el incrementar la productividad de la línea de envasado a través del control sobre las paradas originadas en los equipos, entre las propuestas de solución era la sincronización y ajustes de máquinas, además del mantenimiento constante, luego de trazadas y aplicadas a través de la metodología DMAIC se obtuvo un diferencial de la productividad 87.78 % a 97,12%. Este estudio evidencia que la metodología DMAIC no solo se puede usar para reducción de variables continuas en un proceso sino que además se puede usar como herramienta para definir propuestas nuevas de implementación para generar valor agregado.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Metodología DMAIC

Es una metodología de mejoramiento conocida también como Six Sigma, pues es derivada de ella. Dicha metodología propugna el estudio de procesos con la finalidad de eliminar actividades “sobrantes” definidas como las que no agregan valor, todo ello buscando eliminar la variación de los datos y centrar el proceso en las especificaciones del cliente (Gutierrez & de la Vera, Control estadístico de calidad y seis sigma, 2009, pág. 403).

En general cualquier metodología requiere para su aplicación de una proyección general con herramientas específicas, no siendo el Seis Sigma una

excepción. Por esa razón en esta parte se analizará la metodología general que emplea y los métodos estadísticos necesarios para su aplicación.

Cualquier proceso dentro de una organización puede comprenderse como una función que aplicada sobre ciertas variables de entrada, proporciona un conjunto de variables de resultado. Los métodos Seis Sigma proponen trabajar para mejorar los procesos, sobre aquellas variables de entrada que influyen significativamente sobre las variables de resultados. Para decidir sobre estas cuestiones, se recomienda no basarse en criterios subjetivos, sino en hechos objetivos deducidos a partir del análisis de información existente o recogida para ese fin.

El desarrollo de un proyecto de mejora continua Seis Sigma se plantea a partir de cinco etapas básicas y bien diferenciadas, las cuales constituyen lo que se ha dado en llamar Metodología DMAIC (por las siglas en inglés: (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) traducidas al español. (García, 2014, pág. 28).

La metodología DMAIC permite tomar decisiones basadas en un fuerte componente estadístico, con la finalidad de analizar datos históricos permitiendo encontrar críticos problemas. Para ello es soportado por herramientas de la calidad que justifican la “causa raíz” de los problemas encontrados, los cuales afectan negativamente la variación del proceso de estudio, por ello se recomienda aplicar la totalidad de las fases del DMAIC para tener mayor índice de éxito.

También se puede definir como:

Un programa de mejoramiento basado en el ciclo de Deming, el cual es un procedimiento o guía lógica y racional para actuar en la resolución de problemas diversos; por ello debe entenderse, aunque no se exprese que el

programa Six Sigma y su metodología DMAIC están basados en el ciclo de Shewhart/Deming” (Escalante, 2013, pág. 30)

Por su parte Polesky (2006), afirma que existen dentro de Six Sigma más de una metodología, y el uso de estas depende del tipo de proyecto, dentro de ellas DMAIC es la más utilizada y reconocida:

Dentro de la filosofía Seis Sigma se pueden encontrar diferentes metodologías, cada una es aplicable dependiendo del tipo de proceso o proyecto que se busque mejorar entre ellas cabe mencionar las siguientes: DMAIC (Define - Measure - Analyze - Improve - Control), DMADV (Define - Measure - Analyze - Design - Verify), IDOV (Identify - Design - Optimize - Validate), CQDFSS (Comercial - Quality - Design - For - Six - Sigma (Polesky, 2006).

Con relación a la metodología DMAIC, Gutiérrez y de la Vara afirma:

Los datos por sí solos no resuelven los problemas del cliente y del negocio, por ello es necesaria una metodología. En 6σ los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (en inglés DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve and Control). (Gutiérrez & de la Vera, Control estadístico de calidad y seis sigma, 2009, pág. 424).

Se cuenta con la definición de Escalante (2013):

“Six Sigma consiste en la ejecución constante de proyectos de mejora siguiendo la metodología conocida como DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) tal como se muestra en la figura”

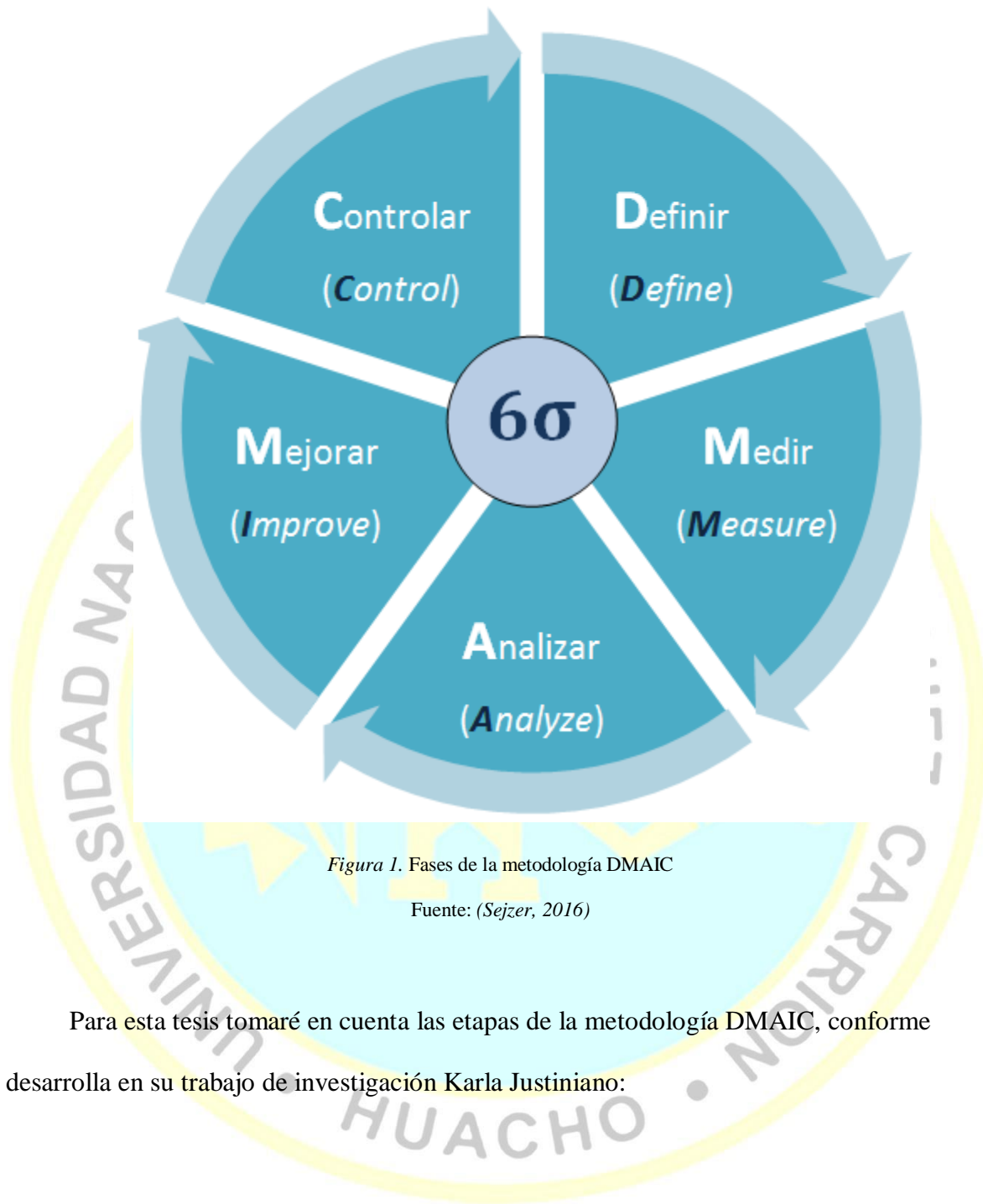


Figura 1. Fases de la metodología DMAIC

Fuente: (Sejzer, 2016)

Para esta tesis tomaré en cuenta las etapas de la metodología DMAIC, conforme desarrolla en su trabajo de investigación Karla Justiniano:

1. DEFINIR:

Describir el efecto provocado por una situación adversa, o el proyecto de mejora que se desea realizar, con la finalidad de entender la situación actual y definir objetivos. Seleccionar el equipo con un objetivo definido de manera clara y completa.

2. MEDIR:

- Definir y describir el proceso. Cada elemento del proceso, pasos, entradas, salidas y características.
- Evaluar los sistemas de medición. Evaluar la capacidad y estabilidad de los sistemas de medición por medio de estudios de repetitividad, reproductibilidad, linealidad, exactitud y estabilidad.

3. ANALIZAR:

- Determinar las variables significativas. Las variables del proceso definidas en el segundo punto deben ser confirmadas por medio de diseños de experimentos y/o estudios multivariados, para medir la contribución de estos factores en la variación del proceso. Las pruebas de hipótesis e intervalos de confianza también son útiles dentro de esta etapa.
- Evaluar la estabilidad y capacidad del proceso. Determinar la habilidad del proceso para producir en el marco de especificaciones calculadas mediante estudios de capacidad tanto largos como cortos.

4. MEJORAR:

- Optimizar el proceso. Se requiere diseño de experimentos, análisis de regresión y superficies de respuesta.
- Validar la mejora.

5. CONTROLAR:

- Controlar y dar seguimiento al proceso, para monitorear y mantener bajo control el proceso.
- Mejorar continuamente, a nivel de operación, materiales, procedimientos, entre otros; que permitan un mejor desempeño. (Justiniano, 2015, págs. 16-17)

Historia de su creación

Esta metodología tiene su origen en la compañía Motorola conforme lo describe

Esta filosofía se inicia en los años 80's como una estrategia de negocios y de mejoramiento de la calidad, introducida por Motorola, la cual ha sido ampliamente difundida y adoptada por otras empresas de clase mundial tales como Sony, Fedex, NASA, etc.

El objetivo principal de Six Sigma es lograr un desempeño perfecto, cero defectos, donde lo que se entiende por defecto es cualquier cosa que ocasione la insatisfacción del cliente. En consecuencia, muchas maneras tradicionales de medir el éxito simplemente no se aplican. Los clientes no juzgan el desempeño de una empresa basándose en un promedio, sino en cada transacción individual.

Lo que los clientes notan y lo que les importa más es cualquier variación en el servicio y en la calidad y son estas variaciones las que Six Sigma está destinado a eliminar. Al utilizar análisis estadísticos para reducir la variación al mínimo, Six Sigma permite mejorar los procesos de una manera que se puede predecir y repetir y que se basa en la información real.

La historia de Six Sigma se inicia en Motorola cuando un ingeniero (Mikel Harry) comienza a influenciar a la organización para que se estudie la variación en los procesos (enfocado en los conceptos de Deming), como una manera de

mejorar los mismos. Estas variaciones son lo que estadísticamente se conoce como desviación estándar (alrededor de la media), la cual se representa por la letra griega sigma (σ). Esta iniciativa se convirtió en el punto focal del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, capturando la atención del entonces CEO de Motorola: Bob Galvin. Con el apoyo de Galvin, se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3,4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos; algo casi cercano a la perfección. (Legaria & Mesita, 2010, pág. 11).

A continuación se describe en detalle el desarrollo de cada fase de la metodología DMAIC aplicada en la presente investigación:

1. FASE DEFINIR (D)

Es la fase inicial, en ella se define en qué consiste el proyecto, se comprende y define el proceso actual. Bersbach (2009), manifiesta que para definir el problema se debe dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización)? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente? En síntesis responde a la pregunta ¿Qué es lo importante?

También se menciona que deben seguirse los criterios de Escalante (2013):

- Definir a los clientes y sus requerimientos (CTQs).
- Formar el equipo
- Definir el carácter y plan del proyecto: título, caso de negocio [definición del problema, COPQ (cost of poor quality o costo de baja calidad o calidad pobre),

línea base y potencialidad (baseline/entitlement) CTQs], objetivos y metas, alcance, recursos estimados, beneficios esperados, personal involucrado, aprobación del proyecto y tiempo estimado.

- Desarrollar un mapa del proceso de alto nivel.

Los entregables claves a completarse en esta fase para responder a esta pregunta son:

- El Chárter del Proyecto
- Mapa de Proceso SIPOC
- Voz del Cliente
- Árbol Crítico para la Calidad (CTQ)

Sobre las técnicas a utilizar, Legaria & Mesita exponen en su trabajo de investigación:

Existen numerosas técnicas que los equipos pueden emplear para la realización de los mapas de los procesos y su análisis. Así, el equipo puede realizar diagramas de flujo verticales, mapas de despliegue funcional, mapas de procesos interfuncionales, etc. Una vez el equipo conoce el proceso tal como es, puede identificar “mejoras rápidas” que posiblemente sean suficientes o no para alcanzar los objetivos de mejora propuestos. Esto suele ser muy común en los procesos no analizados durante mucho tiempo. (Legaria & Mesita, 2010, pág. 23).

2. FASE MEDIR (M)

En relación a esta segunda fase Brue (2002) afirma que una vez definido el problema, se deben de establecer las características del comportamiento del proceso para tener en claro el punto de partida.

Sobre los objetivos que se persiguen en esta fase se detalla que:

Los objetivos que el equipo de mejora Seis Sigma debe cumplir en esta segunda etapa de la metodología DMAIC son los siguientes:

- Definir unos indicadores que evaluarán el éxito del proyecto Seis Sigma, así como el cumplimiento de los requerimientos críticos del cliente definidos.
- Establecer un plan de recogida de datos.
- Obtener un punto de partida del proceso que está relacionado con el proyecto en marcha y que, por tanto, pretendemos mejorar. (Legaria & Mesita, 2010, pág. 23).

Bersback (2009) refiere que en esta fase se deben responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es el proceso y como se desarrolla? ¿Qué tipo de pasos componen el proceso? ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y que variables de proceso parecen afectar más esos indicadores? ¿Cómo están los indicadores de calidad del proceso relacionados con las necesidades del cliente? ¿Cómo se obtiene la información? ¿Qué exactitud o precisión tiene el sistema de medición? ¿Cómo funciona el proceso actualmente? En síntesis responde a la pregunta ¿Cómo lo estamos haciendo ahora?

El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- Desarrollar un mapa detallado del proceso
- Identificar entradas y salidas
- Evaluar el sistema de medición
- Evaluar la capacidad inicial del proceso (baseline) y su potencialidad.

Entre las herramientas más comúnmente usadas en esta fase se encuentran:

- Matriz de Priorización
- Análisis de Tiempo de Valor
- Gráficos de Pareto

- Gráficos de Control

También es posible utilizar el índice Cp es una medida de capacidad del proceso, a. mayor índice de capacidad del proceso Cp mayor la capacidad del proceso.

Ello se interpreta de la siguiente manera:

“Cuando $Cp < 1$ hay una alta proporción de productos que caen fuera de los límites de especificación, cuando $Cp = 1$ hay una proporción más pequeña que en la anterior pero aún no es un proceso capaz, lo ideal de todo proceso es que Cp sea mayor a 1 ($Cp > 1$) pues su variación es muchísimo menor y cuanto más lejos mejor, esto se representa $Cp \gg 1$ ”. (Maynard, 1998, pág. 11)

Control estadístico de procesos

El Control Estadístico de Procesos (SPC) es una herramienta utilizada para el seguimiento a procesos, pues permite el rastreo de las tendencias de la producción que deseamos medir. Estas alertas o señales de fuera de control hace que se pueda implementar estrategias reactivas y proactivas para el mejoramiento del proceso, entre ellas: Análisis de Ishikahua, planes de muestreo y reprocesos para asegurar la calidad de productos terminados, pues no solo basta con monitorear el proceso, sino que también se debe de implementar un proceso de resolución de problemas. Su función principal es reducir la variación en las características de salida detectando los cambios en la entrada del proceso. El SPC se apoya en siete herramientas de la calidad, entre las más resaltantes tenemos las cartas de control y el diagrama de Pareto. Entre otras tenemos:

- Histogramas.
- Hojas de Verificación. .
- Diagramas Causa-Efecto.

- Diagrama de concentración de defectos.
- Diagrama de dispersión.

Causas de la variación. Los factores que causan la desviación de una característica funcional de un producto de su valor propuesto o esperado nominal especificado, se denominan factores de ruido y se clasifican como sigue:

1. Factores externos

- Variaciones en el medio de operación, distintas a las condiciones de diseño; por ejemplo temperatura, humedad, vibraciones y fluctuaciones en el voltaje.
- Errores humanos, el uso inapropiado del producto puede hacer que la característica se desvíe de su valor esperado (nominal).

2. Factores internos

- Imperfecciones de manufactura, la falta de uniformidad del material del producto constituye una causa importante de imperfecciones.
- Deterioro del producto, los productos se deterioran (las características de calidad se apartan de los valores esperados) con el paso del tiempo y a consecuencia del medio.

3. FASE ANALIZAR (A)

Esta fase consisten en el análisis detallado de los datos capturados en la situación actual, para luego determinar las causas de los defectos y visualizar oportunidades de mejora.

El autor Bersbach (2009) establece también que en esta etapa se debe de responder las siguientes preguntas: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuales podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos

detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones? En síntesis responde a la pregunta ¿Qué está mal?

El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- Identificar las entradas críticas del proceso
- Determinar las entradas críticas
- Ajustar el proceso
- Evaluar la capacidad del proceso ajustado

Para analizar los datos e información obtenidos en la fase anterior y convertir estos a información realmente útil con el fin de encontrar las causas raíz de los problemas, verificando las relaciones causas y efectos, se utilizan herramientas como:

- Diagrama causa y efecto
- Diagramas de árbol.
- Estratificación de datos.
- Graficas de frecuencia estratificada.
- Regresión y correlación, pruebas de hipótesis.
- Diagramas de dispersión.

Existen dos fuentes clave de entradas para determinar la verdadera causa del problema en estudio:

1. Análisis de los datos. Empleo de mediciones y datos, bien los que ya se han recopilado, o los nuevos reunidos en la fase Analizar, para discernir patrones, tendencias y otros factores acerca del problema que puedan sugerir o bien aceptar/rechazar las posibles causas.
2. Análisis del proceso. Una investigación más a fondo y la comprensión de su funcionamiento permite identificar las

incoherencias, las desconexiones o las áreas problemáticas que pueden causar o contribuir al problema. Estas dos estrategias combinadas producen la verdadera potencia del análisis Seis Sigma. Independientemente, cada una le puede aportar una idea de la posible causa raíz del problema, pero el conocimiento será siempre pobre a no ser que se pueda juntar los datos con el conocimiento del proceso. (Legaria & Mesita, 2010, pág. 25)

4. FASE MEJORAR (I)

Es la etapa en que se formulan soluciones de mejora, ello a través del desarrollo, implementación y validación de alternativas de mejora para el proceso.

El autor Bersbach (2009) establece que deben de contestarse las siguientes preguntas: ¿Qué opciones se tienen? ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito? ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)? ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora? ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras? ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía? ¿Cómo implemento los cambios? En síntesis responde a la pregunta ¿Qué necesito hacer?

El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- Optimizar las entradas críticas
- Generar y probar soluciones posibles
- Seleccionar la mejor solución
- Diseñar un plan de implementación

Verificar la capacidad final del proceso Entre las herramientas más comúnmente utilizadas en esta fase se encuentran:

- Lluvia de Ideas

- Modo de Falla y Análisis de Efecto
- Herramientas Lean
- Simulación de Eventos Discretos

Fundamentalmente se establece que la mejora radica en “eliminar la causa fundamental del problema. Se identifican las características del proceso que se puedan mejorar. Una vez realizado esto, las características son diagnosticadas para conocer si las mejoras en el proceso son relevantes” (Legaria & Mesita, 2010, pág. 26).

5. FASE CONTROLAR

Es la última fase, planteada luego de la mejora planteada, está determinada para asegurar que dicha mejora sea sostenible y eficiente, por lo que es necesario diseñar e implementar un plan o estrategia de control que asegure el desempeño del proceso a futuro. Las interrogantes planteadas por (Bersbach, 2009) para esta fase son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados? ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso?

Estas preguntas se responden con ciertas herramientas tales como el control estadístico de procesos (SPC) mediante gráficos comparativos y diagramas de control, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo, herramientas de planificación, etc. En síntesis responde a la pregunta ¿Cómo garantizo el desempeño?

El objetivo del control es que los procesos sean estables y capaces. Un proceso estable significa que el comportamiento de las variables definidas como claves se mantenga constante en el tiempo y por lo tanto dicho comportamiento sea fácilmente predecible.

Un proceso capaz es aquel cuyas especificaciones son tales que no se requieren esfuerzos de mejora inmediatos.

Visto lo anterior, queda claro que se puede tener un proceso estable pero no capaz, es decir, predecible, pero con desviaciones fuera de norma. El control debe apoyar a mantener las mejoras, así como detectar cualquier tendencia a volver a antiguas prácticas ineficaces, es decir, actividades que no generan valor agregado.

Algunos elementos a considerar en esta fase son la disciplina, la estandarización, la documentación y el monitoreo o medición permanente. A continuación, se describirá de manera breve cada uno de ellos.

a) Disciplina: se requiere disciplina tanto en términos de conjunto de normas que rigen una actividad u organización como en términos de actitud de las personas que se desempeñan en este contexto. Recordar que el control ha de ser una actividad permanente.

b) Estandarización: estandarización en términos de generación, puesta en práctica y mejora de las normas que se aplican a los procesos. La estandarización nos obliga a concentrarnos en lo relevante y facilita, además, una comunicación más efectiva al utilizar un lenguaje preciso. Por otro lado, permite automatizar en buena medida el sistema de monitoreo.

c) Documentación: mantener la documentación simple, clara, con instrucciones para manejar situaciones de emergencia.

Diseñar e implementar un proceso para revisiones y actualizaciones. Tener la documentación disponible para todos los de la organización, ya que el trabajo en generar un buen documento se pierde si éste no se utiliza.

d) Monitoreo: el monitoreo o medición permanente permite vigilar el comportamiento del proceso, a fin de poder tomar medidas correctivas oportunas ante eventuales desviaciones. (Legaria & Mesita, 2010, pág. 27)

El desarrollo de la metodología en esta fase se basa en los siguientes criterios definidos por Escalante (2013):

- Desarrollar un plan de control y monitoreo

- Obtener la aprobación-recibo del dueño del proceso
- Elaborar el reporte final/ lecciones aprendidas
- Mejorar continuamente

Trabajar en esta fase con las personas que van a administrar el proceso para hacerlos participes en su creación y de esta manera comprometer su participación en mejoras futuras es de gran importancia y no olvidar cambios en el entrenamiento o capacitación para que el personal se familiarice sobre la nueva manera de hacer las cosas. Y, por supuesto, verificar el impacto financiero y controlar los costos involucrados. (Legaria & Mesita, 2010, pág. 27).

2.2.2. La productividad

Existen muchos autores que definen la productividad, entre las definiciones que aportan la más didáctica sería la que ofrece el prólogo de Norman Loayza para el libro Productividad en el Perú, medición, determinantes e implicancias:

Teóricamente, la productividad se define como el valor del producto por unidad de insumo. Entonces, con la misma cantidad de insumos, si la productividad es baja, el producto resultante será bajo; pero si la productividad es alta, el producto resultante será alto. No obstante, en la práctica, al ser una variable no observable, su medición es difícil y está condicionada a la calidad de los datos, lo cual explica que la literatura que mide la productividad en el Perú sea aún escasa. (Céspedes, Lavado, & Ramirez, 2016, pág. 9)

Otra de las definiciones directas y útiles de la productividad para la presente tesis, es la de “nivel de aprovechamiento de los factores que influyen cuando se va a generar un producto, servicio o entregable. Como consecuencia del incremento de productividad los

costos se reducen y por ende la competitividad de la empresa también aumentará” (Cruelles, 2013, pág. 10).

Dentro de las definiciones de los principales autores, tenemos:

García (2011) define productividad:

Productividad = Productos logrados / Factores de producción

“Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron” (García, 2011, pág. 17)

También conforme lo expresa el autor Cruelles (2013) “la productividad es un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla” (pág. 10).

La fórmula planteada por Cruelles es:

Productividad = Producción / Factores

En su tesis Montenegro & Peñaherrera (2012) definen la eficiencia global de planta como la medición de la productividad con la fórmula:

Productividad = Capacidad real / Capacidad nominal

Dimensiones de la productividad

Diversos autores manifiestan que la productividad puede ser definida en términos de eficiencia y eficacia, otros incluyen el concepto de efectividad, sin embargo para esta investigación se considerarán como dimensiones de la variable la eficiencia y eficacia. Todo ello en atención a

Koontz y Weihrich (2004, p. 135), Explicaron que la productividad es la relación insumos productos en cierto periodo con especial consideración a la calidad.

Productividad la definen como la división entre la cantidad de bienes o servicios producidos y los recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para

evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Gaither y Frazier (2000, p. 24), definieron productividad como la cantidad de productos y servicios realizados con los recursos utilizados y propusieron la siguiente medida. Productividad es la relación entre cantidad de productos o servicios realizados y cantidad de recursos utilizados. Es la medida de desempeño que abarca la consecución de metas y la proporción entre el logro de resultados y los insumos requeridos para conseguirlos. (Reátegui, 2016, pág. 21)

Eficiencia: es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. Eficiencia es hacer bien las cosas (García, 2011, págs. 16-17).

Su fórmula es: $\text{Eficiencia} = \text{Insumos programados} / \text{Insumos utilizados}$

Eficacia: es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas.

El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. Eficacia es obtener resultados (García, 2011, pág. 17).

Su fórmula es: $\text{Eficacia} = \text{Productos logrados} / \text{Meta}$

Factores del mejoramiento de la productividad:

Conforme lo expresado por Prokopenko (1987) el mejorar la productividad no solo es hacer las cosas mejor sino que además es hacer las cosas correctamente, en este sentido antes implementar un programa de productividad es necesario examinar que factores afectan la productividad. Existen dos categorías de factores de la productividad que son los externos los cuales no son controlables y los internos que si se puede llevar un control (pág. 9).

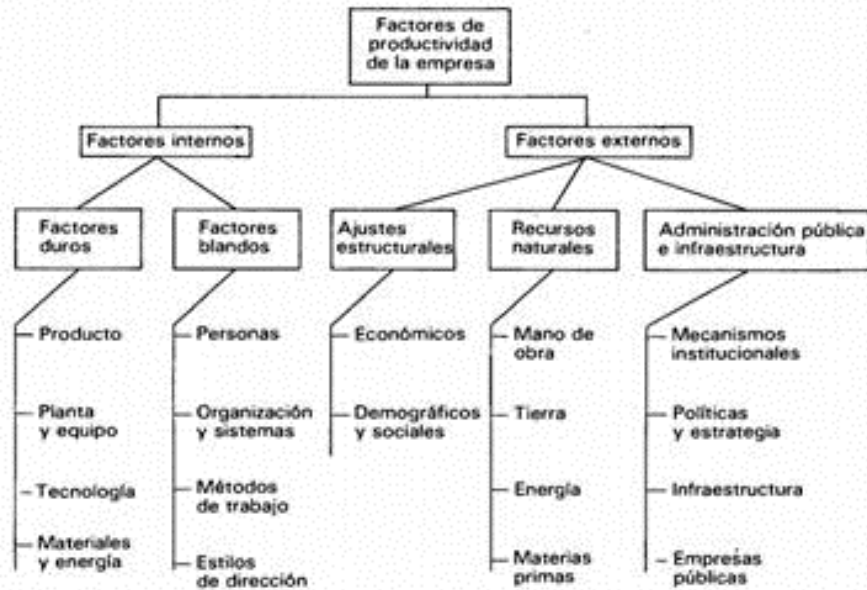


Figura 2. Modelo integrado de factores de la productividad

Fuente: (Prokopenko, 1987)

En relación a los factores a considerar:

Como algunos factores internos se modifican más fácilmente que otros, es útil clasificarlos en dos grupos; duros y blandos, los factores duros incluyen los productos, la tecnología, el equipo y la materia prima, mientras que los factores blandos incluyen la fuerza de trabajo, los sistemas y procedimientos de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo. (Reátegui, 2016, pág. 23)

Factores Blandos

Son factores que son fáciles de cambiar, entre ellos tenemos la fuerza de trabajo, los sistemas y procedimientos de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo. (Prokopenko, 1987, pág. 10).

Entre los principales factores blandos identificables se encuentran:

Personas

Todas las personas que trabajan en una organización tienen una función que desempeñar como trabajadores, ingenieros, gerentes, empresarios y miembros de los sindicatos. Cada función tiene un doble aspecto; dedicación y eficacia. La dedicación es la medida en que cada persona se consagra en su trabajo. Las personas difieren no

sólo en su capacidad, sino también en su voluntad para trabajar. Es importante estimular y mantener la motivación y se debe tomar en cuenta los factores siguientes: · Se debe constituir un conjunto de valores favorables al aumento de la productividad, para provocar cambios en la actitud de los directores, gerentes, ingenieros y trabajadores. · Para mejorar la productividad del trabajo se puede utilizar los siguientes criterios, métodos y técnicas esenciales; salarios y sueldos; formación y educación; seguridad social (pensiones y planes de salud, recompensas, planes de incentivos participación o codeterminación, negociaciones contractuales, actividades con respecto al trabajo, etc.).

Organización y sistemas

Los principios de la buena organización, como la unidad de mando, la delegación y el área de control, tienen por objeto prever la especialización y la división del trabajo y la coordinación dentro de la empresa. Una organización necesita funcionar con dinamismo y estar orientada hacia objetos y debe ser objeto de mantenimiento, reparación y reorganización de cuando en cuando para alcanzar nuevos objetivos.

Métodos de trabajo

El mejoramiento de los métodos de trabajo constituye el sector más prometedor para mejorar la productividad. Las técnicas relacionadas con los métodos de trabajo tienen como finalidad lograr que el trabajo manual sea más productivo mediante el mejoramiento de la forma en que se realiza, los movimientos humanos que se llevan a cabo, los instrumentos utilizados, la disposición del lugar de trabajo, los materiales empleados y la maquinaria utilizada. El estudio del trabajo, la ingeniería industrial, y la formación profesional son los principales instrumentos para mejorar el método de trabajo. Estilos de dirección

A la dirección se le atribuye 75% de los aumentos de la productividad, puesto que es responsable del uso eficaz de todos los recursos sometidos al control de la empresa.

Los estilos y las prácticas de dirección influyen en el diseño organizativo, las políticas del personal, la descripción del puesto de trabajo, la planificación y el control operativo, las políticas de mantenimiento y compras, los costos de capital, los sistemas de elaboración de presupuestos y las técnicas de control de los costos. (Reátegui, 2016, págs. 25-26).

Factores Duros

Son factores que no son fáciles de cambiar, entre ellos tenemos los productos, la tecnología, el equipo y las materias primas. (Prokopenko, 1987, pág. 10).

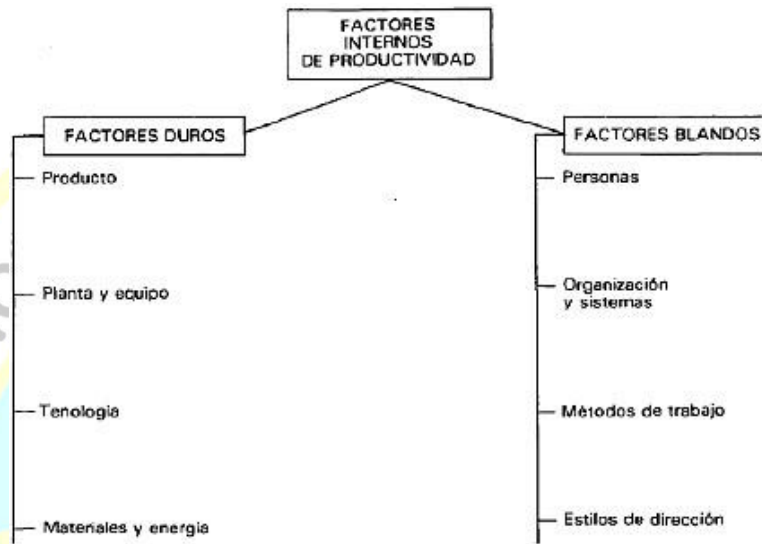


Figura 3. Modelo de factores internos de la productividad

Fuente: (Prokopenko, 1987)

Entre los factores duros se detallan:

Producto

El valor de uso del producto se puede perfeccionar mediante la mejora del diseño y de las especificaciones. La supresión de las divisiones que separan la investigación, la comercialización y la venta serán convertidas en un factor importante de la productividad. El factor volumen en particular aporta una mejor noción de las economías de escala por medio del aumento del volumen de producción. Por último, el factor costo/beneficio se puede realzar mediante el aumento de los beneficios logrados con el mismo costo para la obtención de un mismo beneficio.

Planta y equipo

Estos elementos desempeñan un papel central en todo programa de mejoramiento de la productividad mediante:

- Un buen mantenimiento
- El funcionamiento de la planta y el equipo en las condiciones óptimas.

- El aumento de la capacidad de la planta mediante la eliminación de los estrangulamientos y la adopción de medidas correctivas.
- La reducción del tiempo parado y el incremento del uso eficaz de las máquinas y capacidades de la planta disponibles.

La productividad de la planta y el equipo se puede mejorar prestando atención a la utilización, la antigüedad, la modernización, el costo, la inversión, el equipo producido internamente, el mantenimiento y la expansión de la capacidad, etc.

Tecnología

Se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etc., mediante una mayor automatización y tecnología de la información. La automatización puede asimismo mejorar la manipulación de los materiales, el almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de calidad.

Material y energía

Como aspectos importantes de la productividad de los materiales podemos mencionar los siguientes:

- Rendimiento del material: producción de productos útiles o de energía por unidad de material utilizado. Depende la selección del material correcto, su calidad, el control del proceso y el control de los productos rechazados.
- Uso y control de desechos y sobras.
- Perfeccionamiento de los materiales mediante la elaboración inicial para mejorarla utilización en el proceso principal.
- Empleo de materiales de mayor calidad a menor precio.
- Sustitución de las importaciones.
- Mejoramiento del índice de rotación de las existencias para liberar fondos vinculados a las existencias con el fin de destinarlos a usos más productivos.
- Mejoramiento de la gestión de las existencias para evitar que se mantengan reservas excesivas.
- Promoción de las fuentes de abastecimiento (Reátegui, 2016, págs. 24-25)

Factores externos

Son los que por definición provienen de fuera de la entidad que realiza el proceso productivo medido.

Entre los factores externos cabe mencionar las políticas estatales y los mecanismos institucionales, la situación política social y económica; el clima económico, la disponibilidad de recursos financieros, energía, agua, medios de transporte, comunicaciones y materias primas. La dirección de la empresa ha de entender y tomar en consideración estos factores al planificar y ejecutar los programas de productividad, teniendo presente todos los lazos sociales, políticos, económicos y organizativos que existen entre los consumidores, los trabajadores, las direcciones de las empresas y las autoridades públicas y los diferentes grupos de presión entre las instituciones y la infraestructura organizativa. Los ajustes estructurales, los cambios económicos, la competitividad industrial, los cambios demográficos y sociales, los recursos naturales, la mano de obra, la tierra, la energía y la materia prima son algunos de los factores que podemos intervenir de una forma indirecta para el cumplimiento del más grande objetivo que se tiene dentro de la empresa; “incrementar la productividad. (Reátegui, 2016, págs. 26-27)



Figura 4. Modelo de factores internos de la productividad

Fuente: (Prokopenko, 1987)

2.2.3. Mermas en la distribución de combustibles líquidos

Se define una merma como:

Son aquellas pérdidas físicas de volumen, peso o cantidad de existencias por causas inherentes a la naturaleza de los hidrocarburos u otros productos derivados de los

hidrocarburos, ya sea por evaporación o variación de la temperatura. Los grifos (establecimientos de venta de combustibles), gasocentros, plantas envasadoras de GLP, consumidores directos de combustibles (fábricas, industrias, etc.), comercializadores de lubricantes, transportistas de hidrocarburos o derivados, etc. Las mermas, en el caso de uso o comercialización de hidrocarburos o derivados, son bastante significativas, y por lo general fluctúan entre el 1% y 2% DEL VOLUMEN TOTAL INVOLUCRADO. (AYP Energía EIRL, 2016, págs. 2-3)

Y al respecto también se puede agregar que:

El transporte y venta de combustibles involucra una serie de operaciones. Los productos refinados son transportados a los terminales de almacenamiento de combustibles por las mismas vías. Desde el terminal de almacenamiento los combustibles son derivados mediante camiones cisterna a las estaciones de servicio. El destino final del combustible es generalmente el tanque de combustible del vehículo del usuario.

La mayor fuente de emisiones evaporativas está en el llenado de los tanques subterráneos. Las emisiones se generan cuando los vapores de gasolina en el tanque son desplazados a la atmósfera por la gasolina que está siendo descargada. La cantidad de emisiones depende de varios factores: el método y procedimiento de llenado, la configuración del tanque y la temperatura, presión de vapor y composición de la gasolina.

Otra fuente de pérdida es la respiración de los tanques subterráneos, estas ocurren diariamente y son atribuibles a cambios en la presión barométrica

Finalmente se producen emisiones por derrames de combustibles y posterior secado evaporativo debido a rebalses, chorreo de mangueras o circunstancias operativas.

Las mayores pérdidas operativas en las estaciones de servicio son producidas por la gasolina, el petróleo diesel y Kerosene, por tener presiones de vapor muy bajas, no evaporan considerablemente. (NKT Consulting & Services, 2017, pág. 1)

Clasificación de las Mermas

Dentro de la clasificación de mermas de acuerdo a la naturaleza del bien y a las etapas del proceso productivo de comercialización del bien, tenemos:

a) Las mermas normales:

Que se producen por factores ambientales, cambios de temperatura, y situaciones que se derivan del proceso productivo en condiciones óptimas y que deben formar parte del costo de producción.

b) Las mermas anormales:

Que se pueden producir por negligencia de los operarios, por defectos en la maquinaria, y en general, por deficiencias en el proceso productivo y que deberán ser reconocidas como gasto del período. (Espinoza, 2016, págs. 35-36).

Diferencia entre mermas y desperdicios

Es necesario realizar la desambiguación de los conceptos para un mejor entendimiento de la presente investigación:

a) Mermas

Es todo residuo que se genera durante el proceso productivo y que es posible planificar o predecir. Se incluye en el presupuesto, es parte de la rutina de producción, puede ser medible y, por lo tanto, controlable.

b) Desperdicios

Son las pérdidas representadas en materias primas, recursos y tiempo. Es impredecible y su costo es absorbido necesariamente por la empresa, por lo tanto debe eliminarse al máximo posible.

Los estándares de desperdicio se sitúan entre 5% - 10%. Los estándares de mermas se consideran entre 2% - 5%. Podemos estar próximos al 7% ó 15% total por errores humanos. Ahí se encuentra la diferencia. (Espinoza, 2016, pág. 39).

Los grifos urbanos o minoristas tienen un problema de gran importancia como es la merma en el proceso de su abastecimiento y comercialización de combustible. Dichas mermas se producen en los siguientes casos:

- En cuanto a las mermas en operación de hidrocarburos, ya sea en su almacenamiento, despacho y en la falta de mantenimiento de algunos equipos surtidores de combustible, produciendo variaciones en sus utilidades.

- En cuanto a las mermas por transporte, se producen generalmente por el humedecimiento del interior de la cisterna, provocando que el grifo distribuidor reciba menos galonaje de combustible afectando a sus utilidades y alterando los costos de la empresa.

- En cuanto a mermas por temperatura, se origina como producto de las operaciones en el grifo, constituidas por mermas de evaporación, desplazamiento y tolerancia de equipo.

2.2.4. Proceso de distribución de combustibles líquidos en Grifos PECSA.

La empresa escogida para el presente estudio, es del rubro de comercialización de combustibles, propiedad del señor Elvis Ñato, afiliada a la red de grifos PECSA.

El proceso que sigue para la comercialización de los mismos es la misma que se encuentra estandarizada y regulada por OSINERGMIN cuyo proceso general se muestra en la siguiente figura:

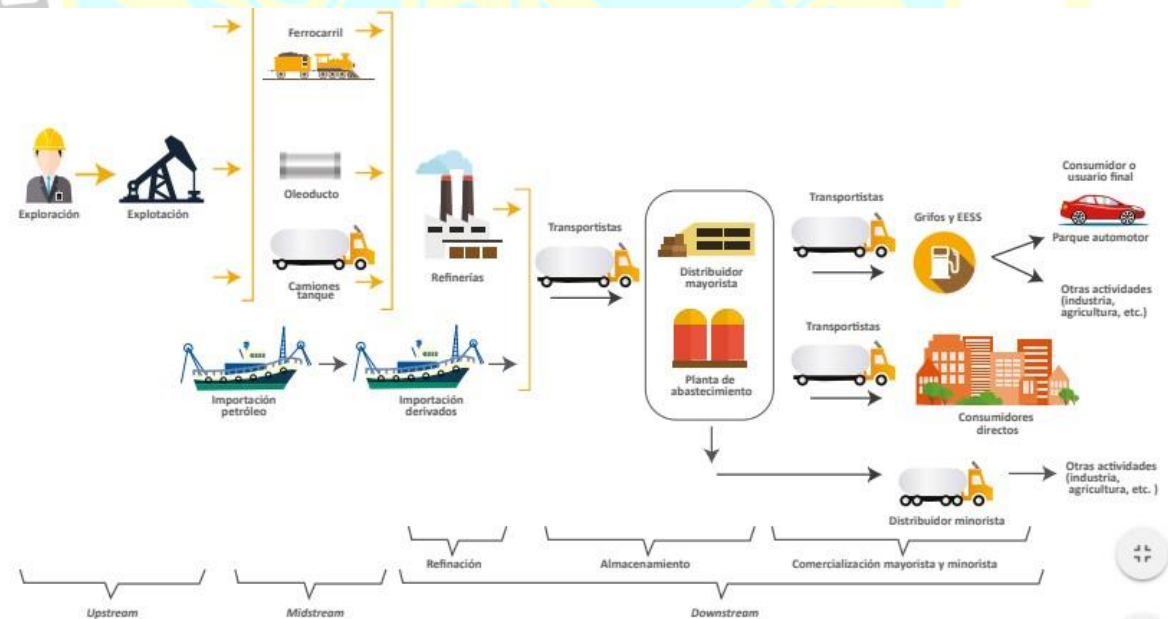


Figura 5. Cadena de valor del petróleo y sus derivados

Fuente: (OSINERGMIN, 2015)

De la misma manera que el resto de grifos de la localidad, el proceso inicia con la compra y transporte de combustibles líquidos de las refinerías ubicadas en la ciudad de Lima, procediendo a su transporte a través de camiones cisterna.



Figura 6. Camiones cisterna usados en el transporte de combustibles líquidos

Luego del transporte, el combustible líquido es descargado a los reservorios de la estación de servicio del grifo conforme al siguiente esquema:

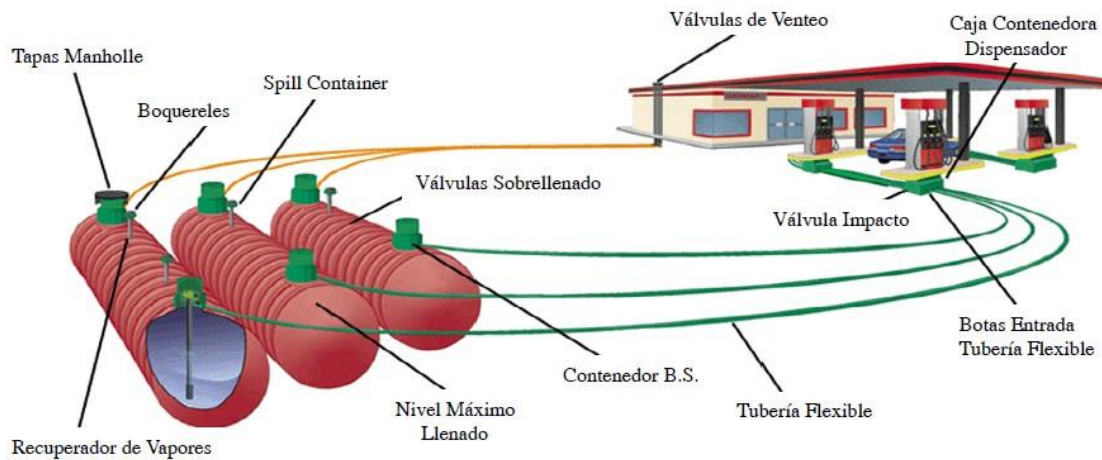


Figura 7. Esquema de la disposición de tanques y bombas de distribución de combustibles

Fuente: (OSINERGMIN, 2015)

2.2.5. Aplicación de la metodología DMAIC en el grifo PECSA

En el presente apartado se describirá el modelo de mejora adaptado para su aplicación, conforme la metodología DMAIC en cada una de sus fases, los datos estadísticos y resultados a los que se harán referencia se muestran en el capítulo IV de la presente tesis.

2.2.5.1. Primera etapa: Definir

Luego de una entrevista preliminar con el jefe de Operaciones y jefe de Mantenimiento del grifo PECSA, objeto de estudio, se pudo determinar que el principal inconveniente contra la productividad es la merma, es decir, las pérdidas de materia prima (combustible), las cuales alteran directamente los ingresos de la empresa.

Indicándose que se cree que la principal fuente de mermas es el proceso de transporte y almacenamiento de combustible, ello ante la opinión del Jefe de Operaciones quien indica que actualmente, la pérdida de combustible en el despacho final de combustible al cliente final es mínimo, pues mensualmente se reportan un máximo de 2 o ninguno de este tipo de incidentes de derrames al momento del despacho final.

De esta manera queda claro que el análisis y mejora debe enfocarse en evitar las pérdidas de combustible en todas las etapas del proceso de transporte y almacenamiento de combustible, para la búsqueda de la mejora de la productividad.

También en esta etapa deben quedar claros los indicadores a utilizar en la siguiente fase del proceso de mejora, que es la fase de medición. Conforme lo definido en la presente tesis se halló que los indicadores de productividad son los que miden la eficacia y eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos, los cuales serán considerados para el presente estudio como:

Tabla 1

Denominación de los combustibles líquidos distribuidos por el Grifo PECSA en el año 2018

<u>Nombre genérico</u>	<u>Nombre comercial</u>
Gasohol 97	Exelon nitro 97
Gasohol 95	Exelon nitro 95
Gasohol 90	Exelon 90
Gasohol 84	Exelon 84
Diesel B5	Endura DB5
Diesel B5 S-50	Endura eco DB5

2.2.5.2. Segunda etapa: Medir

Una vez planteados los indicadores a obtener para las mediciones pertinentes a las resultante de la operación del grifo, conforme el objetivo de mejora de la productividad y del presente trabajo de investigación y conforme los datos entregados por la empresa, se realizó una medida inicial de la productividad (eficacia y eficiencia) en relación a 24 semanas (enero a junio de 2018), de tal medición se obtuvo los siguientes resultados en la medición inicial (pretest) del mismo.

Tabla 2

Indicadores de productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos del Grifo PECSA de las semanas 1 a 24 del año 2018 (volumen en galones)

Sem.	Producción Programada - Volumen de combustible comprado	Producción sin defectos - Volumen de combustible vendido	Materia Prima programada	Materia prima utilizada - Volumen de combustible distribuido en los surtidores	Eficiencia (MP programada / MP utilizada)	Eficacia (Prod. Sin defectos / Prod. Programada)
1	4198	4017.49	4017.49	4168.62	96.37%	95.70%
2	4198	4055.27	4055.27	4172.81	97.18%	96.60%
3	4198	3874.75	3874.75	4179.60	92.71%	92.30%
4	4198	4051.07	4051.07	4168.61	97.18%	96.50%
5	4632	4409.66	4409.66	4599.57	95.87%	95.20%
6	4632	4442.09	4442.09	4594.95	96.67%	95.90%
7	4632	4367.98	4367.98	4602.74	94.90%	94.30%
8	4632	4414.30	4414.30	4608.84	95.78%	95.30%
9	5231	5047.92	5047.92	5215.31	96.79%	96.50%
10	5231	4990.37	4990.37	5204.84	95.88%	95.40%
11	5231	4979.91	4979.91	5210.54	95.57%	95.20%
12	5231	5016.53	5016.53	5205.77	96.36%	95.90%
13	5087	4812.30	4812.30	5061.74	95.07%	94.60%
14	5087	4863.17	4863.17	5056.48	96.18%	95.60%
15	5087	4846.17	4846.17	5056.48	95.84%	95.27%
16	5087	4878.43	4878.43	5066.65	96.29%	95.90%
17	4801	4527.34	4527.34	4767.39	94.96%	94.30%
18	4801	4628.16	4628.16	4757.79	97.28%	96.40%
19	4801	4517.74	4517.74	4781.40	94.49%	94.10%
20	4801	4637.77	4637.77	4779.40	97.04%	96.60%
21	5260	5002.26	5002.26	5217.92	95.87%	95.10%
22	5260	4897.06	4897.06	5228.44	93.66%	93.10%
23	5260	4975.96	4975.96	5224.22	95.25%	94.60%
24	5260	4923.36	4923.36	5217.92	94.35%	93.60%
TOTAL	116836.00	111177.06	111177.06	116148.02	95.72%	95.16%

En la tabla anterior se muestra, en una distribución semanal los siguientes datos:

Producción Programada: se refiere a la cantidad (volumen en galones) de combustible comprado a la refinería en el periodo. Se ha tomado el dato correspondiente al resumen contable otorgado por el grifo PECSA, en el cual se han sumado los totales de combustible líquidos comprados considerando los combustibles líquidos nombrados en la Tabla 1 del presente estudio. Conforme lo informado, el registro contable refiere a la cantidad

comprada cada cuatro semanas, por ello se ha dividido entre cuatro en dato otorgado por la empresa y consignado en las semanas correspondientes.

Se considera como producción programada, porque idealmente, la cantidad de combustible comprada es la que debería venderse luego como distribuidor minorista, sin embargo a priori se observan pérdidas de volumen.

Producción sin defectos: se refiere a la cantidad de combustibles líquidos vendido (distribuido) a los clientes finales, este dato también ha sido tomado de los reportes contables facilitados por la empresa y se considera la producción final real, por la que se han obtenido ganancias. A simple vista, es menor a la producción programada, lo cual muestra que existen pérdidas (mermas) en el proceso de distribución de combustibles líquidos.

Materia prima programada: se define como la materia prima necesaria para alcanzar la producción sin defectos (real), para nuestro caso en particular, se refiere a la cantidad de combustibles líquidos a utilizar para alcanzar la producción sin defectos, venta final de combustibles, la cual idealmente será la misma. Es decir, que para vender 10 galones de combustible, idealmente debo gastar 10 galones de combustible, la misma cantidad, por ello las cantidades consignadas en esta columna es la misma que la de “producción sin defectos”.

Materia prima utilizada: se define como la materia prima utilizada en la realidad para alcanzar la producción sin defectos (real), para nuestro caso en particular, se refiere a la cantidad de combustibles líquidos medidos en los surtidores finales. Es decir, el volumen de combustibles líquidos que fueron necesarios para alcanzar la venta (producción sin defectos).

Eficiencia y eficacia: conforme lo descrito en el marco teórico, son las dimensiones de la productividad y se refieren a qué niveles de aprovechamiento se alcanzan en relación a la utilización de materias primas y producción sin defectos respectivamente.

Además de los datos de productividad, y conforme lo recomendado por la metodología, se ha realizado el cálculo del nivel sigma del proceso de distribución de combustibles líquidos en el grifo PECSA. Ello conforme lo señalado en la sección 3.4 Técnicas para el

procesamiento de la información de la presente tesis, utilizando para ello la herramienta informática otorgada por la empresa PDCAHOME, cuyo resultado es como se muestra a continuación:

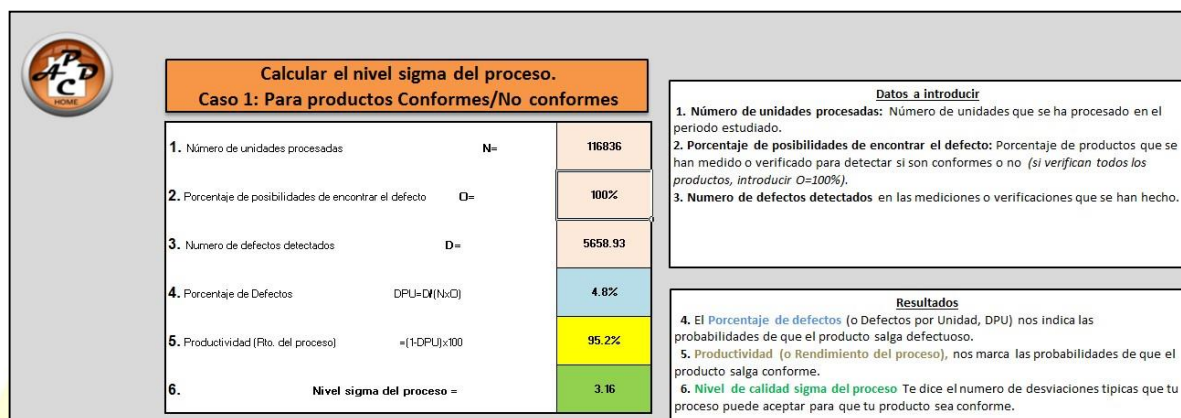


Figura 8. Cálculo del nivel sigma del proceso de distribución de combustibles líquidos (pretest) del grifo PECSA

Fuente: (PDCAHOME, 2013)

Para dicho cálculo se ha utilizado el formato correspondiente a productos conformes/no conformes, los cuales, adaptados a nuestro estudio se referirán a:

Número de unidades procesadas: Cantidad (volumen) de combustibles líquidos comprados para su distribución, resultando un total de 116936 galones, correspondientes a las 24 semanas del periodo pretest.

Porcentaje de posibilidad de encontrar el defecto: conforme la explicación que otorga el portal (PDCAHOME, 2013), se refiere a la posibilidad de encontrar los errores, es decir, si existe una medición en cada paso del proceso, lo cual depende de la muestra tomada para dicha medición, como en el presente caso se ha trabajado con la población real, es decir, la cantidad total procesada por el grifo para su distribución, debe considerarse que tal porcentaje es el 100%.

Número de defectos obtenidos: Se refiere genéricamente a los productos defectuosos, que representarían un desperdicio de materia prima y generarían un reproceso. En nuestro caso particular se refiere a la cantidad de desperdicio total (diferencia) entre el volumen de combustibles líquidos comprados y los vendidos, que resultan para nuestro pretest 5658.93 galones.

Con los datos consignados se obtuvo un nivel sigma de proceso inicial de 3.16, lo cual significa que el rendimiento total del proceso es alrededor del 93.3% conforme el marco teórico expuesto en la presente tesis.

2.2.5.3. Tercera etapa: Analizar

Realizada la recopilación de datos estadísticos así como la medición del valor de los indicadores en la fase anterior, continúa la fase en la que deben definirse o buscarse los porqués de la producción defectuosa, que para nuestro caso particular debe ser entendida como las pérdidas o mermas de combustibles líquidos antes de su venta. Para ello se concertó y se realizó una posterior reunión con el Jefe de Operaciones y Jefe de mantenimiento del grifo PECSA para analizar y determinar las causas de las referidas mermas de combustibles.

Producto de la señalada reunión se concluyó lo siguiente en relación a los momentos y causas en que se generan las pérdidas de combustibles líquidos:

Momento	Causa	Prioridad
1. Transporte desde la refinería	Derrame en la carga de combustible al camión cisterna	1
	Evaporación del combustible en el camión cisterna	2
	Derrame en la descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.	1
2.- Almacenamiento y distribución a surtidores	Evaporación de combustible en el tanque de almacenamiento.	2
	Evaporación en las líneas de alimentación a los surtidores.	3
	Derrame en las líneas de alimentación a los surtidores	1
3.- Distribución al cliente final desde los surtidores	Evaporación de combustible durante la transferencia de la bomba a los vehículos	3
	Derrame de combustible desde los surtidores	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Determinación de momentos y priorización de causas de las pérdidas de volumen de combustibles líquidos del grifo PECSA

Asimismo en la figura anterior se muestra que, de acuerdo al Jefe de Operaciones y de Mantenimiento, las principales causas de pérdidas son los derrames, por lo cual se decidió realizar esfuerzos priorizados (prioridad 1).

También se identificó y determinó como segunda prioridad el tomar acciones para reducir la evaporación de combustibles líquidos en el camión cisterna de transporte y tanque de almacenamiento, ello en razón a que, las medidas corresponderían a revisiones técnicas o

cambios de repuestos en el vehículo o equipos instalados, lo cual corresponde a una inversión y estructura organizacional (área de mantenimiento) con la que se cuenta.

Como tercera prioridad se determinó que deben tomarse acciones para reducir la evaporación en las líneas de distribución a los surtidores y en los surtidores mismos hacia el cliente final, ello en razón a que, en opinión del Jefe de operaciones, las pérdidas registradas o probables son mínimas en dichos aspectos. Además porque el reducir las mismas requieren por sobre todo la capacitación del personal por encima de una reparación o mantenimiento de equipos físicos.

En base a ello se elaboró la siguiente figura que consolida las medidas correctivas a ejecutarse:

Causa de pérdida	Acciones a tomar
Derrame en la carga de combustible al camión cisterna	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y manguera de abastecimiento) de los camiones cisterna. (A)
Evaporación del combustible en el camión cisterna	Revisión y sellado de grietas en el tanque del camión cisterna. (A)
Derrame en la descarga de combustible del camión cisterna a los tanques de almacenamiento.	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y bomba) de los tanques de almacenamiento de combustibles líquidos. (A)
	Utilización de una bandeja de control de derrames en el proceso de descarga. (D)
	Incluir en el procedimiento de descarga la revisión previa de fugas en las válvulas y manguera de abastecimiento. (D)
	Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas por evaporación o derrames en el descargo de combustible a los tanques de almacenamiento. (B)
Evaporación de combustible en el tanque de almacenamiento.	Elaboración de una guía de operación del procedimiento de descarga de combustible para el personal encargado. (D)
	Revisión y mejora del aislamiento térmico de los tanques de almacenamiento. (C)
	Realizar mensualmente el purgado del tanque para evitar acumulación de suciedades en el fondo del tanque que aceleren la evaporación. (D)
Evaporación en las líneas de alimentación a los surtidores.	Realizar pruebas de hermeticidad de los tanques cada 3 años. (D)
	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los tanques de almacenamiento hacia los surtidores. (A)
Derrame en las líneas de alimentación a los surtidores	Revisión y mejora del aislamiento térmico de las líneas de abastecimiento. (C)
	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los tanques de almacenamiento hacia los surtidores. (A)
Evaporación de combustible durante la transferencia de la bomba a los vehículos	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los surtidores de combustible. (A)
	Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas en los surtidores por evaporación. (B)
Derrame de combustible desde los surtidores	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los surtidores de combustible. (A)
	Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas en los surtidores por derrames. (B)

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Determinación de acciones correctivas a tomar para evitar las pérdidas de volumen de combustibles líquidos del grifo PECSA

2.2.5.4. Cuarta etapa: Mejorar

Una vez identificadas en la fase anterior, los momentos y causas de las pérdidas de combustibles, en la presente fase se toman las acciones pertinentes para mejorar el proceso bajo estudio. En relación a ello, en la reunión sostenida con el Jefe de Operaciones y Mantenimiento se realizaron las siguientes acciones planteadas y priorizadas en la etapa anterior:

(A) ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO "Jornada especial de mantenimiento preventivo y correctivo" realizada del 26 al 28 de mayo de 2018	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y manguera de abastecimiento) de los camiones cisterna. (A)
	Revisión y sellado de grietas en el tanque del camión cisterna. (A)
	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y bomba) de los tanques de almacenamiento de combustibles líquidos. (A)
	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los tanques de almacenamiento hacia los surtidores. (A)
	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los tanques de almacenamiento hacia los surtidores. (A)
	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los surtidores de combustible. (A)
(B) ACCIONES DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL PARA EVITAR PÉRDIDAS DE COMBUSTIBLE "Jornada especial de capacitación contra pérdidas de combustible" realizada el 26 de mayo de 2018	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los surtidores de combustible. (A)
	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los surtidores de combustible. (A)
	Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los surtidores de combustible. (A)
(C) ACCIONES CORRECTIVAS DE INFRAESTRUCTURA "Implementación de techo ligero sobre las estructuras de almacenamiento y líneas de abastecimiento de combustibles" Realizada del 2 al 5 de junio de 2018	Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas por evaporación o derrames en el descarga de combustible a los tanques de almacenamiento. (B)
	Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas en los surtidores por evaporación. (B)
(D) CAMBIO EN PROCEDIMIENTOS Y GUÍAS DE OPERACIONES "Actualización de procedimientos y guías de operación" Realizadas del 20 al 27 de mayo de 2018	Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas en los surtidores por derrames. (B)
	Revisión y mejora del aislamiento térmico de los tanques de almacenamiento. (C)
	Revisión y mejora del aislamiento térmico de las líneas de abastecimiento. (C)
	Utilización de una bandeja de control de derrames en el proceso de descarga. (D)
	Incluir en el procedimiento de descarga la revisión previa de fugas en las válvulas y manguera de abastecimiento. (D)
Realizar mensualmente el purgado del tanque para evitar acumulación de suciedades en el fondo del tanque que aceleren la evaporación. (D)	Elaboración de una guía de operación del procedimiento de descarga de combustible para el personal encargado. (D)
	Realizar mensualmente el purgado del tanque para evitar acumulación de suciedades en el fondo del tanque que aceleren la evaporación. (D)
	Realizar pruebas de hermeticidad de los tanques cada 3 años. (D)

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Acciones correctivas realizadas para el mejoramiento del proceso de distribución de combustibles líquidos del grifo PECSA

En la figura anterior se muestran las jornadas especiales realizadas con el objetivo de mejorar los procedimientos de la distribución de combustibles líquidos, los detalles de cada una de las jornadas se muestran a continuación:

(A) ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO: conforme lo coordinado con el propietario, Jefe de Operaciones y Jefe de mantenimiento se realizó la "Jornada especial de mantenimiento preventivo y correctivo" del 26 al 28 de mayo de 2018, en la que, con el apoyo de la empresa contratada Group Dispenser S.A.C. se realizaron las siguientes acciones de mantenimiento:

- Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y manguera de abastecimiento) de los camiones cisterna. (A)
- Revisión y sellado de grietas en el tanque del camión cisterna. (A)
- Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y bomba) de los tanques de almacenamiento de combustibles líquidos. (A)
- Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los tanques de almacenamiento hacia los surtidores. (A)
- Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los tanques de almacenamiento hacia los surtidores. (A)
- Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los surtidores de combustible. (A)
- Revisión y mantenimiento del equipo (válvulas y mangueras de abastecimiento) de los surtidores de combustible. (A)



Figura 12. Estación de servicio grifo PECSA



Figura 13. Jornada de mantenimiento realizado en el grifo PECSA

(B) ACCIONES DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL PARA EVITAR PÉRDIDAS DE COMBUSTIBLE, la cual se realizó a través de la denominada "Jornada especial de capacitación contra pérdidas de combustible" realizada el 26 de mayo de 2018" en cuyas

sesiones se contó con la presencia de la totalidad del personal operativo del grifo PECSA y se impartió la siguiente instrucción:

- Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas por evaporación o derrames en el descargo de combustible a los tanques de almacenamiento. (B)
- Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas en los surtidores por evaporación. (B)
- Capacitación al personal sobre el uso y formas de evitar pérdidas en los surtidores por derrames. (B)



Figura 14. Jornada de capacitación al personal realizado en el grifo PECSA

(C) ACCIONES CORRECTIVAS DE INFRAESTRUCTURA

Implementación de techo ligero sobre las estructuras de almacenamiento y líneas de abastecimiento de combustibles"" Realizada del 2 al 5 de junio de 2018"

- Revisión y mejora del aislamiento térmico de los tanques de almacenamiento. (C)
- Revisión y mejora del aislamiento térmico de las líneas de abastecimiento. (C)



Figura 15. Toldo de lona y estructura metálica implementado sobre tanques de almacenamiento y líneas de alimentación en el grifo PECSA

(D) CAMBIO EN PROCEDIMIENTOS Y GUÍAS DE OPERACIONES

Como complemento a las acciones descritas, se realizaron cambios en los procedimientos y guías de operación del grifo para incluir los siguientes cambios:

- Utilización de una bandeja de control de derrames en el proceso de descarga. (D)
- Incluir en el procedimiento de descarga la revisión previa de fugas en las válvulas y manguera de abastecimiento. (D)
- Elaboración de una guía de operación del procedimiento de descarga de combustible para el personal encargado. (D)
- Realizar mensualmente el purgado del tanque para evitar acumulación de suciedades en el fondo del tanque que aceleren la evaporación. (D)
- Realizar pruebas de hermeticidad de los tanques cada 3 años. (D)

2.2.5.4. Quinta etapa: Controlar

En la última fase, propuesta por la metodología DMAIC, se busca el implementar medidas de control y supervisión con la finalidad de que los cambios que ocasionaron mejoras en el proceso objeto de estudio perduren en el tiempo.

Para ello el Jefe de Operaciones y Jefe de Mantenimiento estuvieron de acuerdo en implementar una revisión anual de los procedimientos implementados, así como acciones

periódicas de 3 meses para supervisar que el personal se encuentre realizando correctamente las mismas.

También se acordó que trimestralmente se realice una evaluación y se emita un informe de rendimiento y mantenimiento de los equipos de llenado y distribución en la estación del grifo al Jefe de operaciones a fin de que evalúe el realizar acciones correctivas para disminuir las pérdidas de combustible.

Así también el Jefe Operaciones se comprometió a emitir un informe al propietario sobre las acciones de control implementadas y sus resultados producto del desarrollo de este trabajo de investigación.



2.3 Bases filosóficas

En relación al concepto de productividad se puede hallar una estrecha relación al aspecto económico, pues el mismo a su vez es fundamental para que el ser humano pueda crecer y desempeñar el objetivo trazado por el ser humano camino a su realización conforme lo expresó Céspedes y colaboradores:

Una de las leyes de la economía señala que el crecimiento económico depende del crecimiento de los factores que participan en el proceso productivo. Es decir, por un lado, depende de factores tangibles como son el capital físico y el número de trabajadores; y, por otra parte, depende del crecimiento de factores intangibles, que se resume en la productividad de los factores. En este contexto, es útil recordar, además, que el crecimiento de los factores tiene un límite; tal es el caso de la fuerza laboral, pues el número de trabajadores no puede incrementarse más allá de los límites demográficos de un país. Como contraparte, el crecimiento de la productividad no tiene límites, pues se basa fundamentalmente en aspectos como el capital humano de los trabajadores y la innovación tecnológica. (Céspedes, Lavado, & Ramirez, 2016, pág. 1).

2.4 Definición de términos básicos

PROCESO: Organización lógica de personas, materiales, energía, equipos y procedimientos en actividades de trabajo diseñadas para generar un resultado específico.

ACTIVIDAD: Es el conjunto de tareas, normalmente se agrupan en un procedimiento para facilitar su gestión. La secuencia ordenada de estas actividades dan como resultado un subproceso o un proceso.

PROCEDIMIENTO: Forma específica de como ejecutar un proceso, conjunto de pasos detallados incluyendo responsables.

PRODUCTIVIDAD: Se entiende como la relación entre la producción de bienes y servicios y los recursos utilizados en el proceso de producción, en relación a la eficiencia y eficacia.

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS: son aquellos productos derivados del petróleo bruto o del alquitrán de hulla. Se clasifican según su viscosidad o fluidez.

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

Como hipótesis nula de la tesis se plantea:

H_0 : El aplicar la metodología DMAIC no incrementa la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

Y como hipótesis alterna:

H_a : El aplicar la metodología DMAIC incrementa la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

2.5.2 Hipótesis específicas

El aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

El aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

2.6 Operacionalización de las variables

Variable independiente: Metodología DMAIC

Variable dependiente: Productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos.

VARIABLE	DEF. CONCEPT.	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULA	ESCALA
Variable independiente: Metodología DMAIC	Metodología de mejora de procesos basada en 5 fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (Gutierrez, Calidad y productividad, 2014, pág. 300)	Con esta metodología DMAIC se busca definir la causa raíz de los problemas que ocasionan una caída de la productividad del proceso bajo estudio, para luego aplicar acciones de corrección y finalmente acciones de control que aseguren que se mantengan los niveles de mejora alcanzados.	Definición: En la etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito.	Nivel Sigma de proceso (σ)	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$	Numérica
			Medición: El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto.			
			Análisis: La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender como generan el problema y confirmar las causas con datos.			
			Mejoramiento: El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las “causa raíz” y asegurarse de que se corrija o reduzca el problema.			
			Control: Una vez que se han alcanzado las mejoras deseadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto.			
Variable dependiente: La Productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos.	Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron. (García, 2011)	La productividad se encuentra definida en base a la eficiencia y la eficacia del proceso bajo análisis. Para el caso de estudio corresponde a la razón de materia prima utilizada y la programada, así como, de la cantidad de combustible distribuido (vendido) y cantidad de combustible programado para venta.	EFICIENCIA Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente.	Eficiencia física de uso de materia prima	(Materia prima programada / Materia prima utilizada) x 100	Razón
			EFICACIA Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas.	Índice de conformidad	(Producción conforme / Producción programada) x 100	Razón

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

La investigación realizada en la presente tesis es de tipo aplicada porque tiene como finalidad la solución de problemas prácticos de la realidad de la empresa de distribución de combustible PECSA propiedad del señor Elvis Ñato, en relación a la baja productividad obtenida en la distribución de combustibles líquidos.

Además se trata de un estudio de diseño cuasi experimental, longitudinal de modelo pre y post test, para determinar estadísticamente la influencia de una variable en otra, en el caso específico, de la aplicación de la metodología DMAIC sobre la productividad alcanzada en el proceso de distribución de combustibles líquidos.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Para objeto de la presente investigación la población estará determinada por la actividad del proceso de distribución de combustibles líquidos por la empresa en el periodo de una semana natural de 7 días durante los meses de enero a diciembre 2018, $P = 52$ semanas.

3.2.2 Muestra

Por la cantidad de datos proporcionados por la empresa, se ha preferido trabajar con la población total definida, por lo tanto la muestra será igual a la población; $M = P$.

3.3 Técnicas de recolección de datos

En el desarrollo de esta tesis se utilizará la técnica del análisis documental, ello en relación al informe de datos estadísticos de compra y venta (distribución de combustibles líquidos) ofrecidos por la empresa objeto de estudio para calcular el valor de los indicadores necesarios.

Además la observación directa, en relación al proceso utilizado por la empresa bajo estudio para la distribución de combustibles.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos estadísticos alcanzados por el propietario de la empresa bajo análisis será objeto de un análisis descriptivo para el cual se utilizará el software SPSS en su versión 25, el cual es capaz de generar tablas y gráficos estadísticos pertinentes. Para el cálculo del nivel sigma de proceso se utilizará la calculadora diseñada y publicada por PDCA HOME, la cual automatiza el cálculo. (PDCAHOME, 2013).

El necesario análisis para la demostración de hipótesis se realizará también con el software SPSS, ello a través de calcular la significancia estadística del efecto de la aplicación de la metodología DMAIC sobre la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos utilizando para ello la prueba T de Student de muestras relacionadas al obtenerse los datos de un pre y post test en la misma empresa y estación distribuidora (grifo).

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Tabla 3

Indicadores de productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos del Grifo PECSA de las semanas 1 a 52 del año 2018 (volumen en galones)

Sem.	Producción Programada - Volumen de combustible comprado	Producción sin defectos - Volumen de combustible vendido	Materia Prima programada	Materia prima utilizada - Volumen de combustible distribuido en los surtidores	Eficiencia (MP programada / MP utilizada)	Eficacia (Prod. Sin defectos / Prod. Programada)
1	4198	4017.49	4017.49	4168.62	96.37%	95.70%
2	4198	4055.27	4055.27	4172.81	97.18%	96.60%
3	4198	3874.75	3874.75	4179.60	92.71%	92.30%
4	4198	4051.07	4051.07	4168.61	97.18%	96.50%
5	4632	4409.66	4409.66	4599.57	95.87%	95.20%
6	4632	4442.09	4442.09	4594.95	96.67%	95.90%
7	4632	4367.98	4367.98	4602.74	94.90%	94.30%
8	4632	4414.30	4414.30	4608.84	95.78%	95.30%
9	5231	5047.92	5047.92	5215.31	96.79%	96.50%
10	5231	4990.37	4990.37	5204.84	95.88%	95.40%
11	5231	4979.91	4979.91	5210.54	95.57%	95.20%
12	5231	5016.53	5016.53	5205.77	96.36%	95.90%
13	5087	4812.30	4812.30	5061.74	95.07%	94.60%
14	5087	4863.17	4863.17	5056.48	96.18%	95.60%
15	5087	4846.17	4846.17	5056.48	95.84%	95.27%
16	5087	4878.43	4878.43	5066.65	96.29%	95.90%
17	4801	4527.34	4527.34	4767.39	94.96%	94.30%
18	4801	4628.16	4628.16	4757.79	97.28%	96.40%
19	4801	4517.74	4517.74	4781.40	94.49%	94.10%

20	4801	4637.77	4637.77	4779.40	97.04%	96.60%
21	5260	5002.26	5002.26	5217.92	95.87%	95.10%
22	5260	4897.06	4897.06	5228.44	93.66%	93.10%
23	5260	4975.96	4975.96	5224.22	95.25%	94.60%
24	5260	4923.36	4923.36	5217.92	94.35%	93.60%
25	4228	4071.56	4071.56	4206.86	96.78%	96.30%
26	4228	4070.76	4070.76	4203.78	96.84%	96.28%
27	4228	4126.53	4126.53	4206.86	98.09%	97.60%
28	4228	4071.56	4071.56	4205.31	96.82%	96.30%
29	6839	6703.89	6703.89	6811.65	98.42%	98.02%
30	6839	6724.41	6724.41	6818.49	98.62%	98.32%
31	6839	6692.80	6692.80	6811.65	98.26%	97.86%
32	6839	6654.35	6654.35	6825.33	97.49%	97.30%
33	5317	5161.78	5161.78	5290.41	97.57%	97.08%
34	5317	5152.17	5152.17	5295.73	97.29%	96.90%
35	5317	5173.44	5173.44	5290.41	97.79%	97.30%
36	5317	5178.76	5178.76	5301.05	97.69%	97.40%
37	6612	6467.85	6467.85	6578.94	98.31%	97.82%
38	6612	6380.58	6380.58	6578.94	96.98%	96.50%
39	6612	6446.70	6446.70	6585.39	97.89%	97.50%
40	6612	6420.25	6420.25	6592.16	97.39%	97.10%
41	6200	6076.80	6076.80	6181.40	98.31%	98.01%
42	6200	6016.20	6016.20	6178.50	97.37%	97.04%
43	6200	6001.60	6001.60	6181.40	97.09%	96.80%
44	6200	6026.40	6026.40	6177.40	97.56%	97.20%
45	6006	5857.45	5857.45	5993.99	97.72%	97.53%
46	6006	5883.56	5883.56	5975.97	98.45%	97.96%
47	6006	5896.45	5896.45	5989.99	98.44%	98.18%
48	6006	5819.81	5819.81	5987.98	97.19%	96.90%
49	5106	4946.44	4946.44	5090.68	97.17%	96.88%
50	5106	4941.97	4941.97	5093.89	97.02%	96.79%
51	5106	4932.40	4932.40	5090.90	96.89%	96.60%
52	5106	4968.14	4968.14	5089.58	97.61%	97.30%
TOTAL	278068.00	268041.67	268041.67	276782.65	96.84%	96.39%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestran los datos estadísticos correspondientes a los indicadores de productividad elegidos para el presente estudio, resaltando que en la totalidad de las 52 semanas del año 2018 se ha obtenido un total de 278068 galones de combustibles líquidos comprados, que representan la producción programada, 268041.67 galones de combustibles líquidos vendidos que corresponden a la producción real; asimismo que se han

alcanzado un 96.84% de eficiencia y 96.39% de eficacia en el acumulado anual. Ello considerando lo siguiente:

Producción Programada: se refiere a la cantidad (volumen en galones) de combustible comprado a la refinería en el periodo. Se ha tomado el dato correspondiente al resumen contable otorgado por el grifo PECSA, en el cual se han sumado los totales de combustible líquidos comprados considerando los combustibles líquidos nombrados en la Tabla 1 del presente estudio. Conforme lo informado, el registro contable refiere a la cantidad comprada cada cuatro semanas, por ello se ha dividido entre cuatro en dato otorgado por la empresa y consignado en las semanas correspondientes.


Se considera como producción programada, porque idealmente, la cantidad de combustible comprada es la que debería venderse luego como distribuidor minorista, sin embargo a priori se observan pérdidas de volumen.

Producción sin defectos: se refiere a la cantidad de combustibles líquidos vendido (distribuido) a los clientes finales, este dato también ha sido tomado de los reportes contables facilitados por la empresa y se considera la producción final real, por la que se han obtenido ganancias. A simple vista, es menor a la producción programada, lo cual muestra que existen pérdidas (mermas) en el proceso de distribución de combustibles líquidos.

Materia prima programada: se define como la materia prima necesaria para alcanzar la producción sin defectos (real), para nuestro caso en particular, se refiere a la cantidad de combustibles líquidos a utilizar para alcanzar la producción sin defectos, venta final de combustibles, la cual idealmente será la misma. Es decir, que para vender 10 galones de combustible, idealmente debo gastar 10 galones de combustible, la misma cantidad, por ello las cantidades consignadas en esta columna es la misma que la de “producción sin defectos”.

Materia prima utilizada: se define como la materia prima utilizada en la realidad para alcanzar la producción sin defectos (real), para nuestro caso en particular, se refiere a la cantidad de combustibles líquidos medidos en los surtidores finales. Es decir, el volumen de combustibles líquidos que fueron necesarios para alcanzar la venta (producción sin defectos).

Eficiencia y eficacia: conforme lo descrito en el marco teórico, son las dimensiones de la productividad y se refieren a qué niveles de aprovechamiento se alcanzan en relación a la utilización de materias primas y producción sin defectos respectivamente.



Calcular el nivel sigma del proceso. Caso 1: Para productos Conformes/No conformes		
1. Número de unidades procesadas	N=	161232
2. Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto	D=	100%
3. Numero de defectos detectados	D=	4367.39
4. Porcentaje de Defectos	$DPU = D/(N \times D)$	2.7%
5. Productividad (Rto. del proceso)	$= (1 - DPU) \times 100$	97.3%
6.	Nivel sigma del proceso =	3.43

Figura 16. Cálculo del nivel sigma post test del proceso de distribución de combustibles líquidos en el grifo PECSA.

De igual forma a lo realizado en el pretest, se hizo uso de la calculadora desarrollada por la empresa PDCAHOME para calcular el nivel sigma del proceso, pero en esta ocasión con los datos acumulados de la semana 25 a la 52, luego de la aplicación de las mejoras determinadas con la metodología DMAIC.

Como número de unidades procesadas, se consideró la producción programada, es decir, el volumen de combustibles líquidos comprados que resultaron ser un total de 161232.00 galones. Se consideró un porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto del 100% en atención a que se trabajó con la totalidad de la producción (distribución) del grifo PECSA y no con una muestra, por lo tanto se mostrará la totalidad de faltante de combustible. El número de defectos encontrados corresponde a la totalidad de combustible faltante y

corresponde a la diferencia entre el combustible comprado y el vendido resultando un total de 4369.39 galones.

Con los referidos datos se obtuvo un resultado de porcentaje de defectos del 2.7%, un índice de productividad del 97.3% y un nivel sigma de proceso de 3.43.



Tabla 4

Resumen de indicadores de productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos del Grifo PECSA por oportunidad

Oportunidad	Producción Programada	Producción sin defectos	Materia Prima programada	Materia prima utilizada	Eficiencia (MP programada / MP utilizada)	Eficacia (Prod. Sin defectos / Prod. Programada)	Nivel sigma
Pre-test (Semanas 1 a 24)	116836	111177.06	111177.06	116148.022	95.72%	95.16%	3.16
Post-test (Semanas 25 a 52)	161232	156864.61	156864.61	160634.632	97.65%	97.29%	3.43
Diferencia	44396	45687.55	45687.55	44486.61	1.93%	2.13%	0.27

Fuente: Elaboración propia

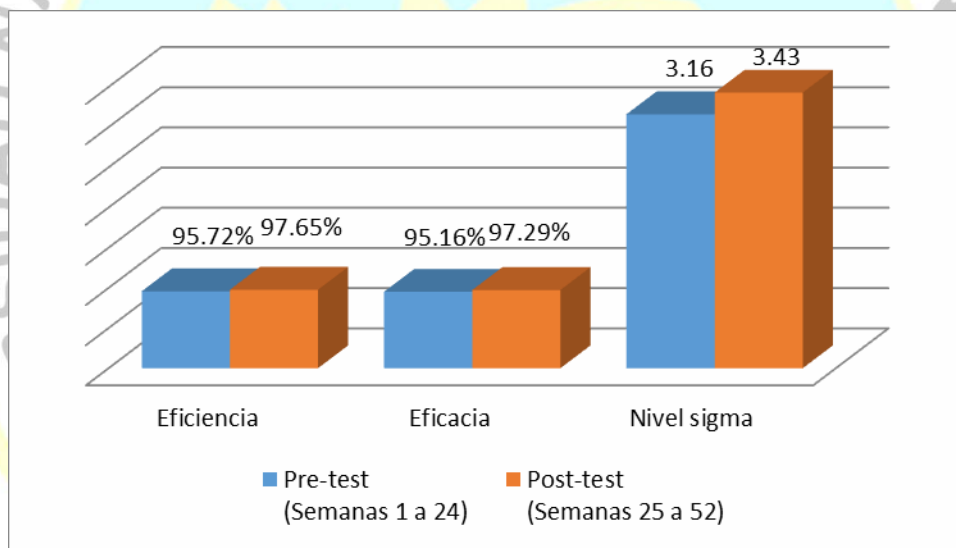


Figura 17. Resumen de indicadores de productividad por oportunidad

En la tabla y gráfico anteriores se muestran los resultados acumulados del año 2018 agrupados por la oportunidad de medición, es decir, en el pretest (antes de la aplicación de las mejoras con la metodología DMAIC) y luego de ellas en el postest (a partir de la semana 25).

Lo más resaltantes en dicha tabla y gráfico es el incremento de la eficiencia en un 1.93%, incremento de la eficacia en un 2.13% e incremento también del nivel sigma de 3.16

a 3.43 en lo concerniente al proceso de distribución de combustibles líquidos alcanzado luego de la aplicación de la metodología DMAIC a partir de la semana 25.

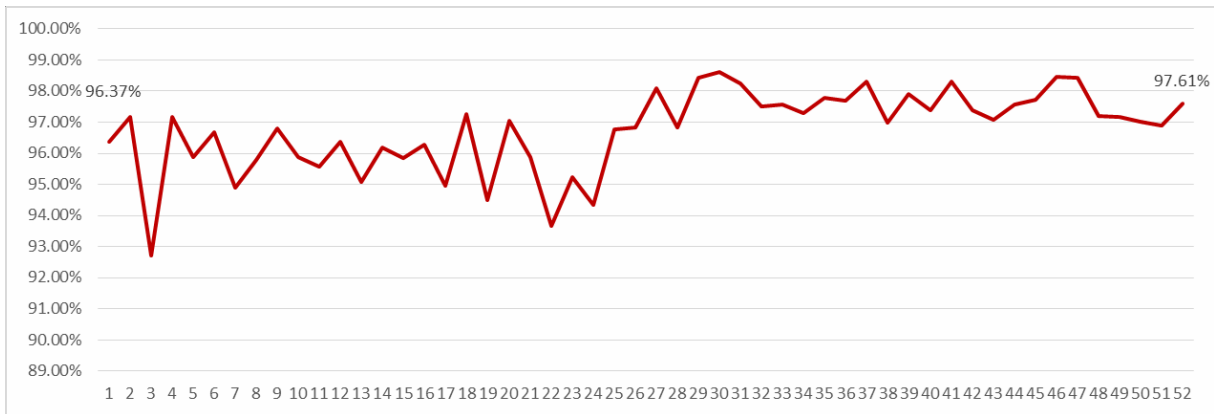


Figura 18. Evolución de la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos del Grifo PECSA por semana en el año 2018

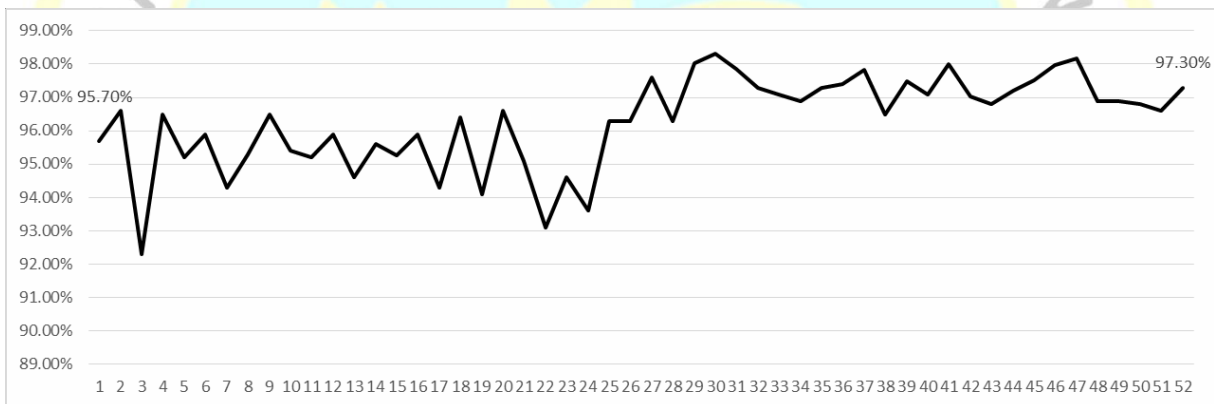


Figura 19. Evolución de la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos del Grifo PECSA por semana en el año 2018

En las figuras anteriores, elaboradas con los datos de la productividad de la Tabla 3, se muestra la evolución semanal de las dimensiones de la variable productividad de eficiencia y eficacia. Sobre dichas figuras se debe resaltar que la eficiencia inició en un 96.37% para culminar en la última semana del año en un 97.61%, y que la eficacia inició en un 95.70% para culminar en la última semana del año en un 97.30%. Sin embargo, lo más relevante para la presente investigación es la consecuente elevación de ambos niveles de eficiencia y eficacia a partir de la semana 25, es decir, de la semana en que se aplicó la mejora de procesos a través de la metodología DMAIC.

4.2.1. Prueba de hipótesis en relación a la dimensión de eficiencia

A fin de realizar el análisis estadístico inferencial de comprobación de la hipótesis general del presente estudio, es necesario primero iniciar con las hipótesis específicas.

La primera hipótesis específica a evaluar será la concerniente a la relación entre la aplicación de la metodología DMAIC y la eficiencia del proceso, la cual fue planteada de la siguiente forma:

H_0 : El aplicar la metodología DMAIC no incrementa la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

H_a : El aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

Ello se evaluará con el cálculo del p-valor, upara lo cual se deberá utilizar el software SPSS en su versión 25, para cuyo análisis a un nivel de 95% de confianza al valor de alfa de 0.05.

Realizada la prueba T de Student en el software estadístico se obtuvo el siguiente resultado:

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Aplicación DMAIC - Eficiencia	-96,20365	,98403	,13646	-96,47761	-95,92970	-704,992	51	,000

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Resultado de la prueba T-Student para muestras relacionadas en relación a la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos del grifo PECSA

El resultado obtenido para el indicador de significancia es de 0,00 el cual es menor que el valor de alfa 0,05, lo que significa que se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

4.2.2. Prueba de hipótesis sobre la eficacia

Continuando con el análisis inferencial, debe continuarse con la segunda hipótesis específica, concerniente a la relación entre la aplicación de la metodología DMAIC y la eficacia del proceso, la cual fue planteada de la siguiente forma:

H_0 : El aplicar la metodología DMAIC no incrementa la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora eficacia en el año 2018.

H_a : El aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

Ello se evaluará con el cálculo del p-valor, upara lo cual se deberá utilizar el software SPSS en su versión 25, para cuyo análisis a un nivel de 95% de confianza al valor de alfa de 0.05.

Realizada la prueba T de Student en el software estadístico se obtuvo el siguiente resultado:

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	Aplicación DMAIC - Eficacia	-95,74500	1,02762	,14251	-96,03109	-95,45891	-671,869	51	,000	

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Resultado de la prueba T-Student para muestras relacionadas en relación a la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos del grifo PECSA

El resultado obtenido para el indicador de significancia es de 0,00 el cual es menor que el valor de alfa 0,05, lo que significa que se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

4.2.3. Prueba de hipótesis general

Al haberse aceptado ambas hipótesis específicas alternas, al corroborándose la relación entre la aplicación de la metodología DMAIC y una mejora en la eficiencia y la eficacia definidas como dimensiones para la variable productividad, tal hecho permite concluir que existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis general planteada por lo tanto: **“El aplicar la metodología DMAIC incrementa la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018”.**



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

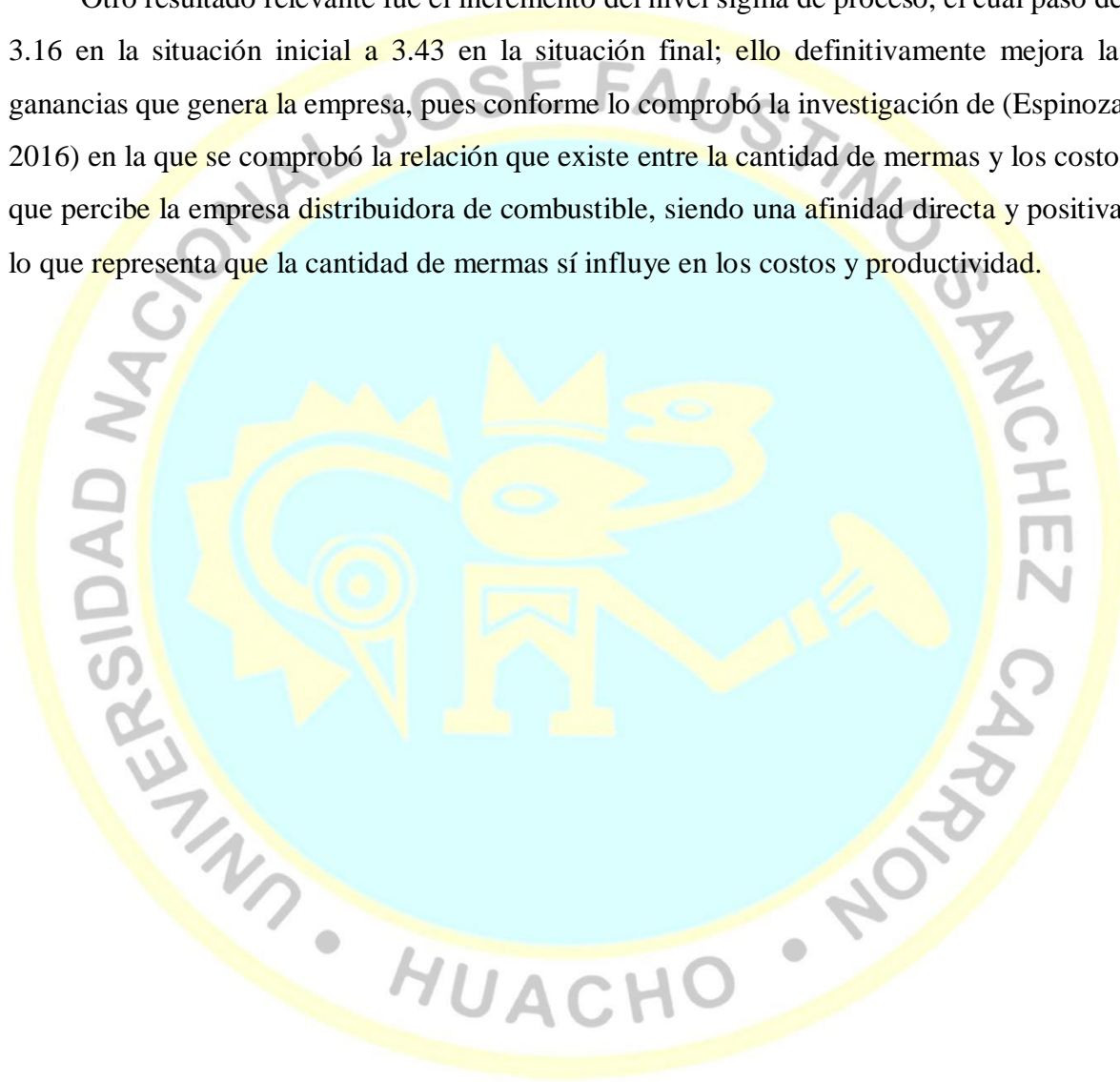
5.1 Discusión de resultados

Con los resultados obtenidos en la presente investigación, luego del análisis inferencial del contraste de hipótesis, se aceptó que la aplicación de la metodología DMAIC influye para aumentar la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos, la cual se llevó sin contratiempos en el giro de negocios de una estación de distribución de combustibles, tan igual como se realizó en el trabajo de (Justiniano, 2015), quien aplicó la metodología DMAIC en los grifos Estrella de David, sin embargo nuestra investigación se enfocó en la productividad del proceso y no en el aspecto administrativo de la empresa, el cual tiene mayor similitud a los resultados obtenidos en el trabajo de (Ortega & Vilchez, 2012) en el cual se determinó que la metodología DMAIC aplicada sirvió para aumentar la productividad a través de identificar las causas que generan el desperdicio o pérdidas y realizar acciones preventivas y correctivas sobre ellas.

Como principal resultado en nuestro caso es la obtención de un incremento de la eficiencia de 95.72% a 97.65%, es decir un incremento del 1.93%; también se logró mejorar la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos de 95.16% en el pretest hasta un 97.29% luego del programa de mejoras, es decir, un incremento de 2.13%; ganancias de eficiencia y efectividad mucho menores que el 5% obtenido en la investigación de (Delgado,

2015) y de (Valencia, 2016), sin embargo ello se explica en que la reducción de scrap o desperdicios de productos de estado sólidos es mucho más controlable y manejable que en nuestro caso, que se trataron de pérdida de materia prima de combustibles líquidos, que por su misma naturaleza son muy volátiles.

Otro resultado relevante fue el incremento del nivel sigma de proceso, el cual pasó de 3.16 en la situación inicial a 3.43 en la situación final; ello definitivamente mejora las ganancias que genera la empresa, pues conforme lo comprobó la investigación de (Espinoza, 2016) en la que se comprobó la relación que existe entre la cantidad de mermas y los costos que percibe la empresa distribuidora de combustible, siendo una afinidad directa y positiva, lo que representa que la cantidad de mermas sí influye en los costos y productividad.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Como principal conclusión de esta tesis, es la demostración de la hipótesis general, concluyéndose que el aplicar la metodología DMAIC incrementa la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

También se demostraron las hipótesis específicas:

El aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.

El aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año

6.2 Recomendaciones

Como principal recomendación en la de continuar con las acciones de supervisión y control establecidos en la presente investigación a través de la metodología DMAIC con la finalidad de cumplir con el plan de mantenimiento preventivo y correctivo propuesto.

También se recomienda la aplicación periódica del proceso de mejora continua con la finalidad de descubrir nuevas oportunidades de mejora que no se hayan considerado en la presente tesis o, que con el avance de la tecnología se vuelvan posibles en el futuro.

Se recomienda la difusión del resultado del presente estudio a toda la cadena de grifos PECSA, a fin de que pueda ser reproducido el proceso de mejora del proceso de distribución de combustibles líquidos, pues, de lograrse una menor pérdida a nivel nacional se logrará además un mejor aprovechamiento de los combustibles fósiles, que no son renovables y seguramente se volverán más escasos a futuro.



REFERENCIAS

7.1 Fuentes bibliográficas

- AYP Energía EIRL. (2016). *¿Qué son las mermas de combustibles?* Obtenido de AYPENERGIA.COM: <https://aypenergia.com/mermas.pdf>
- Bersbach, P. (27 de Octubre de 2009). *The first step of DMAIC*. Recuperado el 30 de Octubre de 2018, de <http://www.sixsigmatrainingconsulting.com>: <http://www.sixsigmatrainingconsulting.com/uncategorized/the-first-step-of-dmaic-%E2%80%93-define/>
- Brue, G. (2002). *Six Sigma for Managers*. McGraw-Hill.
- Céspedes, N., Lavado, P., & Ramirez, N. (2016). *Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Cruelles, J. (2013). *Productividad e Incentivos: Como hacer que los tiempos de fabricación se cumplan* (Primera ed.). México D.F.: Alfaomega Grupo editor S.A.
- Delgado, E. (2015). *Propuesta de un Plan para la reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plásticos*. Tesis para optar por el grado de magister en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones, PUCP, Lima.
- Escalante, E. (2013). *Seis Sigma: Metodología y técnicas* (Segunda ed.). México D.F.: Limusa.
- Espinoza, A. (2016). *Mermas de hidrocarburos y utilidades de la empresa distribuidora de combustible Negron Bardalez Trading EIRL distrito de San Jerónimo Cusco 2016*. Tesis para optar por el título de Licenciado en Economía y Negocios Internacionales, Universidad Peruana Austral del Cusco, Escuela Profesional de Economía y Negocios internacionales, Cusco.
- García, A. (2011). *Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria*. Trillas.
- García, Y. (2014). *Aplicación de la Metodología Seis Sigma para el mejoramiento de la calidad de las reparaciones, en la Agencia SASA Villa Clara*. Tesis para optar por el

Título de académico de Master en Ingeniería Industrial Mención Calidad, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo, Santa Clara.

Gutierrez, H. (2014). *Calidad y productividad*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.

Gutierrez, H., & de la Vera, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma* (Segunda ed.). Mexico D.F.: Mexicana.

Justiniano, K. (2015). *Aplicación de mejora continua de procesos en la gestión de los grifos Estrella de David E.I.R.L.* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Trujillo.

Legaria, G., & Mesita, L. (2010). *Análisis y propuesta de mejora al proceso de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) mediante la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Mexico D.F. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1437/Tesis.pdf?sequence=1>

Maynard, H. (1998). *Manual del ingeniero industrial* (Cuarta ed., Vol. Tomo III). Mexico D.F.: McGraw-Hill.

Montenegro, M., & Peñaherrera, P. (2012). *Modelo de mejoramiento de la productividad a través de herramientas de control y mejora. Caso Repsol – Duragas Fifo*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Comercial, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

NKT Consulting & Services. (2017). *Cálculo de Mermas*. Obtenido de <http://nkt.pe/services/calculo-de-mermas/>

Ortega, R., & Vilchez, M. (2012). *Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de GLP para incrementar la productividad de la empresa envasadora Cajamarca Gas S. A - Cajamarca*. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Lima.

PDCAHOME. (2013). *Cómo calcular el nivel de calidad sigma de un proceso*. Obtenido de <https://www.pdcahome.com/4466/calcular-el-nivel-sigma-del-proceso/>

PECSA S.A. (2018). *Nuestros productos*. Obtenido de Combustibles líquidos: <http://www.pecsa.com.pe/empresas/nuestros-productos/combustibles-liquidos/>

- Polesky, G. (2006). *Curso de Preparación para Green Belt en la Metodología Seis Sigma*. Curso Impartido en la Universidad de las Américas, Universidad de las Américas, Puebla.
- Prokopenko, J. (1987). *La gestión de la productividad Manual práctico*. Ginebra: OIT.
- Rajeshkumar, P. (2010). *A Study of Six Sigma Implementation Process at an Organization in Mumbai to Develop a Model for Effective Implementation of the Six Sigma in Indian Organizations for Achieving Process Excellence*. Tesis para la obtención del grado de Master of philosophy in Business Management, D.Y.Patil University, Department of Business Management, Navi Mumbai.
- Reátegui, C. (2016). *La gestión administrativa y productividad en el Poder Judicial: caso módulo penal de Moyobamba, 2016*. Tesis para obtener el grado de Maestro en gestión pública, Universidad César Vallejo, Escuela de Post Grado, Tarapoto. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1245/reategui_sc.pdf?sequence=1
- Sejzer, R. (8 de Junio de 2016). *DMAIC: Las 5 fases del proceso de implementación de Six Sigma*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2018, de Calidad Total: <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/06/dmaic-las-5-fases-del-proceso-de.html>
- Sherrian, E. (2016). *The Application Of Lean Six Sigma To Improve A Business Process: A Study Of The Order Processing Process At An Automobile Manufacturing Facility*. Master of Science in Engineering Management, University of South Carolina, College of Engineering and Computing, South Carolina.
- Thompson, S. (2007). *Improving the performance of six sigma; a case study of the six sigma process at Ford Motor Company*. Tesis para la obtención del grado de MBA, University of Bedfordshire, Bedfordshire.
- Valencia, A. (2016). *Incremento de la eficiencia mediante la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco con el método DMAIC – 2016*. Tesis para el grado de Ingeniera Industrial, Universidad Andina del Cusco, Cusco.

7.2 Fuentes electrónicas

- AYP Energía EIRL. (2016). *¿Qué son las mermas de combustibles?* Obtenido de AYPENERGIA.COM: <https://aypenergia.com/mermas.pdf>
- Bersbach, P. (27 de Octubre de 2009). *The first step of DMAIC*. Recuperado el 30 de Octubre de 2018, de <http://www.sixsigmatrainingconsulting.com>: <http://www.sixsigmatrainingconsulting.com/uncategorized/the-first-step-of-dmaic-%E2%80%93-define/>
- Brue, G. (2002). *Six Sigma for Managers*. McGraw-Hill.
- Céspedes, N., Lavado, P., & Ramirez, N. (2016). *Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Cruelles, J. (2013). *Productividad e Incentivos: Como hacer que los tiempos de fabricación se cumplan* (Primera ed.). México D.F.: Alfaomega Grupo editor S.A.
- Delgado, E. (2015). *Propuesta de un Plan para la reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plásticos*. Tesis para optar por el grado de magister en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones, PUCP, Lima.
- Escalante, E. (2013). *Seis Sigma: Metodología y técnicas* (Segunda ed.). México D.F.: Limusa.
- Espinoza, A. (2016). *Merms de hidrocarburos y utilidades de la empresa distribuidora de combustible Negrón Bardalez Trading EIRL distrito de San Jerónimo Cusco 2016*. Tesis para optar por el título de Licenciado en Economía y Negocios Internacionales, Universidad Peruana Austral del Cusco, Escuela Profesional de Economía y Negocios internacionales, Cusco.
- García, A. (2011). *Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria*. Trillas.
- García, Y. (2014). *Aplicación de la Metodología Seis Sigma para el mejoramiento de la calidad de las reparaciones, en la Agencia SASA Villa Clara*. Tesis para optar por el Título de académico de Master en Ingeniería Industrial Mención Calidad, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo, Santa Clara.

- Gutierrez, H. (2014). *Calidad y productividad*. Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Gutierrez, H., & de la Vera, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma* (Segunda ed.). Mexico D.F.: Mexicana.
- Justiniano, K. (2015). *Aplicación de mejora continua de procesos en la gestión de los grifos Estrella de David E.I.R.L.* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Trujillo.
- Legaria, G., & Mesita, L. (2010). *Análisis y propuesta de mejora al proceso de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) mediante la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Mexico D.F. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1437/Tesis.pdf?sequence=1>
- Maynard, H. (1998). *Manual del ingeniero industrial* (Cuarta ed., Vol. Tomo III). Mexico D.F.: McGraw-Hill.
- Montenegro, M., & Peñaherrera, P. (2012). *Modelo de mejoramiento de la productividad a través de herramientas de control y mejora. Caso Repsol – Duragas Fifo*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Comercial, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- NKT Consulting & Services. (2017). *Cálculo de Mermas*. Obtenido de <http://nkt.pe/services/calculo-de-mermas/>
- Ortega, R., & Vilchez, M. (2012). *Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de GLP para incrementar la productividad de la empresa envasadora Caxamarca Gas S. A - Cajamarca*. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Lima.
- PDCAHOME. (2013). *Cómo calcular el nivel de calidad sigma de un proceso*. Obtenido de <https://www.pdcahome.com/4466/calcular-el-nivel-sigma-del-proceso/>
- PECSA S.A. (2018). *Nuestros productos*. Obtenido de Combustibles líquidos: <http://www.pecsa.com.pe/empresas/nuestros-productos/combustibles-liquidos/>
- Polesky, G. (2006). *Curso de Preparación para Green Belt en la Metodología Seis Sigma*. Curso Impartido en la Universidad de las Américas, Universidad de las Américas, Puebla.

- Prokopenko, J. (1987). *La gestión de la productividad Manual práctico*. Ginebra: OIT.
- Rajeshkumar, P. (2010). *A Study of Six Sigma Implementation Process at an Organization in Mumbai to Develop a Model for Effective Implementation of the Six Sigma in Indian Organizations for Achieving Process Excellence*. Tesis para la obtención del grado de Master of philosophy in Business Management, D.Y.Patil University, Department of Business Management, Navi Mumbai.
- Reátegui, C. (2016). *La gestión administrativa y productividad en el Poder Judicial: caso módulo penal de Moyobamba, 2016*. Tesis para obtener el grado de Maestro en gestión pública, Universidad César Vallejo, Escuela de Post Grado, Tarapoto. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1245/reategui_sc.pdf?sequence=1
- Sejzer, R. (8 de Junio de 2016). *DMAIC: Las 5 fases del proceso de implementación de Six Sigma*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2018, de Calidad Total: <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/06/dmaic-las-5-fases-del-proceso-de.html>
- Sherrian, E. (2016). *The Application Of Lean Six Sigma To Improve A Business Process: A Study Of The Order Processing Process At An Automobile Manufacturing Facility*. Master of Science in Engineering Management, University of South Carolina, College of Engineering and Computing, South Carolina.
- Thompson, S. (2007). *Improving the performance of six sigma; a case study of the six sigma process at Ford Motor Company*. Tesis para la obtención del grado de MBA, University of Bedfordshire, Bedfordshire.
- Valencia, A. (2016). *Incremento de la eficiencia mediante la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco con el método DMAIC – 2016*. Tesis para el grado de Ingeniera Industrial, Universidad Andina del Cusco, Cusco.

ANEXOS

Anexo 1: Combustibles líquidos comercializados por los grifos PECSA



COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

En la Red de Estaciones de Servicio PECSA, encontrará nuestro gasohol EXELON (mezcla de gasolina con etanol –alcohol carburante desnaturalizado-); es decir, libre de azufre y amigable con el medio ambiente y el Bio Diésel ENDURA.

Sus formulaciones otorgan mayor limpieza y potencia al motor de su auto, con sus exclusivos aditivos detergentes y dispersantes que evitan la formación de depósitos de carbón en el carburador, los inyectores, las válvulas de admisión y la cámara de combustión; además, disminuyen la volatilidad del combustible logrando que se consuma más eficientemente, sin importar el tipo de auto ni su antigüedad.

Exelon – Gasoholes

En PECSA sabemos que nuestros clientes siempre buscan lo mejor para sus autos, es por ello que ofrecemos una variedad de gasoholes especialmente desarrollados con aditivos únicos para las necesidades de cada tipo de motor. Cumplimos con la normativa de protección ambiental para beneficiar a nuestros clientes, sus autos y al medio ambiente.



EXELON NITRO 97 y 95:

Gasoholes preparados con alta tecnología y el mejor paquete de aditivos de USA Lubrizol, que brinda protección al motor de su auto con máximo rendimiento, mejor performance y reduce el ruido del motor sin perder potencia. Especialmente dirigido a vehículos de última generación.

Endura – Diesel



ENDURA ECO DB5 S50

El diésel ENDURA ECO DB5 gracias a su bajo contenido de azufre permite alargar la vida del motor de su auto, minimiza los efectos negativos sobre la salud y reduce el impacto ambiental. Este diésel se distribuye por el momento en Lima, Arequipa, Cusco, Junín, Tacna, Moquegua, Puno, Lambayeque, Ica, Ayacucho, Ancash, Amazonas y Huancavelica.

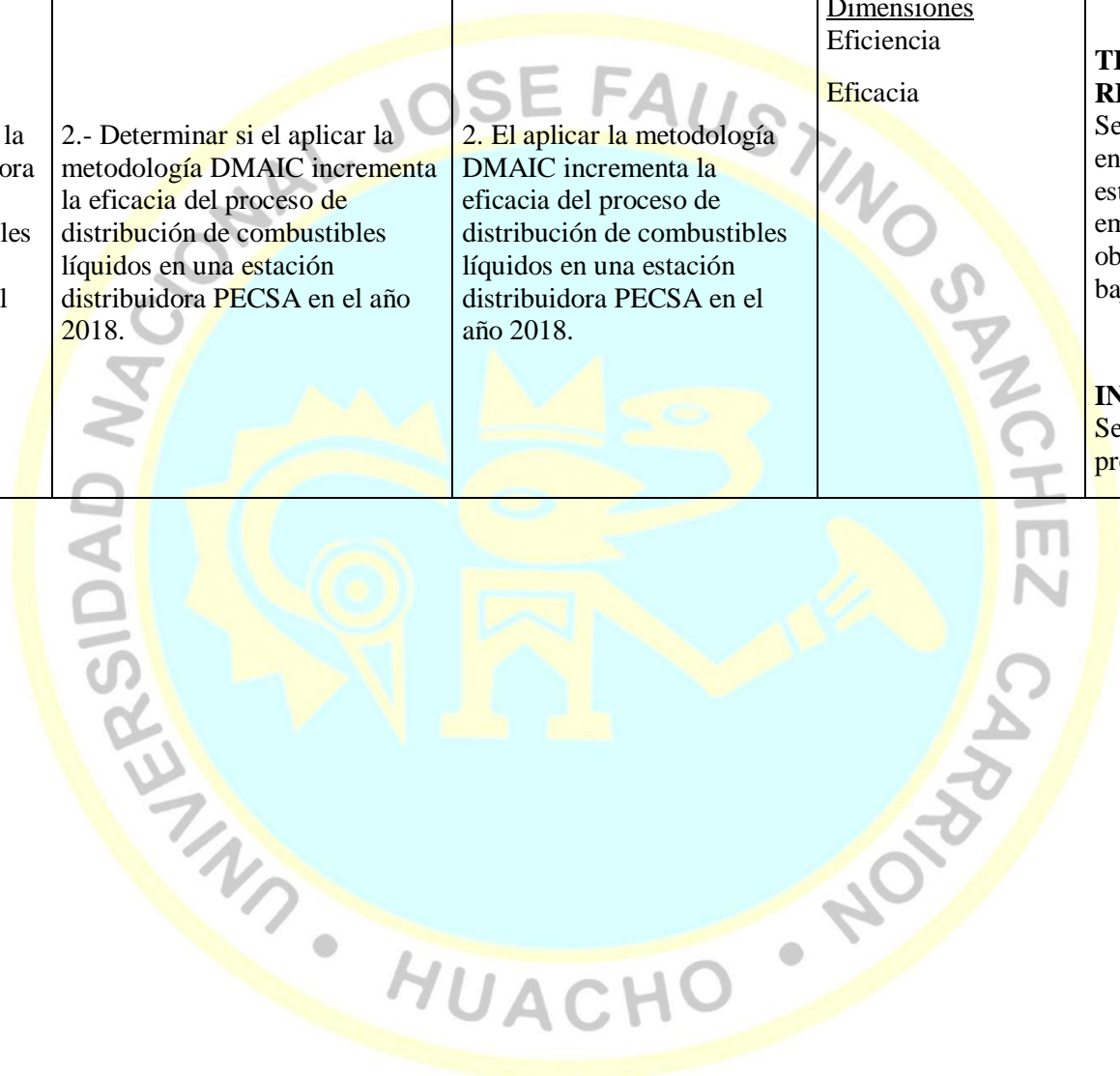
Su formulación supera las pruebas más exigentes de la industria automotriz porque posee un paquete de aditivos Lubrizol, una de las mejores marcas americanas en aditivos, que mantienen siempre limpio el sistema del combustible.

Fuente: <http://www.pecsa.com.pe/personas/nuestros-productos/combustibles-liquidos/>

ANEXO N° 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: METODOLOGÍA DMAIC Y PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS EN UNA ESTACIÓN DISTRIBUIDORA PECSA EN EL AÑO 2018				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGIA
<u>Problema General:</u>	<u>Objetivo General:</u>	<u>Hipótesis General:</u>		
¿La aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018?	Determinar si el aplicar la metodología DMAIC incrementa la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.	El aplicar la metodología DMAIC incrementa la productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.	V. Independiente: Metodología DMAIC <u>Dimensiones</u> Definición, medición, análisis, mejoramiento y control	POBLACIÓN: actividad del proceso de distribución de combustibles líquidos por la empresa en el periodo de una semana natural de 7 días durante los meses de enero a diciembre 2018
<u>Problemas específicos:</u>	<u>Objetivos específicos:</u>	<u>Hipótesis específicas:</u>		
1. - ¿La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018?	1.- Determinar si el aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.	1. El aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficiencia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.	V. Dependiente: Productividad del proceso de distribución de combustibles líquidos.	MUESTRA: Se trabajará con la totalidad de la población del estudio. TIPO: Tipo aplicada, de diseño cuasi experimental (pre y post test) de corte longitudinal.

<p>2. - ¿La aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018?</p>	<p>2.- Determinar si el aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.</p>	<p>2. El aplicar la metodología DMAIC incrementa la eficacia del proceso de distribución de combustibles líquidos en una estación distribuidora PECSA en el año 2018.</p>	<p><u>Dimensiones</u> Eficiencia Eficacia</p>	<p>TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Se utilizará el análisis documental en relación a la información estadística proporcionada por la empresa, además de la observación directa del proceso bajo estudio.</p> <p>INSTRUMENTOS: Se analizará el registro estadístico proporcionado por la empresa.</p>
--	--	---	---	--



Mg. Jorge Antonio Sanchez Guzman
ASESOR

Mg. José German Soto La Rosa
PRESIDENTE

Mg. Julio Cesar Barrenechea Alvarado
SECRETARIO

Mg. José Antonio Garrido Oyola
VOCAL

