UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

POSGRADOS

Maestría en
PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES
RPC-SO-30-No.506-2019

Opción de titulación:

PROPUESTAS METODOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS AVANZADAS

TEMA:

PROPUESTA METODOLÓGICA DMAIC PARA LA DISMINUCION DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE ENVASADO DE AGUA DE UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS

AUTOR:

ELVIS GABRIEL DESIMAVILLA ESPINOZA

DIRECTOR:

TANIA CATALINA ROJAS PÁRRAGA

Guayaquil - Ecuador
2021

COHORTE
2020 - 2021

DATOS CATALOGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Autor/a:

Elvis Gabriel Desimavilla Espinoza
Ingeniero Industrial
Egresado de la Maestría en Producción y Operaciones Industriales
edesimavilla@est.ups.edu.ec

Dirigido por:

Ing. Tania Catalina Rojas Párraga
Ingeniero Industrial
Magister en Gestión de la Productividad y la Calidad
Docente de la Universidad Politécnica Salesiana
trojas@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS
©2021 Universidad Politécnica Salesiana.
GUAYAQUIL – ECUADOR – SUDAMÉRICA
DESIMAVILLA ESPINOZA ELVIS GABRIEL
PROPUESTA METODOLÓGICA DMAIC PARA LA DISMINUCIÓN DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE ENVASADO DE AGUA DE UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS

RESUMEN

En la actualidad las empresas manufactureras, buscan ser cada vez más competitivas y con una rentabilidad alta, sin abandonar la satisfacción de sus clientes, con productos de excelente calidad. Para esto las organizaciones se encuentran desarrollando filosofía dinámica de mejora continua, en sus diferentes sistemas operacionales, es decir, sistemas orientados que generen un mayor valor agregado en los diferentes procesos y que permitan la eliminación de desperdicios, el incremento en la calidad y la productividad.

Para el desarrollo de la excelencia empresarial se pueden emplear un sin número de herramientas como pueden ser: 5S, mantenimiento productivo total, el justo a tiempo (JIT), Kaizen, Kanban, Lean manufacturing, seis sigma, DMAIC, cambio rápido de modelo (SMED) y el mapeo del flujo de valor(VSM) todas estas son potentes herramientas específicas, que facilitan la mejora continua a lo largo de los procesos.

La presente tesis se enfocará en el planteamiento de la metodología DMAIC como herramienta de mejora, que propone disminuir los defectos de una línea de envasado de agua en una industria de bebida. Para el desarrollo de la metodología se siguió un orden sistemático en las cinco fases de la herramienta; en la fase definir, se realizó un levantamiento de información en el área de producción referente a los defectos que existieron en la línea de envasado durante el año 2020; en la fase de medir se realiza la evaluación objetiva del impacto real de los defectos en la línea de producción; en la fase de analizar, se realizan gráficos de control por atributos P para conocer las proporciones de defectos; en la fase de analizar, se identifican las causas comunes y especiales que estaban afectando al proceso y donde mayormente se concentraban y en la última fase, es la creación del plan de trabajo para la reducción de los defectos en la línea de envasado de agua y la ejecución de la metodología como herramienta de mejora.

Palabras claves: metodología DMAIC, procesos, gráficas de control, mejora

ABSTRACT

. Currently, manufacturing companies seek to be increasingly competitive and with high profitability, without abandoning the satisfaction of their customers, with products of excellent quality. For this, organizations are developing a dynamic philosophy of continuous improvement, in their different operational systems, that is, oriented systems that generate greater added value in the different processes and that allow the elimination of waste, the increase in quality and productivity. .

For the development of business excellence, a number of tools can be used such as: 5S, total productive maintenance, just in time (JIT), Kaizen, Kanban, Lean manufacturing, six sigma, DMAIC, rapid model change (SMED) and Value Stream Mapping (VSM) all of these are powerful dedicated tools, facilitating continuous improvement throughout processes.

This thesis will focus on the approach of the DMAIC methodology as an improvement tool, which proposes to reduce the defects of a water packaging line in a beverage industry. For the development of the methodology, a systematic order was followed in the five phases of the tool; In the define phase, a survey of information was carried out in the production area regarding the defects that existed in the packaging line during 2020; In the measurement phase, the objective evaluation of the real impact of the defects in the production line is carried out; In the analysis phase, control charts are made by P attributes to know the proportions of defects; In the analysis phase, the common and special causes that were affecting the process and where they were most concentrated are identified and in the last phase, it is the creation of the work plan for the reduction of defects in the water packaging line and the execution of the methodology as an improvement tool

Keywords: DMAIC methodology, processes, control charts, improvement

DEDICATORIA

A Dios todo poderosos por darme la sabiduría y fortaleza para cumplir los objetivos planteados.

A mis padres por ese amor incondicional, por las enseñanzas y confianza que depositan en mí y a quienes les debo todo lo que soy.

A mis hermanos por enseñarme que en la vida no hay barreras, que todo lo que uno desea es posible conseguir, solo basta tener confianza en uno mismo y tenacidad para alcanzarlo.

A mis sobrinos, porque el apoyo de la familia siempre va a hacer un aliciente que estimula emocionalmente.

Y a mi compañera de vida y la bebe por estar a mi lado, por su apoyo incondicional y empujarme a buscar siempre lo mejor para nosotros.

A todas las personas que de alguna y otra forma siempre estuvieron para darme esa mano amiga, para la conquista de esta meta profesional.

¡¡Muchas gracias!!

AGRADECIMIENTOS

El presente Trabajo tiene como agradecimiento primero al Padre Celestial, por allanar el camino, en el desarrollo de este crecimiento profesional.

Un extensivo agradecimiento a la MSc. Tania Rojas Párraga, por su guía en el desarrollo del presente trabajo de titulación a los diferentes maestros que compartieron sus conocimientos en pro de mejora dentro de la parte académica y a la prestigiosa Universidad Politécnica Salesiana por ese interés de formar excelentes profesionales para el servicio a la comunidad y a la matriz productiva del país.

Un extensivo agradecimiento a la familia Neira Coronel, en especial a Giuliana por la ayuda y aportes en la elaboración y desarrollo de este proyecto.

De igual manera mi agradecimiento a la empresa en la que laboro por darme la apertura necesaria para la realización del proyecto y quienes me brindaron la confianza para desarrollar mi tesis de cuarto nivel a la Gerente de Operaciones y Jefatura de producción. Gracias también al equipo de trabajo con el que laboro por apoyarme y compartir esos conocimientos, que serán siempre una motivación personal.

ÍNDICE GENERAL

Página

Resumen…….....… 3
Abstract……..... 4
Dedicatoria……..... 5
Agradecimientos…….……..... 6
Índice general……..……..... 7
Índice de tablas y figuras…….…..…… 9
Índice de tablas…….…..... 9
Índice de figuras……...……..... 10
CAPÍTULO I:
INTRODUCCIÓN…….....….. 12
1.1 Situación problemática……...….....12
1.2 Formulación del problema…….……..15
1.2.1 Problema general…….....15
1.2.2 Problemas específicos……..15
1.3 Justificación teórica……..…...16
1.4 Justificación práctica…….…..16
1.5 Objetivos…….…....18
1.5.1 Objetivo general…….…….……18
1.5.2 Objetivos específicos…….....18

CAPÍTULO II:
MARCO TEÓRICO……..…….....19
2.1 Antecedentes de la investigación……....…..…19
2.1.1 Historia del Seis Sigma…..…….....19

CAPÍTULO III:
MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN…….....…..28
3.1 Unidad de análisis……..……28
3.2 Población……..……...……28
3.3 Métodos para emplear……...……..28
3.4 Identificación de las necesidades de información. Fuentes primarias o secundaria...29
3.5 Técnicas de recolección de datos…….…….…..29
3.6 Herramientas utilizadas para el análisis e interpretación de la información……...30

CAPÍTULO IV:
RESULTADOS Y DISCUSIÓN…….....……..…...36
4.1 Análisis, Interpretación y discusión de resultados……....…36
4.2 Propuesta metodológica o tecnológica……..…..37
4.2.1 Modelo de gestión propuesto…….….....37
4.2.1.1 Caracterización del proyecto (Proyect Charter)…… ……...39
4.2.1.2 Descripción del proceso…….……...41
4.2.1.3 Diagrama PEPSU/ SIPOC……..……..41

4.2.1.4 Definir los clientes y sus requerimientos VOC/CTQS……..……..42
4.2.2 Premisas o supuestos (lo que debe existir para que se pueda implementar
4.2.3 la propuesta metodológica)…….....38
4.2.3.1 Desarrollo de la etapa DEFINIR (DMAIC)…… ……38
4.2.3.2 Desarrollo de la etapa MEDIR Situación actual (DMAIC)……..…….……..44
4.2.3.2.1 Gráficos P del defecto asignada como botellas dañadas en llenadora de enero a junio del 2020……..44
4.2.3.2.2 Gráficos P del defecto asignada como botellas dañadas en llenadora de julio a diciembre del 2020……..…….....44
4.2.3.2.3 Gráficos P del defecto asignable como botellas dañadas en capsulador de enero a junio del 2020……..….....45
4.2.3.2.4 Gráficos P del defecto asignable como botellas dañadas en capsulador de julio a diciembre del 2020……...45
4.2.3.2.5 Gráficos P del defecto asignable como botellas destapadas de junio a diciembre del 2020……..……46
4.2.3.2.6 Gráficas P del defecto asignable como botellas destapadas de julio a diciembre del 2020……..….....46
4.2.3.2.7 Gráficas P del defecto asignable como botellas destapadas de enero a junio del 2020……..……...47
4.2.3.2.8 Gráficas P del defecto asignable como botellas destapadas de julio a diciembre del 2020…….……..…...47
4.2.3.3 Desarrollo de la etapa ANALIZAR Situación actual (DMAIC)…….....49
4.2.3.3.1 Identificación de las causas potenciales de defectos en la línea de envasado de agua…….……..…49
4.2.3.3.2 Diagramas de lluvia de ideas……..……49
4.2.3.3.3 Diagramas de Causa – Efecto (Espina de pescado)…….....50
4.2.3.3.4 Análisis cinco por qué…….....52
4.2.3.4 Desarrollo de la etapa MEJORAR Situación actual (DMAIC)…… ….....56
4.2.3.4.1 Gráficas P con exclusión de los días con presencia de causas comunes y especiales por defectos de botellas dañadas en llenadora de los meses de enero a junio del 2020……..…….....57
4.2.3.4.2 Gráficas P con exclusión de los días con presencia de causas comunes y especiales por defectos de botellas dañadas en llenadora de los meses de julio a diciembre del 2020……..……58
4.2.3.4.3 Gráficas P con excusión de los días de presencia de causas comunes y especiales por defectos de botellas con bajo nivel de llenado de los meses de enero a junio del 2020…….....58
4.2.3.4.4 Gráficas P con exclusión de los días con presencia de causas comunes y especiales por defectos de botellas con bajo nivel de llenado de los meses de julio a diciembre del 2020…….....59

4.2.3.5 Desarrollo de la etapa CONTROLAR (DAMIC)……..60

CONCLUSIONES……63
RECOMENDACIONES…….....65

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…….…….66
Fuentes periódicas…….....66
Fuentes de la editorial……..66
Fuentes de sitio web……..…….....67
ANEXOS…….....71

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 1 Presencia de empresas embotelladoras de bebidas no alcohólicas a nivel país del año 2018……25
Tabla 2 Carta del proyecto……... .40
Tabla 3 Lluvia de ideas para el defecto de botellas dañadas en llenadora…….....49
Tabla 4 Lluvia de ideas para el defecto de botellas con bajo nivel de llenado…….…50
Tabla 5 5 Porqué maquinaria causa 1 – defecto envases dañados en llenadora…….…..52
Tabla 6 5 Porqué maquinaria causa 2 – defecto envases dañados en llenadora……53
Tabla 7 5 Porqué mano de obra causa 1 – defecto envases dañados en llenadora……....54
Tabla 8 5 Porqué mano de obra causa 2- defecto envases dañados en llenadora…….. ..54
Tabla 9 5 Porqué máquina causa 1 – defecto bajo nivel de llenado…….…....55
Tabla 10 5 Porqué mano de obra causa 1 – defecto bajo nivel de llenadora…….55

FIGURAS

Figura 1 Evolución de consumo de gaseosas y agua embotellada en el país…….....25
Figura 2 Presencia de empresas embotelladoras de bebidas no alcohólicas a nivel país del año 2018……..26
Figura 3 Pantalla principal del programa MINITAB…….31
Figura 4 Dirección para gráficas de control para atributos P…….32
Figura 5 Configuración de las columnas y filas para obtención de las gráficas P…….33
Figura 6 descripción metodológica de la carta por atributos P……..35
Figura 7 Histograma unidades de defectos en línea de envasado de agua del año 2020……..36
Figura 8 Paracela de series de tiempo de defectos totales…….....37
Figura 9 Los procesos OWNER……...…... .38
Figura 10 Histograma porcentaje de defectos en la línea de envasado de agua del año 2020……..38
Figura 11 Histograma por unidades defectos en línea de envasado de agua del año 2020……..39
Figura 12 Diagrama PEPSU/ SIPOC…….....41
Figura 13 Voz del cliente……...42
Figura 14 características de los clientes……43

Figura 15 Gráfica P de botellas dañadas en llenadora……...44
Figura 16 Gráfica P de botellas dañadas en llenadora……...44
Figura 17 Gráfica P de botellas dañadas en capsulador……45
Figura 18 Gráfica P de botellas dañadas en capsulador…….....45
Figura 19 Gráfica P de botellas destapadas……...46
Figura 20 Gráfica P de botellas destapadas……...46
Figura 21 Gráfica P de botellas bajo nivel de llenado……...47
Figura 22 Gráfica P de botellas bajo nivel de llenado……...47
Figura 23 Gráfico de Pareto de defectos en línea de envasado de agua……...48
Figura 24 Causa efecto de botellas dañadas en llenadora……51
Figura 25 Causa efecto de botellas con nivel bajo de llenado…… 51
Figura 26 Gráfica P de botellas dañadas en llenadora……..…57
Figura 27 Gráfica P de botellas dañadas en llenadora……..58
Figura 28 Gráfica de botellas con bajo nivel de llenado…….....58
Figura 29 Gráfica P de botellas con bajo nivel de llenado……...59

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación problemática

En este siglo XXI la competitividad a nivel industrial se es más exigente, el consumidor exige productos con mayor valor agregado, esta competencia global universal es trascendental en el mundo de los negocios. Y para esto la mejora de los procesos productivo tiene un papel preponderante; la búsqueda de la reducción de costos y desperdicios son elementos críticos que busca las organizaciones para ser más rentables y eficientes.

Los desperdicios, reprocesos, mermas o cualquier ineficiencia que se generan en los procesos productivos, ocasionan es cualquier elemento dentro del proceso de producción generan costos adicionales y no agrega valor al producto, es decir, los procesos se transforman en ineficientes, reduce su competitividad y produce un incremento del valor sobre el costo final.

En la actualidad existen modelos que ayudan a mejorar procesos, de igual manera también existen filosofías de mejoramiento, una de ellas es conocida como Lean Manufacturing, que estructuralmente busca mejorar la productividad,

Los desperdicios para la Lean Manufacturing, se clasifican de acuerdo con su origen, pero se pueden ver reflejados en el proceso de producción. Estos desperdicios pueden deberse a la manufactura de materiales, el entrenamiento, el diseño, el suministro de materiales y la planeación (Inttedya, 2014).

Para identificar mejoras en los procesos se utiliza como base los datos generados históricamente o por recolección de acuerdo con el investigador, para posteriormente proponer las herramientas de calidad y técnicas estadísticas necesarias que se utilizarán para obtener los resultados en beneficio de las organizaciones para una mayor optimización de los procesos.

En la actualidad existen filosofías de mejora de procesos que permiten responder a los requerimientos y exigencias de las organizaciones. La metodología DMAIC, es una de las existentes con base en Manufactura esbelta (*lean manufacturing*) y seis sigma (*six sigma*). La manufactura esbelta se caracteriza por ser un proceso sistemático que busca identificar y eliminar

actividades que no agregan valor en las organizaciones sean estas de productos o servicios y el seis sigma también se basa en un proceso sistemático y con un objetivo principal resolver problemas, buscando disminuir la variabilidad en los procesos productivos existente en una empresa. Ambas filosofías de trabajo tienen un común denominador buscar el mejoramiento continuo de los procesos y la satisfacción de los clientes (Hernández, 2014).

La metodología DMAIC-Seis Sigma es también utilizada para mejorar de la eficiencia operacional de líneas de producción, esta herramienta se utilizó en la empresa de envasado de licores Fábrica Nacional de Licores que buscaba disminuir los paros en la línea de envasado ocasionados por defectos de calidad y reprocesos. Para maximizar la producción emplean la metodología DMAIC como herramienta de mejora, obteniendo en la línea de envasado un desempeño operacional OEE del 47 al 80% logrando disminuir tiempo improductivos, obteniendo una mejor utilización de los recursos y un compromiso del talento humano; logrando así una solución integral al problema, con un máximo rendimiento en la línea de envasado de licores (García E. P.-M., 2014).

Por otro lado, la variabilidad en los procesos productivos es una constante, razón por la cual, las empresas emplean la herramienta el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) para mejorar sus procesos de manufactura. Como es el caso de la empresa “Productora y Comercializadora de los Helados de Salcedo CORPICECREAM S.A.” que implementó la herramienta DMAIC para disminuir los reprocesos por helados defectuosos que presentaban en la línea de producción. Desarrollan las cinco etapas sistémicas para resolución de problemas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Abordan el problema de forma ordenada, estructurada y sistemática capaz de entender lo que se desea mejorar. Obtienen datos de su línea de producción, enfocándose en su producto A para desarrollar el estudio con herramienta DMAIC, alcanzando los resultados esperados satisfactorios con la disminución de reprocesos y aumentando su capacidad operacional (Rivera, 2020).

Así mismo la empresa productora de queso mozzarella Cia. Del Campo Ltda. Propuso la implementación de la estrategia Seis Sigma para mejorar el peso de su producto final y características de este. Empleando en el proyecto de implementación el desarrollo cronológico de las fases definir, medir, analizar, mejorar y controlar, se alcanzó a disminuir la desviación estándar

en el peso por lote del queso mozzarella, en las dos presentaciones de prueba 500g y 700g obteniendo 1.35 a 7.52 en ese orden respectivamente. De acuerdo con las variables de calidad del producto final se incrementó los niveles sigma en el peso en un 0.62 y para la textura en un 0.8 niveles sigma, mejorando significativamente el desempeño del proceso. logrando también la reducción la presencia de defectos en un 50%durante su producción. (Santamaría, 2005).

La herramienta DMAIC, también es empleada para reducir los costos de no calidad, una empresa de café en la ciudad de Colombia, aplicando la metodología Seis Sigma a través del enfoque DMAIC, empleando pruebas de hipótesis mostro el peso específico del café y el nivel de vacío del equipo como factores significativos, como principales causas de los costos de no calidad en envasado. Emplean un diseño de experimentos para identificar los niveles de operación adecuados y en conjunto otras iniciativas "*just in time*" reducen significativamente la pérdida del producto y eliminan las fuentes de variación logrando procesos más robustos y productivos (Buestán, 2013).

Por medio de la metodología DMIAC, la empresa de envasado de yogurt Purepak, de la empresa Coolechera Ltda, buscó incrementar la productividad disminuyendo las unidades no conforme en su línea de envasado. siguiendo el proceso sistemático de la metodología; identifican la situación problemática en el proceso de envasado, Por medio de análisis de datos y de un estudio estadístico se determinó las causas directa del problema, y se logra mejorar la capacidad del proceso de envasado de yogurt. Con lo actuado se alcanzó los objetivos planteados, en la línea de producción y se determinó la importancia de esta metodología como herramienta de mejora en los proyectos de la organización (Mercado, 2013).

De igual manera empleando la metodología Seis sigma una empresa de procesamiento de quesos buscó reducir los costos de no calidad ocasionados por fallas en el proceso productivo. Identificaron que la variabilidad de sus procesos ocasionaba los tiempos improductivos. Con el desarrollo de la metodología DMAIC, se levantó la información de la procesadora de queso, empleando herramientas de Calidad y de control estadístico; se midió las variables del proceso y analizaron las posibles soluciones. Con la implementación la metodología Seis Sigma, se logró reducir los costos por fallas de proceso, así mismo se integró un programa de mejoramiento de

calidad por medio de Seis Sigma para encontrar soluciones a los problemas en los procesos de producción; como también, defectos en el producto terminado (Moreano, 2010).

Finalmente, la metodología del SIX SIGMA, también es empleada como modelo de Gestión, así lo planteó la empresa CORPMASTER S.A. que buscaba mejorar su eficiencia y productividad, en el proceso de producción. Definen un modelo claro y de fácil comprensión para los empleados que laboran en ella compañía, reducen los errores existentes y mejoran procesos antiguos. Obteniendo un incremento en sus ganancias, manteniendo una mejor competitividad y un fortalecimiento en la cartera de clientes, para satisfacer sus necesidades (Reyes, 2015).

1. 1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera la propuesta de la metodología DMAIC influye para la disminución de defectos en el proceso de envasado de agua de una industria de bebidas?

1.2.2 Problema específicos

¿Se podría realizar un diagnóstico del proceso de envasado actual, para conocer los defectos existentes en el proceso de envasado de agua?

¿Se lograría desarrollar las fases de la metodología DMAIC, para determinar su aplicación en la mejora de proceso en la línea de envasado de agua?

¿Se podría determinar los lineamientos de mejoras aplicables para disminuir los defectos en la línea de envasado de agua?

1.3 Justificación teórica

Las técnicas de lean manufacturing en una industria embotellado ayuda a mejorar la productividad en cuanto a eficiencia y eficacia de los procesos, es decir, busca minimizar desperdicios, reducir costos de no calidad, eliminar tiempos improductivos. Para lo cual las

filosofías de mejora continua permiten un análisis en el área determinada, identifican problemas, evalúa las debilidades y oportunidades y proponen mejoras que representen a corto, mediano o largo plazo una mejor competitividad en situaciones futuras (García S. , 2012).

Otra base teórica del uso de las herramientas lean manufacturing para empresas embotelladoras y porque de su aplicación, el autor Castro (2016), describe que es una filosofía estratégica empresarial que busca mejorar procesos para hacerlos más eficientes y reducir problemas que puedan aparecer en cuanto a precio, calidad, tiempo de entrega, sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos, recursos humanos mal utilizados u otros tipos de desperdicio que puedan afectar a las organizaciones, por tal motivo estas herramientas son bien aceptadas y aplicadas en procesos manufactureros.

Continuando con bases teóricas el autor Sánchez (2005), menciona que la filosofía Seis Sigma tiene una metodología de mayor impacto en la de gestión de calidad total, el objetivo de implementarlo es prácticamente tener productos sin defectos, ejecutando las cinco fase de DMAIC; definiendo un proceso, midiendo, analizando, mejorando y controlando. Este modelo sistemático de etapas sirve para cualquier tipo de proceso buscando la satisfacción de los clientes internos y externos dependiendo del caso y cumpliendo con las características acordadas entre las partes.

1.4 Justificación práctica

Aplicación de la metodología DMAIC para disminuir las mermas que puedan presentar las empresas. Caso planteado en una planta de Coca-Cola FEMSA de la ciudad de Medellín que buscó reducir la merma de envase retornable en las áreas que fueron identidades como producción, bodega y ventas. Donde se realizó una recopilación de datos, en los lugares donde se originaban los problemas de mermas. En las áreas de estudio donde se enfocó la investigación, se identificaron las causas raíz de la problemática, posteriormente se seleccionó las alternativas de mejora. En donde se aplicó la metodología DMAIC, en sus cinco etapas definir, medir, analizar, implementar y controlar. Pudiendo evidenciar un ahorro significativo en unidades monetarias y logrando cumplir el objetivo del estudio de reducir los indicadores de merma, empleando la metodología DMAIC (Manzur, 2015).

Otra oportunidad de propuestas de mejora en una línea de producción de bebidas aplicando metodología Lean es la realizada en la empresa AJEPER del país Perú, donde el principal objetivo era incrementar la productividad. Desarrollando la metodología se levantó el diagnóstico de los problemas existente de paradas rutinarias en sus operación productivas y de soporte; se evidencia con las mediciones realizadas en la línea de producción que el tiempo total de paradas representa un 82.19% se continuo con la aplicación de la metodología donde se analizaron las mejores herramientas a aplicar como fueron SMED y 5”s obteniendo resultados esperados de la reducción de tiempos improductivos en las diferentes etapas del proceso, se estandarizó la metodología en las operaciones y crearon indicadores de tiempo y OEE (Lluaricancha, 2018).

Otro modelo de implementación de la Metodología DMAIC fue usada en una empresa embotelladora de bebidas de envases retornables y no retornables, que buscaba reducir los defectos de etiquetado, característica que fue evaluada por su criticidad como indicador de calidad. Esta filosofía de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar fue planteada en forma metódica. Definir el proceso a evaluar en el área de embotellado, siendo analizados por sub proceso y eligiendo el de mayor relevancia por estado crítico, siendo el etiquetado de los envases, por presentar problemas donde se posiciona la marca, a continuación se realizaron mediciones en la línea de embotellado con ayuda de las herramientas estadísticas tales como diagrama de Pareto (80-20) , diagrama espina de pescado (Iswikawa) y estudio de capacidad de proceso (CP) analizando posteriormente los resultados de las evaluaciones y determinado las causas raíces a los problemas identificados, seguidos de las propuestas de mejora que permitan obtener los resultados de control para la variabilidad del proceso y finalmente disminuir los defectos en el etiquetado de los envases retornables y no retornables, basado en los controles que generaría finalmente una satisfacción en los clientes (Vite, 2015).

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general:

Proponer la metodología DMAIC para disminución de defectos en el proceso de envasado de agua de una industria de bebidas.

1.5.2 Objetivos específicos:

Realizar un diagnóstico del proceso de envasado actual, para conocer los defectos existentes en el proceso de envasado de agua.

Desarrollar las fases de la metodología DMAIC, para determinar su aplicación en la mejora de proceso en la línea de envasado de agua.

Determinar los lineamientos de mejoras aplicables para disminuir los defectos en la línea de envasado de agua.

2. CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1 Historia del Seis Sigma

En los años ochenta la empresa Motorola, desarrolla la metodología Seis Sigma, como estrategia de mercado y del mejoramiento de la variabilidad de los proceso; esto liderado por su directivo Dr. Mikel Harry. Esto surge por una investigación de uno sus colaboradores el ingeniero Bill Smith que indicaba si un producto defectuoso era corregido en el transcurso del proceso productivo, otros productos defectuosos, no serían detectados hasta que el cliente final o consumidor los recibiera (Sánchez, 2005).

El Dr. Mikel Harry buscó técnicas que permitieran mejora competitividad y a la vez productividad. Empezó a implementar la resolución de problemas con cuatro etapas, que había desarrollado en el doctorado realizado y que estos fueron, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (MAIC) y así fue como se trazó el camino se lo llama hoy en día el Six Sigma. En la compañía Motorola pone en marcha la filosofía determinando que existía variabilidad en los procesos, buscando la causa raíces de estas; empleando su equipo de trabajo, también llamado los equipos multidisciplinarios y que por medio de herramientas estadísticas se pretendía asegurar la satisfacción de los clientes con lo llamado cero defectos (Salazar, 2019).

Con los resultados obtenidos en los diferentes procesos de la compañía Motorola y siendo un éxito el programa, se fue extendiendo a otras organizaciones de diferentes líneas productivas, adaptándolas a sus realidades.

La metodología DMAIC que tiene como principal objetivo la mejora de procesos, utilizando las herramientas de calidad en conjunto con la estadística se busca que los procesos logren, eficiencia en ellos con desviaciones a nivel seis sigmas (σ) que no es más que, disminuir las desviaciones estándar que existen numéricamente en la recopilación de datos (adp, 2019)

De igual manera, en todo proceso se mide el desempeño, que busca así disminuir o eliminar los defectos, reprocesos, desperdicios o que puedan presentarse en un determinado periodo de tiempo.

Filosofía DMAIC

Etapas de la metodología DMAIC

Etapa Definir. -

Es la primera fase de la metodología DMAIC, donde se identifica el proceso que va a mejorarse y también es la etapa donde se dispondrán de los recursos para la ejecución del proyecto. Esta etapa constituye el interés del proyecto y mantiene la orientación de la estrategia Seis Sigma a los requerimientos del cliente:

QUÉ

1. Definir los requerimientos del cliente.
2. Desarrollar enunciado del problema, metas y beneficios.
3. Identificar al Campeón, dueño del proceso (process owner) y al equipo.
4. Definir los recursos.
5. Evaluar sustento organizacional clave.
6. Desarrollar el propósito del proyecto.
7. Descripción del proceso.

CÓMO

1. Carta de equipo (Team Charter).
2. Flujograma del proceso.
3. Diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Clients).
4. Definiciones de CTQ`s (variables críticas para la calidad).
5. Recolección de VOC (voz del cliente) (Manzur, 2015).

Etapa Medir. -

En la segunda etapa se describe los defectos existentes, se da a conocer cómo está el proceso en estado presente con las mediciones confiables y que otorguen una validez el sistema,

asegurando que la información sea pertinente y que permita la toma de decisiones, para que la mejora a desarrollar sea lo que mejor convenga.

QUÉ

1. Definición de unidad, oportunidad, defecto y métrica.
2. Mapear el proceso a evaluar.
3. Planificar recolección de datos.
4. Definir el sistema de medición.
5. Recolectar información.
6. Comenzar a desarrollar la relación Y (x).
7. Determinar la capacidad del proceso y nivel sigma.

CÓMO

1. Diagramar flujo de proceso.
2. Plan de recolección de datos.
3. Benchmarking (marca de referencia).
4. Análisis del sistema de medición/Gage R & R.
5. Recolección de voz del cliente VOC. (Manzur, 2015)

Etapa Analizar. -

En la tercera etapa se ejecuta el análisis de la información obtenida en la fase de medición y se determinan las prioridades que afectan en la fuente de variación. En esta etapa se discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales), y las que lo son menos (los muchos y triviales).

QUÉ

1. Definir los objetivos de desempeño.
2. Identificar pasos de valor agregado y de no valor agregado del proceso.
3. Identificación fuentes de variación.
4. Determinar la(s) causa(s) raíz.
5. Determinar las x`s vitales en la relación Y (x).

CÓMO

1. Histograma.

2. Diagrama de Pareto.
3. Series de tiempo.
4. Diagrama de dispersión.
5. Análisis de regresiones.
6. Diagrama de Ishikawa/Causa y efecto.
7. 5 porqués.
8. Análisis estadístico.
9. Pruebas de hipótesis.
10. FMEA (Análisis de Modo y Efecto de Falla) (Manzur, 2015).

Etapa Mejorar. -

En la cuarta etapa de la metodología DMAIC se confirma que la propuesta planteada alcanzará los objetivos y metas planteadas. En esta etapa se comprueba que la variabilidad del proceso analizado se acerca al objetivo deseado.

QUÉ

1. Generación de soluciones para cada causas raíz.
2. Realizar matriz de prioridades para elección de la mejor solución.
3. Definir tolerancias operacionales del sistema.
4. Evaluar modos de falla que afectarían a la solución propuesta.
5. Validar mejoras con estudios o pruebas.
6. Corrección y validación de soluciones potenciales.

CÓMO

1. Técnicas de lluvia de ideas.
2. Métodos heurístico de prueba y error.
3. Diseño de experimentos.
4. Matrices de prioridades.
5. Identificación de las expectativas de clientes con Despliegue de la función de la calidad QFD.
6. Análisis de Modos de falla y efectos FMEA.
7. Software de simulación (Manzur, 2015).

Etapa Controlar

En esta última etapa se implementan las soluciones definitivas que surgieron en el proceso estudiado, también se debe asegurar que la solución sea sostenida en el tiempo para no regresar en al estado anterior. También en esta quinta etapa lo ideal es compartir el aprendizaje a otras áreas.

QUÉ

1. Estandarización en el proceso.
2. Documentar y formalizar el plan de control.
3. Monitorear el proceso.
4. Actualizar y difundir el proyecto.

CÓMO

1. Cálculo de niveles sigma del proceso
2. Cartas de control estadísticos por variables o atributos
3. Cálculo de ahorros y costos
4. Plan de control (Manzur, 2015).

Descripción del proceso de preparación de la bebida antes del envasado.

- **Preparación de bebida:** Almacenamiento de agua en tanques de acero inoxidable de 10000 litros a temperatura ambiente de 25 grados Celsius.
- **Ozonificación O3:** el agua antes de ir al proceso de envasado se almacena en un tanque pulmón, donde se aplica la fuente de ozonificadora, es decir, se aplica ozono al agua, como bactericida impidiendo la formación de microrganismos.

Descripción del proceso de envasado de agua

- **Envasado de agua:** el agua es envasada en botellas plásticas pet no retornables, previamente los envases son enjuagados aptos para el uso alimenticio. Todos los envases son aprobados por aseguramiento de calidad, previo a su uso.
- **Sellado/capsulado:** las botellas llenas son capsuladas herméticamente con tapas plásticas, tipo rosca autorizadas por la compañía y de grado alimenticio.

- **Codificación:** cada botella envasada tendrá como codificación la fecha de caducidad, el año y la hora en que se produjo, así como también, la línea de producción y la planta donde se la realizó y final mente el precio sugerido para su venta.

Descripción de proceso de empacado, paletizado y almacenado

- **Enfardado:** las botellas plásticas son cubiertas con una película de plástico de baja densidad para su termoformado en 12 unidades para su comercialización.
- **Paletizado:** los paquetes de 12 unidades son estibados en paletas de madera, para su almacenamiento.
- **Almacenamiento:** las paletas son almacenadas en la bodega de producto terminado a temperatura ambiente, para su posterior comercialización empleando la técnica FIFO.

Reseña histórica del consumo de agua embotellada

Desde un punto de vista histórico, la industria del agua embotellada ha pasado de ser un apéndice del negocio balneario a convertirse en una de las actividades más importantes de la industria alimenticia en todo el mundo, este surgimiento industrial se da a inicios del siglo XIX donde en el año 1767 se registraron los primeros consumos de agua en envasada, sin especificar la presentación que tenían para ese entonces.

El desarrollo de este fenómeno se manifestó en Estados Unidos de Norteamérica donde su producción era en botellas de vidrio moldeado. La aceptación del agua embotellada tuvo como principal objetivo la salud del consumidor, pues para aquel entonces existían enfermedades como el cólera, disentería y tifoidea, cuyas personas con poder adquisitivo comienzan a aprovechar los beneficios del agua desde las cuencas acuíferas. Sin embargo, para el año 1920 hubo una reducción de hasta 50% de muertes debido al consumo de agua limpia (Rosales, 2020).

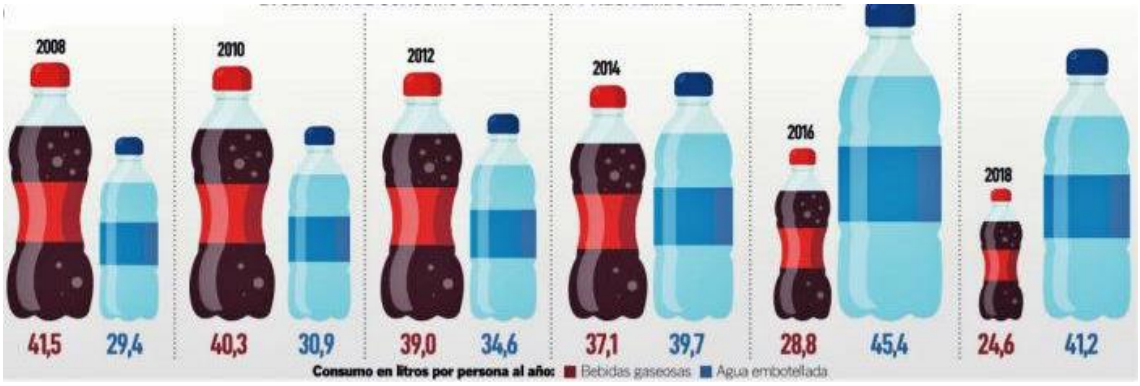
En la actualidad el consumo de agua embotellada tiene mucha mayor aceptación que aquella que proviene del grifo, esto se debe a diferentes características o más bien beneficios que el consumidor desea de esta agua en botella. Es así como desde los inicios del siglo XXI la demanda de agua embotellada ha crecido a un ritmo desenfrenado en todo el mundo, donde en el 2004 se bebieron unos 154.000 millones de litros de agua envasada, que sería un 57% más que cinco años antes (El Diario.es, 2015).

Debido a su uso excesivo la industria genera miles de millones de dólares, su incremento en las últimas décadas ha sido de forma exponencial. La demanda en América del Sur el consumo llegó a triplicarse entre 1997 y 2004, según una estadística publicada por el periódico británico The Guardian (Plitt, 2010).

Cabe recalcar que el ser humano está obligado a beber agua, nuestro cuerpo nos exige mantenernos siempre hidratados para tener un buen estilo de vida, sin mencionar que estudios nos indican que debemos tomar por lo menos un litro y medio de agua, por consecuente eso ha generado que muchas personas busquen un proveedor o marca confiable para ingerir este producto (Soriagua, 2020).

En el Ecuador la empresa Euromonitor Internacional realizó estudios en el año 2014 para determinar el consumo anual de agua embotellada por persona, obteniendo para el año 2018 resultados de 41,2 litros comparado con el consumo de bebidas gaseosas con unos 24,6 litros. Esto llegó a ubicar en 39,7 litros por persona el consumo anual de agua embotellada en comparación de 37,1 litros en bebidas gaseosa, concluyendo que existió un crecimiento de consideración de agua embotellada a diferencia del consumo de bebidas gaseosas en cuatro años (El Universo, 2019).

Figura 1.- ***Evolución De Consumo De Gaseosas Y Agua Embotellada En El País***



Fuente: El Universo (2019) Elaborado por: El autor.

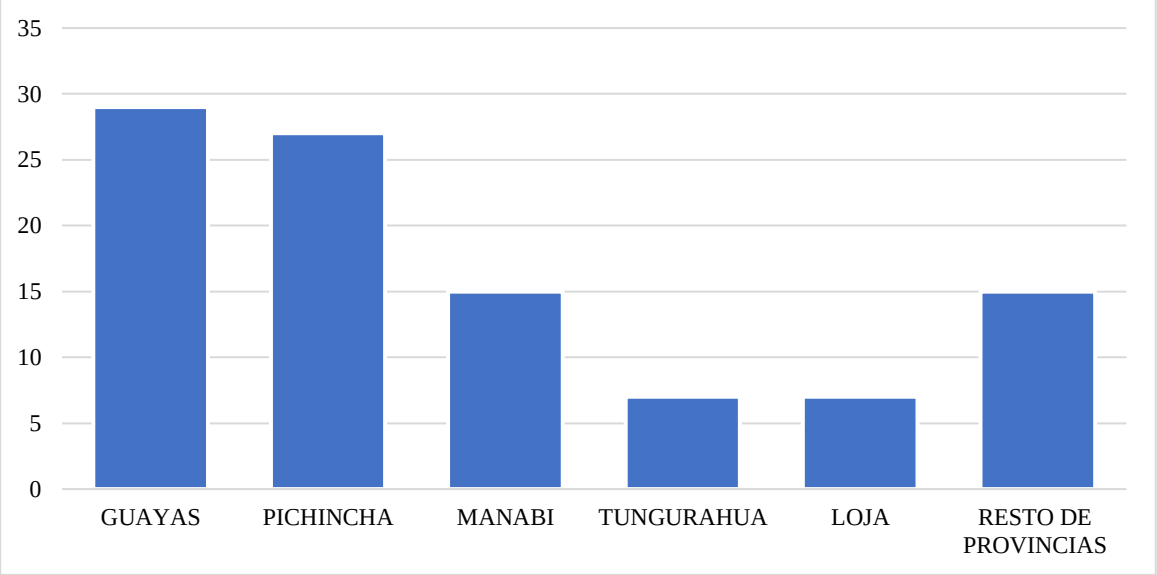
El sector productivo conocido como elaboración de bebidas no alcohólicas embotelladas en el Ecuador para el año 2018, estuvieron domiciliadas en las provincias del Guayas (29%) y Pichincha (27%).

Tabla 1.- Número de Empresas Embotelladoras de Bebidas No Alcohólicas en Ecuador al año 2018

Provincias	Número de empresas
Guayas	29
Pichincha	27
Manabí	15
Tungurahua	7
Loja	7
Resto de provincias	15
TOTAL	**100**

Elaborado por: El autor.

Figura 2.- Representación gráfica del Número de Empresas Embotelladoras de Bebidas No Alcohólicas en Ecuador al año 2018



Fuente: Corporación Financiera Nacional (2018) Elaborado por: El autor.

Hoy en día la preferencia de consumir productos saludables ha hecho que el cliente ecuatoriano conozca mucho más sobre la información nutricional de los alimentos; en la línea de

bebidas no alcohólicas embotelladas también se tiene la misma importancia, con protocolos de inocuidad dando confianza al comprador; esto ha permitido que en el país se comercialice agua purificada en los últimos años con un aumento significativo.

Una publicación realizada en el año 2019 en la Asociación de Industrias de Bebidas no Alcohólicas del Ecuador (AIBE) con base a una investigación, la categoría del agua registró una participación de mercado del 36 %, lo que representó un 2,2 % del gastos corrientes refiriéndose en alimentación y bebidas en los hogares.

Los datos obtenidos por el estudio realizado demostraron la tendencia de estos productos en el mercado nacional, hasta el año 2019 se registran 286 empresas envasadoras de agua purificada de consumo humano, donde compiten a través de 1.103 marcas registradas, según describe la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (Arcsa).

El consumidor final ha optado por el consumo de agua inocua. Y su preferencia por ciertas marcas ocasionando que las empresas tengan una mayor competencia en esta línea de producto (Pinasco, 2020).

3. CAPITULO 3

4. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Unidad de análisis

La unidad de análisis se trata de características puntuales como individuos, organizaciones, periodos, situaciones y productos eventos que describan eventos puntuales al detalle y en situación geográfica (Collado, 2014) para el estudio investigativo de la presente tesis, se lo realizó en una empresa al norte de la ciudad de Guayaquil, dedicada a la elaboración y comercialización de bebidas gaseosas y agua, en el área de manufactura - producción, específicamente en una línea de envasado de agua para el formato pet no retornable.

3.2 Población

La población lo define Hernández como el conjunto de argumentos que engloban una serie de especificaciones (Collado, 2014) para el presente trabajo de investigación se obtiene la información de la data histórica de los registros de producción, del envasado de agua, comprendida entre los meses de enero a diciembre del año 2020, del total de los lotes diarios ejecutado, basado en el programa de producción de la organización. La referencia de la data son los defectos evidenciados por cada lote, las cantidades existentes de ellas y el total de cajas producidas (ver anexo A).

3.3 Métodos a emplear

Los métodos que se llevará a cabo en el desarrollo de la presente investigación para la disminución de defectos en una línea de producción de envasado de agua, se ha considerado plantear tres tipos de alcance de nivel de investigación los mismo que son descriptiva, explicativa y tecnológica.

El primer tipo de investigación a utilizar es descriptivo, el mismo que pretenden medir o recolectar la información de manera independiente de las variables a las que se refieren según Collado (2014), para la presente tesis la data se fundamentará en el área de producción, específicamente en una línea de envasado de envasado de agua.

Como se segundo tipo de alcance investigativo se enuncia el explicativo, este se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se desarrolla, o por qué dos o más variables están relacionadas (Sampieri, 2006). Con referencia al caso propuesto, se busca exponer

las causas que ocasionan la ocurrencia de defectos durante la producción de agua en una línea de envasado.

Finalmente se empleará la investigación tecnológica, este tipo de investigación está orientada a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas y a resolver los problemas que se presentan en los procesos de producción, distribución, circulación, y consumo de bienes y servicios de cualquier actividad humana, como indica el autor Ñaupas (2018), se empleará en la tesis en mención la propuesta de aplicación de la metodología DMAIC, para mejorar el proceso productivo una línea de envasado de agua, reduciendo los defectos existentes en ella.

3.4 Identificación de las necesidades de información. Fuentes primarias o secundarias

La identificación de la información para el desarrollo del trabajo de investigación se ha considerado las dos fuentes principales siendo estas la fuente primaria y secundaria

La fuente primaria es principalmente el objeto de estudio provee la información de primera mano que no ha sido filtrada o evaluada por nadie más (Sampieri, 2006) para tal efecto, se dispondrá de la data histórica de los registros diarios de producción programados para el envasado de agua ejecutados durante el periodo de enero a diciembre del año 2020.

La fuente secundaria, se la considera texto o literatura científica basada en criterios fundamentalmente metodológicos y experimentales que selecciona un estudio específico siendo este cuantitativos o cualitativos si es el caso, para dar solución a un problema (Sampieri, 2006) lo que se considerará para la investigación vigente son texto que describan la metodología DMAIC como herramienta de mejora, tesis referente a aplicación de la herramienta e información importante que sirva de guía para el desarrollo del presente informe.

3.5 Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección nos indica que son los datos principales en que se va a basar para la investigación, el sujeto de estudio que es la fuente primaria. La selección de estos datos puede variar dependiendo si la investigación es cuantitativa o cualitativa como lo indica el autor Martínez (2020).

La técnica para utilizar para el presente trabajo tendrá como fuente la recopilación documental, esta se fundamentará en datos históricos de los registros diarios de las producciones (lotes) ejecutados en los meses de enero a diciembre del año 2020, donde se detallan el número de

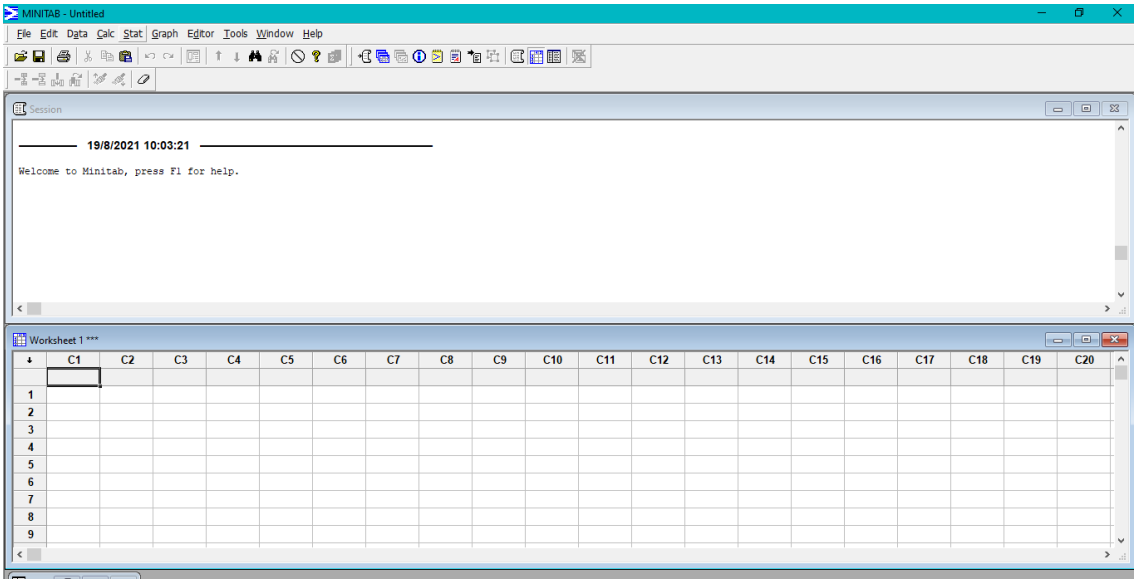
defectos existentes y las cantidades rechazadas y así mismo el total de lo producido, registrando los datos en una hoja de verificación por defectos elaborada por el autor de este trabajo de titulación y registrando en subgrupo de muestras (Ver anexo # 1).

3.6 Herramientas utilizadas para el análisis e interpretación de la información.

Entre las herramientas utilizadas para el análisis de la información del desarrollo de este trabajo de titulación será Excel que jugará un papel importante como herramienta descriptiva que sirve para tabular, ordenar y visualizar datos que sirvan para modelar datos de las situaciones planteadas y finalmente efectuar análisis (Equipo editorial, 2021) en las hojas electrónicas de excel se registrarán los datos de las producciones ejecutadas y los defectos descritos en los registros de producción dentro del período de enero a diciembre del 2020.

Así mismo, también se utilizará el programa PASW (Predictive Analytics Software Statistics) Minitab que es una herramienta estadística que permite examinar grandes bases de datos y ofrece la posibilidad de descubrir tendencias, efectuar análisis para predecir patrones, resolver relaciones ocultas entre las variables y crear visualizaciones gráficas para toma de decisiones (Vinasco, 2012). (Ver figura # 3)

Figura 3.- Pantalla Principal De Programa MINITAB



Fuente: Programa Minitab (2019) Elaborado por: El autor.

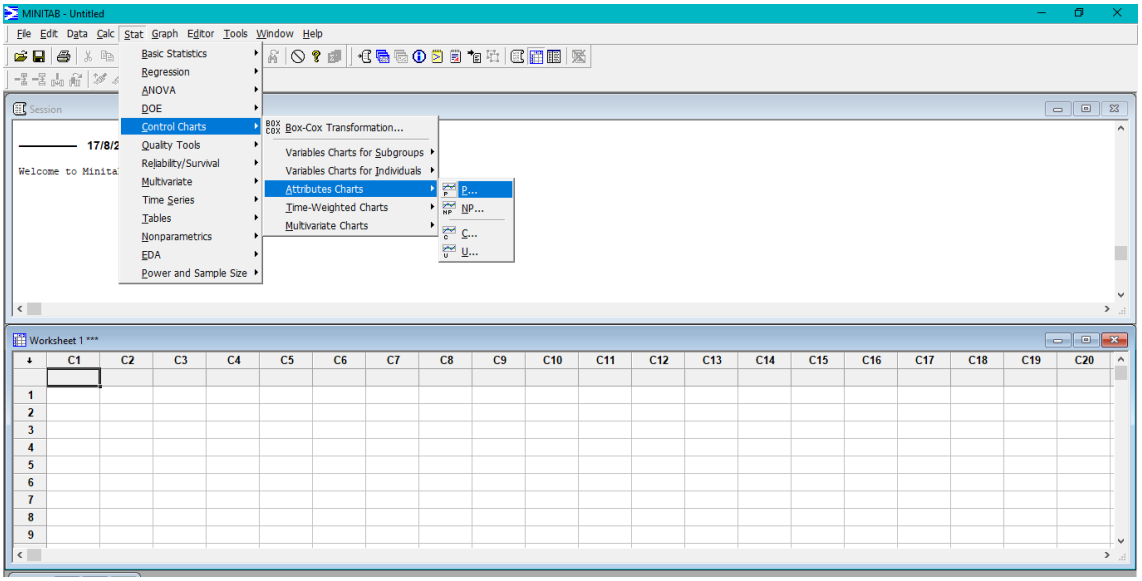
Para el desarrollo de la propuesta de este trabajo de titulación se mostrará en el capítulo siguiente la evaluación de la parte medular del problema de investigación, empleando cartas de control, como herramienta estadística que permita monitorear los procesos en función de un periodo de tiempo determinado. Como lo indican los autores Humberto Gutiérrez y Román de la Vara (2004), las cartas de control tiene la finalidad de observar y analizar, mediante los datos estadísticos la variabilidad de los procesos a través del tiempo.

Mediante el empleo de las cartas de control, se espera registrar las principales fuentes de variación que puedan existir en el proceso y que se las conoce como: Variabilidad por causas comunes y variabilidad por causas especiales.

- **La variación por causas comunes** es una oscilación natural o más bien que se espera en un proceso, son difíciles de identificar y eliminar al ser inherentes al mismo, no obstante, representan a largo plazo la mayor oportunidad de mejora (Ministerio de Trabajo, 2020).
- **La variación por causas especiales** es una variación no estimada que se deriva de ocurrencias poco normales. Es muy importante buscar e identificar y tratar de eliminar la variación por causas especiales. Los puntos fuera de control en una gráfica de control indican la presencia de una variación por causas especiales (Ministerio de Trabajo, 2020).

La herramienta Minitab ofrece una variedad de gráficas de control desde su menú principal, que busca cubrir las necesidades de análisis basado en la estadística. Así también ofrece gráficas específicas del diagnósticos en el menú Estadísticas (Vinasco, 2012) y es precisamente en este menú donde se fundamentará el presente estudio con cartas de control para para atributos defectuosos o gráficas P basado en el concepto de Vinasco (2012), sirve para monitorear la proporción de elementos defectuosos y la estabilidad del proceso en función del tiempo, de tal manera que pueda identificar y proponer las correcciones a la variabilidad en un proceso, basado en la distribución binomial. (Ver figura # 4)

Figura 4.- Dirección Para Gráficas De Control Para Atributos P



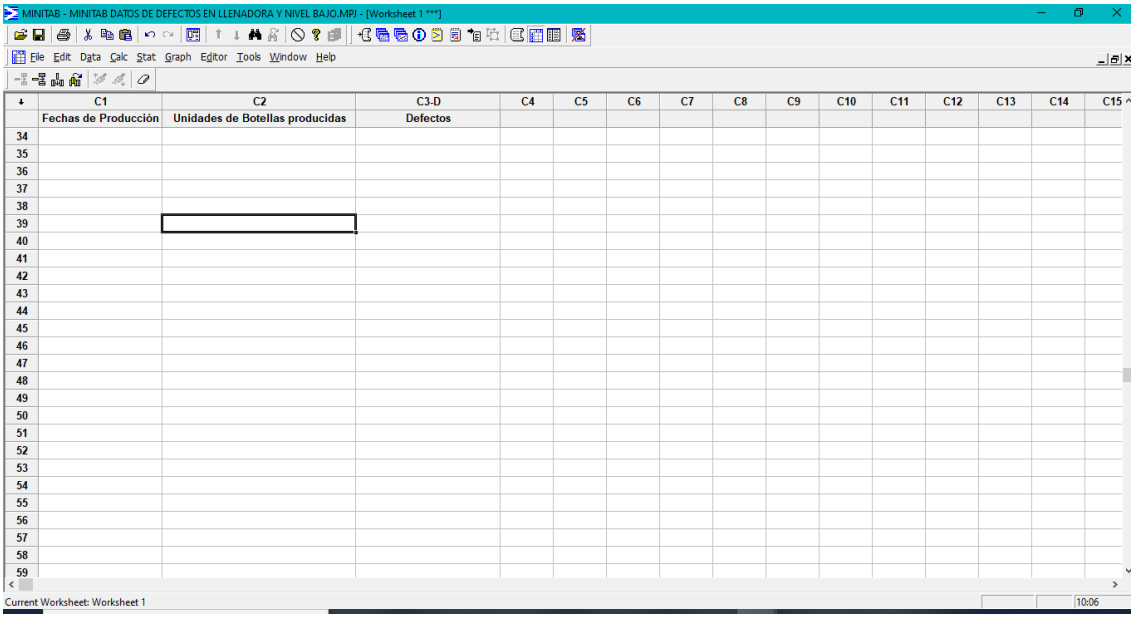
Fuente: Programa Minitab (2019) Elaborado por: El autor.

Para el desarrollo del presente trabajo desarrollado en una línea de producción de envasado de agua se evidenciará la presencia de productos con defectos, por cada lote producido en el periodo de los meses de enero a diciembre del año 2020. Ayudados por la herramienta estadística minitab y básicamente con la carta de control para atributos P se graficará su variabilidad en función del tiempo. Para esto los datos a ingresar en el programa serán de la siguiente manera:

Se tabularán los datos de lo investigado de los registros de producción, esto es, las fechas de producción que se desarrolló la producción de agua en la línea de envasado, el total de unidades de botellas producidas de acuerdo con la fecha de producción y la merma de defectos descrita de la misma fecha.

En la ventana de la herramienta se detallan las variables que se ingresaran en las columnas y en las filas los datos tabulados obtenidos de los registros de producción.

Figura 5.- Configuración De Las Columnas Y Filas Para Obtención De Las Gráficas P



Fuente: Programa Minitab (2019). Elaborado por: El autor.

A continuación, descripción de las fórmulas de los límites de control usadas para las gráficas P fracción no conforme (Minitab, 2021).

Cada punto graficado representa la proporción de defectuosos de un subgrupo, pi:

$$p_i = \frac{x_i}{n_i}$$

La línea central representa la proporción de defectuosos del proceso p. Si usted no especifica un valor histórico, entonces Minitab utiliza la proporción promedio de defectuosos de los datos $\overline{p}$, para estimar p.

$$\overline{p} = \frac{\Sigma x_i}{\Sigma n_i}$$

Dónde:

$\overline{p}$= línea central o promedio de las proporciones de no conformidades

n = número inspeccionado en un subgrupo

Límite de control inferior (LCI)

El LCI de cada subgrupo i es igual al mayor de los siguientes:

$$LCI = p - k\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}}$$

Límite de control superior (LCS)

El LCS de cada subgrupo i es igual al menor de los siguientes:

$$LCS = p + k\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}}$$

Si el valor calculado para el LCI se toma 0 siempre y cuando el valor sea negativo.

Los límites de control (LCI) y superior (LCS) estos límites definen el rango de variación del proceso, de tal manera que, al estar bajo control estadístico, haya una alta probabilidad de que los valores n se encuentren dentro de los límites de control.

Consideración en la selección de la carta de control por atributos (Ver figura # 6)

Figura 6.- Descripción Metodológica De La Carta De Control Por Atributos P

CARTA	PROPÓSITO	USO	TAMAÑO DE SUBGRUPO, *n*	CONSIDERACIONES ADICIONALES
Proporción de defectuosos (*p*)	Analizar la proporción de artículos defectuosos por subgrupo (unidades rechazadas/ unidades inspeccionadas). Se supone una distribución binomial.	Por lo general es utilizada para reportar resultados en puntos de inspección, donde una o más características de calidad son evaluadas, y en función de esto el artículo es aceptado o rechazado.	El valor de *n* puede ser constante o variable, pero suficientemente grande para tener una alta probabilidad de que en cada subgrupo se detecte por lo menos una pieza defectuosa. Esto se logra tomando a *n* tal que $n > 9\left[\frac{1-\bar{p}}{\bar{p}}\right]$	No es adecuada si *n* es mucho más pequeño que el valor recomendado. Para *n* muy grande, de uno o varios miles, los límites de control estarán muy estrechos; por lo tanto, es mejor graficar la proporción en una carta de individuales. Si *n* es muy variable de un subgrupo a otro (más de 25%), se debe utilizar una carta estandarizada o una con límites variables.

Fuente: Mc Graw Hill (2020). Elaborado por: El autor.

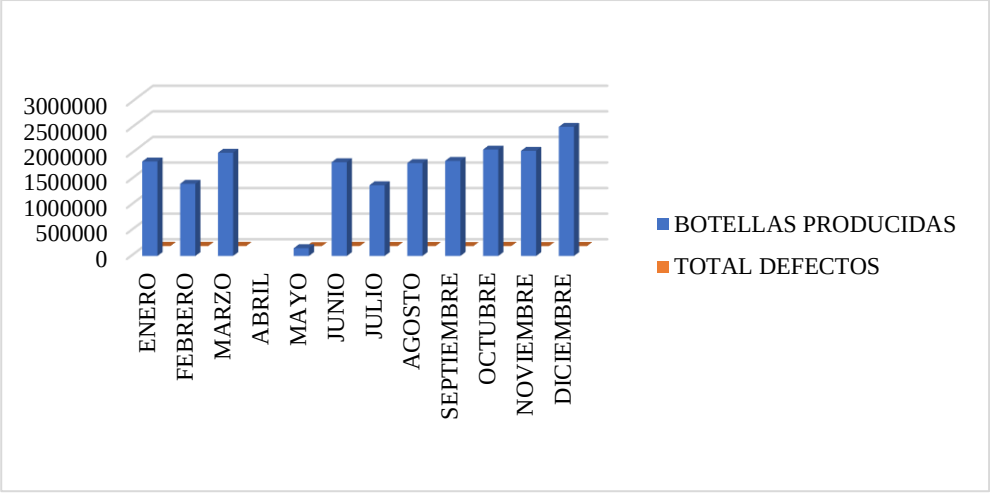
CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

Para el análisis e interpretación de resultados del presente trabajo de investigación, en una empresa embotelladora, se optó por un tema de mejora, que consiste en la disminución de defectos en una línea de envasado de agua, se realizó en primera instancia el levantamiento de la información, basado en la data histórica comprendido entre los meses de enero a diciembre del año 2020. Esto se desarrolló como diagnóstico para evaluar el comportamiento del proceso productivo en función del tiempo y tabular los diferentes defectos que existieron durante su producción de tal manera que sea factible el análisis de estudio como propuesta de mejora.

Figura 7.- Histograma Unidades De Defectos En Línea De Envasado De Agua Del Año 2020

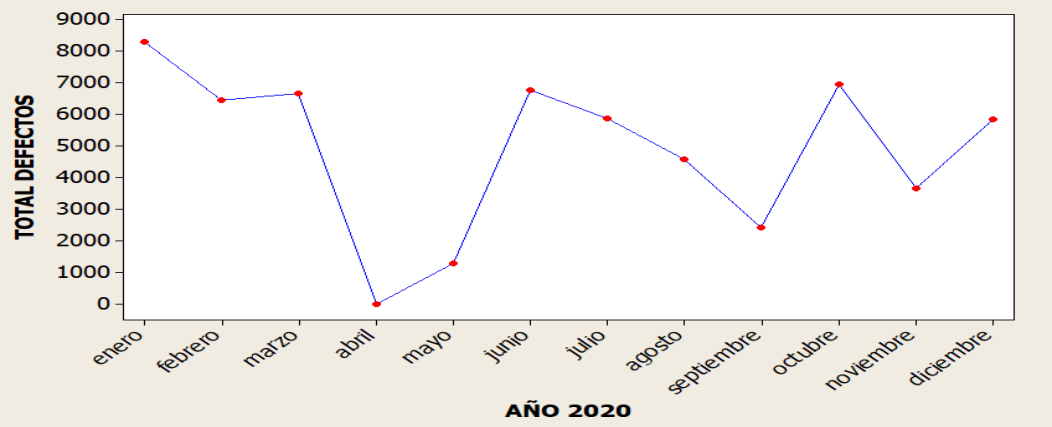


Elaborado por: El autor.

Utilizando la herramienta estadística de serie de tiempos, como lo indica el autor Toledo (2015), es una secuencia de datos que van a explicar el comportamiento de una variable en funciona del tiempo temporal, cronológica, histórica o de tiempo que permiten estimar pronósticos de su evolución futura.

Basándose en la fuente primaria de observación se registran el total de los defectos existente en los diferentes subgrupos o lotes de producción del proceso productivo desarrollado en una línea de envasado de agua en forma ordenada con referencia al año 2020 desde enero a diciembre para la ilustración.

Figura 8.- Series de Tiempo de defectos



Elaborado por: El autor.

Entendiéndose en la gráfica #8, la serie de tiempo de defectos existentes en el periodo de estudio año 2020, con la excepción del mes de abril que no hubo producción programada por tema externo (pandemia).

4.2 Propuesta metodológica o tecnológica

PROPUESTA METODOLÓGICA DMAIC PARA LA DISMINUCIÓN DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE ENVASADO DE AGUA DE UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS

4.2.1 Modelo de gestión propuesto

La investigación realizada en el presente trabajo en una línea producción de envasado de agua, se propone la metodología DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar) por su sistematización autores de mejora continua la utilizan para definir los procesos y los problemas existentes, de un proceso que tenga entradas y salidas, para luego proponer mejoras, y establecer procedimientos de control. Esta base teórica aplica para los fines que se desea en esta investigación como es la disminución los defectos presentes en el proceso de producción.

Figura 9.- Los Procesos Owner

Fuente: Action Glogal (2014) Elaborado por: El autor.

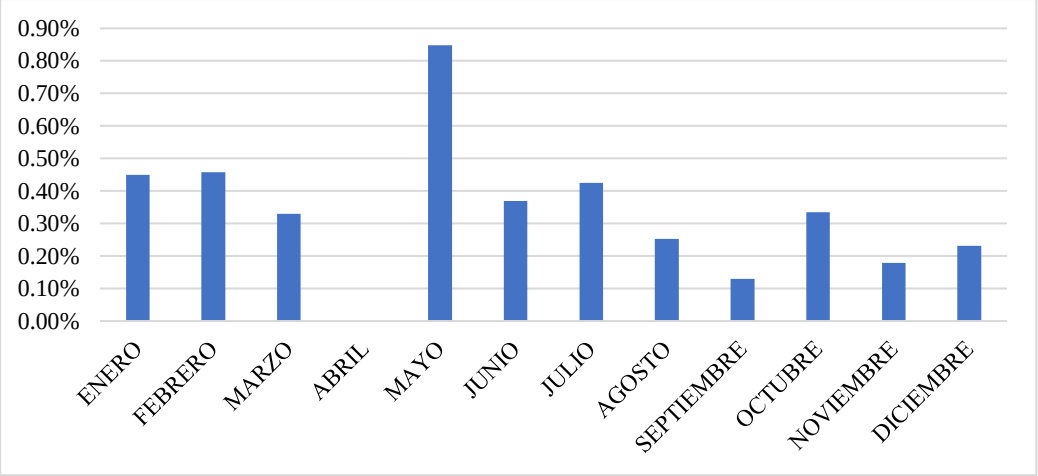
4.2.2 Premisas o supuestos (lo que debe existir para que se pueda implementar la propuesta metodológica)

4.2.2.1 Desarrollo de la etapa DEFINIR (DMAIC)

En esta primera etapa la empresa embotelladora, se define el objetivo de estudio que es la reducción de defectos en su línea de envasado de agua. Para el año 2020, se promedió un 0.31% de defectos presentes dentro del proceso productivo, evaluado desde enero a diciembre.

Nota: se excluye dentro del estudio el mes de abril por no tener producción debido a tema de pandemia.

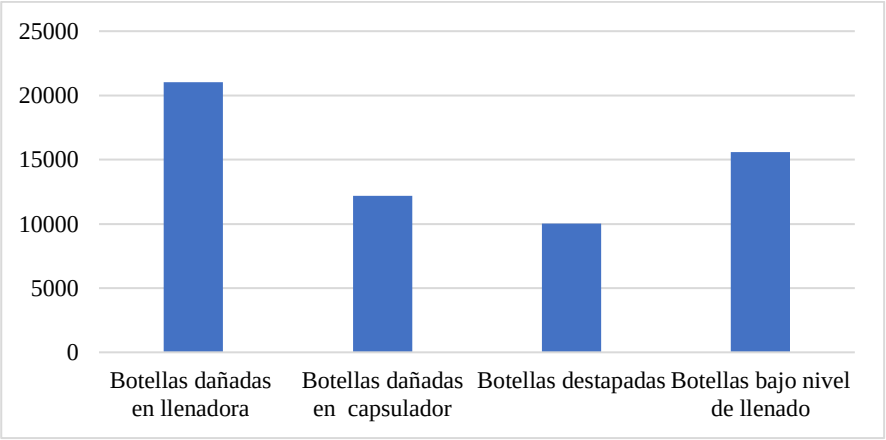
Figura 10.- Histograma Porcentaje De Defectos En La Línea De Envasado De Agua Del Año 2020.



Elaborado por: El autor.

Estos defectos presentes en la línea de envasado de agua se desglosan como daño de botellas en llenadora, daño de botellas en capsulador, botellas sin tapa y botellas con bajo nivel. Defectos que se describen en los registros de la compañía.

Figura 11.- Histograma Por Unidades De Defectos En Línea De Envasado De Agua Del Año 2020



Elaborado por: El autor.

4.2.1.1 Caracterización del proyecto (Proyect Charter)

Es la manera oficial de iniciar la carta del proyecto a desarrollar, donde se describe, el nombre o tema, la descripción y alcance; así también, los objetivos que se desean obtener, se enuncian los integrantes del equipo, el director que va a llevar el proyecto y finalmente los impactos económicos y riesgos que puedan suceder.

El líder del proyecto será la persona que tome decisiones dentro del proceso productivo, en lo ejecutable cómo en lo económico y será el enlace con la alta dirección.

Tabla 2.- Carta Del Proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO	**LÍDER**	**FECHA INICIO / FIN DEL PROYECTO**
Disminución de defectos en el proceso de envasado de agua, basado en la metodología DMAIC.	Gerencia de Operaciones	19 – Jul - 2021
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	**OBJETIVO**	**ALCANCE**
Existencia de envases dañados durante el proceso de envasado de agua.	Disminuir los defectos en los envases de agua existentes en una línea de envasado.	Aplicación de metodología DMAIC al proceso de envasado de agua en los envases plásticos.
INDICADORES SECUNDARIOS	**INDICADORES DE ÉXITO**	**IMPACTO ECONÓMICO ESTIMADO**
Cumplimiento al programa de producción.	Porcentajes de envase con defectos.	Reparación de piezas o elementos de la máquina de envasado. Reinducción al personal operativo.
EQUIPO DE TRABAJO	**GRUPO DE INTERÉS**	**RIESOS POTENCIALES**

Jefatura de mantenimiento. Jefatura de producción. Supervisores de producción. Supervisores de mantenimiento. Operadores de llenadora.	Mantenimiento industrial. Aseguramiento de calidad.	Indisponibilidad de maquinaria. Falta de personal capacitado.

Elaborado por: El autor.

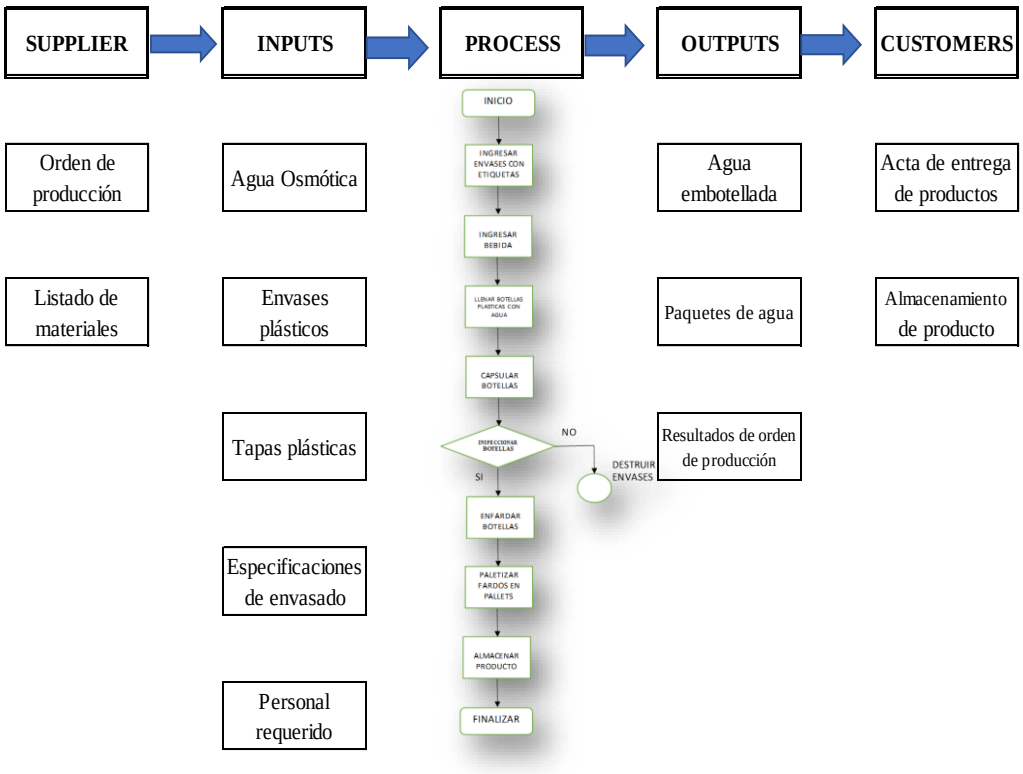
4.2.1.2 Descripción del proceso

Se detallan las diferentes etapas que existen en el envasado de agua en botellas plásticas no retornables una herramienta de gestión que consiste en describir gráficamente las entradas y salidas de los diferentes procesos que se llevan a cabo en la unidad de negocio de forma ordenada y sistemática. (Ver Anexo #1)

4.2.1.3 Diagrama PEPSU / SIPOC

Es el diagrama que se usa para designar quienes toman las decisiones de la información, materiales y recursos que ingresan en las diferentes etapas que integran al proceso principal de envasado de agua.

Figura 12.- Diagrama Pepsu / Sipoc



Elaborado por: El autor.

4.2.1.4 Definir los clientes y sus requerimientos VOC / CTQs

Voz del cliente VOC (voz del cliente) es el documento que recoge las expectativas, preferencias, características del producto demandado, como también el grado de satisfacción que espera el cliente del producto o servicio (Arevalo, 2014).

En el proyecto de investigación, en base a su desarrollo y flujo de proceso, para el envasado de agua, se definió que el cliente interno sería el área de bodega de producto terminado, porque serán los que recibirán el producto terminado, siendo las unidades de botellas plásticas envasadas de agua y en paquetes termoformadas de doce unidades, colocadas en pallets de madera con un total de 132 paquetes y embalado para su almacenamiento en bodega de producto terminado. Y de igual manera se evaluó, que el cliente externo serían los centros de distribución CEDIS, por ser el punto de acopio para su posterior comercialización.

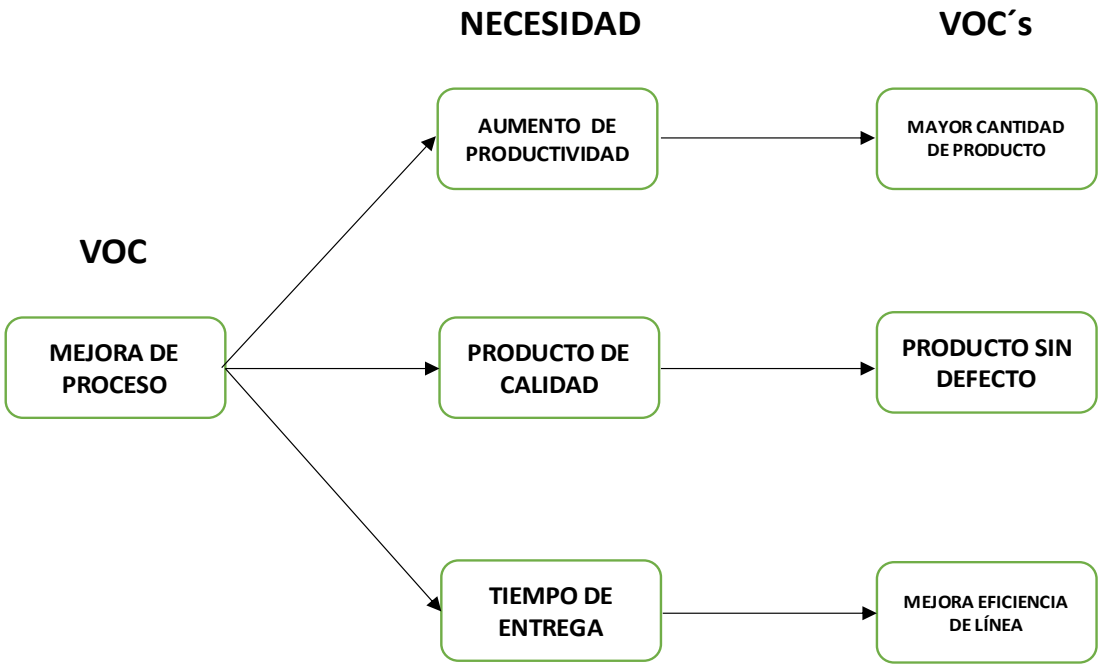
Figura 13.- Voz Del Cliente

Elaborado por: El autor.

Requerimiento del cliente CTQs (crítico para la calidad); son aquellos atributos o características de un producto o servicio que satisfacen un requerimiento clave para el cliente (Arevalo, 2014).

La compañía ha definido como requerimientos críticos dentro de la cadena de valores el aumento de productividad, los productos de calidad y el tiempo de entrega, tomando como punto de partida la línea de producción de envasado de agua, siguiendo la ruta hacia las bodega de productos terminados y culminando con los centros de distribución siendo la fuente la voz de los clientes, para este caso el cliente interno - logística y el cliente externo los centros de distribución (CEDIS).

Figura 14.- Características De Los Clientes



Elaborado por: El autor.

4.2.2.2 Desarrollo de la etapa MEDIR Situación actual (DMAIC)

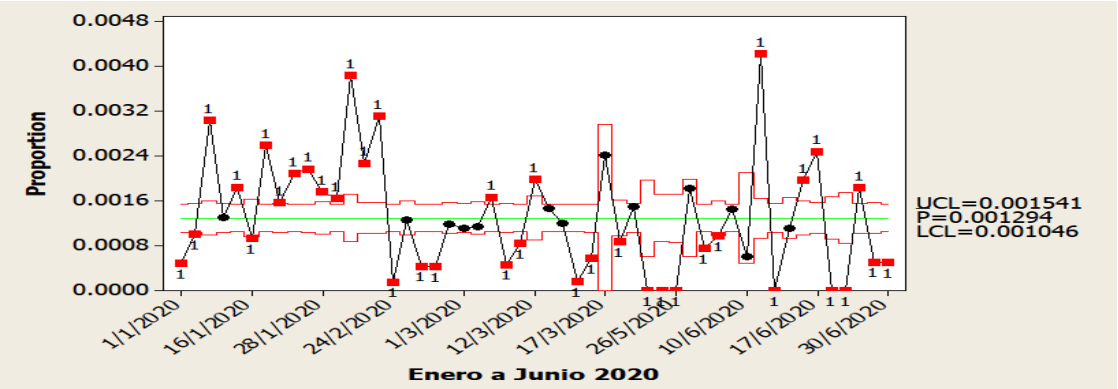
Para la recolección de los datos, referentes a los defectos existentes en el proceso de envasado de agua, se obtiene la información de los registros históricos de la base de producción, por cada lote producido, de acuerdo con el programa de producción mes a mes con referencia al año 2020.

Para la medición de los datos de la investigación se empleará la gráfica estadística P; esta gráfica nos ayuda a distinguir mayor exactitud entre la variación por causas comunes y la variación por causas especiales (Minitab, 2021).

Utilizando la herramienta de estadística minitab y con base de los datos históricos recopilados se realizará las gráficas P cada defecto seleccionado en la línea de envasado de agua, tal como son: botellas dañadas en llenadora, botellas dañadas en capsulador, botellas destapadas y botellas con bajo nivel de llenado. Se evaluará por semestre, para tener una mejor apreciación de las imágenes.

4.2.2.2.1 Gráficos P del defecto asignada como botellas dañadas en llenadora de enero a junio del 2020

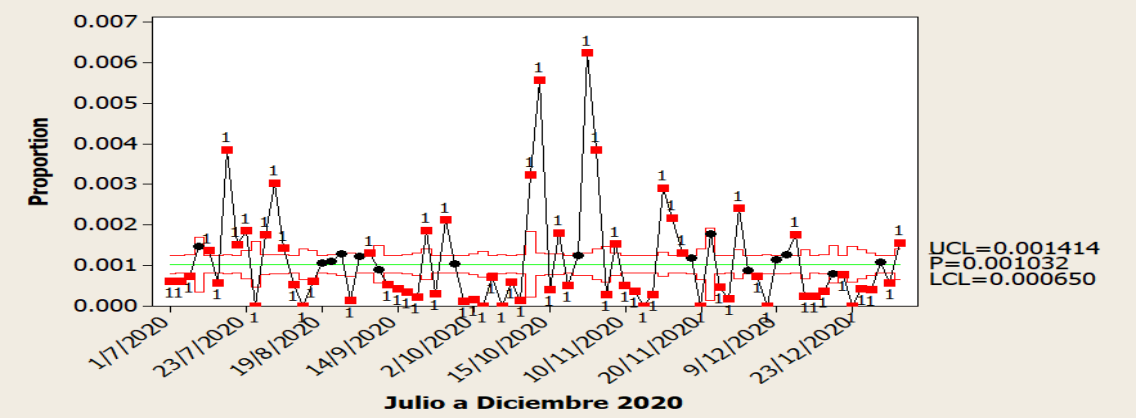
Figura 15.- Gráfica P De Botellas Dañadas En Llenadora



Elaborado por: El autor.

4.2.2.2.2 Gráficos P del defecto asignada como botellas dañadas en llenadora de julio a diciembre del 2020

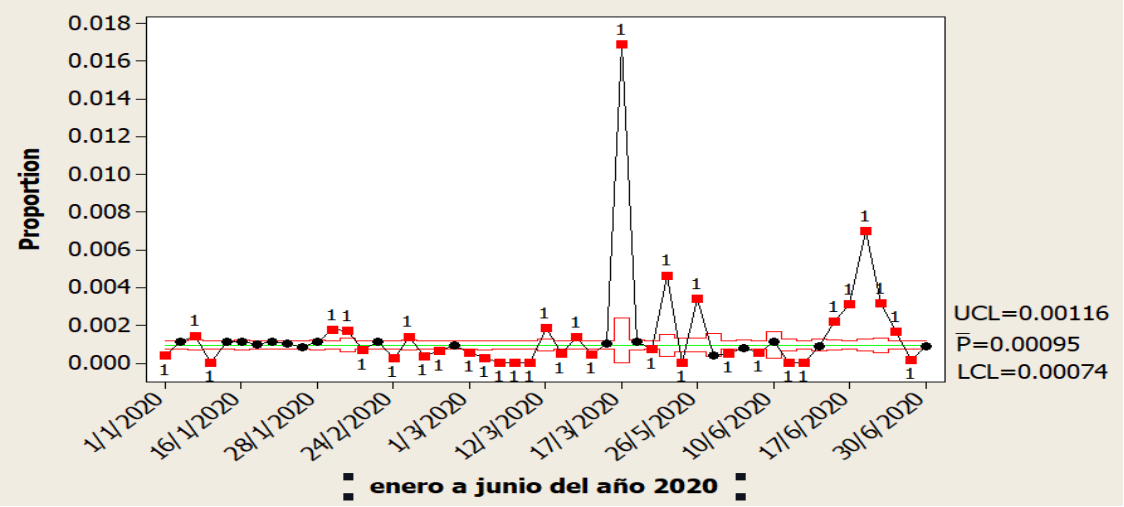
Figura 16.- Gráfica P De Botellas Dañadas En Llenadora



Elaborado por: El autor.

4.2.2.2.3 Graficas P del defecto asignable como botellas dañadas en capsulador de enero a junio 2020

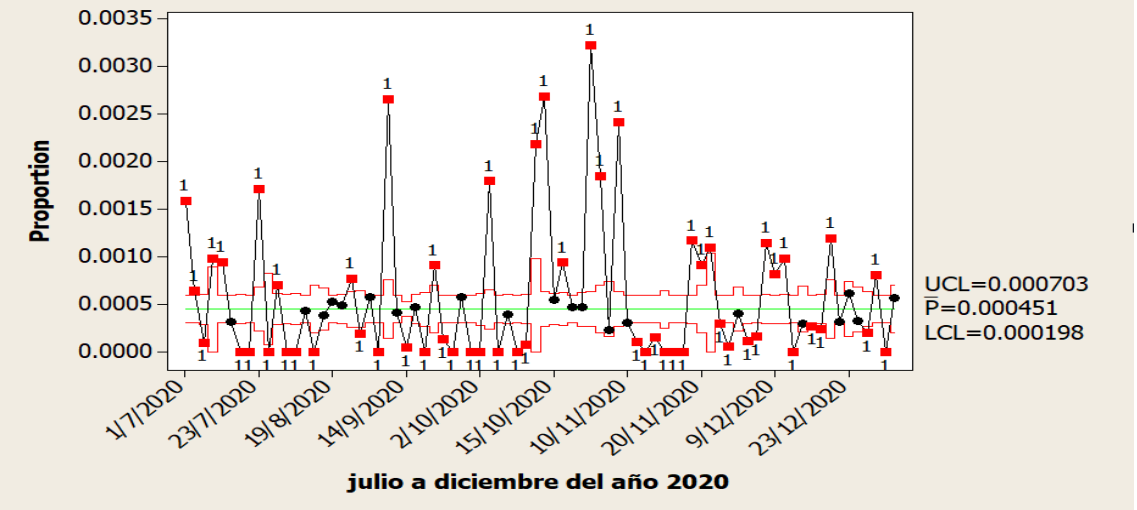
Figura 17.- Gráfica P De Botellas Dañadas En Capsulador



Elaborado por: El autor.

4.2.2.2.4 Graficas P del defecto asignable como botellas dañadas en capsulador de Julio a diciembre del 2020

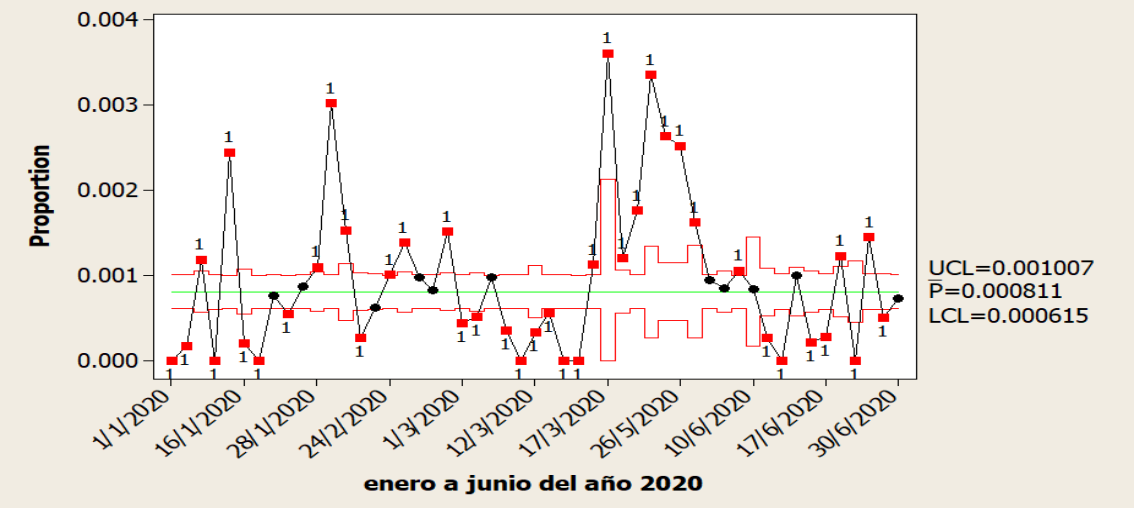
Figura 18.- Gráfica P De Botellas Dañadas En Capsulador



Elaborado por: El autor.

4.2.2.2.5 Graficas P del defecto asignable como botellas destapadas de enero a junio del 2020

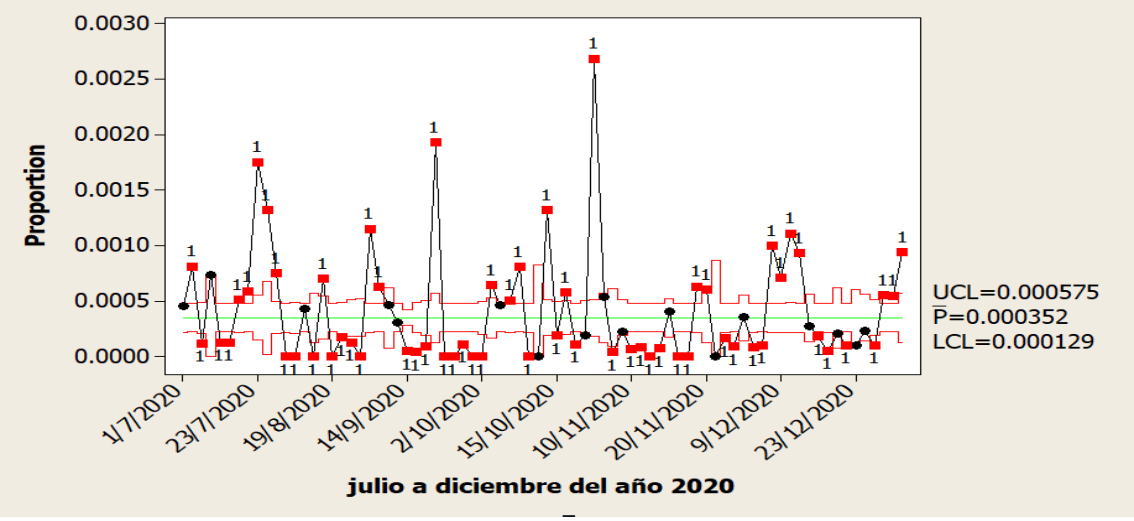
Figura 19.- Gráfica P De Botellas Destapadas



Elaborado por: El autor.

4.2.2.2.6 Graficas P del defecto asignable como botellas destapadas de julio a diciembre del 2020

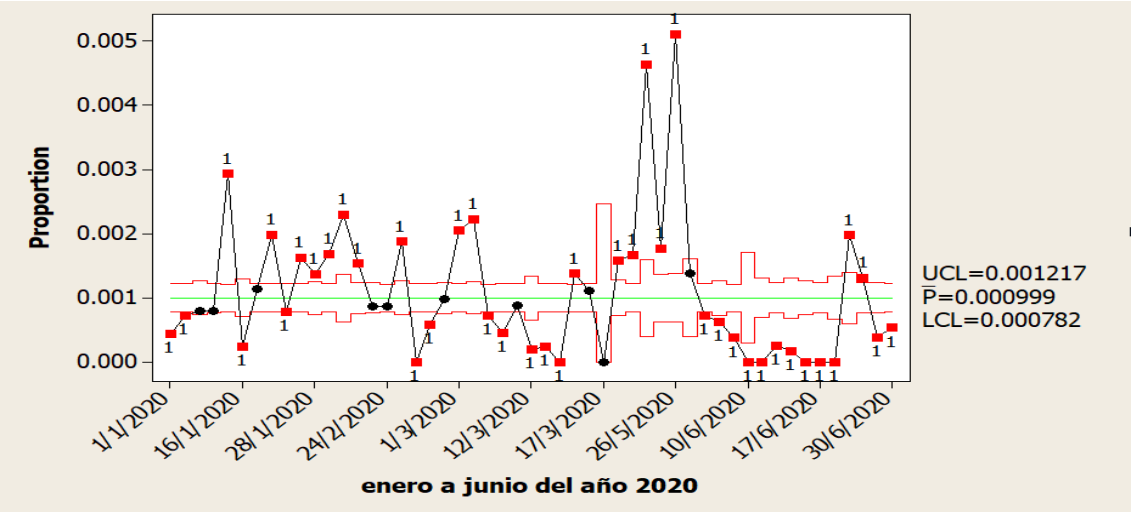
Figura 20.- Gráfica P De Botellas Destapadas



Elaborado por: El autor.

4.2.2.2.7 Graficas P del defecto asignable como botellas destapadas de enero a junio del 2020

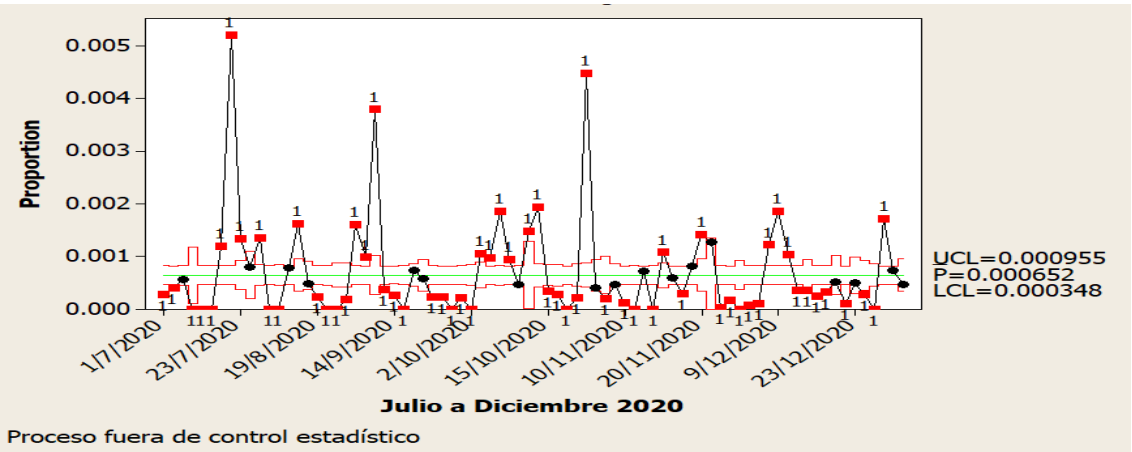
Figura 21.- Gráfica P De Botellas Bajo Nivel De Llenado



Elaborado por: El autor.

4.2.2.2.8 Graficas P del defecto asignable como botellas destapadas de julio a diciembre del 2020

Figura 22.- Gráfica P De Botellas Bajo Nivel De Llenado

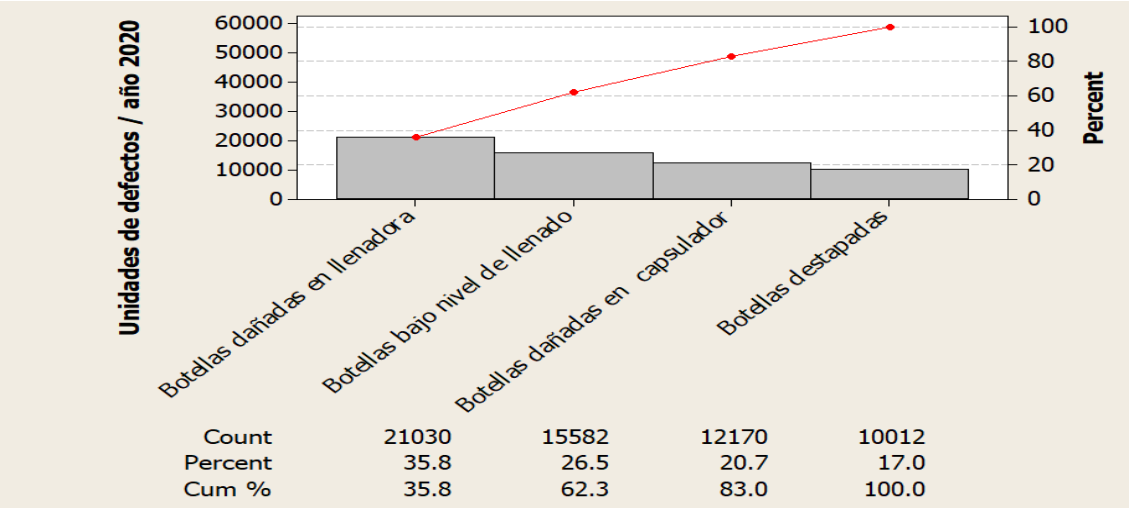


Elaborado por: El autor.

En la línea del proceso de envasado de agua, presentó un 0.31 % del total de pérdidas de producto por los defectos existentes en la línea de producción; con un diagrama de priorización como es la gráfica de Pareto, como indica el autor El 20% de esfuerzo supone el 80% de los resultados.

Y el otro 80% del esfuerzo solo supone el 20% de los resultados (González, 2012) en la figura # 22, nos indica que el 80% de los defectos en el año 2020 están presentes en las características de botellas dañadas en llenadora, seguido de las botellas con bajo nivel de llenado y el 20% se concentran en botellas destapas y daño de botellas en capsulador.

Figura 23.- Gráfico De Pareto De Defectos En Línea De Envasado De Agua



Elaborado por: El autor.

4.2.2.3 Desarrollo de la etapa ANALIZAR Situación actual (DMAIC)

4.2.2.3.1 Identificación de las causas potenciales de defectos en la línea de envasado de agua

Con las mediciones obtenidas en la etapa anterior, se procederá con la identificación de las causas potenciales de los defectos existentes en la línea de envasado de agua, en conjunto con el equipo de mejora continua, se planteará la herramienta de lluvia de ideas, el autor Penagos (2020) lo enuncia como técnica de creatividad grupal con la finalidad de generar las mayores ideas para resolver un problemas. En el presente trabajo para mejorar la problemática en la línea de envasado de agua se contará con un equipo multidisciplinario que aportará con las posibles causas de las dos características principales que están generando los defectos en la línea de envasado de agua. Posteriormente se elaborarán los diagramas causa - efecto (Ishikawa) con base a la lluvia de ideas y que nos ayudará analizar de manera gráfica los motivos o causas de los defectos antes mencionados.

4.2.2.3.2 Diagramas de lluvias de ideas

Tabla 3.-Lluvia De Ideas Para El Defecto De Botellas Dañadas En Llenadora

LLUVIA DE IDEAS	
TEMA:	**BOTELLAS DAÑADAS EN LLENADORA**
INTEGRANTES:	
	Líder de equipo de mejora
	Analista de calidad
	Supervisor de mantenimiento
	Supervisor de producción
	Técnico de mantenimiento mecánico
	Operador de llenadora
POTENCIALES CAUSAS:	
	Estrellas deterioradas

Falta de calibración de estrellas y guías
Piezas desgastadas
Falta de instructivo de calibración y ajuste de máquina
Falta de verificación de máquina al inicio de cada turno
Recurrencia de errores operacionales
Falta de mantenimiento preventivo

Elaborado por: El autor.

Tabla 4.-Lluvia De Ideas Para El Defecto De Botellas Con Bajo Nivel De Llenado

LLUVIA DE IDEAS
TEMA: BOTELLAS BAJO NIVEL DE LLENADO
INTEGRANTES:
Líder de equipo de mejora
Analista de calidad
Supervisor de mantenimiento
Supervisor de producción
Técnico de mantenimiento mecánico
Operador de llenadora
POTENCIALES CAUSAS:
Cilindros elevadores desalineados
Presencia de válvulas torcidas
Existencia de rotura de resortes de válvulas
Ausencia de pernos flojos de cilindros elevadores
Falta de estandarización de la velocidad de llenado

Elaborado por: El autor.

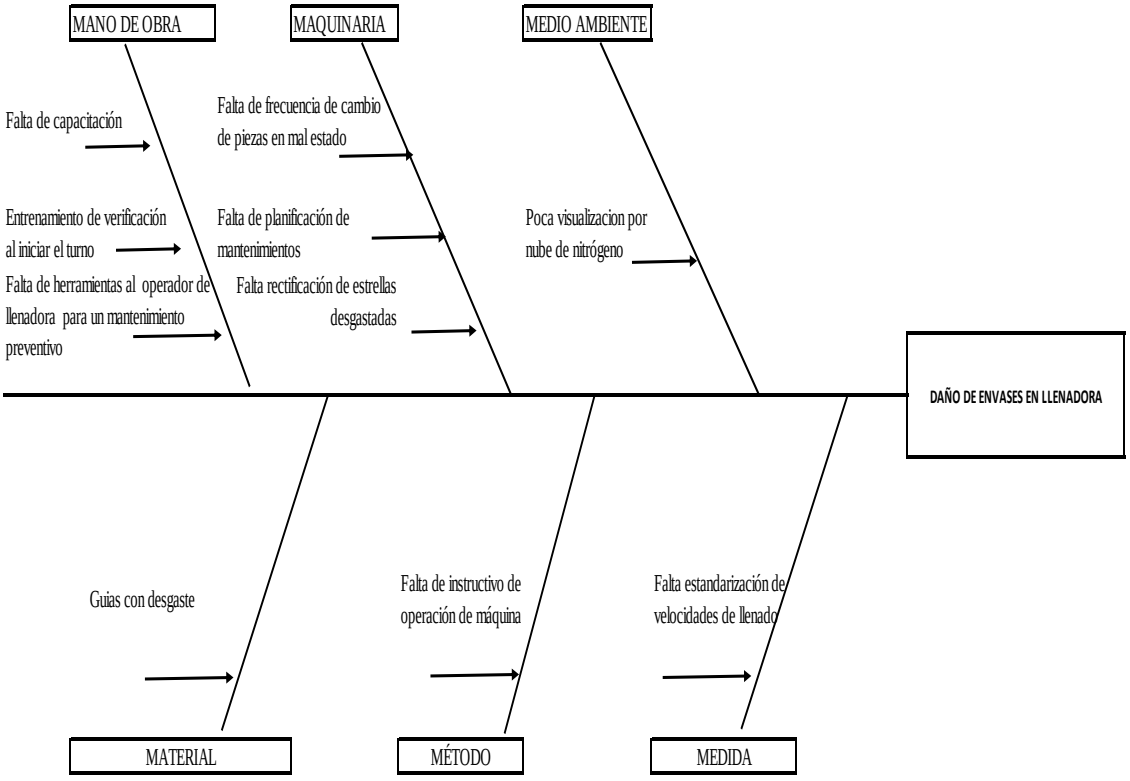
4.2.2.3.3 Diagramas de Causa-Efecto (espina de pescado)

Para continuar con el desarrollo de la etapa, su forma sistemática describe que con las lluvias de ideas antes descrita, se esquematice las posible causas que originan los problemas encontradas en el proceso de envasado de agua se las ordenada de acuerdo a su afinidad y se procede a tabularlas dentro de las seis M (Máquina, Método, Mano de obra, Medio ambiente, medida y Mano de obra) que presenta el diagrama causa – efecto.

Según el autor Arenhart (2018), este diagrama describe que para todo problema existen causas específicas, y esas causas, deben ser analizadas, con la finalidad de comprobar en cuál de ellas está enfocado el principal efecto o problema que se quiere eliminar.

Eliminado las causas, se descarta el problema. (Ver figuras # 24 y # 25)

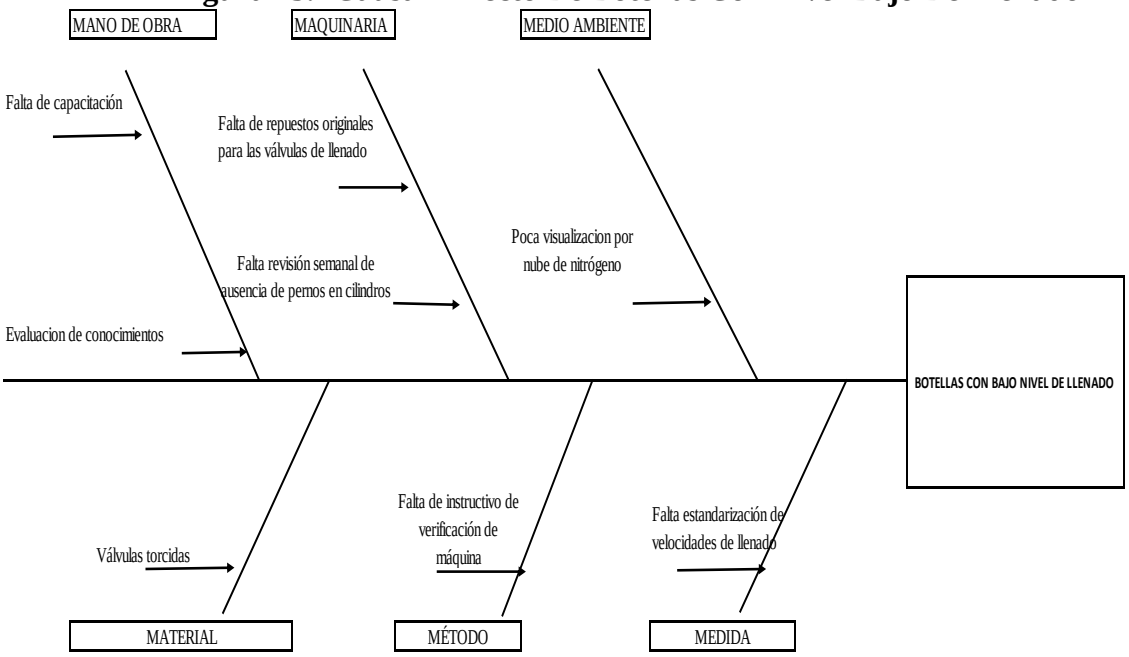
Figura 24.- Causa – Efecto De Botellas Dañadas En Llenadora



Elaborado por: El autor.

En el diagrama causa - efecto para el defecto de botellas dañadas en llenadora, se observa que las mayores causas se concentran en maquinaria seguidos por la mano de obra.

Figura 25.- Causa – Efecto De Botellas Con Nivel Bajo De Llenado



Elaborado por: El autor.

En el diagrama causa - efecto para el defecto de botellas con bajo nivel de llenado, se observa que las mayores causas se concentran de igual manera en maquinaria y en segundo lugar la mano de obra.

4.2.2.3.4 Análisis cinco por qué

Esta herramienta de calidad es de amplio uso, actúa a través de preguntas por qué o escalera de porqués hay que realizar, las veces que se necesario hasta considerar que hemos llegado a la causa raíz del problema analizado (Betancourt, 2018). Para el tema de estudio se considerarán las causas principales que se concluyeron en el análisis del diagrama causa-efecto antes mencionado para los defectos de botellas dañadas en llenadora y botellas con nivel bajo de llenado y se hará un análisis con la herramienta 5 por qué, por las causas más representativas con la finalidad de descubrir por qué suceden.

Tabla 5.- 5 Porqué Maquinaria Causa 1- Defecto Envases Dañados En Llenadora

PROBLEMA	**DAÑO DE ENVASES DE LLENADORA**	
	PORQUÉ	**MOTIVO**
1	Falta de frecuencia de cambio de piezas que están en mal estado.	No hay revisión de las piezas.

2	Porque no hay revisión de las piezas.	Porque el operador o informa de los daños.
3	Porque el operador no informa de los daños.	Porque no tiene la información descrita en un check list.
4	Porque no tiene la información descrita en un check list.	Porque no le fue capacitado para levantar esa información.
5	Porque no le fue capacitado para levantar esa información.	
CAUSA RAÍZ:	Falta de capacitación al operador de revisión de piezas que estén en mal estado.	

Elaborado por: El autor.

Tabla 6.- 5 Porqué Maquinaria Causa 2- Defecto Envases Dañados En Llenadora

PROBLEMA	**DAÑO DE ENVASES DE LLENADORA**	
	PORQUÉ	**MOTIVO**
1	Falta de planificación de mantenimientos.	No se cuenta con la información de los mayores daños existentes.
2	No se cuenta con la información de los mayores daños existentes.	No hay retro alimentación al área de mantenimiento.
3	No hay esa retro alimentación al área de mantenimiento.	No se ha considerado como entrada para la planificación de mantenimiento.
4	No se ha considerado como entrada para la planificación de mantenimientos.	Falta de comunicación.
5	Falta de comunicación.	
CAUSA RAÍZ:	Falta de comunicación entre áreas de los daños más relevantes para planificar los mantenimientos.	

Elaborado por: El autor.

Tabla 7.- 5 Porqué Mano De Obra Causa 1- Defecto Envases Dañados En Llenadora

PROBLEMA	**DAÑO DE ENVASES DE LLENADORA**	
	PORQUÉ	**MOTIVO**
1	Falta de entrenamiento para verificación de la máquina al iniciar el turno	No se ha reforzado en un chequeo de verificación de funcionamiento.
2	No se ha reforzado en un chequeo de verificación de funcionamiento.	No se tiene un formato donde registrar las novedades de máquina.

3	No se tiene un formato donde registrar las novedades de máquina.	No se ha considerado como elemento de entrada para ejecuciones de mantenimiento.
4	Falta de registros de ayuda.	
5		
CAUSA RAÍZ:	Falta de información que permita retroalimentar de las novedades en la máquina llenadora al personal de mantenimiento.	

Elaborado por: El autor.

Tabla 8.- 5 Porqué Mano De Obra Causa 2-Defecto Envases Dañados En Llenadora

PROBLEMA	**DAÑO DE ENVASES DE LLENADORA**	
	PORQUÉ	**MOTIVO**
1	Falta de herramientas al operador de llenadora para acciones correctivas.	No se ha considerado como estrategia preventiva.
2	No se ha considerado como estrategia preventiva.	No se lo ha capacitado para tareas de mantenimiento preventivo.
3	No se lo ha capacitado para tareas de mantenimiento preventivo de máquina.	No se ha considerado como actividad preventiva.
4	No se ha considerado como actividad preventiva.	Falta de comunicación de las partes interesadas.
5	Falta de comunicación de las partes interesadas.	
CAUSA RAÍZ:	Falta de comunicación entre áreas para capacitación a los operadores de llenadora en actividades de mantenimiento preventivo.	

Elaborado por: El autor.

Tabla 9.- 5 Porqué Maquina Causa 1-Defecto Bajo Nivel De Llenado

PROBLEMA	**BOTELLAS BAJO NIVEL DE LLENADO**	
	PORQUÉ	**MOTIVO**
1	Cilindros de elevadores desalineados.	Existen roturas o ausencia de pernos en los cilindros elevadores.
2	Rotura o ausencia de pernos de los cilindros elevadores.	No se realiza revisión semanal de estas piezas por cada válvula.
3	No se realiza revisión semanal de estas piezas por cada válvula.	Falta de desconocimiento del operador de llenadora.
4	Falta de desconocimiento del operador de llenadora.	Falta de entrenamiento para la revisión de los cilindros elevadores.
5	Falta de entrenamiento para la revisión de los cilindros elevadores.	

CAUSA RAÍZ:	Falta de capacitación y entrenamiento de actividades de revisión operativa.

Elaborado por: El autor.

Tabla 10.- 5 Porqué Mano De Obra Causa 1- Defecto Bajo Nivel De Llenadora

PROBLEMA	**DAÑO DE ENVASES DE LLENADORA**	
	PORQUÉ	**MOTIVO**
1	Falta de entrenamiento para verificación de la máquina al iniciar el turno	No se ha reforzado en un chequeo de verificación de funcionamiento.
2	No se ha reforzado en un chequeo de verificación de funcionamiento.	No se tiene un formato donde registrar las novedades de máquina.
3	No se tiene un formato donde registrar las novedades de máquina.	No se ha considerado como elemento de entrada para ejecuciones de mantenimiento.
4	Falta de registros de ayuda.	
5		
CAUSA RAÍZ:	Falta de información que permita retroalimentar de las novedades en la máquina llenadora al personal de mantenimiento.	

Elaborado por: El autor.

4.2.2.4 Desarrollo de la etapa MEJORAR Situación actual (DMAIC)

En esta cuarta etapa se plantea la sinergia entre las relaciones de causas y efectos que se priorizaron por los problemas con mayor impacto en la línea de envasado de agua, como fueron las botellas dañadas en llenadora y presencia de botellas con nivel bajo de llenado. Partiendo de lo planteado se generarán las propuestas de mejora en la línea de envasado de envasado de agua, en relación con las causas principales.

Para las causas que se priorizaron como botellas dañadas en llenadora y botellas con bajo nivel de llenado, se propone por medio una gráfica de control P ver el comportamiento del proceso excluyendo las causas comunes o asignables como también las causas especiales, que ocasionan las desviaciones en el proceso de envasado de agua del presente estudio.

Las causas comunes y asignables, dentro del proceso de envasado de agua, se tiene contemplado los arranque de proceso o inicio de producción, así mismo también se conoce como causa común al cambio de turno y a la colocación de botellas falsas por temas de limpieza de línea.

Temas donde se tendrá que enfocarse con mayor precisión de ajustes en los equipos, para disminuir la incidencia de botellas dañadas en llenadora.

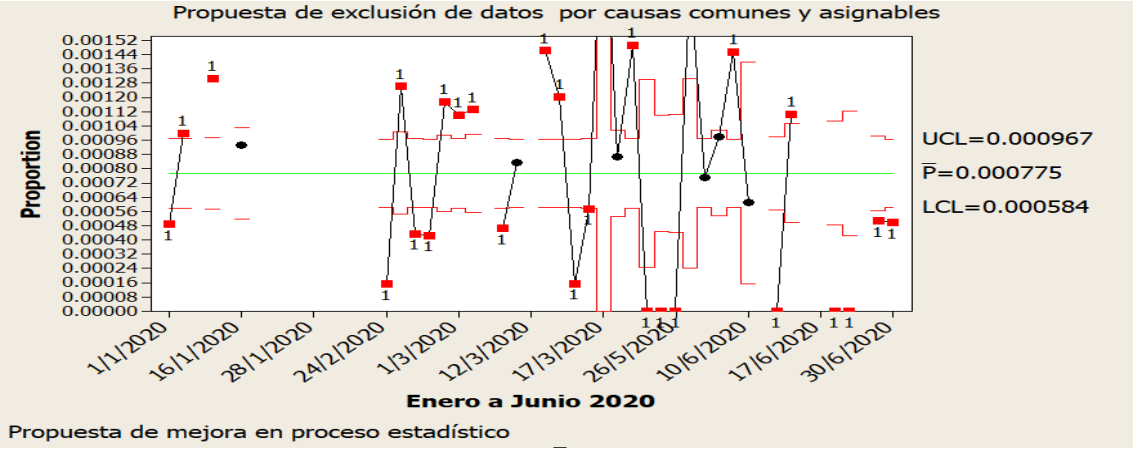
Así mismo, durante el proceso de envasado de agua, existen también las causas especiales o no asignables que propiamente son las variaciones inusuales no observadas, para el presente caso, los daños mecánicos por elementos deteriorados o la falta de mantenimiento propio en la operación de envasado de agua.

A continuación, las propuestas gráficas con la exclusión de los datos o lotes asignados de las causas comunes y especiales, que se presentaron en el proceso de llenado.

Para ayuda visual del comportamiento estadístico del proceso de envasado de agua se lo configura por medio de minitab en periodo de seis meses.

4.2.2.4.1 Graficas P con exclusión de los días con presencia de causas comunes y especiales por defectos de botellas dañadas en llenadora de los meses de enero a junio del 2020

Figura 26.- Gráfica P De Botellas Dañadas En Llenadora



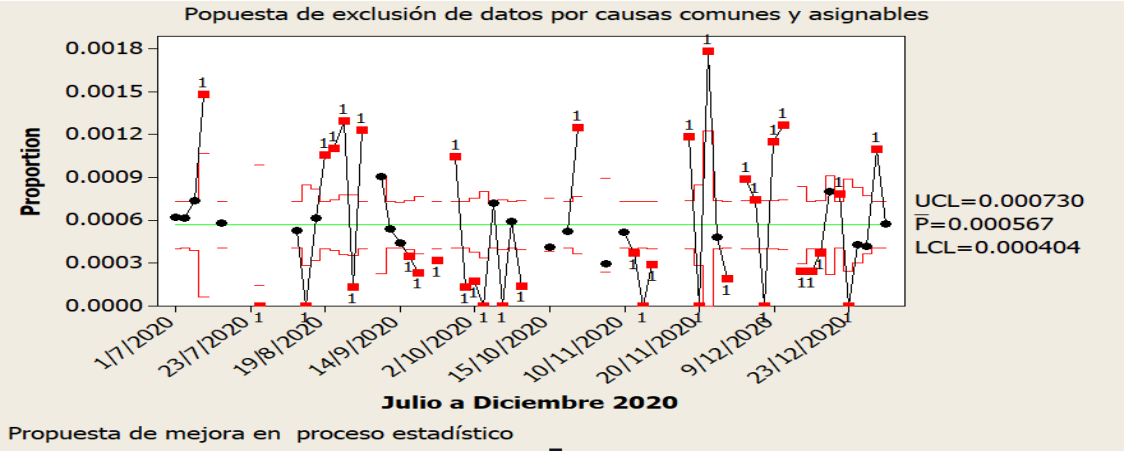
Elaborado por: El autor.

En la figura # 26 de los defectos de botellas por daño en llenadora de los meses de enero a junio del 2020 se puede apreciar la exclusión de los datos dos por causas comunes y especiales de que se consideraron anteriormente, pero se puede visualizar que los datos que estaban antes del límite superior tienden a proyectar una tendencia fuera de este, es decir, la proporción de defectos que estaban cerca del límite superior expulsa los datos por encima del límite, creando nueva dispersión, que requerirá nuevo ajuste.

No se considera los datos que se encuentran por debajo del límite inferior, por motivo que los valores deben partir de cero como condición de ausencia de defectos en el proceso de envasado.

4.2.2.4.2 Graficas P con exclusión de los días con presencia de causas comunes y especiales por defectos de botellas dañadas en llenadora de los meses de julio a diciembre del 2020

Figura 27.- Gráfica P De Botellas Dañadas En Llenadora



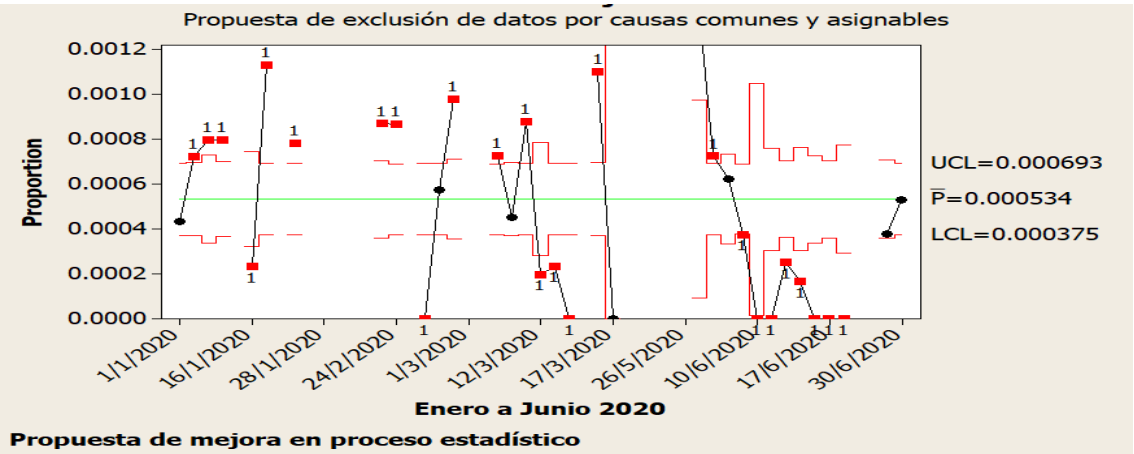
Elaborado por: El autor.

En la figura# 27 de los defectos de botellas por daño en llenadora de los meses de julio a diciembre del 2020 se puede apreciar la exclusión de los datos dos por causas comunes y especiales de que se consideraron anteriormente, pero se puede visualizar que los datos que estaban antes del límite superior tienden a proyectar una tendencia fuera de este, es decir, la proporción de defectos que estaban cerca del límite superior expulsa los datos por encima del límite, creando nueva dispersión, que requerirá nuevo ajuste.

No se considera los datos que se encuentran por debajo del límite inferior, por motivo que los valores deben partir de cero como condición de ausencia de defectos en el proceso de envasado.

4.2.2.4.3 Graficas P con exclusión de los días con presencia de causas comunes y especiales por defectos de botellas con bajo nivel de llenado de los meses de enero a junio del 2020

Figura 28.- Gráfica De Botellas Con Bajo Nivel De Llenado



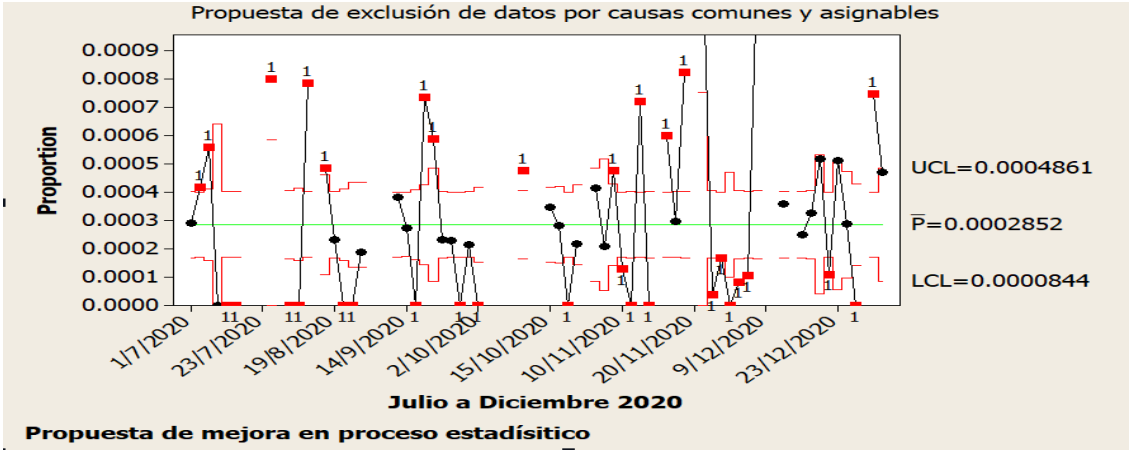
Elaborado por: El autor.

En la figura # 28 de los defectos de botellas por daño en llenadora de los meses de enero a junio del 2020 se puede apreciar la exclusión de los datos por causas comunes y especiales de que se consideraron anteriormente, pero se puede visualizar que los datos que estaban antes del límite superior tienden a proyectar una tendencia fuera de este, es decir, la proporción de defectos que estaban cerca del límite superior expulsa los datos por encima del límite, creando nueva dispersión, que requerirá nuevo ajuste.

No se considera los datos que se encuentran por debajo del límite inferior, por motivo que los valores deben partir de cero como condición de ausencia de defectos en el proceso de envasado.

4.2.2.4.4 Graficas P con exclusión de los días con presencia de causas comunes y especiales por defectos de botellas con bajo nivel de llenado de los meses de julio a diciembre del 2020

Figura 29.- Gráfica P de Botellas Con Bajo Nivel De Llenado



Elaborado por: El autor.

En la figura # 29 de los defectos de botellas por daño en llenadora de los meses de julio a diciembre del 2020 se puede apreciar la exclusión de los datos dos por causas comunes y especiales de que se consideraron anteriormente, pero se puede visualizar que los datos que estaban antes del límite superior tienden a proyectar una tendencia fuera de este, es decir, la proporción de defectos que estaban cerca del límite superior expulsa los datos por encima del límite, creando nueva dispersión, que requerirá nuevo ajuste.

No se considera los datos que se encuentran por debajo del límite inferior, por motivo que los valores deben partir de cero como condición de ausencia de defectos en el proceso de envasado.

4.2.2.5 Desarrollo de la etapa CONTROLAR (DMAIC)

En esta quinta y última etapa específicamente es control que se empleará en el proceso de envasado de agua en ejecución, por medio de las cartas por atributos P y que permitan que las acciones de mejora observadas sirvan para disminuir la ocurrencia de defectos en la ejecución del proceso y que sean sostenibles en el tiempo, basándose en el control estadístico y ejecutado dentro de la metodología DMAIC.

Identificadas los principales problemas que ocasionan los defectos en la línea de producción de envasado de agua como fueron botellas dañadas en llenadora y botellas con bajo nivel de llenado, el proyecto debe ser monitoreo por el equipo de trabajo seleccionado posterior a las acciones ejecutadas, para que en un corto plazo ver las mejoras con la disminución de defectos.

Dentro del análisis del problema de merma de defectos en una líneas de envasado de agua, la utilización del control estadístico por cartas de control para atributos P, se pudo demostrar que existía una proporción de defectos elevada, durante sus producciones, del año 2020 entre los meses de enero a junio como semestre 1 y julio a diciembre como semestre 2 separados por la cantidad de datos y para que se pueda apreciar gráficamente. Se analizaron los defectos más representativos en la línea, botellas dañadas en llenadora y botellas con bajo nivel de llenado, en ambos gráficos de los defectos se encontraron datos por encima del límite superior, originado una variabilidad muy alta, o estadísticamente proceso fuero de control; como se pudo observar en las figuras 15 - 16 y 21 -22 en ese orden respectivamente dentro de la etapa de medir.

Posteriormente en la etapa de mejora, se propuso excluir los puntos con mayor distancia al límite superior, se identificaron los puntos como causas asignables propias del proceso de envasado y especiales no esperadas que se derivaban de ocurrencias poco comunes y nuevamente se realizó las gráfica de atributos P para los dos defectos botellas dañadas en llenadora y botellas con bajo nivel de llenado, como propuesta de mejora, para observar la disminución de la variabilidad en las dos gráficas de envases dañados en llenadora de las figuras #25 y #26 como también en las dos gráficas #27 y #28 de botellas con bajo nivel de llenado; también se pudo observar que los datos que antes estaban cercano al límite superior, se proyectan hacia arriba, es decir, el proceso no está del todo ajustado o cercano al límite superior. Cabe mencionar que no se está considerando los datos dentro de las especificaciones al límite inferior, por motivo que se considera cero defectos como inicio del límite.

Siendo una propuesta tecnológica la presente tesis con la finalidad de mejorar un proceso específico en una línea de envasado de agua y de implementar a corto plazo se empleó la metodología DMAIC como herramienta de resolución de problemas, se plantea desarrollar un orden sistema para disminuir los defectos en una línea de envasado de agua.

Para esto dentro de una de las fases de esta metodología es la de medir, se deberá llevar el mismo esquema de monitoreo durante las producciones programadas, es decir, detallar los defectos existentes durante el periodo de la producción, registrar en el formato de control de defectos que se propone y registrar hora a hora los eventos que se den en los envases, encasillarlos de acuerdo a los defectos que se encuentren descritos, así mismo, detallar la o las causas que se presenten siendo estas comunes o especiales, de acuerdo a su origen y al final de la producción se tabulará los defectos existentes y se sacará la proporción de cada uno de ellos, para posterior graficar en la carta de control por atributos P del software, para continuar con la fase analizar, que permitirá conocer lo que estaría sucediendo en la línea de envasado de agua, refiriéndose a la merma de envases y finalmente entrar a la fase control para dimensionar la proporción de envases con defectos que generan merma en el proceso, identificar las causas raíces del problemas presentes y plantear las acciones correctivas, con planes de acción, en conjunto con las áreas de interés, para obtener un proceso bajo control.

En el desarrollo de la propuesta y dentro de la fase de análisis se demostró que existían causas asignables dentro del proceso de envasado de agua que ocasionaban la existencia de envases con defectos y que se demostró de acuerdo con el diagrama causa-efecto, para lo cual la organización tendrá que desarrollar un programa de mantenimiento preventivo programado en la línea de envasado de agua, específicamente en la llenadora para disminuir los defectos que están causando daño en los envases , así como también, los defectos que causan el nivel bajo de llenado.

Otra actividad que la organización como propuesta de mejora se plantea es la capacitación y entrenamiento al personal operativo sobre el mantenimiento autónomo, para que se ejecuten como actividades rutinarias, durante el desarrollo de manufactura esto es antes, durante y posterior al proceso de envasado de agua, con la finalidad de prevenir la ocurrencia de defectos en los envases.

Otro factor que la organización deberá desarrollar actividades con el fin de disminuir los defectos en la línea de envasado de agua es el empoderamiento al personal operativo sobre el conocimiento de las gráficas de control P la interpretación y la importancia del control estadístico, como medio de monitoreo y análisis de resultados sobre el proceso productivo.

CONCLUSIONES

En el análisis de la situación actual de la empresa, en relación con el proceso productivo, se desarrolla el estudio en la línea de producción de envasado de agua, proporcionando elementos que permitieron evidenciar una merma de envases por defectos, como fueron botellas dañadas en llenadora, botellas con bajo nivel de llenado, botellas dañadas en capsulador y botellas sin tapa, durante la operación de envasado, en el periodo de análisis de enero a diciembre del año 2020.

Con la propuesta metodológica de la herramienta DMAIC en ejecución de sus cinco etapas, la definición del problema, la medición, el análisis, el mejoramiento y en el control; se buscó un orden sistemático permitiendo obtener un análisis a la problemática de existencia de merma de envases, durante el proceso de envasado y obteniendo resultados posibles para minimizar la existencia de estos defectos durante su producción.

Así mismo la metodología DMAIC en sus diferentes etapas existen herramientas que permiten identificar problemas y que ayudan a reducir la variabilidad en los procesos, como se lo desarrolló en la presente tesis enfocado en proponer la disminución de merma de envases en el proceso productivo de una línea de envasado de agua.

En el desarrollo de la metodología DMAIC para el presente trabajo, se consideró el control estadístico basado en cartas de control por atributos P que permitieron visualizar las proporciones de defectos que se presentaron durante las producciones de una línea de envasado de agua ejecutadas, en el periodo analizado del año 2020.

Previo al control estadístico se determinó los defectos de mayor interés o críticas que se presentaban en la línea de envasado de agua identificando su causa raíz y posteriormente definiéndose el control estadístico a emplear como fueron las cartas de control P que permitieron monitorear de manera práctica la variabilidad de estos en función del tiempo.

Se propone un formato de mantenimiento preventivo que registre la revisión diaria del funcionamiento de la llenadora y sus partes involucradas, para que sirva de información de entrada

hacia el departamento de técnico para la planificación de mantenimientos programados (ver anexo 7)

Como parte final del estudio investigativo se propuso la metodología DMAIC como enfoque de resolución de problemas basado en datos que ayudó a esquematizar un modelo de análisis de una problemática existente, siendo el caso de estudio una línea de envasado de agua, analizando la variabilidad del proceso en relación con proporciones de defectos y con resultados que permitirán con la disminución de defectos de envases en el proceso de envasado de agua.

RECOMENDACIONES

La metodología DMAIC es una herramienta que sirve para mejorar, optimizar e incrementar procesos productivos de productos y servicios, enfocado en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error.

Capacitar al personal de toda estructura jerárquica sobre la metodología DMAIC sobre el análisis, desarrollo y aplicación en los procesos de productivos en sus diferentes etapas con la finalidad tener equipos multidisciplinarios de trabajo que aporten en la mejora de su eficacia como la eficiencia organizacional.

Fábrica de chocolates como reducción de tiempo cambios de formato, paros no programados y reducción de tiempos de aseo, entre otros.

Como oportunidad de mejora al personal operativo saber diferenciar correctamente las causas comunes y asignables en el proceso de envasado de agua para identificar con mejor precisión la causa - raíz que puede afectar la estabilidad del proceso para poder reducir o eliminar la ocurrencia de defectos y obtener un proceso con mejor control estadístico.

Capacitar al personal en interpretación de control estadístico de procesos mediante las cartas de control P mencionadas en la presente tesis, con la finalidad de tener el dominio de la toma de decisiones asertivas cuando se presenten eventos que comprometan la presencia de defectos en los envases durante la producción, permitiendo plantear las acciones correctivas o preventivas si fuese el caso; cuando existan causa asignable que puedan afectar proceso.

Todos los cambios realizados en la línea de envasado de agua deben ser comunicados constantemente al personal operativo como de supervisión para que a través del tiempo sean sostenibles.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUENTES PERIÓDICAS

adp. (2019). Lean Six Sigma: ¿Cómo funciona esta metodología para reducir fallos? adp. Obtenido de Lean Six Sigma: ¿Cómo funciona esta metodología para reducir fallos?: https://www.apd.es/lean-six-sigma-como-funciona/

El Diario.es. (2015). *El Diario.es*. Obtenido de ¿Que es más saludable, beber agua embotellada o del grifo?: https://www.eldiario.es/consumoclaro/ahorrar_mejor/agua-grifo-botella-buena-salud-contaminantes-infecciones_1_1156360.html

El Universo. (2019). El consumo de agua embotellada supera el de bebidas gaseosas en Ecuador. *El Universo*.

García, E. P.-M. (2014). *Tecnología en Marcha.* Obtenido de Implementación de la metodología DMAIC - Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2070/1876

FUENTES DE LA EDITORIAL

Collado, H. S.-F. (2014). *Metodología de la Investigación.* México: McGraw - Hill.

Equipo editorial, E. (2021). *Concepto*. Obtenido de Excel: https://concepto.de/excel/

Lucio, M. H.-R.-B. (2014). *Metodología de la investigación.* Mexico: Graw Hill.

Pinasco, G. (2020). Fuerte presencia del agua purificada en el mercado nacional. *Vistazo*.

Sampieri, R. (2006). *La elaboración del marco teórico revisión de la literatura y construcción de una perspectiva teórica.* México: Mc Graw - Hill.

Vara, H. G.-R. (2004). *Análisis y diseño de experimentos.* México: Mc Graw Hill.

Vinasco, L. (2012). *Estadística Descriptiva con Minitab.* Cali: Libros.

FUENTES DEL SITIO WEB

Arenhart, J. (2018). *Qualiex*. Obtenido de Diagrama de Ishikawa: https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/

Arevalo, M. (2014). *Maria Eugenia Arevalo Lizardo*. Obtenido de Etapas de la fase de definición #SeisSigma: https://arevalomaria.wordpress.com/category/six-sigma/page/2/

Betancourt, D. (2018). *IngenioEmpresa*. Obtenido de Los 5 Por qué: Análsis de la causa raíz basado en preguntas: https://www.ingenioempresa.com/los-5-por-que/

Buestán, M. (2013). *Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción.* Obtenido de Aplicación de la metodología Seis Sigma para reducir la pérdida: http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP135.pdf

Castro, J. (2016). *Universidad Nacional de Trujillo Facultad De Ingeniería.* Obtenido de Propuesta de implementación de la metodología lean manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado Pet de la empresa Ajeper S.A: https://acortar.link/o0whVD

García, S. (2012). *Universidad de Oviedo.* Obtenido de Estudio de Mejoras en el Proceso Productivo en Indusria de Bebidas: https://acortar.link/7p70hl

González, R. (2012). *PDCA HOME*. Obtenido de Diagrama Pareto: Curva 80-20: https://www.pdcahome.com/diagrama-de-pareto/

Hernández, C. (2014). *Universidad Veracruzana.* Obtenido de La Metodología lean seis sigma, sus herramientas y ventajas: https://acortar.link/4jhfrK

Inttedya. (2014). *International Dynamic Advisors*. Obtenido de Lean Manufacturing: Herramienta de ámbito mundial para reducir costes y desperdicios: https://acortar.link/1hwY9Q

Lluaricancha, P. C.-P.-R. (2018). *Repositorio Académico UPC.* Obtenido de Propuesta de mejora de una línea de bebidas para incrementar su productividad: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625474/CabreraH_P.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Manzur, E. C.-R. (2015). *Escuela de Ingeniería de Antioquia.* Obtenido de Aplicación de la metodología seis sigma para la disminución del indicador de la merma de envase retornable en la planta de coca - cola femsa nodo Medellín: https://core.ac.uk/download/pdf/232126584.pdf

Manzur, E. C.-R. (2015). *Escuela de Ingeniería de Antioquia Ingeniería Industrial Envigado 2015.* Obtenido de Aplicacion de la metodología seis sigma para la disminucion del indicador de la merma de envasesvretornables en planta de Coca-Cola FEMSA nodo Medellin: https://acortar.link/zjQi4e

Martínez, C. (2020). *Escuela de datos*. Obtenido de Diseño de investigación, muestreo y métodos de recolección de datos: https://escueladedatos.online/diseno-de-investigacion-muestreo-y-metodos-de-recoleccion-de-datos/

Mercado, V. D.-V. (2013). *Universidad de la Costa, CUC.* Obtenido de Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yourt Purepak de 210g en la máquina Nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología seis sigma: https://acortar.link/5I6uNT

Ministerio de Trabajo. (2020). *Dirección de servicios, procesos e innovación* . Obtenido de Guía de control estdístico del proceso y determinación de causas comunes /especiales y acciones correctivas: https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/08/33-DSPI-17-Guia-de-control-estadistico-del-proceso-y-determinacion-de-causas.pdf

Minitab. (2021). *Soporte de Minitab 20*. Obtenido de Revisión general de Gráfica P: https://acortar.link/OZ25fl

Minitab. (2021). *Soporte de Minitab 20*. Obtenido de Métodos y fórmulas para la gráfica P: https://support.minitab.com/es-mx/minitab/20/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/how-to/attributes-charts/p-chart/methods-and-formulas/methods-and-formulas/#plotted-points

Moreano, A. (2010). *Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).* Obtenido de Diseño para la Implementación de la Metodología Seis Sigma en una Línea de Producción de Queso Fresco: https://core.ac.uk/download/pdf/12399425.pdf

Ñaupas, R. H.-J.-M.-H. (2018). *Ediciones de la U.* Obtenido de Metodología de la Investigación: https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf

Penagos, J. (2009). *Penagos.net*. Obtenido de Lluvia de ideas: http://penagos.net/lluvia-de-ideas/

Plitt, L. (2010). *BBC NEWS / MUNDO*. Obtenido de Agua del grifo igual a la embotellada: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/12/101214_agua_embotellada_grifo_lp

Reyes, M. C.-J. (2015). *Universidad de Guayaquil.* Obtenido de Diseño de un modelo de gestión enfocado en la metodología six sigma para mejorar la eficiencia y productividad de la empresa Corpmaster S.A.: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11180/1/TESIS%20FINAL%20CRUZ%20-%20REYES.pdf

Rivera, C. (2020). *Universidad Técnica de Ambato.* Obtenido de Facultad de Ingeniería en sistemas, electrónica e industrial: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30738/1/Tesis_t1690id.pdf

Rosales, E. (2020). *¿Como el agua siendo un producto gratis se convirtió en una industria que vale millones?* Obtenido de Management - Dinero en imagen: https://acortar.link/6xwcEb

Salazar, B. (2019). *Ingeniería Industrial* . Obtenido de ¿Qué es Six sigma?: https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-calidad/que-es-six-sigma/

Sánchez, E. (2005). *Universidad de Piura.* Obtenido de Seis Sigma, filosofía de gestión de la calidad: Estudio Teórico y su posible aplicaciónen el Perú: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1213/ING_427.pdf?sequence=1

Sánchez, E. (2005). *Universidad de Piura.* Obtenido de Seis Sigma. filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en el Perú: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1213/ING_427.pdf

Santamaría, V. (2005). *Zamorano.* Obtenido de Implementación de Seis Sigma en la línea de producción de queso mozzarella en la Compañía del Campo Ltda.: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5370/1/AGI-2005-T034.pdf

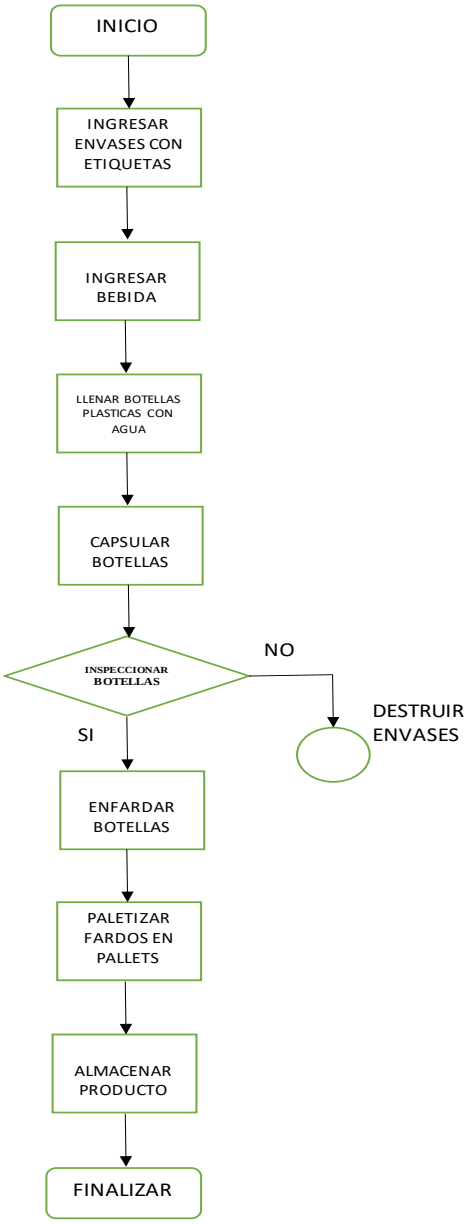
Soriagua. (2020). *Soriagua.* Obtenido de Ventajas y desventajas del agua embotellada: https://soriagua.com/botellas-de-agua/ventajas-y-desventajas-del-agua-embotellada/

Toledo, L. (2015). *Universidad Autonoma del Estado de México*. Obtenido de Estadística II Modelos de serie de tiempos: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32339/secme-11680.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vite, C. (2015). *Escuela Superior Politécnica del Litoral.* Obtenido de Implementación de la Metodología DMAIC para Reducir los defectos de Etiquetado en una Línea Embotelladora de Bebidas : https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89200/D-88074.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Proceso De Envasado De Agua



Elaborado por: El autor.

Anexo 2: Recopilación Documental De Defectos Línea De Envasado De Agua Enero A Diciembre Año 2020

Sub grupos	Fechas de producción Año 2020	Unidades de Botellas producidas	Botellas dañadas en llenadora	Botellas dañadas en capsulador	Botellas destapadas	Botellas con bajo nivel de llenado
1	1/1/2020	183840	90	70	0	80
2	2/1/2020	179760	180	200	31	130
3	11/1/2020	125328	380	180	149	100
4	12/1/2020	172656	226	0	0	138
5	13/1/2020	192720	355	215	472	565
6	16/1/2020	106824	100	120	22	25
7	17/1/2020	191820	497	184	0	217
8	18/1/2020	181488	285	200	138	360
9	26/1/2020	191640	400	200	105	150
10	27/1/2020	184548	400	150	160	300
11	28/1/2020	136020	240	150	150	186
12	3/2/2020	186912	306	325	565	315
13	17/2/2020	65340	250	110	100	150
14	18/2/2020	149748	340	100	40	230
15	22/2/2020	160740	500	180	100	140
16	24/2/2020	193488	30	50	195	168
17	26/2/2020	130608	165	181	181	245
18	27/2/2020	185880	81	63	182	0
19	28/2/2020	187440	80	117	155	108
20	29/2/2020	150180	177	141	228	147
21	1/3/2020	181128	200	100	80	371
22	7/3/2020	142068	161	37	74	316
23	8/3/2020	192372	320	0	189	140
24	9/3/2020	178632	83	0	64	81
25	10/3/2020	191028	160	0	0	168
26	12/3/2020	75768	150	140	25	15
27	13/3/2020	191160	280	90	107	45
28	14/3/2020	191052	230	259	0	0
29	15/3/2020	192564	30	84	0	266
30	16/3/2020	182124	105	185	206	201
31	17/3/2020	4152	50	70	15	0
32	18/3/2020	117312	102	131	141	185
33	19/3/2020	178764	267	127	315	298
34	14/5/2020	25020	0	116	84	116
35	15/5/2020	64500	0	0	170	114
36	26/5/2020	63480	0	215	160	324
37	1/6/2020	24660	45	10	40	34
38	2/6/2020	185844	140	90	177	135
39	4/6/2020	120492	118	95	102	75
40	5/6/2020	194340	283	107	206	73
41	10/6/2020	17940	11	20	15	0
42	11/6/2020	92544	390	0	25	0
43	12/6/2020	166692	0	0	0	42
44	15/6/2020	90252	100	80	90	15
45	16/6/2020	126900	250	280	27	0
46	17/6/2020	161520	400	500	45	0
47	18/6/2020	81972	0	572	101	0
48	22/6/2020	56568	0	178	0	112
49	23/6/2020	163740	300	274	238	215
50	29/6/2020	158928	81	27	81	60
51	30/6/2020	190188	95	165	139	101
52	1/7/2020	185520	115	295	85	54
53	2/7/2020	191820	118	123	156	80
54	3/7/2020	162696	120	16	20	91
55	7/7/2020	20304	30	20	15	0
56	8/7/2020	190548	260	180	25	0
57	9/7/2020	190308	110	60	25	0
58	16/7/2020	174828	673	0	90	210
59	17/7/2020	190128	288	0	112	1989
60	23/7/2020	77064	143	132	135	103

Elaborado por: El autor.

RECOPILACIÓN DOCUMENTAL DE DEFECTOS LÍNEA DE ENVASADO DE AGUA ENERO A DICIEMBRE AÑO 2020						
Sub grupos	Fechas de producción Año 2020	Unidades de Botellas producidas	Botellas dañadas en llenadora	Botellas dañadas en capsulador	Botellas destapadas	Botellas con bajo nivel de llenado
61	4/8/2020	28788	0	0	38	23
62	5/8/2020	154368	273	109	116	210
63	6/8/2020	177540	538	0	0	0
64	7/8/2020	157440	225	0	0	0
65	13/8/2020	191076	101	82	83	150
66	14/8/2020	63840	0	0	0	104
67	15/8/2020	82704	51	32	58	40
68	19/8/2020	189672	200	100	0	44
69	20/8/2020	163464	180	80	29	0
70	21/8/2020	116160	150	90	15	0
71	25/8/2020	112464	15	22	0	21
72	26/8/2020	186828	230	108	215	301
73	28/8/2020	191604	250	0	120	189
74	3/9/2020	43236	39	115	20	164
75	4/9/2020	193680	105	80	60	74
76	14/9/2020	680280	88	33	34	55
77	15/9/2020	171408	60	80	7	0
78	18/9/2020	127812	30	0	12	94
79	22/9/2020	64740	121	59	125	38
80	23/9/2020	189480	60	25	0	44
81	25/9/2020	196608	417	0	0	45
82	29/9/2020	191940	200	110	22	0
83	1/10/2020	190356	25	0	0	41
84	2/10/2020	144552	25	0	0	0
85	5/10/2020	94608	0	170	61	100
86	7/10/2020	192540	139	0	90	189
87	8/10/2020	166632	0	66	85	310
88	9/10/2020	191424	113	0	155	182
89	10/10/2020	176892	25	13	0	84
90	13/10/2020	14184	46	31	0	21
91	14/10/2020	120576	672	324	159	234
92	15/10/2020	147468	61	81	28	51
93	21/10/2020	138444	250	130	80	39
94	22/10/2020	191988	100	90	22	0
95	23/10/2020	128064	160	60	25	28
96	29/10/2020	117264	732	378	315	525
97	30/10/2020	64944	250	120	35	27
98	4/11/2020	47640	14	11	2	10
99	9/11/2020	124080	190	300	28	59
100	10/11/2020	193536	100	60	14	25
101	11/11/2020	189264	70	20	16	0
102	12/11/2020	191964	0	0	0	138
103	13/11/2020	189564	55	30	14	0
104	16/11/2020	103692	302	0	42	112
105	17/11/2020	191664	416	0	0	115
106	18/11/2020	191184	252	0	0	57
107	19/11/2020	182028	215	213	115	150
108	20/11/2020	64536	0	59	39	92
109	23/11/2020	11808	21	13	0	15
110	24/11/2020	181524	87	54	30	7
111	25/11/2020	192324	37	11	18	32
112	1/12/2020	74820	180	30	27	0
113	2/12/2020	179988	160	20	15	15
114	3/12/2020	188592	140	30	20	20
115	4/12/2020	178140	0	204	178	218
116	9/12/2020	182520	210	150	130	340
117	10/12/2020	170232	215	168	189	178
118	11/12/2020	187380	330	0	175	67
119	14/12/2020	69552	17	21	19	25
120	15/12/2020	188376	46	51	35	47
121	16/12/2020	178332	66	42	10	58
122	19/12/2020	42600	34	51	9	22
123	20/12/2020	191580	150	60	20	21
124	23/12/2020	48948	0	30	5	25
125	24/12/2020	72624	31	24	17	21
126	26/12/2020	124584	52	25	13	0
127	27/12/2020	191760	210	155	106	330
128	28/12/2020	191460	110	0	105	143
129	31/12/2020	63636	99	36	60	30

Anexo 3: Plantilla De Cálculos Para Botellas Dañadas En Llenadora (Subgrupos)

Sub grupos	Fechas de produccion Año 2020	Unidades de Botellas producidas	Botellas dañadas en llenadora	Proporción de defectos	en porcentaje	Sub grupos	Fechas de produccion Año 2020	Unidades de Botellas producidas	Botellas dañadas en llenadora	Proporción de defectos	en porcentaje
1	1/1/2020	183840	90	0.000	0.049%	**71**	25/8/2020	112464	15	0.000	0.013%
2	2/1/2020	179760	180	0.001	0.100%	**72**	26/8/2020	186828	230	0.001	0.123%
3	11/1/2020	125328	380	0.003	0.303%	**73**	28/8/2020	191604	250	0.001	0.130%
4	12/1/2020	172656	226	0.001	0.131%	**74**	3/9/2020	43236	39	0.001	0.090%
5	13/1/2020	192720	355	0.002	0.184%	**75**	4/9/2020	193680	105	0.001	0.054%
6	16/1/2020	106824	100	0.001	0.094%	**76**	14/9/2020	680280	88	0.000	0.013%
7	17/1/2020	191820	497	0.003	0.259%	**77**	15/9/2020	171408	60	0.000	0.035%
8	18/1/2020	181488	285	0.002	0.157%	**78**	18/9/2020	127812	30	0.000	0.023%
9	26/1/2020	191640	400	0.002	0.209%	**79**	22/9/2020	64740	121	0.002	0.187%
10	27/1/2020	184548	400	0.002	0.217%	**80**	23/9/2020	189480	60	0.000	0.032%
11	28/1/2020	136020	240	0.002	0.176%	**81**	25/9/2020	196608	417	0.002	0.212%
12	3/2/2020	186912	306	0.002	0.164%	**82**	29/9/2020	191940	200	0.001	0.104%
13	17/2/2020	65340	250	0.004	0.383%	**83**	1/10/2020	190356	25	0.000	0.013%
14	18/2/2020	149748	340	0.002	0.227%	**84**	2/10/2020	144552	25	0.000	0.017%
15	22/2/2020	160740	500	0.003	0.311%	**85**	5/10/2020	94608	0	0.000	0.000%
16	24/2/2020	193488	30	0.000	0.016%	**86**	7/10/2020	192540	139	0.001	0.072%
17	26/2/2020	130608	165	0.001	0.126%	**87**	8/10/2020	166632	0	0.000	0.000%
18	27/2/2020	185880	81	0.000	0.044%	**88**	9/10/2020	191424	113	0.001	0.059%
19	28/2/2020	187440	80	0.000	0.043%	**89**	10/10/2020	176892	25	0.000	0.014%
20	29/2/2020	150180	177	0.001	0.118%	**90**	13/10/2020	14184	46	0.003	0.324%
21	1/3/2020	181128	200	0.001	0.110%	**91**	14/10/2020	120576	672	0.006	0.557%
22	7/3/2020	142068	161	0.001	0.113%	**92**	15/10/2020	147468	61	0.000	0.041%
23	8/3/2020	192372	320	0.002	0.166%	**93**	21/10/2020	138444	250	0.002	0.181%
24	9/3/2020	178632	83	0.000	0.046%	**94**	22/10/2020	191988	100	0.001	0.052%
25	10/3/2020	191028	160	0.001	0.084%	**95**	23/10/2020	128064	160	0.001	0.125%
26	12/3/2020	75768	150	0.002	0.198%	**96**	29/10/2020	117264	732	0.006	0.624%
27	13/3/2020	191160	280	0.001	0.146%	**97**	30/10/2020	64944	250	0.004	0.385%
28	14/3/2020	191052	230	0.001	0.120%	**98**	4/11/2020	47640	14	0.000	0.029%
29	15/3/2020	192564	30	0.000	0.016%	**99**	9/11/2020	124080	190	0.002	0.153%
30	16/3/2020	182124	105	0.001	0.058%	**100**	10/11/2020	193536	100	0.001	0.052%
31	17/3/2020	4152	50	0.012	1.204%	**101**	11/11/2020	189264	70	0.000	0.037%
32	18/3/2020	117312	102	0.001	0.087%	**102**	12/11/2020	191964	0	0.000	0.000%
33	19/3/2020	178764	267	0.001	0.149%	**103**	13/11/2020	189564	55	0.000	0.029%
34	14/5/2020	25020	0	0.000	0.000%	**104**	16/11/2020	103692	302	0.003	0.291%
35	15/5/2020	64500	0	0.000	0.000%	**105**	17/11/2020	191664	416	0.002	0.217%
36	26/5/2020	63480	0	0.000	0.000%	**106**	18/11/2020	191184	252	0.001	0.132%
37	1/6/2020	24660	45	0.002	0.182%	**107**	19/11/2020	182028	215	0.001	0.118%
38	2/6/2020	185844	140	0.001	0.075%	**108**	20/11/2020	64536	0	0.000	0.000%
39	4/6/2020	120492	118	0.001	0.098%	**109**	23/11/2020	11808	21	0.002	0.178%
40	5/6/2020	194340	283	0.001	0.146%	**110**	24/11/2020	181524	87	0.000	0.048%
41	10/6/2020	17940	11	0.001	0.061%	**111**	25/11/2020	192324	37	0.000	0.019%
42	11/6/2020	92544	390	0.004	0.421%	**112**	1/12/2020	74820	180	0.002	0.241%
43	12/6/2020	166692	0	0.000	0.000%	**113**	2/12/2020	179988	160	0.001	0.089%
44	15/6/2020	90252	100	0.001	0.111%	**114**	3/12/2020	188592	140	0.001	0.074%
45	16/6/2020	126900	250	0.002	0.197%	**115**	4/12/2020	178140	0	0.000	0.000%
46	17/6/2020	161520	400	0.002	0.248%	**116**	9/12/2020	182520	210	0.001	0.115%
47	18/6/2020	81972	0	0.000	0.000%	**117**	10/12/2020	170232	215	0.001	0.126%
48	22/6/2020	56568	0	0.000	0.000%	**118**	11/12/2020	187380	330	0.002	0.176%
49	23/6/2020	163740	300	0.002	0.183%	**119**	14/12/2020	69552	17	0.000	0.024%
50	29/6/2020	158928	81	0.001	0.051%	**120**	15/12/2020	188376	46	0.000	0.024%
51	30/6/2020	190188	95	0.000	0.050%	**121**	16/12/2020	178332	66	0.000	0.037%
52	1/7/2020	185520	115	0.001	0.062%	**122**	19/12/2020	42600	34	0.001	0.080%
53	2/7/2020	191820	118	0.001	0.062%	**123**	20/12/2020	191580	150	0.001	0.078%
54	3/7/2020	162696	120	0.001	0.074%	**124**	23/12/2020	48948	0	0.000	0.000%
55	7/7/2020	20304	30	0.001	0.148%	**125**	24/12/2020	72624	31	0.000	0.043%
56	8/7/2020	190548	260	0.001	0.136%	**126**	26/12/2020	124584	52	0.000	0.042%
57	9/7/2020	190308	110	0.001	0.058%	**127**	27/12/2020	191760	210	0.001	0.110%
58	16/7/2020	174828	673	0.004	0.385%	**128**	28/12/2020	191460	110	0.001	0.057%
59	17/7/2020	190128	288	0.002	0.151%	**129**	31/12/2020	63636	99	0.002	0.156%
60	23/7/2020	77064	143	0.002	0.186%						
61	4/8/2020	28788	0	0.000	0.000%						
62	5/8/2020	154368	273	0.002	0.177%						
63	6/8/2020	177540	538	0.003	0.303%						
64	7/8/2020	157440	225	0.001	0.143%						
65	13/8/2020	191076	101	0.001	0.053%						
66	14/8/2020	63840	0	0.000	0.000%						
67	15/8/2020	82704	51	0.001	0.062%						
68	19/8/2020	189672	200	0.001	0.105%						
69	20/8/2020	163464	180	0.001	0.110%						
70	21/8/2020	116160	150	0.001	0.129%						

Elaborado por: El autor.

Anexo 4: Plantilla De Cálculos Para Botellas Dañadas En Capsulador (Subgrupos)

Sub grupos	Fechas de produccion Año 2020	Unidades de Botellas producidas	Botellas dañadas en capsulador	Proporción de defectos	en porcentaje
1	1/1/2020	183840	70	0.000	0.038%
2	2/1/2020	179760	200	0.001	0.111%
3	11/1/2020	125328	180	0.001	0.144%
4	12/1/2020	172656	0	0.000	0.000%
5	13/1/2020	192720	215	0.001	0.112%
6	16/1/2020	106824	120	0.001	0.112%
7	17/1/2020	191820	184	0.001	0.096%
8	18/1/2020	181488	200	0.001	0.110%
9	26/1/2020	191640	200	0.001	0.104%
10	27/1/2020	184548	150	0.001	0.081%
11	28/1/2020	136020	150	0.001	0.110%
12	3/2/2020	186912	325	0.002	0.174%
13	17/2/2020	65340	110	0.002	0.168%
14	18/2/2020	149748	100	0.001	0.067%
15	22/2/2020	160740	180	0.001	0.112%
16	24/2/2020	193488	50	0.000	0.026%
17	26/2/2020	130608	181	0.001	0.139%
18	27/2/2020	185880	63	0.000	0.034%
19	28/2/2020	187440	117	0.001	0.062%
20	29/2/2020	150180	141	0.001	0.094%
21	1/3/2020	181128	100	0.001	0.055%
22	7/3/2020	142068	37	0.000	0.026%
23	8/3/2020	192372	0	0.000	0.000%
24	9/3/2020	178632	0	0.000	0.000%
25	10/3/2020	191028	0	0.000	0.000%
26	12/3/2020	75768	140	0.002	0.185%
27	13/3/2020	191160	90	0.000	0.047%
28	14/3/2020	191052	259	0.001	0.136%
29	15/3/2020	192564	84	0.000	0.044%
30	16/3/2020	182124	185	0.001	0.102%
31	17/3/2020	4152	70	0.017	1.686%
32	18/3/2020	117312	131	0.001	0.112%
33	19/3/2020	178764	127	0.001	0.071%
34	14/5/2020	25020	116	0.005	0.464%
35	15/5/2020	64500	0	0.000	0.000%
36	26/5/2020	63480	215	0.003	0.339%
37	1/6/2020	24660	10	0.000	0.041%
38	2/6/2020	185844	90	0.000	0.048%
39	4/6/2020	120492	95	0.001	0.079%
40	5/6/2020	194340	107	0.001	0.055%
41	10/6/2020	17940	20	0.001	0.111%
42	11/6/2020	92544	0	0.000	0.000%
43	12/6/2020	166692	0	0.000	0.000%
44	15/6/2020	90252	80	0.001	0.089%
45	16/6/2020	126900	280	0.002	0.221%
46	17/6/2020	161520	500	0.003	0.310%
47	18/6/2020	81972	572	0.007	0.698%
48	22/6/2020	56568	178	0.003	0.315%
49	23/6/2020	163740	274	0.002	0.167%
50	29/6/2020	158928	27	0.000	0.017%
51	30/6/2020	190188	165	0.001	0.087%
52	1/7/2020	185520	295	0.002	0.159%
53	2/7/2020	191820	123	0.001	0.064%
54	3/7/2020	162696	16	0.000	0.010%
55	7/7/2020	20304	20	0.001	0.099%
56	8/7/2020	190548	180	0.001	0.094%
57	9/7/2020	190308	60	0.000	0.032%
58	16/7/2020	174828	0	0.000	0.000%
59	17/7/2020	190128	0	0.000	0.000%
60	23/7/2020	77064	132	0.002	0.171%
61	4/8/2020	28788	0	0.000	0.000%
62	5/8/2020	154368	109	0.001	0.071%
63	6/8/2020	177540	0	0.000	0.000%
64	7/8/2020	157440	0	0.000	0.000%
65	13/8/2020	191076	82	0.000	0.043%
66	14/8/2020	63840	0	0.000	0.000%
67	15/8/2020	82704	32	0.000	0.039%
68	19/8/2020	189672	100	0.001	0.053%
69	20/8/2020	163464	80	0.000	0.049%
70	21/8/2020	116160	90	0.001	0.077%
71	25/8/2020	112464	22	0.000	0.020%
72	26/8/2020	186828	108	0.001	0.058%
73	28/8/2020	191604	0	0.000	0.000%
74	3/9/2020	43236	115	0.003	0.266%
75	4/9/2020	193680	80	0.000	0.041%
76	14/9/2020	680280	33	0.000	0.005%
77	15/9/2020	171408	80	0.000	0.047%
78	18/9/2020	127812	0	0.000	0.000%
79	22/9/2020	64740	59	0.001	0.091%
80	23/9/2020	189480	25	0.000	0.013%
81	25/9/2020	196608	0	0.000	0.000%
82	29/9/2020	191940	110	0.001	0.057%
83	1/10/2020	190356	0	0.000	0.000%
84	2/10/2020	144552	0	0.000	0.000%
85	5/10/2020	94608	170	0.002	0.180%
86	7/10/2020	192540	0	0.000	0.000%
87	8/10/2020	166632	66	0.000	0.040%
88	9/10/2020	191424	0	0.000	0.000%
89	10/10/2020	176892	13	0.000	0.007%
90	13/10/2020	14184	31	0.002	0.219%
91	14/10/2020	120576	324	0.003	0.269%
92	15/10/2020	147468	81	0.001	0.055%
93	21/10/2020	138444	130	0.001	0.094%
94	22/10/2020	191988	90	0.000	0.047%
95	23/10/2020	128064	60	0.000	0.047%
96	29/10/2020	117264	378	0.003	0.322%
97	30/10/2020	64944	120	0.002	0.185%
98	4/11/2020	47640	11	0.000	0.023%
99	9/11/2020	124080	300	0.002	0.242%
100	10/11/2020	193536	60	0.000	0.031%
101	11/11/2020	189264	20	0.000	0.011%
102	12/11/2020	191964	0	0.000	0.000%
103	13/11/2020	189564	30	0.000	0.016%
104	16/11/2020	103692	0	0.000	0.000%
105	17/11/2020	191664	0	0.000	0.000%
106	18/11/2020	191184	0	0.000	0.000%
107	19/11/2020	182028	213	0.001	0.117%
108	20/11/2020	64536	59	0.001	0.091%
109	23/11/2020	11808	13	0.001	0.110%
110	24/11/2020	181524	54	0.000	0.030%
111	25/11/2020	192324	11	0.000	0.006%
112	1/12/2020	74820	30	0.000	0.040%
113	2/12/2020	179988	20	0.000	0.011%
114	3/12/2020	188592	30	0.000	0.016%
115	4/12/2020	178140	204	0.001	0.115%
116	9/12/2020	182520	150	0.001	0.082%
117	10/12/2020	170232	168	0.001	0.099%
118	11/12/2020	187380	0	0.000	0.000%
119	14/12/2020	69552	21	0.000	0.030%
120	15/12/2020	188376	51	0.000	0.027%
121	16/12/2020	178332	42	0.000	0.024%
122	19/12/2020	42600	51	0.001	0.120%
123	20/12/2020	191580	60	0.000	0.031%
124	23/12/2020	48948	30	0.001	0.061%
125	24/12/2020	72624	24	0.000	0.033%
126	26/12/2020	124584	25	0.000	0.020%
127	27/12/2020	191760	155	0.001	0.081%
128	28/12/2020	191460	0	0.000	0.000%
129	31/12/2020	63636	36	0.001	0.057%

Elaborado por: El autor.

Anexo 5: Plantilla De Cálculos Para Botellas Con Bajo Nivel De Llenado (Subgrupos)

Sub grupos	Fechas de produccion Año 2020	Unidades de Botellas producidas	Botellas nivel bajo de llenado	Proporción de defectos	en porcentaje
1	1/1/2020	183840	80	0.000	0.044%
2	2/1/2020	179760	130	0.001	0.072%
3	11/1/2020	125328	100	0.001	0.080%
4	12/1/2020	172656	138	0.001	0.080%
5	13/1/2020	192720	565	0.003	0.293%
6	16/1/2020	106824	25	0.000	0.023%
7	17/1/2020	191820	217	0.001	0.113%
8	18/1/2020	181488	360	0.002	0.198%
9	26/1/2020	191640	150	0.001	0.078%
10	27/1/2020	184548	300	0.002	0.163%
11	28/1/2020	136020	186	0.001	0.137%
12	3/2/2020	186912	315	0.002	0.169%
13	17/2/2020	65340	150	0.002	0.230%
14	18/2/2020	149748	230	0.002	0.154%
15	22/2/2020	160740	140	0.001	0.087%
16	24/2/2020	193488	168	0.001	0.087%
17	26/2/2020	130608	245	0.002	0.188%
18	27/2/2020	185880	0	0.000	0.000%
19	28/2/2020	187440	108	0.001	0.058%
20	29/2/2020	150180	147	0.001	0.098%
21	1/3/2020	181128	371	0.002	0.205%
22	7/3/2020	142068	316	0.002	0.222%
23	8/3/2020	192372	140	0.001	0.073%
24	9/3/2020	178632	81	0.000	0.045%
25	10/3/2020	191028	168	0.001	0.088%
26	12/3/2020	75768	15	0.000	0.020%
27	13/3/2020	191160	45	0.000	0.024%
28	14/3/2020	191052	0	0.000	0.000%
29	15/3/2020	192564	266	0.001	0.138%
30	16/3/2020	182124	201	0.001	0.110%
31	17/3/2020	4152	0	0.000	0.000%
32	18/3/2020	117312	185	0.002	0.158%
33	19/3/2020	178764	298	0.002	0.167%
34	14/5/2020	25020	116	0.005	0.464%
35	15/5/2020	64500	114	0.002	0.177%
36	26/5/2020	63480	324	0.005	0.510%
37	1/6/2020	24660	34	0.001	0.138%
38	2/6/2020	185844	135	0.001	0.073%
39	4/6/2020	120492	75	0.001	0.062%
40	5/6/2020	194340	73	0.000	0.038%
41	10/6/2020	17940	0	0.000	0.000%
42	11/6/2020	92544	0	0.000	0.000%
43	12/6/2020	166692	42	0.000	0.025%
44	15/6/2020	90252	15	0.000	0.017%
45	16/6/2020	126900	0	0.000	0.000%
46	17/6/2020	161520	0	0.000	0.000%
47	18/6/2020	81972	0	0.000	0.000%
48	22/6/2020	56568	112	0.002	0.198%
49	23/6/2020	163740	215	0.001	0.131%
50	29/6/2020	158928	60	0.000	0.038%
51	30/6/2020	190188	101	0.001	0.053%
52	1/7/2020	185520	54	0.000	0.029%
53	2/7/2020	191820	80	0.000	0.042%
54	3/7/2020	162696	91	0.001	0.056%
55	7/7/2020	20304	0	0.000	0.000%
56	8/7/2020	190548	0	0.000	0.000%
57	9/7/2020	190308	0	0.000	0.000%
58	16/7/2020	174828	210	0.001	0.120%
59	17/7/2020	190128	1989	0.010	1.046%
60	23/7/2020	77064	103	0.001	0.134%
61	4/8/2020	28788	23	0.001	0.080%
62	5/8/2020	154368	210	0.001	0.136%
63	6/8/2020	177540	0	0.000	0.000%
64	7/8/2020	157440	0	0.000	0.000%
65	13/8/2020	191076	150	0.001	0.079%
66	14/8/2020	63840	104	0.002	0.163%
67	15/8/2020	82704	40	0.000	0.048%
68	19/8/2020	189672	44	0.000	0.023%
69	20/8/2020	163464	0	0.000	0.000%
70	21/8/2020	116160	0	0.000	0.000%
71	25/8/2020	112464	21	0.000	0.019%
72	26/8/2020	186828	301	0.002	0.161%
73	28/8/2020	191604	189	0.001	0.099%
74	3/9/2020	43236	164	0.004	0.379%
75	4/9/2020	193680	74	0.000	0.038%
76	14/9/2020	680280	55	0.000	0.008%
77	15/9/2020	171408	0	0.000	0.000%
78	18/9/2020	127812	94	0.001	0.074%
79	22/9/2020	64740	38	0.001	0.059%
80	23/9/2020	189480	44	0.000	0.023%
81	25/9/2020	196608	45	0.000	0.023%
82	29/9/2020	191940	0	0.000	0.000%
83	1/10/2020	190356	41	0.000	0.022%
84	2/10/2020	144552	0	0.000	0.000%
85	5/10/2020	94608	100	0.001	0.106%
86	7/10/2020	192540	189	0.001	0.098%
87	8/10/2020	166632	310	0.002	0.186%
88	9/10/2020	191424	182	0.001	0.095%
89	10/10/2020	176892	84	0.000	0.047%
90	13/10/2020	14184	21	0.001	0.148%
91	14/10/2020	120576	234	0.002	0.194%
92	15/10/2020	147468	51	0.000	0.035%
93	21/10/2020	138444	39	0.000	0.028%
94	22/10/2020	191988	0	0.000	0.000%
95	23/10/2020	128064	28	0.000	0.022%
96	29/10/2020	117264	525	0.004	0.448%
97	30/10/2020	64944	27	0.000	0.042%
98	4/11/2020	47640	10	0.000	0.021%
99	9/11/2020	124080	59	0.000	0.048%
100	10/11/2020	193536	25	0.000	0.013%
101	11/11/2020	189264	0	0.000	0.000%
102	12/11/2020	191964	138	0.001	0.072%
103	13/11/2020	189564	0	0.000	0.000%
104	16/11/2020	103692	112	0.001	0.108%
105	17/11/2020	191664	115	0.001	0.060%
106	18/11/2020	191184	57	0.000	0.030%
107	19/11/2020	182028	150	0.001	0.082%
108	20/11/2020	64536	92	0.001	0.143%
109	23/11/2020	11808	15	0.001	0.127%
110	24/11/2020	181524	7	0.000	0.004%
111	25/11/2020	192324	32	0.000	0.017%
112	1/12/2020	74820	0	0.000	0.000%
113	2/12/2020	179988	15	0.000	0.008%
114	3/12/2020	188592	20	0.000	0.011%
115	4/12/2020	178140	218	0.001	0.122%
116	9/12/2020	182520	340	0.002	0.186%
117	10/12/2020	170232	178	0.001	0.105%
118	11/12/2020	187380	67	0.000	0.036%
119	14/12/2020	69552	25	0.000	0.036%
120	15/12/2020	188376	47	0.000	0.025%
121	16/12/2020	178332	58	0.000	0.033%
122	19/12/2020	42600	22	0.001	0.052%
123	20/12/2020	191580	21	0.000	0.011%
124	23/12/2020	48948	25	0.001	0.051%
125	24/12/2020	72624	21	0.000	0.029%
126	26/12/2020	124584	0	0.000	0.000%
127	27/12/2020	191760	330	0.002	0.172%
128	28/12/2020	191460	143	0.001	0.075%
129	31/12/2020	63636	30	0.000	0.047%

Elaborado por: El autor.

Anexo 6: Plantilla De Cálculos Para Botellas Sin Tapa (Subgrupos)

Sub grupos	Fechas de produccion Año 2020	Unidades de Botellas producidas	Botellas destapadas	Proporción de defectos	en porcentaje
1	1/1/2020	183840	0	0.000	0.000%
2	2/1/2020	179760	31	0.000	0.017%
3	11/1/2020	125328	149	0.001	0.119%
4	12/1/2020	172656	0	0.000	0.000%
5	13/1/2020	192720	472	0.002	0.245%
6	16/1/2020	106824	22	0.000	0.021%
7	17/1/2020	191820	0	0.000	0.000%
8	18/1/2020	181488	138	0.001	0.076%
9	26/1/2020	191640	105	0.001	0.055%
10	27/1/2020	184548	160	0.001	0.087%
11	28/1/2020	136020	150	0.001	0.110%
12	3/2/2020	186912	565	0.003	0.302%
13	17/2/2020	65340	100	0.002	0.153%
14	18/2/2020	149748	40	0.000	0.027%
15	22/2/2020	160740	100	0.001	0.062%
16	24/2/2020	193488	195	0.001	0.101%
17	26/2/2020	130608	181	0.001	0.139%
18	27/2/2020	185880	182	0.001	0.098%
19	28/2/2020	187440	155	0.001	0.083%
20	29/2/2020	150180	228	0.002	0.152%
21	1/3/2020	181128	80	0.000	0.044%
22	7/3/2020	142068	74	0.001	0.052%
23	8/3/2020	192372	189	0.001	0.098%
24	9/3/2020	178632	64	0.000	0.036%
25	10/3/2020	191028	0	0.000	0.000%
26	12/3/2020	75768	25	0.000	0.033%
27	13/3/2020	191160	107	0.001	0.056%
28	14/3/2020	191052	0	0.000	0.000%
29	15/3/2020	192564	0	0.000	0.000%
30	16/3/2020	182124	206	0.001	0.113%
31	17/3/2020	4152	15	0.004	0.361%
32	18/3/2020	117312	141	0.001	0.120%
33	19/3/2020	178764	315	0.002	0.176%
34	14/5/2020	25020	84	0.003	0.336%
35	15/5/2020	64500	170	0.003	0.264%
36	26/5/2020	63480	160	0.003	0.252%
37	1/6/2020	24660	40	0.002	0.162%
38	2/6/2020	185844	177	0.001	0.095%
39	4/6/2020	120492	102	0.001	0.085%
40	5/6/2020	194340	206	0.001	0.106%
41	10/6/2020	17940	15	0.001	0.084%
42	11/6/2020	92544	25	0.000	0.027%
43	12/6/2020	166692	0	0.000	0.000%
44	15/6/2020	90252	90	0.001	0.100%
45	16/6/2020	126900	27	0.000	0.021%
46	17/6/2020	161520	45	0.000	0.028%
47	18/6/2020	81972	101	0.001	0.123%
48	22/6/2020	56568	0	0.000	0.000%
49	23/6/2020	163740	238	0.001	0.145%
50	29/6/2020	158928	81	0.001	0.051%
51	30/6/2020	190188	139	0.001	0.073%
52	1/7/2020	185520	85	0.000	0.046%
53	2/7/2020	191820	156	0.001	0.081%
54	3/7/2020	162696	20	0.000	0.012%
55	7/7/2020	20304	15	0.001	0.074%
56	8/7/2020	190548	25	0.000	0.013%
57	9/7/2020	190308	25	0.000	0.013%
58	16/7/2020	174828	90	0.001	0.051%
59	17/7/2020	190128	112	0.001	0.059%
60	23/7/2020	77064	135	0.002	0.175%
61	4/8/2020	28788	38	0.001	0.132%
62	5/8/2020	154368	116	0.001	0.075%
63	6/8/2020	177540	0	0.000	0.000%
64	7/8/2020	157440	0	0.000	0.000%
65	13/8/2020	191076	83	0.000	0.043%
66	14/8/2020	63840	0	0.000	0.000%
67	15/8/2020	82704	58	0.001	0.070%
68	19/8/2020	189672	0	0.000	0.000%
69	20/8/2020	163464	29	0.000	0.018%
70	21/8/2020	116160	15	0.000	0.013%
71	25/8/2020	112464	0	0.000	0.000%
72	26/8/2020	186828	215	0.001	0.115%
73	28/8/2020	191604	120	0.001	0.063%
74	3/9/2020	43236	20	0.000	0.046%
75	4/9/2020	193680	60	0.000	0.031%
76	14/9/2020	680280	34	0.000	0.005%
77	15/9/2020	171408	7	0.000	0.004%
78	18/9/2020	127812	12	0.000	0.009%
79	22/9/2020	64740	125	0.002	0.193%
80	23/9/2020	189480	0	0.000	0.000%
81	25/9/2020	196608	0	0.000	0.000%
82	29/9/2020	191940	22	0.000	0.011%
83	1/10/2020	190356	0	0.000	0.000%
84	2/10/2020	144552	0	0.000	0.000%
85	5/10/2020	94608	61	0.001	0.064%
86	7/10/2020	192540	90	0.000	0.047%
87	8/10/2020	166632	85	0.001	0.051%
88	9/10/2020	191424	155	0.001	0.081%
89	10/10/2020	176892	0	0.000	0.000%
90	13/10/2020	14184	0	0.000	0.000%
91	14/10/2020	120576	159	0.001	0.132%
92	15/10/2020	147468	28	0.000	0.019%
93	21/10/2020	138444	80	0.001	0.058%
94	22/10/2020	191988	22	0.000	0.011%
95	23/10/2020	128064	25	0.000	0.020%
96	29/10/2020	117264	315	0.003	0.269%
97	30/10/2020	64944	35	0.001	0.054%
98	4/11/2020	47640	2	0.000	0.004%
99	9/11/2020	124080	28	0.000	0.023%
100	10/11/2020	193536	14	0.000	0.007%
101	11/11/2020	189264	16	0.000	0.008%
102	12/11/2020	191964	0	0.000	0.000%
103	13/11/2020	189564	14	0.000	0.007%
104	16/11/2020	103692	42	0.000	0.041%
105	17/11/2020	191664	0	0.000	0.000%
106	18/11/2020	191184	0	0.000	0.000%
107	19/11/2020	182028	115	0.001	0.063%
108	20/11/2020	64536	39	0.001	0.060%
109	23/11/2020	11808	0	0.000	0.000%
110	24/11/2020	181524	30	0.000	0.017%
111	25/11/2020	192324	18	0.000	0.009%
112	1/12/2020	74820	27	0.000	0.036%
113	2/12/2020	179988	15	0.000	0.008%
114	3/12/2020	188592	20	0.000	0.011%
115	4/12/2020	178140	178	0.001	0.100%
116	9/12/2020	182520	130	0.001	0.071%
117	10/12/2020	170232	189	0.001	0.111%
118	11/12/2020	187380	175	0.001	0.093%
119	14/12/2020	69552	19	0.000	0.027%
120	15/12/2020	188376	35	0.000	0.019%
121	16/12/2020	178332	10	0.000	0.006%
122	19/12/2020	42600	9	0.000	0.021%
123	20/12/2020	191580	20	0.000	0.010%
124	23/12/2020	48948	5	0.000	0.010%
125	24/12/2020	72624	17	0.000	0.023%
126	26/12/2020	124584	13	0.000	0.010%
127	27/12/2020	191760	106	0.001	0.055%
128	28/12/2020	191460	105	0.001	0.055%
129	31/12/2020	63636	60	0.001	0.094%

Elaborado por: El autor.

Anexo 7: Registro De Mantenimiento Preventivo De Llenador

	REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LLENADORA	

FECHA: _____ OPERADOR #1 _____

MÁQUINA _____ OPERADOR #2 _____

FORMATO: _____ OPERADOR #3 _____

DESCRIPCION DE TAREAS A EJECUTARSE	T1	T2	T3
Revisar el estado completo de la máquina al inicio de turno para observar novedades			
Verificar que los guías de transferencia de botellas se encuentren perfectamente centradas			
Prestar atención a ruidos no comunes en el proceso para comunicar al departamento de mantenimiento			
Verificar el estado de las válvulas			
Verificar el estado de los cilindros elevadores de las válvulas			
Revisión de piezas que presenten desgaste (describa en observaciones)			
Verificar nivel de aceite de lubricación			
Verificar sistema de carrilera de tapas			
Verificar estado de capsuladores			
Verificar correcto funcionamiento de dispositivos de seguridades			

OBSERVACIONES:

TURNO 1 _____

_____

_____

TURNO 2 _____

_____

_____

TURNO 3 _____

_____

_____

_____ _____ _____

SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN # 1 SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN # 2 SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN # 3