



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA ADMINISTRATIVA**

**TÍTULO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN DE CALIDAD**

**Diseño de control estadístico del proceso de producción de envasado de cilindros con gas licuado de petróleo (GLP), aplicado al control de la calidad en la empresa LOJAGAS.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

AUTOR: André Sarmiento, Oscar Bladimir

DIRECTOR: Figueroa Ruíz, Juan Elicio, MSc

**CENTRO UNIVERSITARIO LOJA**

2017



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

*Septiembre, 2017*

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniero

Juan Elicio Figueroa Ruíz, MSc

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación, denominado: Diseño de control estadístico del proceso de producción de envasado de cilindros con gas licuado de petróleo (GLP), aplicado al control de la calidad en la empresa LOJAGAS; realizado por Oscar Bladimir André Sarmiento, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, 18 de octubre de 2017

f).....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Oscar Bladimir André Sarmiento declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Diseño de control estadístico del proceso de producción de envasado de cilindros con gas licuado de petróleo (GLP), aplicado al control de la calidad en la empresa LOJAGAS; de la Titulación Maestría en Gestión de la Calidad, siendo el Ing. Figueroa Ruíz, Juan Eliceo, MSc director del siguiente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, concepto, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de La Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f:.....

Autor: Oscar Bladimir André Sarmiento

Cédula: 1102915285

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su apoyo, comprensión y facilidades para el desarrollo de este trabajo, que en estos momentos duros de su vida, este esfuerzo sirva de aliciente ante las circunstancias presentadas.

A mi familia, por su tolerancia ante varias horas de ausencia y sacrificio de momentos juntos.

De igual forma, dedico esta tesis a mi amiga Soraya Arrobo, quien me motivó e insistió el ingreso a cursar la maestría.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco al Ing. James Loaiza gerente de la empresa de Economía Mixta Lojagas, por todas las facilidades brindadas en la ejecución de este trabajo.

Al Ing. Juan Figueroa, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento en la realización de la misma.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	5
1.1 Control estadístico de procesos (CEP).....	6
1.1.1 Evolución y fundamentos.....	6
1.1.2. Metodologías, aplicaciones y ventajas .....	8
1.1.3. Metodología MICEPS .....	13
1.2. Definiciones importantes.....	14
1.2.1. Análisis modal de fallas y sus efectos. AMFE.....	14
1.2.2. Calidad .....	14
1.2.3. Capacidad del proceso .....	14
1.2.4. Característica crítica de entrega (CCE) .....	14
1.2.5. Característica crítica de calidad (CCQ).....	14
1.2.6. Característica crítica de costo (CCC).....	15
1.2.7. Ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (Ciclo PHVA).....	15
1.2.8. Control estadístico del proceso (CEP) .....	15
1.2.9. Diagramas o gráficas de control .....	15
1.2.10. Diagrama PEPSU .....	16
1.2.11. Especificación .....	16
1.2.12. Estadística descriptiva .....	16
1.2.13. Estándar .....	16
1.2.14. Indicador de control .....	16
1.2.15. Índice del indicador .....	16

1.2.16. Muestra .....	16
1.2.17. Muestreo aleatorio simple.....	17
1.2.18. No conformidad.....	17
1.2.19. Proceso .....	17
1.2.20. Requisito .....	17
1.2.21. Variable estadística.....	17
1.2.22. Variación .....	17
1.2.23. Variación o variabilidad natural de un proceso .....	18
1.2.24. Variación o variabilidad anormal de un proceso .....	18
<b>CAPÍTULO II.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....</b>	<b>19</b>
2.1. La empresa de economía mixta Lojagas. ....	20
2.1.1. Breve historia, inicios y situación comercial actual. ....	20
2.1.2. Visión estatal del uso de GLP, programa de cocción eficiente.....	22
2.1.3. Productos que ofrece la empresa Lojagas.....	24
2.1.4. Gestión de la Calidad en la empresa Lojagas. ....	26
<b>CAPÍTULO III.- DESARROLLO DEL MODELO MICEPS .....</b>	<b>29</b>
3.1. Mapa de procesos área de producción .....	30
3.1.1. Matriz de entradas y salidas de los procesos (diagrama PEPSU). ....	31
3.1.2. Diagrama de procesos.....	31
3.1.3. Diagramas PEPSU de etapas o subprocessos. ....	35
3.2. Características de calidad críticas para el cliente. ....	39
3.2.1. Requerimientos legales de organismos de control. ....	39
3.2.1.1 Reglamento para autorización de actividades de comercialización de gas licuado de petróleo .....	40
3.2.1.2 Norma NTE INEN 327:2011 Revisión de cilindros de acero para gas licuado de petróleo.....	40
3.2.2. Requisitos del cliente, encuestas y resultados. ....	41
3.2.2.1. Requerimientos clientes internos (RC). ....	42
3.2.2.2. Requerimientos distribuidores. ....	43
3.2.2.3. Requerimientos consumidor final.....	44



3.2.3. Clasificación de los requisitos del cliente. ....	49
3.3. Construcción de la matriz de influencias Variable – Proceso .....	50
3.3.1. Etapas de la línea de producción. ....	50
3.3.2. Variables de proceso presentes en las etapas de línea de producción. ....	50
3.4. Construcción de la matriz de influencias - Variables de proceso.....	52
3.4.1. Diagrama Causa-Efecto de variables de proceso críticas para el cumplimiento de los requisitos del cliente, construcción de la matriz. ....	52
3.4.2. Priorización de Matriz relación variables-requisitos cliente .....	54
3.5. Construcción de Análisis modal de fallas y sus efectos. AMFE.....	55
3.5.1. Posibles modos de fallo, efecto y causas de fallos, métodos de detección. ....	56
3.5.2. Índice de Prioridad (Cálculo de número de prioridad de los riesgos NPR) .....	59
3.5.3. Priorización de los modos de fallo.....	63
3.5.4. Acciones de mitigación o mejora.....	64
3.6. Diseño de puntos de inspección y control en el proceso .....	67
3.6.1. Indicadores de control para puntos críticos.....	67
3.6.2. Definición de puntos de inspección y actividades de inspección .....	67
3.6.3. Descripción de las actividades de inspección, muestreo, registro de datos, resultados e indicadores. ....	69
3.6.4. Cartas de control, definición de límites de control del proceso. ....	79
<b>CAPÍTULO IV.- LOGROS DEL CONTROL ESTADÍSTICO POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA MICEPS, COMO PARTE DE LA MEJORA CONTINUA DE LA ORGANIZACIÓN.....</b>	<b>92</b>
4.1. Comparación de gráficas de control de variables, situación actual versus aplicación teórica de metodología.....	93
4.2. Cumplimiento de apartados de la norma ISO 9001:2015 al aplicar la metodología de control estadístico.....	96
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>98</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>104</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

Tabla 1. Cantones con cupo mensual asignado por la ARCH y presencia comercial Lojagas. .....	21
Tabla 2: Porcentaje de Participación Año 2016.....	22
Tabla 3. Despacho GLP doméstico año 2015-2016.....	24
Tabla 4. % de envasado 2016. cil. 15 Kg, cil. 45 Kg y granel. ....	25
Tabla 5: Terminales de abastecimiento de GLP.....	25
Tabla 6. Diagrama PEPSU para el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg.....	31
Tabla 7. Diagrama PEPSU, subprocesos del proceso de envasado de cilindros de 15 Kg ..	37
Tabla 8. Requerimientos de los clientes internos. ....	42
Tabla 9. Requerimientos de los distribuidores.....	43
Tabla 10. Requerimientos de los distribuidores.....	43
Tabla 10. Requerimientos de los distribuidores. (Cont.) ....	44
Tabla 11. Resultado consolidado de encuestas. ....	46
Tabla 12. Requerimientos consumidor final, inconvenientes en el uso. ....	47
Tabla 13. Tabla para gráfico de Pareto. ....	47
Tabla 14. Requerimientos consumidor final, atributos. ....	48
Tabla 15. Subprocesos de la empresa relacionados con los requisitos del cliente y clasificación de las características críticas. ....	49
Tabla 16. Variables presentes en etapas del proceso. ....	51
Tabla 17. Matriz relación variables-requisitos cliente.....	53
Tabla 18. Tabla para desarrollo de gráfico de Pareto .....	54
Tabla 19. Modo de fallo, efecto, causa y método de detección de las variables.....	57
Tabla 20. Escala de calificación índice de aparición .....	59
Tabla 21. Escala de calificación índice de gravedad.....	59
Tabla 22. Escala de calificación índice de detección (D) .....	60
Tabla 23. Tabla AMFE. ....	60
Tabla 24. Tabla para desarrollo de gráfico de Pareto. ....	63
Tabla 25. Modos de fallo priorizados. ....	64
Tabla 26. Plan de acción.....	65
Tabla 27. Indicadores de control de los modos de fallo. ....	67
Tabla 28. Puntos de inspección. ....	68
Tabla 29. Actividades para recolección de datos. ....	68
Tabla 30. Datos fugas por vástago. ....	70
Tabla 31. Datos fugas por toroide.....	71
Tabla 32. Datos no calza regulador. ....	73

Tabla 33. Datos por fallas en estado del cilindro.....	74
Tabla 34. Indicadores fallas en estado de cilindro. ....	75
Tabla 35. Cilindros inestables. ....	78
Tabla 36. Proporción $p_i$ fugas en vástago. ....	81
Tabla 37. Proporción $p_i$ fugas por toroide.....	83
Tabla 38. Proporción $p_i$ no calza de regulador.....	86
Tabla 39 Proporción $c_i$ defectos estado de cilindro.....	88
Tabla 40. Proporción $p_i$ fugas en vástago, mes de agosto. ....	94
Tabla 41. Apartados de norma ISO 9001:2015 que consideran el uso del CEP y los requisitos del cliente.....	97

## FIGURAS

Figura 1. Proceso de implementación del CEP .....	10
Figura 2. Ventas anuales en Toneladas de GLP.....	22
Figura 3. Flujo de Comercialización de GLP. ....	26
Figura 4. Mapa de macro procesos de Lojagas. ....	30
Figura 5. Proceso de envasado de cilindros de 15 Kg.....	33
Figura 6. Tratamiento de cilindros no conformes .....	34
Figura 7. Flujograma de envasado de cilindros de 15 Kg.....	36
Figura 8. Gráfico de Pareto.....	48
Figura 9. Gráfico de Pareto .....	55
Figura 10: Diagrama de flujo de un AMFE.....	56
Figura 11. Gráfico de Pareto .....	63
Figura 12. Indicador de % de cilindros con fugas por vástago.....	71
Figura 13. Indicador de % de cilindros con fugas por toroide. ....	72
Figura 14. Indicador de % de cilindros que no calza regulador .....	74
Figura 15. Indicadores de estado de cilindro: pintura y suciedad.....	76
Figura 16. Indicadores de estado de cilindro: corrosión y óxido. ....	77
Figura 17. Indicadores de estado de cilindro: abolladuras.....	77
Figura 18. Indicador caídas de cilindro. ....	79
Figura 19. Carta de control $p$ , cilindros con fugas por vástago.....	83
Figura 20. Carta de control $p$ , cilindros con fugas por toroide.....	85
Figura 21. Carta de control $p$ , cilindros no calza regulador.....	87
Figura 22. Carta de control $u$ , cilindros con defectos .....	91
Figura 23. Sistema neumático de control de las válvulas .....	93
Figura 24. Carta de control $p$ , cilindros con fugas por vástago. Mes de junio y agosto .....	95
Figura 25. Carta de control $p$ , cilindros con fugas por vástago. Luego de mejoras.....	96

## RESUMEN

El control estadístico de procesos (CEP) constituye una herramienta que permite mantener el control y reducir la variación de procesos usando herramientas estadísticas. Las empresas en el país, como es la empresa Lojagas en la que se aplica este estudio, rara vez utilizan el CEP considerando el análisis de atributos (variables cualitativas) que regularmente son los requerimientos que exige el cliente (RC). En este proyecto se desarrolla un enfoque, apoyado como guía por la metodología MICEPS (Methodology for integrating customer expectations and production systems), aunque la misma referencia el análisis de variables cuantitativas, para este proyecto sirve como guía en el análisis de variables cualitativas. Inicialmente se establecen los diagramas de procesos a ser analizados, luego se aplica la metodología MICEPS, analizando las variables y los RC, después de priorizaciones se determinan las no conformidades, se establecen indicadores de control, métodos de toma de muestras y las cartas de control que evidencian el estado actual de los subprocessos donde se miden las no conformidades. Se finaliza con un análisis del cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001 2015.

**PALABRAS CLAVES:** Control estadístico de procesos (CEP), requerimientos del cliente (RC), MICEPS, cartas de control.

## **ABSTRACT**

The statistical process control (SPC) is a tool that allows to maintain control and reduce process variation using statistical tools. The companies in our environment, such as the company Lojagas in which this study is applied, rarely use the CEP considering the analysis of variables (qualitative variables) that are regularly a customer requirement (CR). This project develops an approach supported by the guide of MICEPS methodology (Methodology for integrating customer expectations and production systems) although it references the analysis of quantitative variables, for our project it serves as a reference in the analysis of qualitative variables. Initially, the process diagrams to be analyzed are established, then the MICEPS methodology is applied analyzing the variables and the CR, after the prioritization of the nonconformities determined, we establish the control indicators, the sampling methods and the control charts that show the current state of the nonconformities sub processes. It concludes with an analysis of compliance with the requirements of ISO 9001 2015.

**KEY WORDS:** Statistical process control (SPC), customer requirements (CR), MICEPS, control charts.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente las organizaciones, sean estas de fabricación de productos u ofertantes de servicios, se enfrentan a cumplir con requerimientos de calidad cada vez más exigentes. El cumplimiento de la calidad no solo se mide por la satisfacción en el producto y/o servicio de los requerimientos del cliente, sino también en ser eficientes dentro de la organización. La calidad actualmente debe ser **total**, se ha demostrado que la calidad total (interna y externa), a más de los beneficios de crecimiento comercial por la preferencia de los clientes, constituye un ahorro de recursos dentro de la organización, los mismos que pueden ser comprometidos a: procesos de innovación, mejora de salarios, recompensas, nueva maquinaria, capacitaciones, nueva y me-jor infraestructura, etc.

La necesidad de las organizaciones de ser competitivas lleva a las mismas al uso de actividades y herramientas que guíen al logro final, la calidad total. Los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) constituyen una serie de actividades coordinadas que logran establecer el resultado de calidad en el producto o servicio que requieren los clientes; una de las actividades de un SGC es la gestión de las actividades por medio de procesos. Los procesos tienen variaciones, que de no controlarse pueden ocasionar mermas en la calidad del producto o servicio. Una herramienta que permite establecer si un proceso se encuentra o no bajo control, es el uso del Control Estadístico de Procesos (CEP); por medio de la aplicación del CEP se trata de garantizar la estabilidad de los procesos, contribuyendo a la mejora continua de la calidad total. Es muy común que en la mayor parte de las organizaciones se establezcan controles para las variables de tipo cuantitativo, como son: el peso, la temperatura, la presión, etc.; pero es muy raro encontrar estudios que hayan considerado dentro de sus procesos lo que verdaderamente requiere el cliente, es decir los requisitos del cliente (RC).

Este proyecto propone en la empresa Lojagas, como objetivo general, el análisis de variables que tengan influencia en los requisitos del cliente, usando el CEP para evaluar oportunidades de mejora del proceso de envasado de cilindros. Los objetivos específicos de este proyecto son:

- a) Involucrar, dentro del proceso de envasado de cilindros de 15 Kg, los requisitos que exige el cliente, usando como guía la metodología denominada MICEPS.
- b) Identificar las variables para establecer acciones de mejora y control de los procesos mediante el uso del CEP.

En el Capítulo I. Se hace una descripción breve de la empresa Lojagas, inicios, productos, estado del SGC; se exponen las definiciones más importantes que servirán como base en la aplicación del proyecto.

El Capítulo II. Se aplica el modelo MICEPS enfocado al proceso de envasado de cilindros de 15 Kg y a establecer los requisitos del cliente (RC). Se inicia identificando los subprocesos del proceso macro, se exponen las normativas legales para el producto cilindro envasado, se realizan entrevistas y encuestas para conocer los requerimientos de calidad que esperan los clientes. En los subprocesos identificados se obtienen las variables del proceso relacionándolas con los requisitos del cliente. Por medio de un análisis AMFE se obtienen los modos de fallos de las variables estudiadas, implementando acciones de mejora. Identificados los puntos de control de las variables donde se realizarán mejoras, con datos proporcionados por la empresa se determina la variabilidad por medio de cartas de control  $p$  y  $u$ .

En el Capítulo III. Por medio de gráficas de control se analiza la situación del subproceso antes y después de implementar las acciones de mejora. Se finaliza con un breve análisis del cumplimiento de los apartados de la norma ISO 9001:2015.

Es importante indicar que al presentar la situación anterior y actual de los subprocesos en cartas de control, por motivos de aplicación de las acciones de mejora que dependen de la disposición de la empresa, solo será motivo de análisis el subproceso revisión de fuga por el vástago, al cual la empresa si ha iniciado con la implementación de las acciones de mejora recomendadas.

Cuando se realiza un CEP, a más del análisis de las gráficas de control, se hace el cálculo de ciertos índices que referencian un mayor control del proceso, como son: Índices de capacidad del proceso, que buscan determinar la amplitud natural del proceso; y el análisis de repetitividad y reproducibilidad (R&R), relacionado al análisis del dispositivo de medición. Este estudio no considera los índices anteriores, ya que los mismos se emplean cuando se trata con variables cuantitativas, en este caso, el proyecto trata solo variables de atributos. Es necesario que las acciones de mejora sean minuciosamente establecidas así como el levantamiento de procedimientos que permitan el control de las variables cualitativas, la subjetividad del control debe disminuirse lo más posible. Esto será expuesto en las recomendaciones.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**



## **1.1 Control estadístico de procesos (CEP).**

### **1.1.1 Evolución y fundamentos.**

El control estadístico en los procesos productivos, nace como una herramienta que apoya en el desarrollo de la estrategia de la calidad. Antes de la década de los años 30, el control de calidad en los productos se realizaba “inspeccionando” la calidad del producto fabricado, clasificando entre los que eran y no eran aptos para ser entregados al cliente. Los productos que luego de la inspección se separaban por defectuosos se registraban y embodegaban, aquí se decidía si los mismos podían ser nuevamente recuperados o definitivamente se los consideraba como chatarra. Esta etapa de inspección tuvo sus inicios desde el año 1800 (Gutiérrez, 2014), ya era una significativa preocupación de las empresas por ofrecer calidad en los productos a sus clientes, pero, la misma resultaba ineficiente y costosa, debido a que no se consideraban soluciones para evitar la producción de productos con defectos, únicamente prevalecía la inspección.

“Durante la década de los años 20, el Dr. Walter A. Shewhart desarrolló los conceptos de control estadístico de la calidad. Introdujo el concepto de “controlar” la calidad de un producto conforme se fabricaba, en lugar de inspeccionar la calidad del producto terminado” (Lind, Marchal, & Waten, 2008, pág. 711)

La propuesta del Dr. Shewhart se fundamentaba en controlar la calidad, reduciendo la variación en un proceso de manufactura, no en base a no conformidades, ya que esto termina aumentando la variación y degradando la calidad. Shewhart propone el estudio de variables del proceso con la finalidad de mejorar la calidad de los procesos de manufactura. “Establece que el conocimiento obtenido con la realización de estudios estadísticos puede usarse para mejorar el control mediante la estabilización y reducción de la variación de proceso” (Gutiérrez, 2014, pág. 12).

Shewhart mantenía que a los procesos se los debe tratar con enfoque estadístico, de tal forma que las variaciones por causas normales o aleatorias deben ser controladas con la finalidad de predecir el resultado del proceso y, sin que la aplicación de los controles incremente el costo del proceso. El Dr. Shewhart estableció lo que él denominó “diagramas de control” o “gráficas de control”, estos constituyen la herramienta más importante para el control estadístico de la calidad (Bureau Veritas, 2017). Sus estudios iniciales se enfocaron a los problemas de manufactura de la empresa de Bell Telephone Laboratories (Gutiérrez, 2014), hoy el análisis de las variables durante el proceso y el uso de gráficas de control, son ampliamente difundidos y mejorados en el control de los procesos de manufactura.

Posterior a Shewhart y en la misma época, Harold F. Dodge y Harry G. Roming, aplican herramientas de muestreo estadístico, proponiendo la sustitución de la inspección del 100% de los productos elaborados (Gutiérrez, 2014).

El control estadístico en la industria, en la segunda guerra mundial, fue muy impulsado por los Estados Unidos. Posterior a este episodio fue Japón quien, por medio de Edward Deming, dio gran importancia a las metodologías del control estadístico de procesos, sumado a éste el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) propuesto por Deming, Japón alcanzó su gran desarrollo industrial (Gutiérrez, 2014).

El control estadístico de procesos, luego del gran aporte de su creador Shewhart y de su principal difusor Deming, fue recibiendo aportes de varios expertos que propusieron métodos y/o herramientas para mejorar el control estadístico de los procesos de manufactura.

Dentro de las herramientas más usadas de apoyo al control estadístico de procesos, las que permiten entender los procesos de producción de las empresas para promover su mejoramiento, se cuenta con (Hernández & Porras, 2010):

- 1) Hoja de recolección de datos o verificación.
- 2) Histograma
- 3) Diagrama de Pareto
- 4) Diagrama de causa efecto
- 5) Estratificación (Análisis por Estratificación)
- 6) Diagrama de Dispersión
- 7) Gráfica de control, muestra:

En la práctica estas herramientas requieren ser complementadas con otras técnicas cualitativas y no cuantitativas como son:

- La lluvia de ideas (Brainstorming)
- La Encuesta
- La Entrevista
- Diagrama de Flujo
- Matriz de Selección de Problemas, etc.

La idea de aplicar control estadístico en procesos es la prevención de defectos en los procesos de fabricación, centrar el proceso en el valor adecuado y reducir la variabilidad del proceso.

El requisito 9.3.1 Análisis y evaluación de la norma ISO 9001(2015), manifiesta: La organización debe analizar y evaluar los datos y la información apropiados que surgen por el seguimiento y la medición.

Los resultados del análisis deben utilizarse para evaluar:

- a) conformidad con los productos y servicios;
- b) el grado de satisfacción del cliente;
- c) el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de calidad;
- d) si lo planificado se ha implementado de forma eficaz;
- e) la eficacia de las acciones tomadas para abordar los riesgos y oportunidades;
- f) el desempeño de los proveedores externos;
- g) la necesidad de mejoras en el sistema de gestión de calidad.

NOTA: Los métodos para analizar datos pueden incluir técnicas estadísticas. (Norma internacional ISO 9001 (2015), 2015, pág. 30)

Es así que el control estadístico de procesos constituye una valiosa herramienta para la mejora continua, que permite a las empresas participar en el desarrollo, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la calidad, en cumplimiento con los requisitos de la Norma ISO 9001:2000 (Norma ISO/TR 10017, 2003).

### **1.1.2. Metodologías, aplicaciones y ventajas**

El uso de correcto de métodos estadísticos para la mejora de la calidad, dependerá de varios factores inherentes a la organización, como son:

- a) variabilidad observada en los procesos;
- b) variables cualitativas y/o cuantitativas;
- d) dificultad de los procesos;
- e) influencia de uno o varios factores sobre el sistema analizado;
- f) cumplimiento de los requisitos del cliente interno y/o externo;
- g) cumplimiento de los apartados de la norma ISO9001:2015;
- h) facilidad de comprensión de la técnica estadística por parte de los dueños del proceso; etc.

La Norma ISO/TR 10017 (2003) refiere algunas de las técnicas o metodologías más importantes aplicadas al control estadístico de la calidad:

- estadísticas descriptivas;
- diseño de experimentos;
- prueba de hipótesis;
- análisis de medición;

- análisis de capacidad del proceso;
- análisis de regresión;
- análisis de confiabilidad
- muestreo;
- simulación;
- gráficos de control estadístico de procesos (CEP);
- fijación de tolerancias estadísticas;
- análisis de series de tiempo.

Algunas técnicas de las mencionadas tienen como fundamento la estadística descriptiva. Para lograr el objetivo de la calidad por medio de CEP, en la práctica se usan varias técnicas de manera conjunta. No hay una única forma de lograr el gran objetivo final que es el de lograr el control de la variabilidad en los procesos y garantizar el cumplimiento de las especificaciones del producto final a los clientes, tanto internos como externos.

Una de las técnicas más usadas y fáciles de comprender es el diseño e interpretación de las gráficas o cartas de control, las que permiten fomentar el pensamiento estadístico en la organización y estudiar la variación a través del tiempo (Gutiérrez, 2014).

Como ya se mencionó anteriormente, no hay un estándar único para la aplicación de las diversas herramientas que apoyan el desarrollo del CEP, todo depende de las situaciones propias de la organización: el producto, los procesos, las personas, disponibilidad de herramientas informática, etc. La mayoría de textos relacionados a la implantación del CEP tienen algunas diferencias en las herramientas que se deben aplicar para para un efectivo CEP, pero de manera general el procedimiento es el mismo, se trata de:

- a) identificar las entradas del proceso;
- b) implementar las herramientas de CEP en el proceso;
- c) analizar si el proceso está o no fuera de control;
- d) implementar acciones correctivas en el proceso fuera de control;
- e) implementar acciones de mejora en los procesos bajo control;
- f) evaluar el comportamiento del proceso luego de las acciones correctivas o de mejora implementadas.

Lo anterior se visualiza de mejor manera en la figura 1:

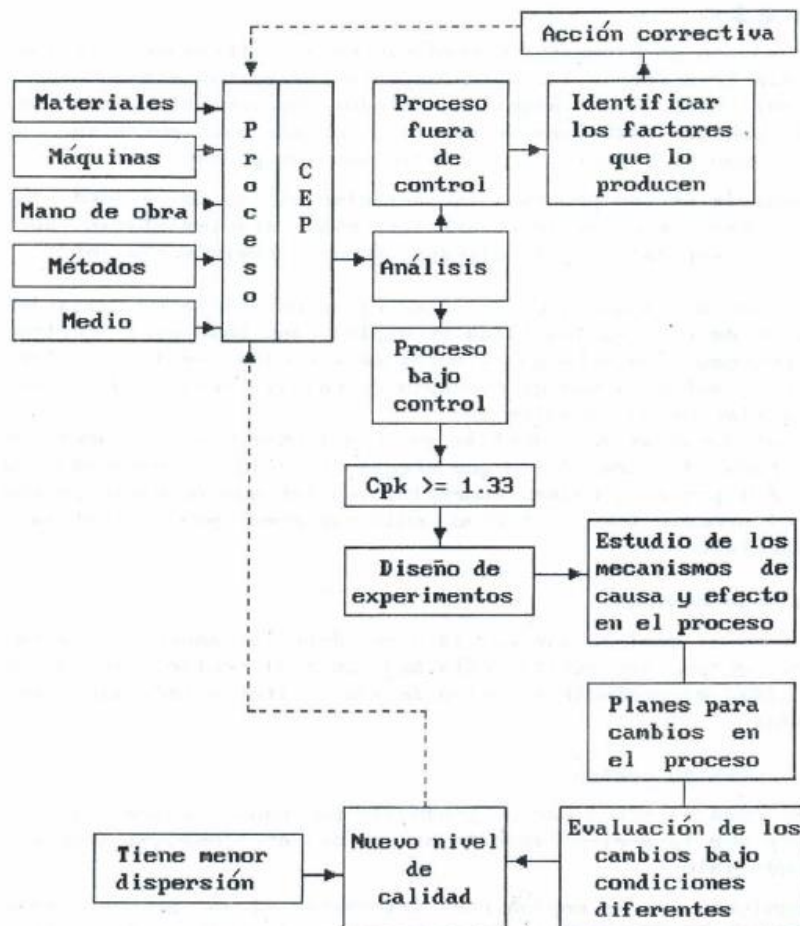


Figura 1. Proceso de implementación del CEP

Fuente: (Mayén, 1997)

Elaborado: José Mayen

Considerando las actividades comunes para la implementación del CEP que exponen autores como: Mayén (1997), Gutiérrez (2014), Hernández (2016), Sistema (2012), entre otros; se resume que para implementar un CEP de manera general se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) entender el proceso: analizar las entradas, recursos y salidas (cumplimiento de los requisitos). Establecer mapa(s) de proceso(s);
- 2) determinar los índices de control o especificaciones del proceso;
- 3) determinar las variables del proceso;
- 4) establecer muestras para la toma de mediciones en las variables a ser analizadas;
- 5) implementar gráficas de control
- 6) interpretación de las gráficas de control;
- 7) índice de capacidad del proceso ( $C_p$ );

- 8) implementar indicadores de control: índices, medición, análisis;
- 9) establecer plan de mejoras;

El desarrollo de los pasos anteriores se ven reforzados con el uso de las diversas herramientas ya explicadas anteriormente. Obsérvese que los pasos para la ejecución de un CEP cumplen el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar): se desarrolla un plan (controlar las variabilidades de un proceso), se ejecutan pasos para obtener información (hacer: muestreo, gráficas de control), revisión de resultados (verificar: graficas de control, índice de capacidad, indicadores de control), se actúa en consecuencia a los resultados (actuar: plan de acciones de mejora o correctivas). El ciclo PHVA constituye una eficaz herramienta de mejora que se sigue para estructurar y ejecutar proyectos (Gutiérrez, 2014).

La metodología presentada puede variar en el uso de las herramientas estadísticas o la inclusión de pasos adicionales que permitan a la organización tener un control efectivo y eficiente de los procesos.

Según la norma ISO 9000(2015), en 2.3 establece que: “el enfoque principal de la gestión de la calidad es cumplir con los requisitos del cliente y tratar de exceder las expectativas del cliente” (pág. 9). Además en ISO 9001(2015), en el apartado 8 Operación, entre otros, se describe el cumplimiento y determinación de los requisitos que deben tener los productos o servicios, la comunicación que debe existir con el cliente y la revisión del cumplimiento de los requisitos para los productos o servicios.

Gutiérrez (2014) afirma que: es necesario cumplir con cuatro propósitos fundamentales en relación a los clientes:

- a) Identificar muy bien quienes son los clientes y cuáles son sus necesidades y expectativas;
- b) diseñar los productos y procesos para atender tales necesidades y expectativas;
- c) evaluar en qué medida se están cumpliendo y actuar sobre las fallas detectadas
- d) incorporar la perspectiva del cliente en la planeación estratégica en todos los niveles de la organización. (pág. 50)

La metodología planteada para la aplicación del CEP a la que se llamará como “básica”, por ser la que comúnmente se usa y es parte de metodologías más elaboradas, no considera el primer propósito expuesto que es implementar un sistema de gestión de calidad (SGC) donde es sumamente importante considerar la opinión del cliente. La metodología básica considera el análisis y mejora de procesos ya establecidos en la empresa, entonces surge una interrogante: ¿el producto o servicio final, es lo que realmente desea el cliente?, la única forma

de saberlo es comunicándonos con el cliente para conocer sus necesidades (requisitos) en relación al producto o servicio.

Hay un sin número de estudios que a la metodología básica para la aplicación del CEP, lo han ampliado con la finalidad de mejorar los resultados que se espera de la aplicación del CEP profundizando con un mayor detalle en uno o varios de los pasos básicos del CEP, como son el estudio de los procesos o el análisis más avanzado de gráficas de control; o complementándola con otras metodologías de mejora de la calidad, como son Seis Sigma o el enfoque Lean.

A continuación se presentan algunas de las metodologías y sus principales características citadas en Manco, Rojas y Gómez (2014):

- 1) J. Antony y T. Taner (2003), expone un modelo enfocado en: aspectos relacionados con la gestión y la dirección, el desarrollo de competencias en ingeniería de procesos, formación en técnicas estadísticas y el desarrollo en técnicas de trabajo.
- 2) E. Arnheiter y J. Maleyeff (2005), proponen integrar la metodología seis sigma y el enfoque lean
- 3) M. Behbahani, A. Saghaee (2012), desarrollan un modelo para la implementación del CEP fundamentado en un estudio de casos de éxito en varias empresas, por lo que se garantiza que el modelo fue aplicado en base a hechos y no a conjeturas
- 4) M. Kulachi (2013), presenta la implementación del CEP multivariados en diferentes sectores de la industria, aplicando cartas de control multivariadas asociadas a la aplicación de tecnologías eficientes en el análisis de datos, las que permiten optimizar los procesos de análisis y toma de decisiones.

Si bien las metodologías expuestas aportan significativamente a la aplicación del CEP en las organizaciones, ninguna de ellas considera los criterios o requisitos del cliente (RC) dentro de los procesos y la identificación de variables, elemento sumamente importante en la entrega de productos o servicios con valor agregado que cumplan las expectativas de los clientes.

Esta investigación además de implementar los pasos básicos del CEP, toma como guía una metodología que prioriza los requerimientos del cliente, conocida como MICEPS (Methodology for integrating customer expectations and production systems, por sus siglas en ingles). La cual se explica a continuación.

### 1.1.3. Metodología MICEPS

La empresa Lojagas por ley debe cumplir en sus procesos productivos lo dispuesto mediante normas y reglamentaciones legales, los más relevantes son:

- a) Norma NTE INEN 111:1998, cilindros de acero para gas licuado de petróleo "GLP". Requisitos e inspección;
- b) Norma NTE INEN 116:2009, cilindros para GLP de uso doméstico. Válvulas. Requisitos e inspección;
- c) Norma NTE INEN 327:2011, revisión de cilindros de acero para gas licuado de petróleo;
- d) Norma NTE INEN 1682:1998, reguladores para gas licuado de petróleo (GLP). Requisitos e inspección;
- e) Norma RTE INEN 008 (3R), tanques y cilindros de acero soldados para gas licuado de petróleo (GLP) y sus conjuntos técnicos;
- f) Resolución 004-001-DIRECTORIO-ARCH-2015, "expídase el reglamento para la autorización de actividades de comercialización de gas licuado de petróleo". Publicado en el registro oficial N°621 de fecha 5 de noviembre de 2015;

Las normas y reglamentos legales que gobiernan la comercialización del GLP, tampoco incluyen la consulta al cliente final con la finalidad de considerar sus requerimientos referentes a la calidad (RC), igual como sucede con los pasos para aplicar el CEP y las metodologías antes expuestas. Se ha recalcado la gran importancia de también establecer y cumplir los requisitos que exige el cliente final, es así que se elige en esta investigación, como guía, el uso de la metodología llamada MICEPS ((Methodology for integrating customer expectations and production systems), por medio del enfoque MICEPS se consideran las exigencias críticas de los clientes traduciéndolos en puntos de inspección y control que garanticen su cumplimiento.

El enfoque MICEPS consta principalmente de 6 fases (Felizzola & Ortíz, 2014):

- Fase 1: Análisis del proceso
- Fase 2: Identificación de las características de calidad que son críticas para el cliente (CCC)
- Fase 3: Construcción de la matriz de influencias variable– proceso
- Fase 4: Construcción de la matriz de influencias CTS – Variables de proceso
- Fase 5: Análisis modal de sus fallas y efecto en el proceso (AMFE)
- Fase 6: Diseño de puntos de inspección y control en el proceso

El control estadístico de la calidad por medio del enfoque MICEPS, se constituye en una metodología para la mejora continua de la organización, además permitirá cumplir con varios



apartados de la norma ISO 9001:2015, referente a: comprensión de las necesidades del cliente, sistema de gestión de la calidad y sus procesos, enfoque al cliente, ambiente para la operación de los procesos, recursos de seguimiento y medición, satisfacción del cliente, entre otros.

## **1.2. Definiciones importantes**

Para una mejor comprensión de este proyecto, a continuación en orden alfabético se dan las definiciones más relevantes:

### **1.2.1. Análisis modal de fallas y sus efectos. AMFE**

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR), para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de falla (García, 2015).

### **1.2.2. Calidad**

Hidalgo (2016) afirma : la calidad según varios autores se conceptualiza como un conjunto de características o propiedades propias o inherentes, que tiene un producto o servicio las cuales satisfacen las necesidades o expectativas del consumidor, las mismas que se ven reflejadas en una sensación de cumplimiento de requisitos, de alta funcionalidad, de excelencia. (pág. 29)

### **1.2.3. Capacidad del proceso**

“Medición estadística de la variabilidad de una característica determinada, inherente a un proceso. La fórmula más ampliamente aceptada es  $6\sigma$ ” (Summers, 2006, pág. 382).

### **1.2.4. Característica crítica de entrega (CCE)**

Expectativas del cliente, en el producto y/o del servicio; relacionado con las variables de entrega: despacho, tamaño del pedido, peso, tiempo de entrega, etc.

### **1.2.5. Característica crítica de calidad (CCQ)**

Expectativas del cliente, en el producto y/o del servicio; relacionado con las variables de calidad: sin defectos, colores, dimensiones correctas, etc.

### **1.2.6. Característica crítica de costo (CCC)**

Expectativas del cliente, en el producto y/o del servicio; relacionado con las variables de costo: precio correcto, garantías, etc.

### **1.2.7. Ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (Ciclo PHVA)**

Proceso de cuatro pasos para la mejora de la calidad. En el primer paso (Planificar), se desarrolla un plan para realizar la mejora. En el segundo paso (Hacer), se lleva a cabo el plan, de preferencia a pequeña escala. En el tercer paso (Verificar), se analizan los efectos del plan. En el último paso (Actuar), se estudian los resultados para determinar que se ha aprendido y que se puede predecir. (Summers, 2006, pág. 382)

### **1.2.8. Control estadístico del proceso (CEP)**

El control estadístico del proceso es un grupo de estrategias, técnicas y acciones de una organización para asegurar que está produciendo un producto de calidad o que proporciona un servicio de calidad. CEP inicia en la etapa de planeación del producto, cuando se especifican los atributos del producto o servicio, y continúa la etapa de producción. Cada atributo durante el proceso contribuye a la calidad general del producto. Para un uso eficaz del control de calidad, se desarrollan atributos y especificaciones medibles con las cuales se comparan los atributos reales del producto o servicio. (Lind, Marchal, & Waten, 2008, pág. 711)

### **1.2.9. Diagramas o gráficas de control**

Summers (2006), define a la gráfica de control como:

Una gráfica con límites superiores e inferiores dentro de los cuales se trazan valores de alguna medición estadísticas para una serie de muestras o subgrupos. La gráfica también contiene una línea central que sirve para detectar cualquier tendencia de los valores trazados hacia cualquiera de los límites de control. (pág. 386)

Gutiérrez (2014), denomina a las gráficas de control como:

Cartas de control, cuyo objetivo básico es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Esto permitirá distinguir las variaciones por causas comunes a las debidas a causas especiales (atribuibles), lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones de control y mejora. (pág. 237)

#### **1.2.10. Diagrama PEPSU**

“Diagrama de proceso al que se le identifican sus proveedores, las entradas, el proceso mismo, sus salidas y los usuarios” ( (Gutiérrez, 2014, pág. 214). También conocido como SIPOC por sus siglas en inglés.

#### **1.2.11. Especificación**

“Documento que indica los requerimientos que debe cumplir un producto o servicio determinado” (Summers, 2006, pág. 385).

#### **1.2.12. Estadística descriptiva**

“La estadística descriptiva se encargará de organizar, resumir y representar un conjunto de datos que se ha obtenido de la recolección de información y que serán necesarios para analizar e interpretar las variables” (Santamaría, 2016, pág. 21).

#### **1.2.13. Estándar**

“Es el nivel deseado de gestión. Constituye el parámetro al que se compara el indicador” (Santamaría, 2016, pág. 24).

#### **1.2.14. Indicador de control**

Beltrán (como se citó en Subía, 2016), define:

Un indicador es la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objetivo o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previstos e influencias esperadas” (Subía, 2016, pág. 22).

#### **1.2.15. Índice del indicador**

“Es la comparación entre el indicador y el estándar, de cuyo resultado se pueden establecer brechas o desviaciones, las mismas que pueden ser favorables o desfavorables” (Subía, 2016, pág. 25)

#### **1.2.16. Muestra**

“Muestra es una porción representativa de la población estudiada, que posee los mismos atributos” (Santamaría, 2016, pág. 37)

### **1.2.17. Muestreo aleatorio simple**

“Selección de unidades de muestra de tal manera que todas las combinaciones de  $n$  unidades bajo consideración tengan la misma oportunidad de resultar seleccionadas para la muestra” (Summers, 2006, pág. 388)

### **1.2.18. No conformidad**

“Incumplimiento de un requisito” (Norma internacional ISO 9000 (2015), 2015, pág. 23).

### **1.2.19. Proceso**

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultados de otros procesos. Los procesos de una organización son generalmente planificados y puestos en práctica bajo condiciones controladas para aportar valor (Norma internacional ISO 9000 (2015), 2015).

### **1.2.20. Requisito**

Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria. Los requisitos pueden ser generados por las diferentes partes interesadas o por la organización (Norma internacional ISO 9000 (2015), 2015).

### **1.2.21. Variable estadística**

Es un atributo o característica que comparte un conjunto de datos, en esta condición puede identificarse dos grupos: variable cuantitativas y variables cualitativas (Santamaría, 2016).

Las variables cuantitativas son aquellas cuyos valores proceden de mediciones o conteos referidos a escalas numéricas. Estas a su vez se clasifican en variables discretas y continuas. Las discretas, con frecuencia proceden de conteos que solo pueden tomar valores dentro de un conjunto numerable. Las continuas pueden tomar cualquier valor en un intervalos de números reales (Gutiérrez, 2014).

Las variables cualitativas o de atributos asumen valores que representan categorías o atributos de las cosas y que no tienen una base numérica (Gutiérrez, 2014).

### **1.2.22. Variación**

“Cambio en los datos, una característica o una función, provocado por alguno de los siguientes cuatro factores: causas especiales, causas comunes, alteración o variación estructural” (Summers, 2006, pág. 390).

### **1.2.23. Variación o variabilidad natural de un proceso**

“Estando el proceso bajo control, es la resultante de pequeñas variaciones aleatorias de los factores de la variabilidad y otros factores que no resulta económico identificar, pero su variabilidad siempre está presente en los procesos de fabricación” (Mayén, 1997, pág. 14).

### **1.2.24. Variación o variabilidad anormal de un proceso**

“Es generada por la falta de control de los factores de la variabilidad como: máquinas, mano de obra, materiales, dispositivos, métodos de trabajo. Causa serios problemas en los procesos de fabricación” (Mayén, 1997, pág. 14)

## **CAPÍTULO II.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

## **2.1. La empresa de economía mixta Lojagas.**

### **2.1.1. Breve historia, inicios y situación comercial actual.**

La empresa de economía mixta Lojagas, a la que se denominará simplemente como Lojagas, fue constituida mediante escritura pública el 8 de diciembre de 1990 e inscrita en el Registro Mercantil del cantón Catamayo, provincia de Loja, el 3 de enero de 1991.

A fin de poder emprender en la actividad de envasado y comercialización de gas licuado de petróleo (GLP), la Compañía de Economía Mixta Lojagas, ha dado cumplimiento a las leyes, reglamentos y legislación hidrocarburíferas, así como a todas las disposiciones emanadas por los organismos competentes que certifiquen y autoricen su funcionamiento. Es así que, mediante oficio No. 155 OMO.B. del 06 de marzo de 1991, el Ilustre Municipio del Cantón Catamayo resuelve conceder el permiso respectivo para que funcione la mini-planta de gas ubicada en el cantón por constituir un adelanto y beneficio para la ciudadanía”. Con fecha 06 de agosto de 1991, la dirección Nacional de Hidrocarburos hoy Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH) mediante oficio No. 911075, comunica a LOJAGAS que ha sido calificada para operar como comercializadora de GLP.

En la actualidad, Lojagas cuenta con su planta envasadora ubicada en la ciudad de Catamayo y, oficinas administrativas y centro de acopio ubicados en la ciudad de Loja.

Lojagas inicia sus actividades comerciales atendiendo a las provincias de Loja y de Zamora, la empresa no está autorizada para comercializar los cilindros con GLP directamente a los clientes finales, los mismos que son atendidos por una red de distribuidores autorizados para el efecto ante la ARCH, a ellos es a quien Lojagas desde su planta envasadora y centro de acopio despacha el producto. Desde sus inicios, Lojagas comparte el mercado comercial con la empresa Duragas que mantiene su planta envasadora en la ciudad de Santa Rosa provincia de El Oro. Lojagas ha ido implementando estrategias innovadoras que le han permitido desplazar comercialmente a la competencia, la que actualmente no mantiene presencia en la provincia de Zamora y solo comercializa su producto en algunos cantones fronterizos de la provincia de Loja. Es importante mencionar que desde octubre del 2003, el organismo de control denominado actualmente ARCH, impone un sistema de cupos a los distribuidores de los cantones fronterizos, posteriormente la ARCH aplica la metodología a más cantones de la provincia de Loja y Zamora, situación que ocasionalmente y al ser variable la venta mensual de GLP se crean situaciones de desabastecimiento, con el justificado malestar de la ciudadanía. En tabla 1 se exponen los cantones de las provincias de Loja y Zamora que tienen asignado cupo mensual de despacho y, la presencia comercial de Lojagas y de la competencia Duragas en los diferentes cantones de Loja y Zamora.

Tabla 1. Cantones con cupo mensual asignado por la ARCH y presencia comercial Lojagas.

PROVINCIA	CANTÓN	CUPO ASIGNADO	PRESENCIA LOJAGAS	PRESENCIA COMPETENCIA
LOJA	CALVAS	SI	SI	NO
	CATAMAYO	SI	SI	NO
	CELICA	SI	NO	SI
	CHAGUARPAMBA	SI	SI	NO
	ESPÍNDOLA	SI	SI	NO
	GONZANAMA	SI	SI	NO
	LOJA	NO	SI	NO
	MACARA	SI	SI	NO
	OLMEDO	SI	SI	NO
	PALTAS	SI	SI	SI
	PINDAL	SI	SI	SI
	PUYANGO	SI	SI	NO
	QUILANGA	SI	SI	NO
	SARAGURO	SI	SI	NO
	SOZORANGA	SI	SI	NO
ZAPOTILLO	SI	NO	SI	
ZAMORA	CENTINELA DEL CÓNDROR	NO	SI	NO
	CHINCHIPE	SI	SI	NO
	EL PANGUI	NO	SI	NO
	NANGARITZA	NO	SI	NO
	PALANDA	SI	SI	NO
	PAQUIZHA	NO	SI	NO
	YACUAMBI	NO	SI	NO
	YANZATZA	NO	SI	NO
ZAMORA	NO	SI	NO	

Fuente: CEM Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Desde sus inicios y pese a las limitaciones impuestas por el organismo de control, Lojagas ha logrado hasta la fecha mantener un crecimiento sostenido en sus ventas, las mismas que empiezan a tener un crecimiento menor a otros años, esto debido a que se ha copado prácticamente todo el mercado de las provincias de Loja y Zamora, por lo que le urge a la empresa salir de los límites comerciales que actualmente atiende. En la figura 2 se grafica las ventas anuales en toneladas de GLP.

En Ecuador existen 9 empresas que se dedican al envasado y comercialización del GLP en cilindros y al granel que es el único producto que puede ser comercializado directamente por las empresas comercializadoras de GLP al cliente final, quienes lo consumen por medio de instalaciones centralizadas que cuentan con tanques estacionarios fijos en su domicilio o industria. En la tabla 2 se expone el porcentaje de participación de las empresas a nivel nacional:



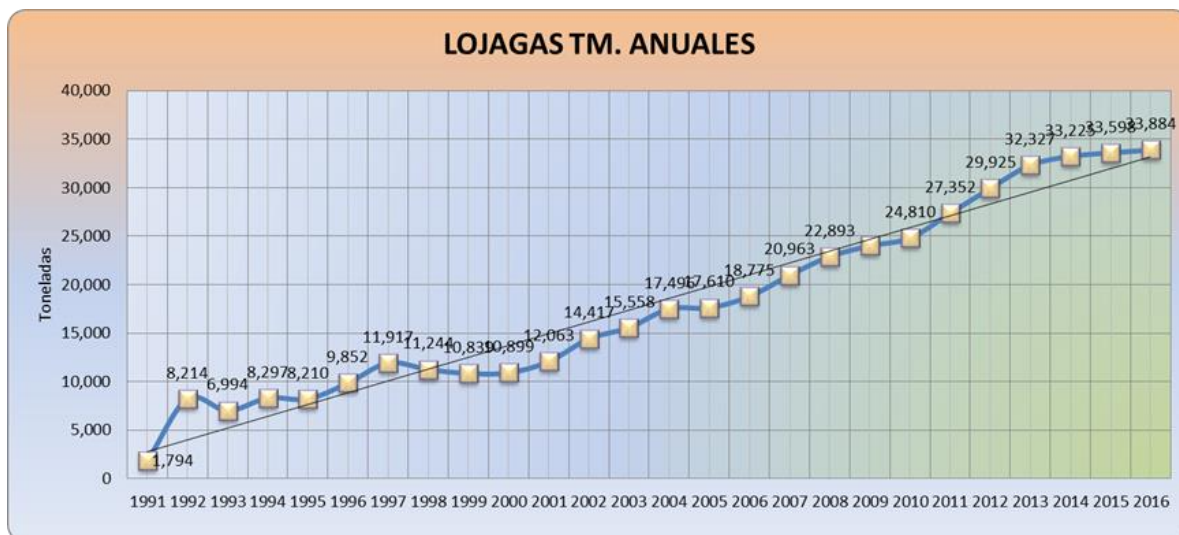


Figura 2. Ventas anuales en Toneladas de GLP.

Fuente: CEM Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Tabla 2: Porcentaje de Participación Año 2016.

COMERCIALIZADORA	Porcentaje Participación Año 2016
DURAGAS	36,57%
ENIECUADOR	31,29%
CONGAS	13,40%
ESAIN	6,16%
AUSTROGAS	4,14%
LOJAGAS	3,32%
ECOGAS	1,62%
MENDOGAS	1,58%
EP PETROECUADOR	0,96%
GALO PALACIOS	0,61%
GASGUAYAS	0,35%
<b>TOTAL:</b>	<b>100%</b>

Fuente: ASOGAS

Elaborado por: Oscar André

### 2.1.2. Visión estatal del uso de GLP, programa de cocción eficiente

El gobierno del Econ. Rafael Correa impulsa a mediados del año 2013 el cambio de la matriz energética en el país, el objetivo de la misma consiste en “aumentar, de manera óptima y sustentable, las fuentes primarias de energía; al mismo tiempo cambiar las estructuras de consumo en el sector de transporte, residencial, comercial, para que su uso sea racional y eficiente” (Estratégicos, 2013). Para el efecto el gobierno ha realizado varias inversiones,

entre las más importantes se tiene: construcción de 8 centrales hidroeléctricas, explotación de gas natural en el golfo de Guayaquil, parques eólicos, subestaciones y líneas de transmisión eléctrica, transvases, carreteras, etc.

En abril del 2014, como un objetivo adicional para el cambio de la matriz energética, el gobierno establece el Programa de Cocción Eficiente, cuyo logro sería la sustitución del GLP en los hogares y que estos usen energía eléctrica por medio de cocinas de inducción. Justifica su acción argumentando los altos costos por la importación del GLP y el alto subsidio que asume el estado en el hidrocarburo.

Dentro de las acciones del Programa de Cocción Eficiente, el gobierno estableció acciones para motivar el cambio de gas a energía eléctrica, así como desmotivar el uso del GLP doméstico, implementó: tributos para encarecer los artefactos a gas, incentivos para bajar el precio de las cocinas de inducción, campañas agresivas contra el uso del GLP, entrega gratuita de cocinas de inducción a los beneficiarios del bono de desarrollo humano, financiamiento para la compra de cocinas de inducción por medio de préstamos quirografarios (IESS) y subsidio de kilovatios de consumo eléctrico a quienes usen cocinas de inducción (Ciudadano, 2016).

La Asociación Ecuatoriana de Comercializadoras de Gas Licuado de Petróleo GLP (ASOGAS) emite anualmente un informe de la situación del GLP en Ecuador. ASOGAS (2016) informa: Para septiembre del 2016 desde que arrancó oficialmente el Programa de Cocción Eficiente, el objetivo estatal era reemplazar 3,5 millones de cocinas que usan GLP; hasta el domingo 25 de agosto de 2016 se han vendido 432 mil, por lo que las autoridades han decidido reactivar el programa con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco del IESS (Biess) y lograr vender hasta diciembre de 2016, unas 600 mil cocinas, o sea 167.500 cocinas en cuatro meses. (pág. 166)

Pese a la agresiva campaña que ha realizado el gobierno y al conocer que el nuevo presidente mantendrá la misma estrategia en procura del cambio de GLP a energía eléctrica, la venta de GLP no ha disminuido como se esperaba. Comparando las ventas de GLP doméstico que realizaron las empresas comercializadoras entre el año 2015 y 2016, se sigue notando un ligero incremento, tabla 3.

Como estrategia del gobierno para que los ecuatorianos migren al uso del GLP a energía eléctrica por medio de cocinas de inducción, ha publicitado con exageración los efectos de destrucción y muertes que han ocasionado explosiones de cilindros por fugas de GLP, aunque

las noticias que difunde el gobierno pretenden como estrategia propiciar el pánico, no se ha podido establecer con exactitud si los accidentes por fugas de GLP se dieron por negligencia del usuario, falla del equipo (cocina, hornos, calefones, etc.) o por falla del producto cilindro con GLP; no ha existido un correcto procedimiento de custodia de la evidencia que causó la explosión, ni hay expertos involucrados en las investigaciones.

Tabla 3. Despacho GLP doméstico año 2015-2016.

<b>EMPRESAS</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>variación</b>
AUSTROGAS	39.499.500	39.692.340	0,49%
CONGAS	127.880.565	124.575.129	-2,58%
ECOGAS	348.962.210	356.463.092	2,15%
ENI ECUADOR	15.448.560	15.842.770	2,55%
ESAIN	298.620.744	304.776.443	2,06%
G.PALACIOS	58.796.612	55.943.580	-4,85%
GAS GUAYAS	3.298.890	3.411.110	3,40%
LOJAGAS	31.677.214	32.207.120	1,67%
MENDOGAS	15.105.440	16.481.694	9,11%
<b>TOTAL:</b>	939.291.750	949.395.294	<b>1,08%</b>

Fuente: Pág. Web Petroecuador

Elaborado por: Oscar André

Actualmente la empresa Lojagas no cuenta con un proceso eficiente de control del producto GLP antes de su comercialización, los productos defectuosos se detectan visualmente, sin técnica, durante el envasado y en algunas ocasiones en los centros de distribución de GLP o en los vehículos repartidores, constituyéndose un alto riesgo para la ciudadanía. Es indudable que la única forma de seguir propiciando el uso del GLP como combustible en los hogares, es implementar sistemas que permitan garantizar la seguridad y calidad del producto al cliente.

### **2.1.3. Productos que ofrece la empresa Lojagas**

La empresa Lojagas está autorizada para comercializar los siguientes productos:

- Cilindros de 15 Kg con GLP tipo doméstico e industrial (el producto es el mismo solo lo diferencia el precio; doméstico con subsidio, industrial sin subsidio)
- Cilindros de 45 Kg con GLP tipo doméstico e industrial.
- GLP al granel tipo doméstico, industrial y agro-industrial (GLP agro-industrial, con semi- subsidio, su uso solo es para actividades de secado de maíz, arroz y soya)

Sobre el nivel de ventas por tipo de producto en la empresa Lojagas, los cilindros tipo 15 Kg son los que se envasan y comercializan en cantidades muy superiores a los de 45 Kg y GLP al granel. El GLP doméstico predomina la comercialización sobre el GLP industrial y el GLP

agro-industrial. El porcentaje de ventas mensuales, año 2016, por productos se expone en la tabla 4.

Tabla 4. % de envasado 2016. cil. 15 Kg, cil. 45 Kg y granel.

Mes	Cil. 15 Kg	Cil. 45 Kg	Granel Kg	Cil. 15 Kg %	Cil. 45 Kg %	Granel Kg %
Enero	2.498.295	6.525	104.868,28	95,7%	0,3%	4,0%
Febrero	2.578.710	7.695	96.613,82	96,1%	0,3%	3,6%
Marzo	2.725.845	7.695	99.411,01	96,2%	0,3%	3,5%
Abril	2.634.990	8.235	88.264,05	96,5%	0,3%	3,2%
Mayo	2.730.825	7.065	134.070,46	95,1%	0,2%	4,7%
Junio	2.698.515	7.065	95.288,72	96,3%	0,3%	3,4%
Julio	2.763.465	5.670	90.386,15	96,6%	0,2%	3,2%
Agosto	2.942.190	7.605	118.592,44	95,9%	0,2%	3,9%
Septiembre	2.819.085	6.120	115.629,48	95,9%	0,2%	3,9%
Octubre	2.741.550	6.840	102.605,51	96,2%	0,2%	3,6%
Noviembre	2.693.400	8.010	101.100,48	96,1%	0,3%	3,6%
Diciembre	2.780.055	6.345	107.062,85	96,1%	0,2%	3,7%
<b>Total:</b>	<b>32.606.925</b>	<b>84.870</b>	<b>1.253.893</b>	<b>96,1%</b>	<b>0,3%</b>	<b>3,7%</b>

Fuente: CEM Lojagas

Elaborado por: Oscar André

En Ecuador, el estado ecuatoriano es el único proveedor de GLP, el mismo es entregado a las empresas autorizadas desde las terminales de despacho de la empresa estatal Petroecuador, siete terminales en total, los que se exponen en la tabla 5.

Tabla 5: Terminales de abastecimiento de GLP.

Provincia	Ciudad	Terminales
Santa Elena	La Libertad	La Libertad
Guayas	Guayaquil	Chorrillos
Cañar	La Troncal	La Troncal
Esmeraldas	Esmeraldas	Esmeraldas
Pichincha	Pifo	Oyambaro
Sucumbios	Shushufindi	Shushufindi
Azuay	Cuenca	Challaubamba

Fuente: Petroecuador

Elaborado por: Oscar André

Las empresas envasadoras y comercializadoras de GLP, con vehículos propios o contratados, transportan tanqueros cisternas más conocidos como auto-tanques, los que se abastecen de GLP en las terminales de Petroecuador, transportan el GLP a sus plantas envasadoras donde lo envasan en cilindros de 15 Kg o 45 Kg para entregarlo a los distribuidores o lo comercializa

directamente en tanques fijos en instalaciones centralizadas por medio de vehículos denominados auto-cisternas o graneleros. Este proceso se puede apreciar gráficamente en la figura 3.

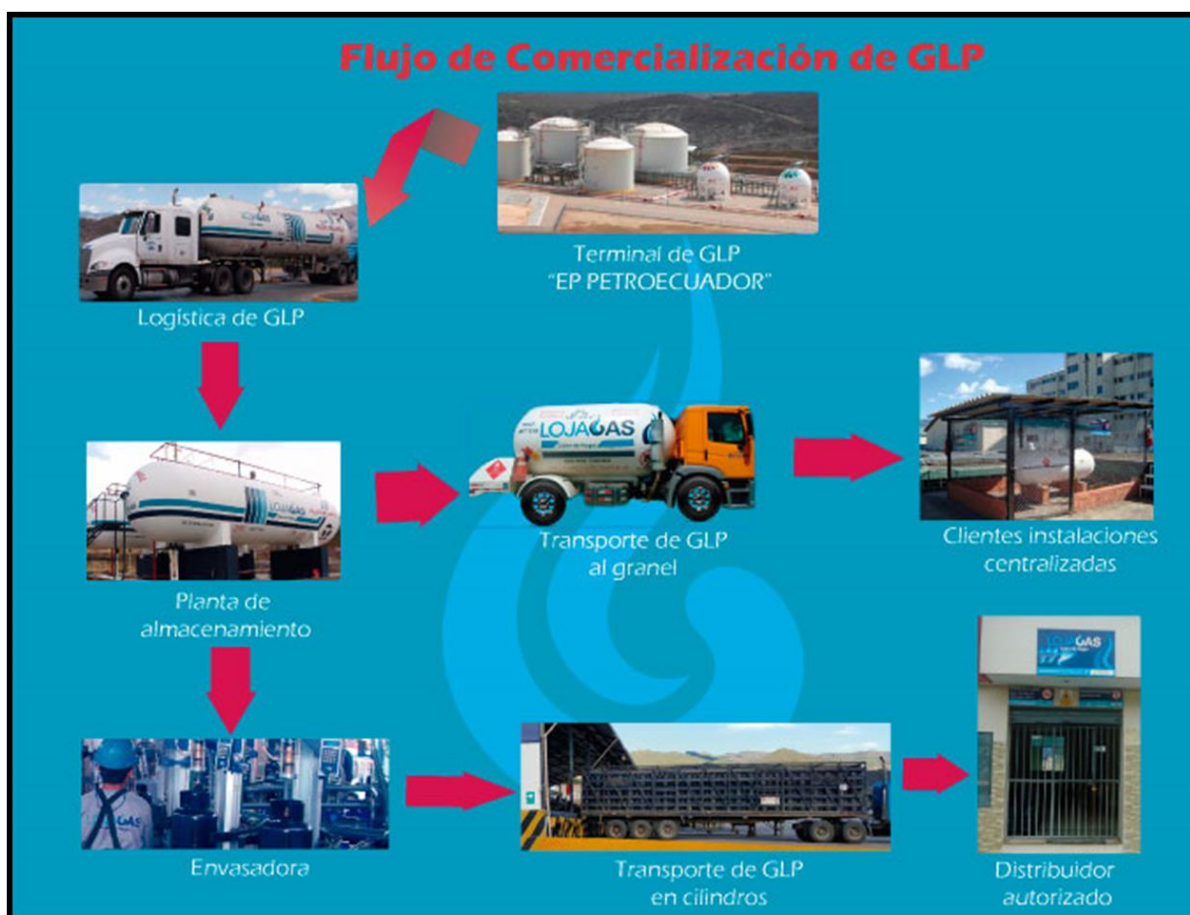


Figura 3. Flujo de Comercialización de GLP.

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

#### 2.1.4. Gestión de la Calidad en la empresa Lojagas.

La gestión de la calidad exige una orientación empresarial con una estrategia clara, política de la calidad, misión, visión y valores; los que se exponen a continuación (Lojagas, 2016):

##### Política de la Calidad:

La empresa Lojagas, comprometida en lograr un eficaz sistema de gestión de la calidad, ha establecido la siguiente Política Integrada de la Calidad:

“La Compañía de Economía Mixta LOJAGAS envasa y comercializa Gas Licuado de Petróleo (GLP) cumpliendo los requerimientos de sus clientes y partes interesadas, preservando el medio ambiente y practicando los requisitos legales vigentes del Estado ecuatoriano.

Sus compromisos son:

- ✓ Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes, mediante el suministro continuo de productos y servicios de alta calidad.
- ✓ Identificar los peligros, evaluar y controlar los riesgos para prevenir accidentes y enfermedades laborales; otorgando así un ambiente de trabajo apropiado y saludable para nuestros colaboradores.
- ✓ Reducir y/o mitigar los impactos ambientales significativos generados por nuestras actividades, siendo amigables con el ambiente y la comunidad.
- ✓ Mantener un Sistema de Gestión de Calidad, Salud, Seguridad y Ambiente, promoviendo la mejora continua.”

**Misión:**

"Envasar y comercializar gas licuado de petróleo, diseñar e instalar sistemas centralizados; ofreciendo servicios de calidad, con seguridad, peso y precio justos."

**Visión:**

"Hasta el año 2020, siendo fieles a nuestros valores organizacionales, expandir nuestras operaciones a nivel nacional, ofreciendo servicios de calidad; con responsabilidad social y ambiental."

**Valores:**

**Confiabilidad:** Cumplir con los clientes internos y externos, generando la certeza de que nuestros productos serán entregados oportunamente con calidad y seguridad.

**Compromiso:** Actuar con pasión e iniciativa haciendo propias las exigencias y metas de la empresa, complementar y potenciar las iniciativas, los conocimientos y recursos individuales, para hacerlo mejor, en beneficio de los clientes internos y externos.

**Integridad:** Guardar rectitud, honradez, honestidad y respeto hacia LOJAGAS, sus clientes internos y externos, así como velar por su prestigio; cuidar y conservar sus bienes; ejecutar las actividades respetando los procedimientos, leyes, reglamentos y normas de la empresa.

**Disciplina:** Nuestra fórmula "mágica" fusiona la perseverancia, la constancia y la dedicación; no nos fiamos del azar.

**Creatividad:** Somos gente ordinaria haciendo cosas extraordinarias; nuestro éxito no está enfocado a una serie de ideas brillantes o decisiones valientes, sino en convertir los sueños en realidad. (Lojagas, 2016)

La empresa Lojagas se encuentra en un proceso de implementación de los requisitos que exige la norma ISO 9001 2015, en el documento manual de calidad de la empresa, se describen los objetivos y estándares de calidad de la empresa. Se describen la política de la calidad e instrumentos para lograr medir el cumplimiento de los objetivos estratégicos, indicadores de gestión y los procesos de la empresa.

Parte importante de la norma ISO 9001 2015, es contar con un enfoque en procesos, en el Capítulo II se abordará con mayor detalle este tema.

### **CAPÍTULO III.- DESARROLLO DEL MODELO MICEPS**



### 3.1. Mapa de procesos área de producción

La empresa Lojagas se encuentra implementando actualmente una metodología de gestión basada en procesos, por tal razón, ya ha establecido el mapa o diagrama de la mayoría de sus procesos, tanto los estratégicos, operativos y de apoyo (habilitantes). En la figura 4 se presenta el mapa de macro procesos de la empresa Lojagas.

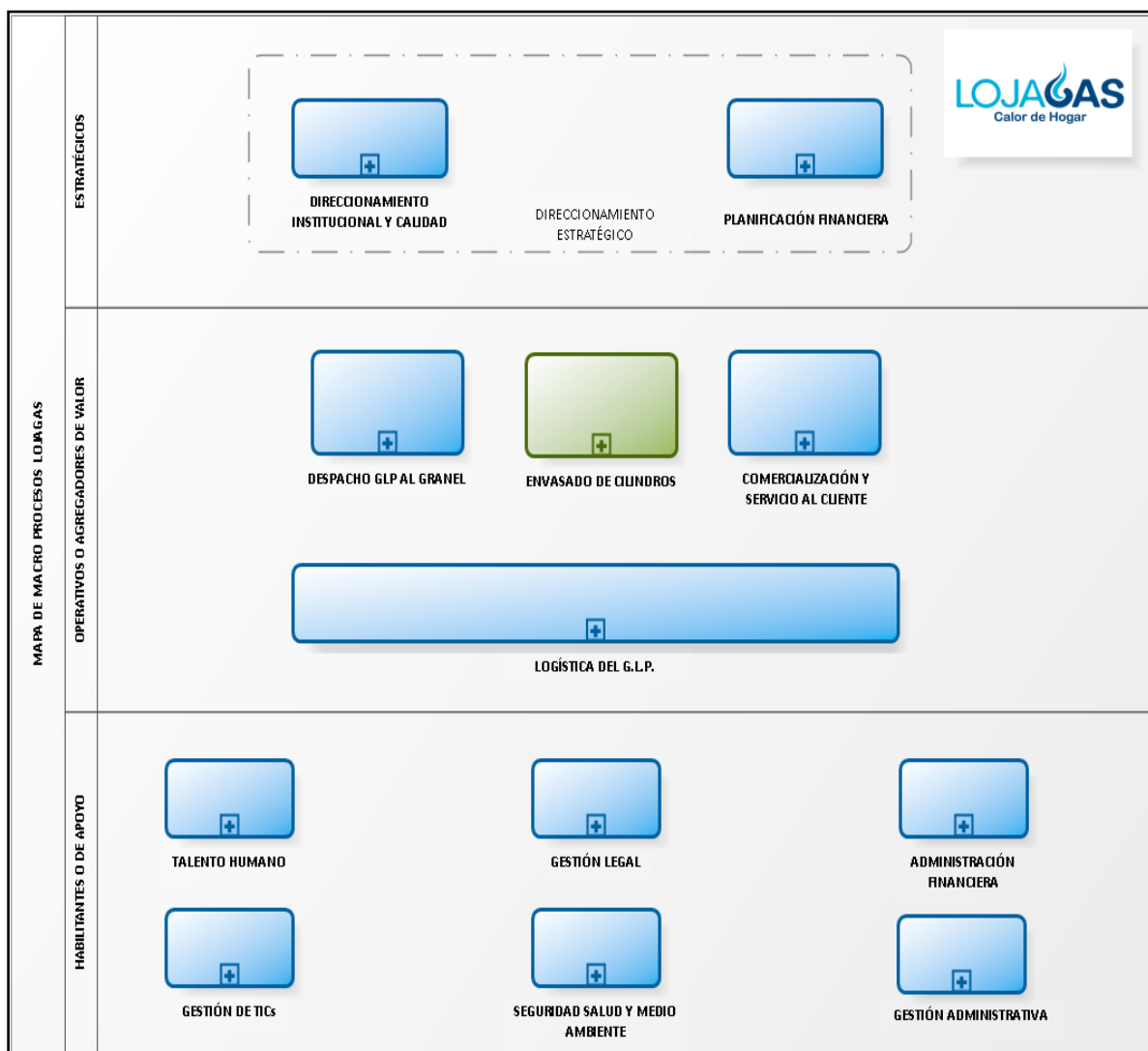


Figura 4. Mapa de macro procesos de Lojagas.

Fuente: CEM Lojagas

Dentro del proceso de operaciones se encuentra el proceso de envasado de cilindros, el que es motivo de este proyecto. A continuación se expondrá lo realizado por la empresa para modelar el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg, desde el apoyo por medio del diagrama PEPSU, hasta la definición final del diagrama del proceso.

### 3.1.1. Matriz de entradas y salidas de los procesos (diagrama PEPSU).

Como una ayuda para desarrollar el diagrama de procesos, se determinaron las actividades del proceso por medio del diagrama denominado PEPSU, donde se considera identificar: proveedores (P), las entradas (E), el proceso (P), las salidas (S) y los usuarios (U). En la tabla 6, como resultado de las observaciones en sitio, se muestra el resultado del diagrama PEPSU para el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg en la planta envasadora Lojagas.

Tabla 6. Diagrama PEPSU para el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg

Proveedores	Entradas	Sub-Proceso (etapas)	Salidas	Clientes
Almacenamiento	GLP	Envasado de cilindros	Cilindro envasado	Vehículos Distribuidores
Vehículos Distribuidores	Cilindros con válvula	Clasificación de cilindros	Cilindro para envasado	Envasado
Taller de mantenimiento	Cilindros con válvula	Envasado de cilindros	Cilindro envasado	Vehículos Distribuidores
Bodega	Sellos de seguridad	Envasado de cilindros	Cilindro Envasado	Vehículos Distribuidores
Estibadores envasado	Cilindro con válvula con defectos	Tratamiento de cilindros no conformes	Cilindro Operativo	Envasado
Estibadores envasado	Cilindro con válvula operativo	Envasado de cilindros	Cilindro Envasado	Vehículos Distribuidores
Estibadores envasado	Cilindro con válvula con defectos	Tratamiento de cilindros no conformes	Cilindro No Operativo	Taller de Mantenimiento (Proveedor externo)

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

### 3.1.2. Diagrama de procesos.

La tabla 6 proporciona una idea general del proceso de envasado de cilindros de 15 Kg en la planta envasadora Lojagas, en su desarrollo, surgió otro procedimiento que debe ser tomado en cuenta para el análisis de este proyecto: Tratamiento de cilindros no conformes. La Tabla 6 no expone con mayor detalle las actividades que realmente ocurren en el proceso, pero ya es una valiosa ayuda para comenzar a diseñar los diagramas de procesos o también conocidos como mapas de procesos. En la figura 5, se presenta el mapa del proceso de

envasado de cilindros de 15 Kg, P-21 Envasado de GLP en cilindros de 15 Kg (Código usado por la empresa Lojagas).

El proceso de envasado de cilindros de 15 Kg expuesto en la figura 5, hace referencia a varios instructivos de apoyo que serán analizados con la finalidad de conocer con mayor profundidad el proceso, sobre todo determinar si los mismos se cumplen al realizar el proceso y si estos consideran las necesidades del cliente. En este proceso, hay dos derivaciones hacia otros dos procesos: P-27 Mantenimiento, orden y limpieza de la planta envasadora y P-23 Tratamiento de producto no conforme; el primero no se considera para este proyecto, el segundo está muy relacionado. En la figura 6 se presenta el mapa del proceso de tratamiento de cilindros no conformes (P-27); ambos, darán la guía para identificar posteriormente las etapas o subprocesos que intervienen en el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg y establecer los diagramas PEPSU de cada subproceso. La codificación de los procesos es la usada actualmente por la empresa.

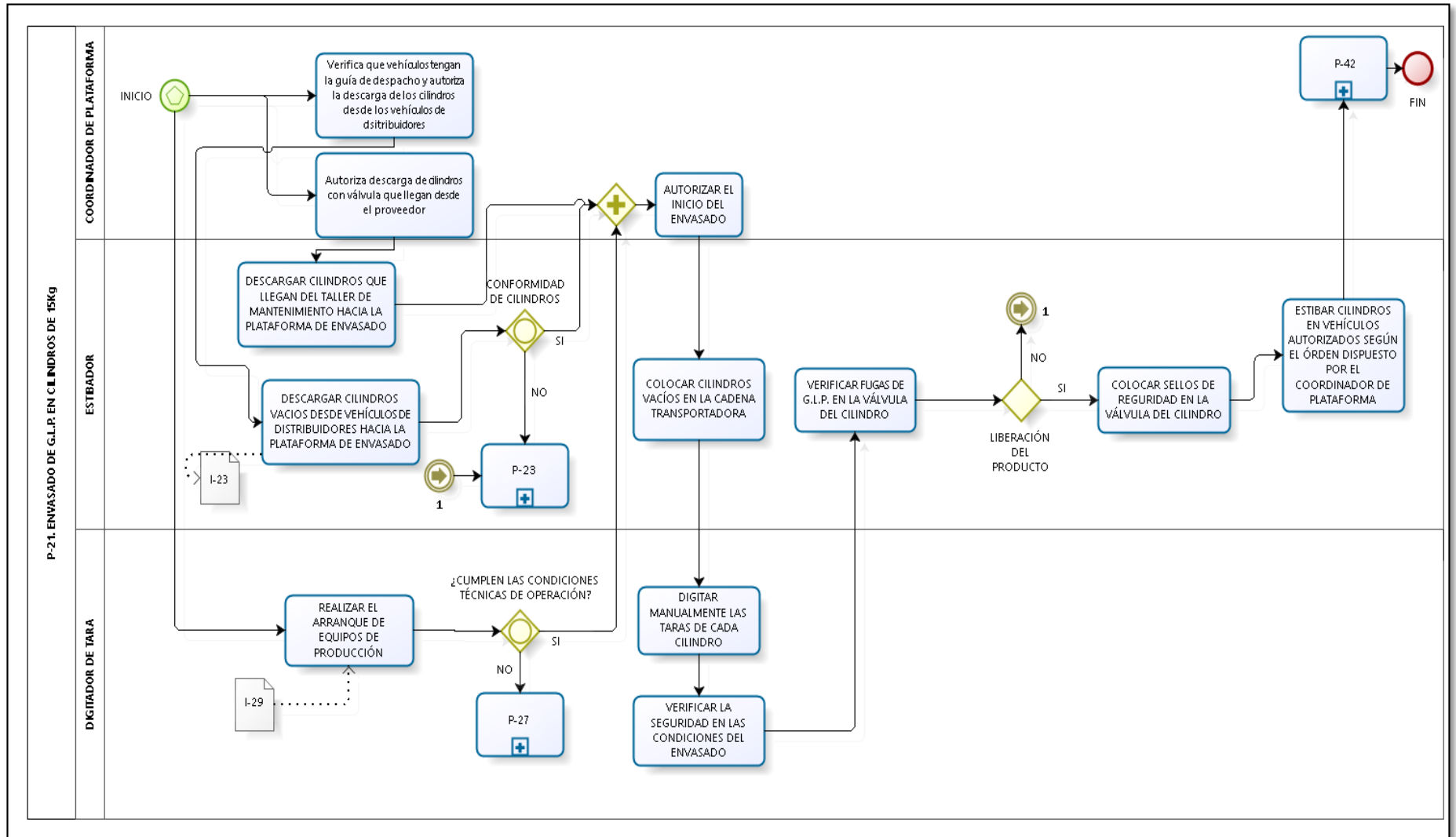


Figura 5. Proceso de envasado de cilindros de 15 Kg

Fuente: CEM Lojagas

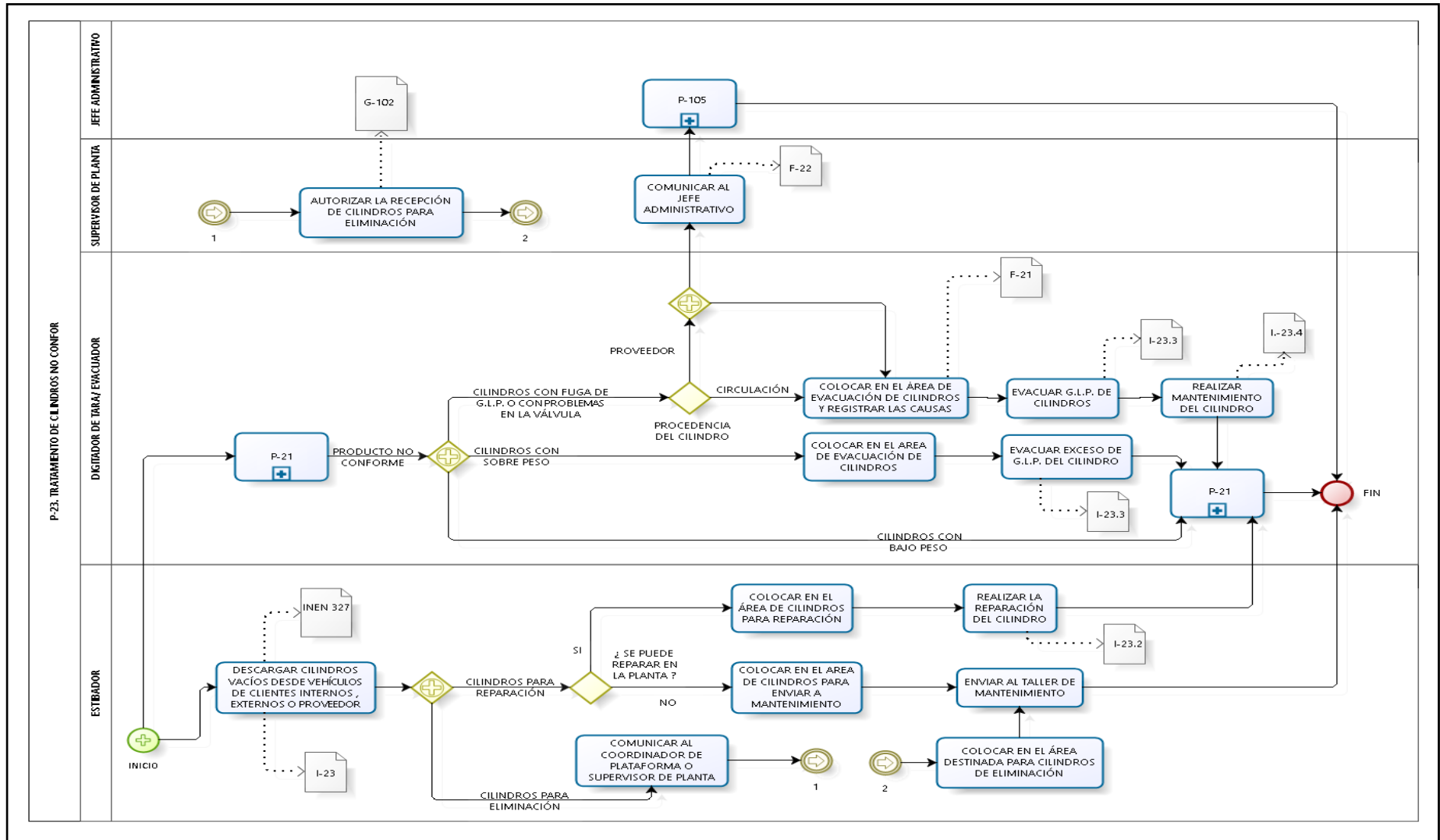


Figura 6. Tratamiento de cilindros no conformes

Fuente: CEM Lojagas

### **3.1.3. Diagramas PEPSU de etapas o subprocesos.**

Para una mayor comprensión de las etapas o subprocesos relevantes que intervienen en el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg, se ha desarrollado un flujograma, el mismo se expone en la figura 7, este flujograma y las observaciones realizadas en campo permitirá desarrollar los diagramas PEPSU de cada subproceso u etapa que intervienen en el proceso macro de envasado.

De acuerdo al flujograma de la figura 7 se identifican las siguientes etapas o subprocesos:

1. Autorización despacho GLP en cilindros.
2. Descarga de cilindros desde vehículos a plataforma de envasado.
3. Verificación de estado de cilindros antes del envasado.
4. Cilindros no conformes área de evacuado.
5. Ubicar cilindros en cadena de cadena de envasado y digitar tara.
6. Envasado de cilindros en sistema de carrusel.
7. Control de peso automático.
8. Rechazo automático del sistema, inspección del cilindro.
9. Verificación de fugas en válvulas.
10. Colocación de sellos de seguridad.
11. Estibar cilindros en vehículos.

Imágenes de las etapas o subprocesos que intervienen en el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg se exponen en anexo 1.

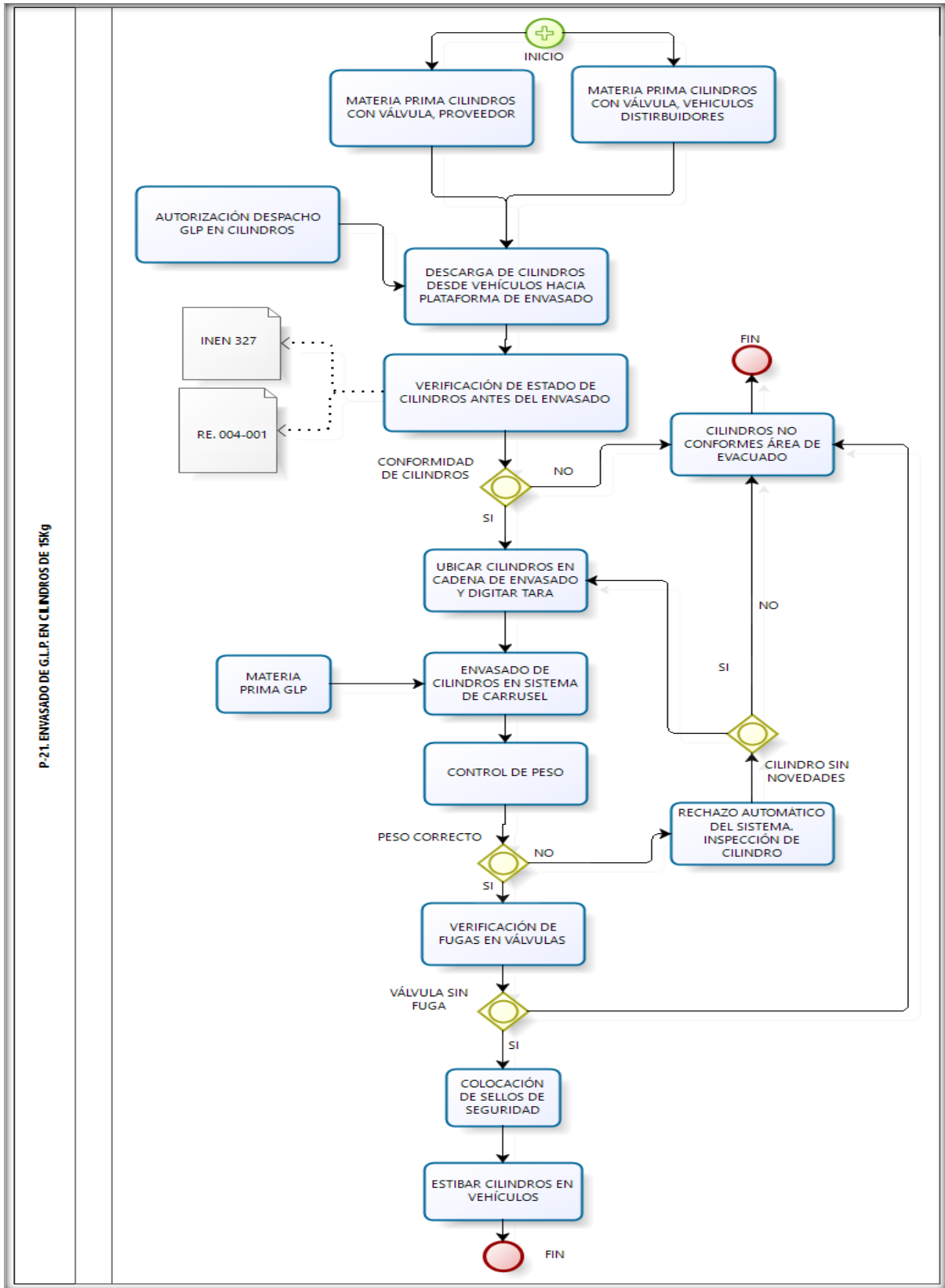


Figura 7. Flujograma de envasado de cilindros de 15 Kg.

Fuente: CEM Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Identificadas las etapas del proceso, se procederá a realizar el diagrama PEPSU de cada etapa o subproceso (Tabla 7). La finalidad de esta actividad es la de conocer con mayor detalle el funcionamiento del proceso, así como clarificar las variables que intervienen en el mismo, análisis que se realizará posteriormente.

Tabla 7. Diagrama PEPSU, subprocesos del proceso de envasado de cilindros de 15 Kg

<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Sub-Proceso (etapas)</b>	<b>Salidas</b>	<b>Clientes</b>
Facturación	Factura y Guía	Autorización despacho GLP en cilindros	Conteo de cilindros en base a factura	Conductores vehículos
Vehículos Distribuidores	Cilindros con válvula		Estacionamiento en plataforma	Estibadores
<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Sub-Proceso (etapas)</b>	<b>Salidas</b>	<b>Clientes</b>
Autorización despacho GLP en cilindros a distribuidores	Cilindros con válvula	Descarga de cilindros desde vehículos a plataforma de envasado	Cilindro descargado a plataforma	Estibadores, verificación de estado de cilindros
Cilindros con válvula proveedores				
<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Sub-Proceso (etapas)</b>	<b>Salidas</b>	<b>Clientes</b>
Descarga de cilindros desde vehículos a plataforma de envasado	Cilindros con válvula	Verificación de estado de cilindros antes del envasado	Cilindro verificado (operativo)	Ubicación de cilindros en cadena de envasado
<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Sub-Proceso (etapas)</b>	<b>Salidas</b>	<b>Clientes</b>
Verificación de cilindros antes del envasado	Cilindros con válvula	Cilindros no conformes área de evacuado	Cilindro con válvula no conforme	Área de evacuado



Tabla 7. Diagrama PEPSU, subprocesos del proceso de envasado de cilindros de 15 Kg (Cont.)

Proveedores	Entradas	Sub-Proceso (etapas)	Salidas	Clientes
Verificación de cilindros antes del envasado	Cilindros con válvula	Ubicar cilindros en cadena de envasado	Cilindro con válvula en cadena de envasado	Envasado en sistema de carrusel
	Cilindro con válvula en cadena de envasado	Digitar tara en sistema		
Proveedores	Entradas	Sub-Proceso (etapas)	Salidas	Clientes
Digitador de tara	Cilindros con válvula	Envasado de cilindros en sistema de carrusel	Cilindros envasados	Sistema de control de peso
Cadena de envasado				
Proveedores	Entradas	Sub-Proceso (etapas)	Salidas	Clientes
Sistema de carrusel	Cilindros envasados	Control de peso automático	Cilindro con peso correcto	Verificación de fugas en válvulas
			Cilindro con peso incorrecto	Inspección de cilindro
Proveedores	Entradas	Sub-Proceso (etapas)	Salidas	Clientes
Control de peso	Cilindros rechazados, peso incorrecto	Rechazo automático del sistema, inspección del cilindro	Cilindro sin novedades	Envasado de cilindros en carrusel
			Cilindro con novedades	Área de evacuado
Proveedores	Entradas	Sub-Proceso (etapas)	Salidas	Clientes
Control de peso	Cilindros operativos, peso correcto	Verificación de fugas en válvulas	Cilindro sin fugas en válvula	Colocación de sellos de seguridad

Tabla 7. Diagrama PEPSU, subprocesos del proceso de envasado de cilindros de 15 Kg (Cont.)

Proveedores	Entradas	Sub-Proceso (etapas)	Salidas	Clientes
	Cilindros operativos, sin fuga en válvula	Colocación de sellos de seguridad	Cilindro con sellos de seguridad	Vehículos distribuidores
Proveedores	Entradas	Sub-Proceso (etapas)	Salidas	Clientes
	Cilindros con sello	Estibar cilindros en vehículos	Estibaje de cilindros en vehículos	Vehículos distribuidores

Fuente: Figura 7

Elaborado por: Oscar André

### 3.2. Características de calidad críticas para el cliente.

En esta parte se consideran dos aspectos:

- a) Los requerimientos que en cumplimiento de la ley, Lojagas debe efectuar para determinar si un cilindro es operativo y pueda ser envasado para posteriormente comercializarlo,
- b) Luego, se analizan los requerimientos de los clientes (RC), los mismos que fueron obtenidos mediante una encuesta realizada por el departamento de comercialización de la empresa a los clientes finales.

#### 3.2.1. Requerimientos legales de organismos de control.

Como se mencionó anteriormente, la ARCH es el organismo estatal encargado de establecer las condiciones legales que deben cumplir los involucrados en la cadena de envasado y comercialización de GLP. En lo que respecta a los requerimientos del producto cilindro de 15 Kg (cilindro y partes, así como la válvula), se pueden referenciar dos reglamentos legales de importancia: Reglamento para autorización de actividades de comercialización de gas licuado de petróleo, y la Norma INEN 327; las que a continuación serán tratadas centrándose únicamente en los requerimientos exigidos para la comercialización de los cilindros de GLP de 15 Kg.

### **3.2.1.1 Reglamento para autorización de actividades de comercialización de gas licuado de petróleo**

El mismo fue publicado como Resolución 004-001, en el Registro Oficial N° 621 con fecha 5 de noviembre de 2015. Referente al cumplimiento de las condiciones del producto al cliente final, en la resolución se expone:

- “Cumplir con las normas técnicas, ambientales, de calidad y seguridad que sean aplicables a sus actividades” (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 30, lit. f, pág. 8);
- “Abstenerse de envasar o comercializar GLP en cilindros que por su estado deban ser sometidos a mantenimiento, destrucción conforme lo establecen las normas técnicas correspondientes” (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 30, lit. i, pág. 8);
- “Utilizar sistemas de medición que cuenten con certificados de calibración vigentes, emitidos por un Organismo de inspección” (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 31, lit. a, pto.9, pág. 9);
- “Establecer estándares de calidad en la cadena de comercialización de GLP, y garantizar su cumplimiento” (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 31, lit. a, pto.16, pág. 9);
- “Garantizar la seguridad en el proceso de recepción, almacenamiento y despacho de GLP” (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 31, lit. b, pto.3, pág. 9);
- “Envasar el GLP únicamente en cilindros que cumplan con las normas técnicas y de seguridad”. (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 31, lit. c, pto.1, pág. 9);
- “Retirar de circulación los cilindros y válvulas que no cumplan con las normas, para su revisión, mantenimiento o destrucción” (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 31, lit. c, pto.2, pág. 9);
- “Garantizar el volumen o cantidad del GLP envasado en cilindros, y en los despachos al granel, para los diferentes segmentos de consumo” (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 31, lit. c, pto.4, pág. 9);
- “Colocar en los cilindros envasados el sello de seguridad en la válvula” (Resolución 004-001, 2015, cap. 5, art. 31, lit. c, pto.10, pág. 9).

### **3.2.1.2 Norma NTE INEN 327:2011 Revisión de cilindros de acero para gas licuado de petróleo**

El objeto de esta norma es: “Esta norma establece los procedimientos a aplicarse en la revisión de los cilindros para gas licuado de petróleo, que se encuentran en circulación, para determinar su estado de conservación y aptitud para el uso o su retiro inmediato” (Norma NTE INEN 327:2011, 2011, pág. 1).

En resumen, centrándonos en las condiciones que la norma INEN 327 exige lo que deben cumplir los cilindros para su envasado y posterior comercialización. ( Norma NTE INEN 327:2011, 2011, pág. 2), se exige:

- Identificación completa según la NTE INEN 111;
- Las asas y las bases deben estar en condiciones que cumplan las funciones para la cual fueron diseñadas;
- Mantener pintura no menor al 70%;
- No debe tener golpes cortantes (punzantes);
- No debe tener abolladuras que reduzcan su capacidad de agua;
- No debe tener grietas visibles;
- No debe tener cordones de soldadura en lugares diferentes a lo que indica la norma NTE INEN 2143.

Los cilindros que no cumplan con algún requisito de los indicados deben ser separados para que se efectúe una inspección total que permitirá determinar los cilindros que irán a reparación o fuera de uso (eliminación) (Norma NTE INEN 327:2011, 2011).

La Resolución 004-001 y la norma NTE INEN 327:2011, no hace referencia a los requerimientos que desearía el cliente final (RC), surge la siguiente interrogante: ¿El cumplimiento de las condiciones técnicas expuestas en la normativa, son suficientes como requisitos que exigiría el cliente, o resultan limitadas?

Normas o cumplimientos legales de otros países, referentes a los cilindros donde se envasa GLP, son muy parecidos a los ya expuestos de Ecuador. No se ha encontrado referencias que incluyan la voz del cliente o que sean mucho más exigentes en la presentación final del producto, son muy subjetivas.

### **3.2.2. Requisitos del cliente, encuestas y resultados.**

En la figura 4 se expone el mapa de macro procesos de la empresa Lojagas, del mismo se puede inferir que el cliente interno de Gestión de Operaciones, proceso donde se encuentra el proceso de envasado motivo de este estudio, tiene por cliente interno el departamento de Comercialización y Servicio al Cliente, así como el departamento de Logística del GLP.

El cliente externo directo de la compañía Lojagas es el distribuidor de cilindros, persona legalmente registrada ante la ARCH y que es la única autorizada a recibir cilindros desde la planta envasadora y comercializarlos a los consumidores (clientes finales).

Aunque la empresa Lojagas no es quien suministra directamente el producto a los consumidores finales, es imprescindible consultar y conocer los requerimientos que exigen del producto, esto se lo hará por medio de encuestas que serán explicadas con más detalle posteriormente. Al consumidor final no se le consultará sobre sus requerimientos del servicio de entrega, ya que esta entrega como se mencionó anteriormente la realiza únicamente el distribuidor; esto podría ser motivo de otro proyecto.

Resumiendo, los clientes que reciben el producto cilindro de 15 Kg y tienen interés que el mismo sea entregado con calidad, sean internos o externos, son: departamento de comercialización, departamento de Logística de GLP, distribuidores y usuarios finales del producto. A continuación se determinan los RC para los cuatro clientes definidos.

### 3.2.2.1. Requerimientos clientes internos (RC).

Mediante una reunión con los jefes departamentales del área comercial y logística de GLP, se consultó cuáles son sus requerimientos del producto cilindro de 15 Kg con GLP. Formato de encuesta en anexo 2. En la tabla 8 se presenta las respuestas de los RC y se identifica el proceso responsable del mismo.

Tabla 8. Requerimientos de los clientes internos.

CLIENTE INTERNO	RC	Subprocesos relacionados con el cumplimiento de los RC
Dep. Comercial	Peso correcto	Producción (envasado)
	Cilindro presentable, sin óxido, polvo, materia extraña en la pintura)	Producción (envasado)
	Cilindro sin fugas de GLP en la válvula	Producción (envasado)
	Cilindros sin fugas de GLP en el cuerpo	Producción (envasado)
	Cilindro con sello de seguridad	Producción (envasado)
	Cilindro sin deformaciones (cuerpo, asa, base)	Producción (envasado)
Dep. Logística de GLP	Rapidez en el despacho	Producción (envasado)
	Correcto estibaje del cilindro	Producción (envasado)

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Continuando con la identificación de los requerimientos del cliente, faltaría por conocer la opinión de los distribuidores y de los consumidores finales, para ello se han planteado encuestas que permitan conocer los RC de los clientes externos. A continuación se explica la

metodología usada para obtener los RC tanto para los distribuidores como de los consumidores finales.

### 3.2.2.2. *Requerimientos distribuidores.*

Lojagas cuenta con 93 distribuidores autorizados ante la ARCH para la comercialización de GLP en cilindros, a la totalidad de los distribuidores se le aplicó una sencilla encuesta consultando: ¿Que esperan en la entrega del producto en las instalaciones de la planta envasadora? y, ¿Que esperan del producto? Se consideró dividir la encuesta en los tres subprocesos que intervienen en el instructivo de despacho de GLP en la planta envasadora (Anexo 3): Facturación, guardianía y despacho de cilindros. El formato de la encuesta se expone en el anexo 4. Se consolidan las repuestas de los distribuidores, sin considerar cantidades, ni porcentajes por pregunta, únicamente los requisitos que dieron a las respuestas, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 9).

Tabla 9. Requerimientos de los distribuidores

<b>Facturación</b>	Rapidez en la entrega de guía y factura
<b>Guardianía</b>	Conteo eficiente de cilindros
	Amabilidad en el trato
<b>Envasado</b>	Estibaje correcto de cilindros
	Amabilidad en el trato
	Recepción de cilindros vacíos en mal estado
	Peso completo
	Cilindro en buen estado, no oxidado ni sucio
	Cilindro con sello
	Cilindro sin fugas en la válvula
Cilindros sin fugas en el cuerpo	

Fuente: Encuesta a distribuidores

Elaborado por: Oscar André

La información obtenida de los requerimientos del distribuidor (Tabla 9), se consolida en la tabla 10, relacionando los requerimientos del distribuidor (RC) con los subprocesos o etapas que intervienen en el cumplimiento de los mismos.

Tabla 10. Requerimientos de los distribuidores.

<b>CLIENTE EXTERNO</b>	<b>Requerimientos</b>	<b>Subprocesos relacionados con el cumplimiento de los Requerimientos</b>
Distribuidores	Rapidez en la entrega de guía y factura	Despacho
	Conteo eficiente de cilindros	Despacho
	Amabilidad en el trato	Despacho
	Estibaje correcto de cilindros	Producción (envasado)

Tabla 11. Requerimientos de los distribuidores. (Cont.)

CLIENTE EXTERNO	RC	Procesos relacionados con el cumplimiento de los RC
Distribuidores	Recepción de cilindros vacíos en mal estado	Producción (envasado)
	Peso completo	Producción (envasado)
	Cilindro en buen estado, no oxidado ni sucio	Producción (envasado)
	Cilindro con sello	Producción (envasado)
	Cilindro sin fugas en la válvula	Producción (envasado)
	Cilindros sin fugas en el cuerpo	Producción (envasado)

Fuente: Tabla 9. Encuesta a distribuidores

Elaborado por: Oscar André

### **3.2.2.3. Requerimientos consumidor final.**

La empresa Lojagas mantiene una línea de atención al cliente, en la misma, a más del pedido de gas a domicilio, se registran las quejas que hace el usuario o cliente final cuando se le presentan problemas en el conjunto cilindro-válvula o quejas por mala atención por parte de los conductores de los vehículos repartidores. En el sistema de registro de quejas hay un estimado del registro de unas 1000 personas que han reportado novedades en los cilindros o el servicio de entrega, entre los años 2015, 2016 y parte del 2017.

Es parte fundamental de este proyecto conocer los requerimientos del cliente relacionados con el producto cilindro de 15 Kg (cilindro, asa, base, válvula, sello de seguridad). Lojagas, por medio del departamento comercial, ha realizado anualmente encuestas a los clientes, pero estas se han enfocado en conocer la satisfacción del cliente en relación al servicio de entrega del GLP en cilindros, más no del cilindro como tal.

Se ha diseñado un formato de encuesta para conocer la opinión de los clientes con respecto al uso del cilindro de 15 Kg con GLP, ver anexo 5. Se ha solicitado al departamento de comercialización, por medio del área de atención al cliente, que realice encuestas con la finalidad de establecer el nivel de satisfacción del cliente al producto, para este proyecto no se considera medir la satisfacción en base al servicio.

Las preguntas a los clientes se realizaron en el transcurso de una semana por medio telefónico, usando un muestreo aleatorio simple y registrando los resultados de cada encuesta en un formulario, posteriormente se procedió a consolidar las respuestas en un solo documento. El formato de la encuesta y la consolidación de los resultados, en el caso de los

clientes finales, si se registra y se exponen los porcentajes de las respuestas, esto dará una clara idea de los requisitos claves que el cliente exige.

Las encuestas se realizaron a una muestra de 250 encuestados, considerando como población la base de datos de un promedio de 715 llamadas ya registradas en el área de atención al cliente. El tamaño de la muestra se determinó de acuerdo a la siguiente ecuación (1):

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N - 1)E^2 + z^2pq} \quad (1)$$

Donde N=715; z= 1,96; p=0,5; q=0,5 y E=0,05

Reemplazando los valores en la ecuación (1), se obtiene que el tamaño de la muestra n es igual a 250 usuarios.

El resultado consolidado de las 250 cincuenta encuestas se exponen en la tabla 11:

De acuerdo a los resultados expuestos en la tabla 11, referente a los inconvenientes que han tenido los clientes al usar o adquirir un cilindro de 15 Kg con GLP, se determinará el RC que espera el cliente y se relacionará cada uno de los inconvenientes con el subproceso de la empresa que influye en el requisito (Tabla 12).

Sobre los atributos físicos del producto, se observa en la tabla 11 que hay variaciones significativas de medición entre los 6 atributos resumen de la encuesta aplicada. Con la finalidad de considerar únicamente los RC con más peso del consumidor final, se desarrolla un gráfico de Pareto para determinar los atributos más importantes.



Tabla 12. Resultado consolidado de encuestas.

<b>FORMULARIO PARA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN EN USO DE CILINDROS DE GLP</b>			
PREGUNTA	RESPUESTA		
	SI	NO	NC
<b>Ha tenido inconvenientes al momento adquirir o de usar un cilindro de GAS</b>	102 40,8%	148 59,2%	0 0%
<b>Qué tipo de inconvenientes:</b>	<b>Rpta.</b>	<b>%</b>	
Al instalar el regulador no sale el gas	27	26%	
Fuga de gas por caucho (toroide) viejo o en mal estado	20	20%	
Reguladores obsoletos dan problemas de fugas	47	46%	
Fuga en manguera	5	5%	
Congelamiento del gas	3	3%	
<b>Total:</b>	102	100%	
<b>Sobre los atributos físicos del producto:</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NC</b>
Está conforme con la presentación del cilindro (pintura, limpieza)	182 72,8%	68 27,2%	0 0,0%
Está conforme con el estado de la base del cilindro	240 96,0%	5 2,0%	5 2,0%
Está conforme con el estado del asa del cilindro	240 96,0%	5 2,0%	5 2,0%
Está conforme con el peso del cilindro (durabilidad)	215 86,0%	25 10,0%	10 4,0%
Está conforme con el sello de protección en la válvula	235 94,0%	15 6,0%	0 0,0%
Está conforme con el estado de la válvula de cilindro (no presenta fugas, calza la válvula)	187 74,8%	43 17,2%	20 8,0%

Fuente: CEM Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Tabla 13. Requerimientos consumidor final, inconvenientes en el uso.

Inconvenientes en el uso (Consumidor final)	Requerimientos del cliente (RC)	Procesos relacionados con el cumplimiento de los Requerimientos
Al instalar el regulador no sale el gas	Cilindros con válvula operativa	Producción (envasado)
Fuga de gas por caucho (toroide) viejo o en mal estado	Cilindros con válvula operativa	Producción (envasado)
Reguladores obsoletos dan problemas de fugas	No es parte del proceso de la empresa, ya que considera el uso de productos que no proporciona la empresa: reguladores, mangueras. El congelamiento del GLP se ha detectado que es por el uso en cocinas industriales para las cuales no ha sido diseñado el cilindro de 15 Kg	
Fuga en manguera		
Congelamiento del gas		

Fuente: Tabla 11. Resultado consolidado de encuestas

Elaborado por: Oscar André

En tabla 13 se ordenan los atributos para obtener el gráfico de Pareto (Figura 8)

Tabla 14. Tabla para gráfico de Pareto.

	ATRIBUTOS CONSUMIDOR FINAL	Ptos.	% relativo	Ptos. Acumulados	% acumulado
1	Está conforme con la presentación del cilindro (pintura, limpieza)	68	42%	68	42%
2	Está conforme con el estado de la válvula de cilindro (no presenta fugas, calza la válvula)	43	27%	111	69%
3	Está conforme con el peso del cilindro (durabilidad)	25	16%	136	84%
4	Está conforme con el sello de protección en la válvula	15	9%	151	94%
5	Está conforme con el estado de la base del cilindro	5	3%	156	97%
6	Está conforme con el estado del asa del cilindro	5	3%	161	100%

Total: 161

Fuente: Tabla 11. Resultado consolidado de encuestas

Elaborado por: Oscar André

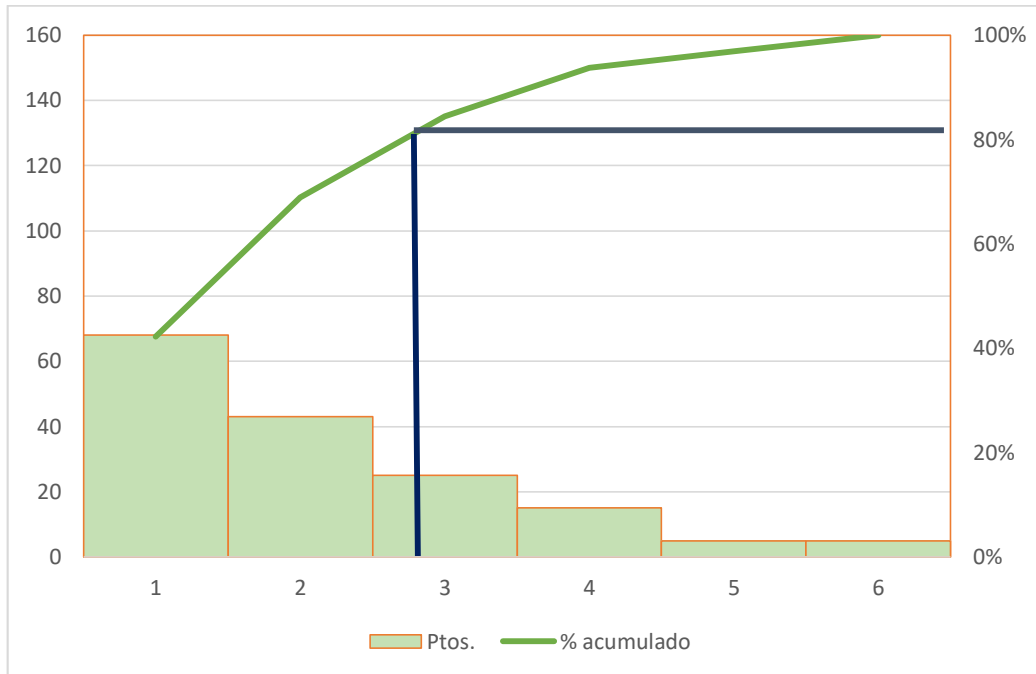


Figura 8. Gráfico de Pareto.

Fuente: Tabla 13

Elaborado por: Oscar André

Como resultado del gráfico de Pareto, el 20% de las causas totales hace que se originen el 80% de los efectos, para el análisis se considerarán los siguientes atributos:

- Está conforme con la presentación del cilindro (pintura, limpieza).
- Está conforme con el estado de la válvula de cilindro (no presenta fugas, calza la válvula).
- Está conforme con el peso del cilindro (durabilidad).

De acuerdo a los resultados expuestos en la tabla 11, referente a los atributos físicos del producto que considera el consumidor final y los resultados del gráfico de Pareto (Figura 8), se relacionará cada uno de los atributos con un requisito del cliente (RC), así como el subproceso relacionado (Tabla 14).

Tabla 15. Requerimientos consumidor final, atributos.

Atributos (Consumidor final)	Requerimientos	Procesos relacionados con el cumplimiento de los Requerimientos
Está conforme con la presentación del cilindro (pintura, limpieza)	Cilindro presentable, sin óxido, polvo, materia extraña en la pintura)	Producción (envasado)

Tabla 14. Requerimientos consumidor final, atributos. (Cont.)

Atributos (Consumidor final)	Requerimientos	Procesos relacionados con el cumplimiento de los Requerimientos
Está conforme con el estado de la válvula de cilindro (no presenta fugas, calza la válvula)	Cilindro sin fugas de GLP en la válvula	Producción (envasado)
Está conforme con el peso del cilindro (durabilidad)	Peso correcto	Producción (envasado)

Fuente: Tabla 11. Resultado consolidado de encuestas

Elaborado por: Oscar André

### 3.2.3. Clasificación de los requisitos del cliente.

Una vez que obtenido y relacionado los requisitos que espera el cliente, tanto cliente interno como externo, con el subproceso que involucra los RC (Tablas: 8, 10, 12 y 14); se puede apreciar que algunos se repiten, en la tabla 15 se consolidan los mismos. Además, se procede a clasificar los requisitos en: característica crítica de entrega (CCE), característica crítica de calidad (CCQ) o característica crítica de costo (CCC).

Tabla 16. Subprocesos de la empresa relacionados con los requisitos del cliente y clasificación de las características críticas.

Requisitos del cliente		Subprocesos relacionados con el cumplimiento de los RC
CCE	Amabilidad en el trato	Despacho
CCE	Conteo eficiente de cilindros	Despacho
CCE	Correcto estibaje del cilindro	Producción (envasado)
CCE	Rapidez en el despacho	Producción (envasado)
CCE	Rapidez en la entrega de guía y factura	Despacho
CCQ	Cilindro con sello de seguridad	Producción (envasado)
CCQ	Cilindro presentable (sin óxido, polvo, materia extraña en la pintura)	Producción (envasado)
CCQ	Cilindro sin deformaciones (cuerpo, asa, base)	Producción (envasado)
CCQ	Cilindro sin fugas de GLP en la válvula	Producción (envasado)
CCQ	Cilindros con válvula operativa	Producción (envasado)
CCQ	Cilindros sin fugas de GLP en el cuerpo	Producción (envasado)
CCQ	Peso correcto	Producción (envasado)
CCQ	Recepción de cilindros vacíos en mal estado	Producción (envasado)

Fuente: Tablas: 8, 10, 12 y 14

Elaborado por: Oscar André

En el caso de este estudio, no se identificaron requisitos con característica crítica de costo (CCC), tabla 15.

### **3.3. Construcción de la matriz de influencias Variable – Proceso**

En este punto, se deben determinar las variables que afectan al proceso en cada etapa o subproceso previamente ya identificado (Tabla 6), las variables del proceso son aquellas que pueden cambiar las condiciones del proceso, ya sea a la entrada como a la salida, en consecuencia afectan al producto. Las variables del proceso, si son variables cualitativas tienen como característica que pueden ser monitoreadas por medio de instrumentación en el proceso, a su vez, los cambios que se realicen en el proceso o sub proceso son detectados por medio de la instrumentación que se usa en el mismo. Las variables del proceso, si son cuantitativas (atributos), su detección generalmente es visual.

#### **3.3.1. Etapas de la línea de producción.**

Mediante el flujograma de envasado de cilindros de 15 Kg (Figura 7) y el diagrama PEPSU expuesto en la Tabla 7, de identificaron las siguientes etapas o sub procesos:

1. Autorización despacho GLP en cilindros.
2. Descarga de cilindros desde vehículos a plataforma de envasado.
3. Verificación de estado de cilindros antes del envasado.
4. Cilindros no conformes área de evacuado.
5. Ubicar cilindros en cadena de cadena de envasado.
6. Digital taras en sistema.
7. Envasado de cilindros en sistema de carrusel.
8. Control de peso automático.
9. Rechazo automático del sistema, inspección del cilindro.
10. Verificación de fugas en válvulas.
11. Colocación de sellos de seguridad.
12. Estibar cilindros en vehículos.

#### **3.3.2. Variables de proceso presentes en las etapas de línea de producción.**

Se identificaron 12 etapas o sub procesos que intervienen en el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg, a continuación se expondrán para cada etapa las variables que en sitio fueron identificadas al analizar cada uno de los sub procesos (Tabla 16).

Tabla 17. Variables presentes en etapas del proceso.

<b>Sub-Proceso (etapas)</b>	<b>Variables</b>
Autorización despacho GLP en cilindros	Técnica de conteo de cilindros
Descarga de cilindros desde vehículos a plataforma de envasado	Técnica de estibaje al bajar cilindros
Verificación de estado de cilindros antes del envasado	Verificación de estado de pintura cilindros proveedor
	Verificación de estado de pintura cilindros distribuidor
	Verificación de abolladuras
	Base de cilindro en buen estado
	Asa de cilindro en buen estado
Cilindros no conformes área de evacuado	Retiro de cilindros no operativos
Ubicar cilindros en cadena de cadena de envasado Digitar tara en sistema	Correcta Tara de cilindro
	Verificación de estado de pintura cilindros
	Verificación de abolladuras
Envasado de cilindros en sistema de carrusel	Cilindros envasados dentro de una vuelta
	Base de cilindro en buen estado
	Asa de cilindro en buen estado
Control de peso automático	Peso de cilindro con GLP dentro de parámetros aceptables
Rechazo automático del sistema, inspección del cilindro	Peso de cilindro con GLP dentro de parámetros aceptables
	Correcta Tara de cilindro
Verificación de fugas en válvulas	Técnica de verificación de fugas
Colocación de sellos de seguridad	Técnica de colocación de sellos

Tabla 16. Variables presentes en etapas del proceso. (Cont.)

Sub-Proceso (etapas)	Variables
Estibar cilindros en vehículos	Técnica de estibaje al subir cilindros
	Verificación de estado de pintura cilindros
	Verificación de abolladuras
	Base de cilindro en buen estado
	Asa de cilindro en buen estado

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

De la tabla 16 se obtienen las siguientes conclusiones:

- Los subprocesos: Verificación de estado de cilindros antes del envasado y Estibar cilindros en vehículos, presentan el mayor número de variables con cinco.
- Le siguen los subprocesos: Ubicar cilindros en cadena de cadena de envasado y Envasado de cilindros en sistema de carrusel, con tres variables.
- El subproceso Verificación de estado de cilindros antes del envasado cuenta con las cinco variables como propias del mismo, así el sub proceso Estibar cilindros en vehículos cuenta con una variable propia de las 5 que posee.
- No existen variables que se presenten en los 12 subprocesos
- La variables que más presencia tienen en los subprocesos son: Verificación de estado de pintura (3 subprocesos), Verificación de abolladuras (3 subprocesos), Base de cilindro en buen estado (3 subprocesos), Asa de cilindro en buen estado (3 subprocesos).

### 3.4. Construcción de la matriz de influencias - Variables de proceso

En este paso se relacionan las variables identificadas en la tabla 16 con los requisitos del cliente que fueron anteriormente establecidos en CCE y CCQ (Tabla 15, no se encontró clasificación en CCC). Para ello se desarrolla una matriz que permitirá valorar el impacto entre variables-requisitos del cliente (RC).

#### 3.4.1. Diagrama Causa-Efecto de variables de proceso críticas para el cumplimiento de los requisitos del cliente, construcción de la matriz.

Para el desarrollo de la matriz se analizará la incidencia de las variables identificadas (Tabla 16) con los requisitos del cliente (Tabla 15), para ello se puntuará el grado de incidencia de acuerdo a la siguiente escala: No hay relación (0), relación extremadamente débil (1), relación débil (2), relación moderada (3), relación fuerte (4) y relación extremadamente fuerte (5). Al final de la matriz se expondrá la sumatoria de los valores obtenidos por variable (Tabla 17).

Tabla 18. Matriz relación variables-requisitos cliente

PROCESO		Requisitos del cliente														TOTAL
		CCE					CCQ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
ENVASADO DE CILINDROS DE 15 Kg		Amabilidad en el trato	Conteo eficiente de cilindros	Correcto estibaje del cilindro	Rapidez en el despacho	Rapidez en la entrega de guía y factura	Cilindro con sello de seguridad	Cilindro presentable, sin óxido, polvo, materia extraña en la pintura)	Cilindro sin deformaciones (cuerpo, asa, base)	Cilindro sin fugas de GLP en la válvula	Cilindros con válvula operativa	Cilindros sin fugas de GLP en el cuerpo	Peso correcto	Recepción de cilindros vacíos en mal estado		
VARIABLES	1	Técnica de conteo de cilindros	0	5	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	2	Técnica de estibaje al bajar cilindros	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	3	Verificación de estado de pintura cilindros proveedor	0	0	0	3	0	3	5	3	0	0	0	0	4	18
	4	Verificación de estado de pintura cilindros distribuidor	0	0	0	5	0	3	5	3	0	0	0	0	5	21
	5	Presencia de abolladuras	0	0	0	3	0	3	3	5	0	0	4	0	5	23
	6	Base de cilindro en buen estado	0	0	2	0	0	3	3	5	0	0	3	0	5	21
	7	Asa de cilindro en buen estado	0	0	2	0	0	3	3	5	0	0	3	0	5	21
	8	Retiro de cilindros no operativos	0	0	0	2	0	0	3	3	4	4	4	4	5	29
	9	Correcta Tara de cilindro	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	5	3	14
	10	Cilindros envasados dentro de una vuelta	0	0	0	4	0	3	0	3	5	5	3	5	4	32
	11	Peso de cilindro con GLP dentro de parámetros aceptables	0	0	0	3	0	3	0	1	4	1	4	5	4	25
	12	Técnica de verificación de fugas	0	0	0	3	0	5	0	0	5	5	5	3	4	30
	13	Técnica de colocación de sellos	0	0	0	3	0	5	0	0	5	5	0	1	0	19
	14	Técnica de estibaje al subir cilindros	0	4	5	3	0	4	4	4	3	1	4	3	2	37

Fuente: Tablas 15 y 16

Elaborado por: Oscar André



### 3.4.2. Priorización de Matriz relación variables-requisitos cliente

Luego de los resultados obtenidos en la matriz de la tabla 17 se procede, por medio de la herramienta gráfico de Pareto, a determinar las variables más importantes que aportan en el cumplimiento de los requisitos del cliente. Se procede a ordenar los resultados de la matriz y obtener los valores y porcentajes acumulados (Tabla 18).

Tabla 19. Tabla para desarrollo de gráfico de Pareto

	<b>Variables</b>	<b>Ptos.</b>	<b>% relativo</b>	<b>Ptos. Acumulados</b>	<b>% acumulado</b>
1	Técnica de estibaje al subir cilindros	37	12%	37	12%
2	Cilindros envasados dentro de una vuelta	32	10%	69	22%
3	Técnica de verificación de fugas	30	10%	99	32%
4	Retiro de cilindros no operativos	29	9%	128	41%
5	Peso de cilindro con GLP dentro de parámetros aceptables	25	8%	153	49%
6	Verificación de abolladuras	23	7%	176	56%
7	Verificación de estado de pintura cilindros distribuidor	21	7%	197	63%
8	Base de cilindro en buen estado	21	7%	218	70%
9	Asa de cilindro en buen estado	21	7%	239	76%
10	Técnica de colocación de sellos	19	6%	258	82%
11	Verificación de estado de pintura cilindros proveedor	18	6%	276	88%
12	Técnica de conteo de cilindros	15	5%	291	93%
13	Correcta Tara de cilindro	14	4%	305	97%
14	Técnica de estibaje al bajar cilindros	8	3%	313	100%

Total: 313

Fuente: Tabla 17. Matriz relación variables-requisitos cliente

Elaborado por: Oscar André

Como resultado del Pareto (Figura 9), se debe enfocar en los procesos más relevantes que cumplen el 80% de los atributos de los clientes, quedando los siguientes en orden de prioridad:

- 1) Técnica de estibaje al subir cilindros.
- 2) Cilindros envasados dentro de una vuelta.
- 3) Técnica de verificación de fugas.
- 4) Retiro de cilindros no operativos.
- 5) Peso de cilindro con GLP dentro de parámetros aceptables.
- 6) Verificación de abolladuras.
- 7) Verificación de estado de pintura cilindros distribuidor.
- 8) Base de cilindro en buen estado.
- 9) Asa de cilindro en buen estado.

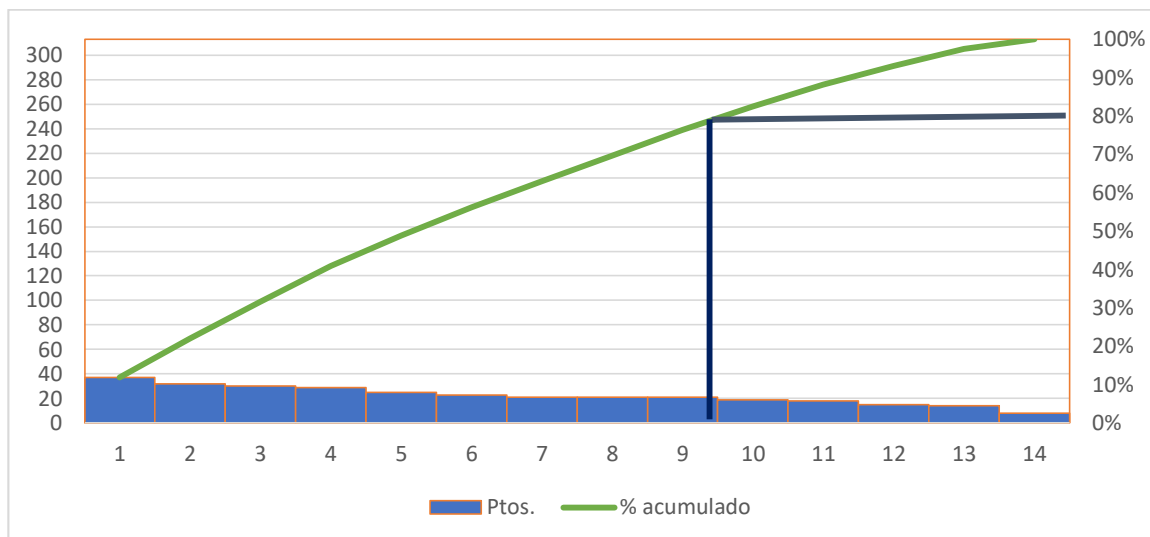


Figura 9. Gráfico de Pareto

Fuente: Tabla 18

Elaborado por: Oscar André

### 3.5. Construcción de Análisis modal de fallas y sus efectos. AMFE

Por medio de la herramienta de mejora denominada AMFE, se propone valorar y priorizar las posibles fallas que afecten a cada una de las nueve variables del proceso priorizadas anteriormente, las mismas que influyen directamente en el cumplimiento de los requisitos exigidos por el cliente. Fallas que vuelven al proceso ineficiente, peligroso, con poco valor de aporte al usuario, molestos para el usuario, difíciles de detectar o más frecuentes. Posteriormente se establecerán acciones que permitan controlar, eliminar y/o reducir los fallos.

De mucha importancia que la determinación de los fallos por cada variable sea realizado con una visión amplia, de tal forma que las posteriores acciones de mejora evidencien resultados favorables. Se puede aser que la herramienta AMFE sumada a la herramienta análisis Causa-Efecto, es una versión resumida del primer paso del método de análisis usado tradicionalmente conocido como ciclo de mejora continua PHVA (Planificar, hacer, verificar y actuar), en resumen, si es factible manifestar que por medio del AMFE se está planificando y se realiza:

Planificar:

- ✓ Implementar el equipo o grupo de análisis de los fallos.
- ✓ Establecer los fallos de los procesos ya analizados en cuestión.
- ✓ Análisis causa-efecto del fallo.
- ✓ Obtención del Número de Prioridad de Cada Riesgo (NPR) por fallo.

- ✓ Priorizar los fallos.
- ✓ Buscar soluciones.

En la figura 10 se presenta un diagrama de flujo con los pasos para la elaboración de un AMFE.

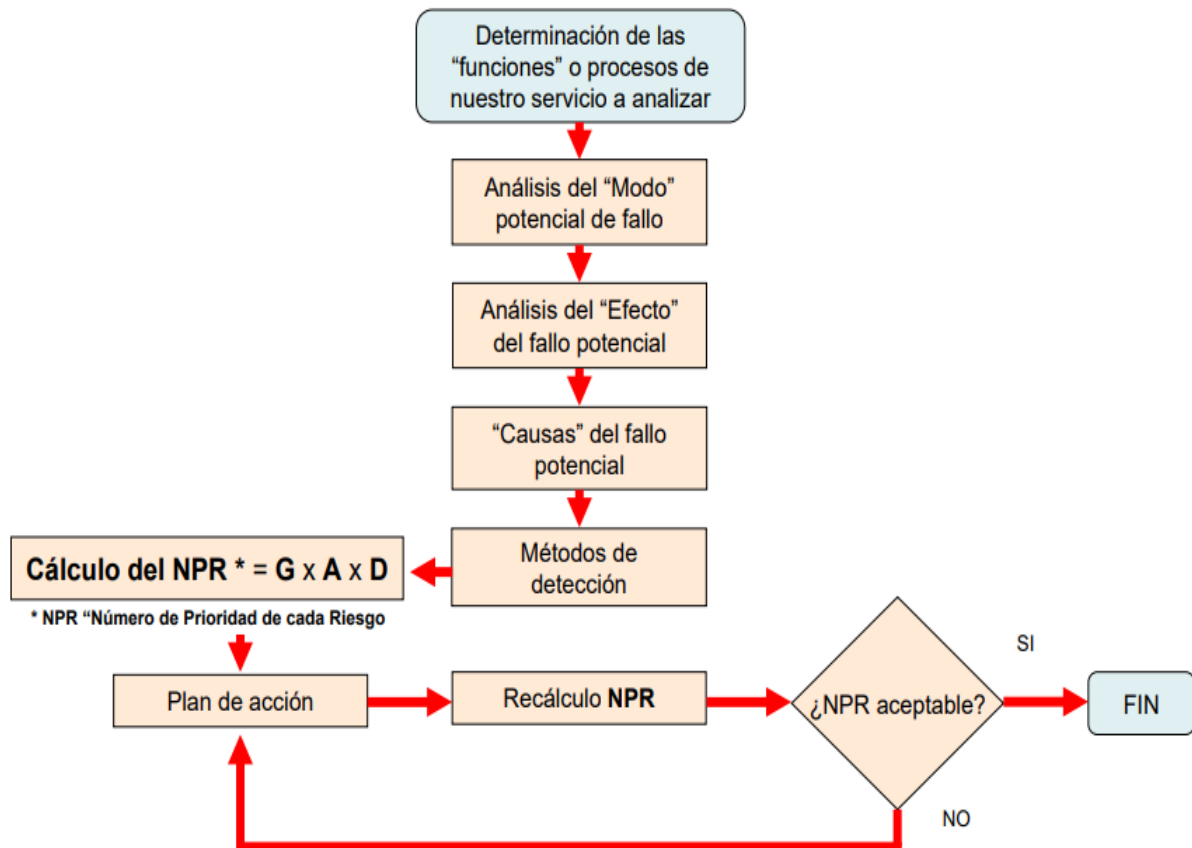


Figura 10: Diagrama de flujo de un AMFE

Fuente: (Ministerio de Salud del Perú, 2011)

### 3.5.1. Posibles modos de fallo, efecto y causas de fallos, métodos de detección.

Con el fin de analizar y desarrollar el AMFE, de las variables priorizadas del proceso de envasado de cilindros de 15 Kg, en la empresa Lojagas se estableció un equipo de trabajo multifuncional integrado por 5 personas: 1 cliente externo y 4 empleados que desempeñan en la empresa las siguientes funciones: jefe de operaciones, supervisor de planta, coordinador de plataforma y envasador.

En el subtema 3.4.2. se priorizaron nueve variables del proceso, las mismas que con el equipo de trabajo se analizaron, estableciéndose para cada una los modos de fallo, los efectos, causas y métodos de detección, esto se indica en la siguiente tabla 19 :

Tabla 20. Modo de fallo, efecto, causa y método de detección de las variables.

VARIABLES	Modo de fallo	Efecto	Causa	Método de Detección
1 Técnica de estibaje al subir cilindros	Cilindros caen al piso	Maltrato de cilindro	Aberturas de carretas muy amplias	Visual
		Escape de GLP	Impericia de estibador	Visual
			Piso de vehículo en mal estado	Visual
	Cilindros no llegan al final del trayecto	Demora en despacho	Impericia de estibador	Visual
			Piso de vehículo en mal estado	Visual
	Cilindros inestables	Caída de cilindros	Impericia de estibador	Visual
Base del cilindro en mal estado			Visual	
2 Cilindros envasados dentro de una vuelta	Cilindro da más de una vuelta	Perdida de eficiencia de sistema de envasado	Válvula en mal estado	Visual
3 Técnica de verificación de fugas	Cilindros con fugas por vástago	Fuga de GLP	Popet de vástago desgastado	Visual/Aplicación de agua jabonosa
			Resorte de vástago en mal estado	Visual/Aplicación de agua jabonosa
	Cilindros con fuga por toroide	Fuga de GLP	Toroide en mal estado	Visual/Aplicación de agua jabonosa
	Cilindros no calza regulador	Fuga de GLP	Toroide en mal estado	Visual/puesta de regulador
Regulador no calza			Cabeza de válvula deformada	Visual/puesta de regulador
4 Retiro de cilindros no operativos	Reenvío al proceso de cilindros no operativos	Comercialización de cilindros no operativos	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente
5 Peso de cilindro con GLP dentro de parámetros aceptables	Peso de cilindro fuera de parámetros aceptados	Cilindro con sobre peso o bajo peso	Error en la tara del cilindro	Visual/Rechazo de sistema de control de peso
			Error en el ingreso de la tara del cilindro	Visual/Rechazo de sistema de control de peso

Tabla 19. Modo de fallo, efecto, causa y método de detección de las variables. (Cont.)

VARIABLES		Modo de fallo	Efecto	Causa	Método de Detección		
6	Verificación de abolladuras	No detección de abolladuras en cilindros	Cilindros con abolladuras comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente		
				No existe instructivo ni inducción del mismo	Visual		
7	Verificación de estado de pintura cilindros distribuidor	Cilindros con pintura deteriorada	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente		
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual		
		Cilindros con corrosión	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente		
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual		
		Cilindros con óxido	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente		
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual		
		Cilindros sucios	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente		
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual		
				Distribuidor ingresa cilindros sucios (grasa, plumas, etc.)	Visual/Queja de cliente		
		8	Base de cilindro en buen estado	Cilindros con base en mal estado	Descentramiento en envasado	Cilindro no fue clasificado	Visual
					Mal estibaje	Cilindro no fue clasificado	Visual
					Cilindro comercializado	Cilindro no fue clasificado	Visual/Queja de cliente
9	Asa de cilindro en buen estado	Cilindros con asa en mal estado	Mal estibaje	Cilindro no fue clasificado	Visual		
			Cilindro comercializado	Cilindro no fue clasificado	Visual/Queja de cliente		

Fuente: Equipo de trabajo Lojagas

Elaborado por: Oscar André

El siguiente paso del AMFE es el cálculo del valor NPR

### 3.5.2. Índice de Prioridad (Cálculo de número de prioridad de los riesgos NPR)

La herramienta AMFE, para el cálculo del NPR, utiliza tres índices de prioridad: índice de ocurrencia o aparición (A), índice de gravedad (G) e índice de detección (D); cada índice tiene su escala de evaluación, las escalas fueron analizadas y establecidas por el equipo de trabajo, las mismas se exponen en las tablas 20, 21 y 22:

Tabla 21. Escala de calificación índice de aparición

Probabilidad de aparición de falla (A)	Tasa de fallo	Puntuación
Muy alta, fallo inevitable	Sucede varias veces todos los días (>10 sucesos/día)	10
Alta, fallos frecuentes	Sucede algunas veces todos los días (10 a 5 sucesos/día)	7
Moderada, fallos ocasionales	Sucede pocas veces todos los días (1 a 4 sucesos/día)	5
Baja, fallas aisladas	Sucede pocas veces a la semana (1 a 4 sucesos/semana)	3
Remota, falla poco probable	Puede ocurrir alguna vez en un periodo de un mes (<4 sucesos/mes)	1

Fuente: Equipo de trabajo Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Tabla 22. Escala de calificación índice de gravedad

Probabilidad de gravedad (G)	Tasa de fallo	Puntuación
Evento Catastrófico	El fallo puede producir muerte o lesiones al cliente final o al personal del proceso productivo	10
Evento muy importante	El fallo puede producir incidentes al cliente final o al personal del proceso productivo	7
Evento importante	El fallo produce inconformidad en el cliente mediante reclamos	5
Evento Moderado	El fallo produce reproceso del producto	3
Evento menor	El fallo produce retiro total de producto	1

Fuente: Equipo de trabajo Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Tabla 23. Escala de calificación índice de detección (D)

Probabilidad de detección (D)	Tasa de fallo	Puntuación
Imposible	No se puede detectar en el proceso	10
Casi imposible	Implementando mejoras se podría detectar	7
Baja detección	Con observación minuciosa se puede detectar	5
Moderada detección	La mayoría de las veces se detecta fácilmente	3
Se puede detectar	Es evidente	1

Fuente: Equipo de trabajo Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Para obtener la tabla AMFE, el equipo de trabajo analiza los resultados de la tabla 19 y valora los modos de fallo de acuerdo a la aparición (A), gravedad (G) y detección (D), según las escalas de las tablas 20, 21 y 22; posteriormente se calcula el valor NPR. Los resultados se exponen en la tabla 23.

Tabla 24. Tabla AMFE.

VARIABLES	Modo de fallo	Efecto	Causa	Método de Detección	A	G	D	NPR
1 Técnica de estibaje al subir cilindros	Cilindros caen al piso	Maltrato de cilindro	Aberturas de carretas muy amplias	Visual	5	7	1	35
		Escape de GLP	Impericia de estibador	Visual				
			Piso de vehículo en mal estado	Visual				
	Cilindros no llegan al final del trayecto	Demora en despacho	Impericia de estibador	Visual	5	1	1	5
			Piso de vehículo en mal estado	Visual				
	Cilindros inestables	Caída de cilindros	Impericia de estibador	Visual	3	10	5	150
Base del cilindro en mal estado			Visual					
2 Cilindros envasados dentro de una vuelta	Cilindro da más de una vuelta	Pérdida de eficiencia de sistema de envasado	Válvula en mal estado	Visual	10	1	5	50

Tabla 23. Tabla AMFE. (Cont.)

VARIABLES	Modo de fallo	Efecto	Causa	Método de Detección	A	G	D	NPR
3 Técnica de verificación de fugas	Cilindros con fugas por vástago	Fuga de GLP	Popet de vástago desgastado	Visual/Aplicación de agua jabonosa	7	10	5	350
			Resorte de vástago en mal estado	Visual/Aplicación de agua jabonosa				
	Cilindros con fuga por toroide	Fuga de GLP	Toroide en mal estado	Visual/Aplicación de agua jabonosa	7	10	5	350
	Cilindros no calza regulador	Fuga de GLP	Toroide en mal estado	Visual/puesta de regulador	5	5	7	175
Regulador no calza		Cabeza de válvula deformada	Visual/puesta de regulador					
4 Retiro de cilindros no operativos	Reenvío al proceso de cilindros no operativos	Comercialización de cilindros no operativos	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente	5	5	5	125
5 Peso de cilindro con GLP dentro de parámetros aceptables	Peso de cilindro fuera de parámetros aceptados	Cilindro con sobre peso o bajo peso	Error en la tara del cilindro	Visual/Rechazo de sistema de control de peso	5	5	3	75
			Error en el ingreso de la tara del cilindro	Visual/Rechazo de sistema de control de peso				
6 Verificación de abolladuras	No detección de abolladuras en cilindros	Cilindros con abolladuras comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente	7	5	7	245
			No existe instructivo ni inducción del mismo	Visual				



Tabla 23. Tabla AMFE. (Cont.)

VARIABLES	Modo de fallo	Efecto	Causa	Método de Detección	A	G	D	NPR		
7	Verificación de estado de pintura cilindros distribuidor	Cilindros con pintura deteriorada	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente	10	5	5	250	
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual					
		Cilindros con corrosión	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente	10	5	5	250	
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual					
		Cilindros con óxido	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente	10	5	5	250	
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual					
	Cilindros sucios	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente	10	5	3	150		
			No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual						
			Distribuidor ingresa cilindros sucios (grasa, plumas, etc.)	Visual/Queja de cliente						
	8	Base de cilindro en buen estado	Cilindros con base en mal estado	Descentramiento en envasado	Cilindro no fue clasificado	3	5	5	75	
				Mal estibaje	Cilindro no fue clasificado					Visual
				Cilindro comercializado	Cilindro no fue clasificado					Visual/Queja de cliente
9	Asa de cilindro en buen estado	Cilindros con asa en mal estado	Mal estibaje	Cilindro no fue clasificado	3	5	3	45		
			Cilindro comercializado	Cilindro no fue clasificado					Visual/Queja de cliente	

Fuente: Equipo de trabajo Lojagas

Elaborado por: Oscar André

### 3.5.3. Priorización de los modos de fallo

De la tabla 23 se puede inferir que los valores NPR del AMFE, tienen mucha diferencia, nuevamente se toma la decisión de priorizar por medio de Pareto. Se procede a ordenar los resultados de acuerdo al valor NPR para el desarrollo de Pareto (Tabla 24).

Tabla 25. Tabla para desarrollo de gráfico de Pareto.

Modo de fallo	NPR	% relativo	NPR. Acumulados	% acumulado
Cilindros con fugas por vástago	350	14%	350	14%
Cilindros con fuga por toroide	350	14%	700	27%
Cilindros con pintura deteriorada	250	10%	950	37%
Cilindros con corrosión	250	10%	1200	47%
Cilindros con óxido	250	10%	1450	56%
No detección de abolladuras en cilindros	245	9%	1695	66%
Cilindros no calza regulador	175	7%	1870	72%
Cilindros inestables	150	6%	2020	78%
Cilindros sucios	150	6%	2170	84%
Reenvío al proceso de cilindros no operativos	125	5%	2295	89%
Peso de cilindro fuera de parámetros aceptados	75	3%	2370	92%
Cilindros con base en mal estado	75	3%	2445	95%
Cilindro da más de una vuelta	50	2%	2495	97%
Cilindros con asa en mal estado	45	2%	2540	98%
Cilindros caen al piso	35	1%	2575	100%
Cilindros no llegan al final del trayecto	5	0%	2580	100%

Total: 2580

Fuente: Tabla 23. Tabla AMFE.

Elaborado por: Oscar André

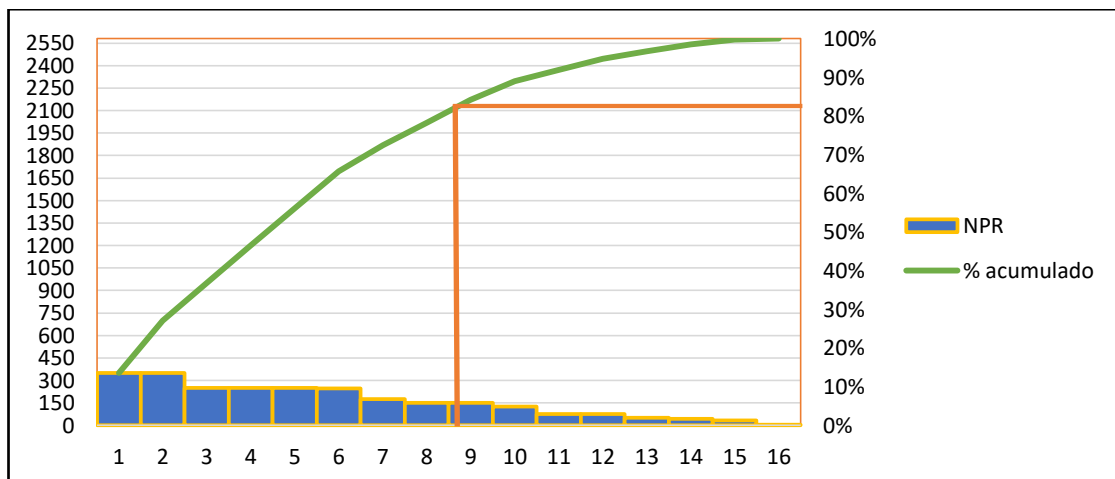


Figura 11. Gráfico de Pareto

Fuente: Tabla 24

Elaborado por: Oscar André

Como resultado de gráfico de Pareto (Figura 11), se seleccionan como más relevantes los modos de fallo expuestos en la tabla 25

Tabla 26. Modos de fallo priorizados.

	Modo de fallo	NPR
1	Cilindros con fugas por vástago	350
2	Cilindros con fuga por toroide	350
3	Cilindros con pintura deteriorada	250
4	Cilindros con corrosión	250
5	Cilindros con óxido	250
6	No detección de abolladuras en cilindros	245
7	Cilindros no calza regulador	175
8	Cilindros inestables	150
9	Cilindros sucios	150

Fuente: Figura 22

Elaborado por: Oscar André

#### 3.5.4. Acciones de mitigación o mejora

En este punto, se realiza un breve análisis de las actividades que se han desarrollado para llegar a la priorización de los fallos por medio del valor NPR:

- 1) Se analizó la relación de importancia entre los procesos y los requisitos que exige el cliente (Tabla 17), posteriormente se priorizaron las variables por medio del uso de la gráfica de Pareto, de 14 variables de proceso quedamos con nueve como las más importantes a ser analizadas (Figura 9).
- 2) Con las nueve variables priorizadas se procedió a construir un AMFE, determinando 16 modos de fallo y posteriormente se valoró el NPR (Tabla 23), se priorizó por medio de un diagrama de Pareto los modos de fallo quedando nueve como los más relevantes a ser tratados (Figura 11).
- 3) Al priorizar los modos de fallo, dejan de considerarse algunas variables, de las nueve únicamente quedan cuatro variables que involucran a los nueve modos de fallo priorizados.

La metodología resumida anteriormente, ha ido de una manera técnica priorizando hasta llegar al análisis de las variables más importantes del proceso, tanto por cumplir los requisitos del cliente (RC), así como por el análisis del grado de fallas potenciales que afectan el proceso.

Continuando con la metodología AMFE, el equipo de trabajo estableció acciones que permitan la disminución de los modos de fallo priorizados, soluciones que serán posteriormente medidas con la finalidad de establecer el éxito o no de la estrategia propuesta. En el anexo 6 se presenta la matriz AMFE completa, considerando la priorización de los modos de fallo de acuerdo a la herramienta Pareto, así como las cuatro variables relacionadas; efectos, causas y detección de los fallos; de esta forma el equipo de mejora tuvo una guía para establecer las acciones de mejora.

Seguido, el equipo de mejora estableció el plan de acción para el logro de las acciones de mejora, existen acciones que se repiten (Anexo 6), para el plan de acción se consideran una sola vez, esto se expone en la tabla 26.

Tabla 27. Plan de acción.

Acciones de mitigación o mejora	Responsable de plan	tiempo de ejecución	Recursos		Entregables
Pedir a proveedor de arreglo de válvulas que establezca mecanismos de prueba de reparación de válvulas	Jefe Operaciones	2 meses	Solicitud formal a proveedor	\$0	La acción se considera ejecutada con la entrega por parte del proveedor del método o sistema de mejora
Implementar en planta envasadora la instalación de equipo automático de detección de fugas	Supervisor de planta	2 semanas	El equipo esta comprado, mano de obra para instalación y suministros varios	\$600	Equipo instalado en sistema de envasado
Establecer instructivo de cambio regular de toroide, basado en el color del toroide y ejecutar	Adquisiciones	2 semanas	Compra de 150 mil toroides, divididos en igual proporción en toroides de color: negro, verde, azul y rojo	\$14.000	Toroides disponibles en bodega
	Supervisor de planta	1 semana	PC, hojas, impresora	\$0	Instructivo para el cambio
	Supervisor de planta	Cuatro meses	Personal propio del proceso de envasado	\$0	37500 toroides instalados por mes, de un solo color
Establecer política de cambio de toroide a todos los cilindros que lleguen de intercambio	Coordinador de plataforma	1 semana	Toroides nuevos con color según mes de cambio	\$1.000	Toroides cambiados en cilindros de intercambio
Probar estado de toroide por medio del uso de regulador	Coordinador de plataforma	1 mes	Personal propio del proceso de envasado	\$0	Prueba en válvulas de cilindros por medio de regulador

Tabla 26. Plan de acción.(Cont.)

Acciones de mitigación o mejora	Responsable de plan	tiempo de ejecución	Recursos		Entregables
Instructivo para control de toroide y estado de cabeza de válvula por medio de regulador	Supervisor de planta	1 semana	PC, hojas, impresora	\$0	Instructivo, donde se considera metodología de muestro para comprobar las válvulas
Implementar instructivo para manejo de válvulas que se envían a proveedor de mantenimiento	Supervisor de planta	1 semana	PC, hojas, impresora	\$0	Instructivo manejo de válvulas
Pedir a proveedor que implemente control de deformidad de cabeza de válvula	Jefe Operaciones	1 semana	Solicitud formal a proveedor	\$0	La acción se considera ejecutada con la entrega por parte del proveedor del método o sistema de mejora
Establecer reguladores confiables para realizar las prueba	Supervisor de planta	1 mes	Personal propio del proceso de envasado y reguladores de prueba	\$100	Selección de regulador para pruebas
Revisar y si es el caso mejorar subproceso que clasifica los cilindros antes del envasado	Supervisor de planta	2 semanas	PC, hojas, impresora	\$0	Sub proceso de clasificación de cilindros antes del envasado. Responsables del mismo
Instructivo que establezca las condiciones aceptables de pintura, corrosión, oxidación y abolladuras en cilindros. Así como su posterior inducción a los estibadores	Supervisor de planta	3 semanas	PC, hojas, impresora	\$0	Instructivo con condiciones de envasado de cilindros
Estudio para implementar equipos de lavado de cilindros	Jefe de Operaciones	1 mes	Cotizaciones a proveedores	\$0	Propuesta de equipos de lavado de cilindros a Gerencia General
Establecer políticas de entrega de cilindros a la planta envasadora por parte de distribuidores	Jefe Comercial	1 semana	PC, hojas, impresora	\$0	Políticas de entrega de cilindros
Crear instructivo sobre método correcto de estibaje, posteriormente su inducción con el personal	Jefe se Seguridad Industrial-Supervisor de Planta	2 semanas	PC, hojas, impresora	\$0	Instructivo sobre estibaje
		1 semana	Supervisor de planta y estibadores	\$0	Inducción de instructivo

Fuente: Equipo de mejora Lojagas

Elaborado por: Oscar André

### 3.6. Diseño de puntos de inspección y control en el proceso

En esta fase se procede inicialmente a establecer indicadores de control para cada uno de los modos de fallo (Tabla 25), que permitirán evaluar los resultados de las acciones de mejora propuestas. Luego, se determinan puntos de inspección en el proceso productivo, que permitan controlar las cuatro variables críticas del proceso seleccionadas hasta ahora. Seguidamente se procede con la selección del método de inspección, control total o mediante muestreo aleatorio, de acuerdo a las características del subproceso. Finalmente se procede con el levantamiento de información para ser analizada e implementar las cartas de control que permitan monitorear el comportamiento de los indicadores de control.

#### 3.6.1. Indicadores de control para puntos críticos.

Los indicadores de control relacionados con los modos de fallo se presentan en la tabla 27.

Tabla 28. Indicadores de control de los modos de fallo.

Modos de Fallo	Nombre del indicador	Fórmula Indicador
Cilindros con fugas por vástago	% Cilindros con fugas por vástago	$(\text{Cil.fugas vástago}/\text{Cil. Envasados}) \times 100$
Cilindros con fugas por toroide	% Cilindros con fugas por toroide	$(\text{Cil.fugas toroide}/\text{Cil. Envasados}) \times 100$
Cilindros no calza regulador	% de Cilindros no calza regulador	$(\text{Cil. no calza regulador}/\text{Cil. Envasados}) \times 100$
Cilindros con pintura deteriorada	% de cilindros rechazados por pintura	$(\text{Cil. Rechazados pintura}/\text{Cil. Envasados}) \times 100$
Cilindros con corrosión	% de cilindros rechazados por corrosión	$(\text{Cil. Rechazados corrosión}/\text{Cil. Envasados}) \times 100$
Cilindros con óxido	% de cilindros rechazados por óxido	$(\text{Cil. Rechazados óxido}/\text{Cil. Envasados}) \times 100$
Cilindros sucios	% de cilindros rechazados por sucios	$(\text{Cil. Rechazados sucios}/\text{Cil. Envasados}) \times 100$
No detección de abolladuras en cilindros	% de cilindros rechazados por abolladuras	$(\text{Cil. Rechazados abolladuras}/\text{Cil. Envasados}) \times 100$
Cilindros inestables	Cilindros caídos al día	# Cilindros caídos/día

Fuente: Equipo de mejora Lojagas

Elaborado por: Oscar André

#### 3.6.2. Definición de puntos de inspección y actividades de inspección

Los puntos de inspección se analizaron en sitio y a la vez tomando como referencia el flujograma de envasado de cilindros de 15 Kg expuesto en la figura 7. En estos puntos se realizará la toma de valores que permitirán estructurar los indicadores de control y posteriormente las cartas de control. En la tabla 28 se exponen los puntos de inspección.

Tabla 29. Puntos de inspección.

<b>Modos de Fallo</b>	<b>Punto de inspección</b>
Cilindros con fugas por vástago	Verificación de fugas en válvulas
Cilindros con fugas por toroide	Verificación de fugas en válvulas
Cilindros no calza regulador	Verificación de fugas en válvulas
Cilindros con pintura deteriorada	Verificación de estado de cilindros antes del envasado
Cilindros con corrosión	Verificación de estado de cilindros antes del envasado
Cilindros con óxido	Verificación de estado de cilindros antes del envasado
Cilindros sucios	Verificación de estado de cilindros antes del envasado
No detección de abolladuras en cilindros	Verificación de estado de cilindros antes del envasado
Cilindros inestables	Estibaje de cilindros en vehículos

Fuente: Figura 7

Elaborado por: Oscar André

En el siguiente paso se realiza un análisis de cada punto de inspección, considerando las actividades que se realizarán para la recolección de datos, parte de este análisis consistió en determinar si en la recolección de datos es necesario implementar la toma de una muestra o toda la población de cilindros que son revisados y envasados en un día de labores.

En el análisis del proceso de envasado, la recolección de datos puede realizarse en un punto de inspección para analizar varios fallos (Tabla 29).

Tabla 30. Actividades para recolección de datos.

<b>Punto de inspección</b>	<b>Actividades para recolección de datos</b>	<b>Plan de muestreo</b>
Verificación de fugas en válvulas	Aplicación de agua jabonosa para detectar fugas por vástago	No
Verificación de fugas en válvulas	Probar calza de regulador en cabeza de válvula y fuga en toroide	Si

Tabla 29. Actividades para recolección de datos. (Cont.)

Punto de inspección	Actividades para recolección de datos	Plan de muestreo
Verificación de estado de cilindros antes del envasado	Verificación de estado de cilindros, separar cilindros con pintura en mal estado, corrosión, óxido, sucios y con abolladuras	No
Estibaje de cilindros en vehículos	Verificación visual de cilindros que cae de las filas ya estibadas	No

Fuente: Observación en sitio

Elaborado por: Oscar André

### 3.6.3. Descripción de las actividades de inspección, muestreo, registro de datos, resultados e indicadores.

La mayoría de las actividades expuestas en la tabla 29 son parte de los subprocesos que se realizan en el proceso de envasado, las únicas actividades que no forman parte del proceso de envasado son: el control de fugas por falla de toroide y la falla de no calza del regulador. Implementar un control al 100 por ciento para estos fallos, es decir probar todas las válvulas de los cilindros que son envasados llevaría mucho tiempo disminuyendo la eficiencia del proceso y aumentando el uso del recurso humano; en el caso de los dos fallos que no forman parte de los subprocesos se recomienda que la inspección y el levantamiento de datos sea por medio de la aplicación de muestreo estadístico.

A continuación se explica la metodología para determinar el tamaño de la muestra, la que será analizada para la inspección y registro de datos por falla de toroide y falla de no calza del regulador en la válvula.

El promedio de envasado diario de cilindros de 15 Kg en la planta envasadora es de 7.000 cilindros. Tomando el promedio como la población de cilindros envasados, Aplicamos la siguiente formula (1) (poblaciones menores a 100.000 individuos):

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N - 1)E^2 + z^2pq} \quad (2)$$

Donde N=7.000; z= 1,96; p=0,5; q=0,5 y E=0,05

Reemplazando los valores en la ecuación (1), se obtiene que el tamaño de la muestra n es igual a 364.



La toma de las muestras se realiza inspeccionando 52 cilindros envasados cada hora, hasta completar la muestra de 364 cilindros inspeccionados en el día. Este muestreo denominado regular se aplica cuando se desea implementar un valor fijo de muestreo tratando de tomar aleatoriamente toda la población, que en este caso son los cilindros envasados en el día y que no son constantes de un día a otro.

Los fallos de: cilindros con fugas por vástago, verificación de estado de cilindros, separar cilindros con pintura en mal estado (corrosión, óxido, sucios y con abolladuras) y cilindros inestables; como ya lo mencionamos son parte del proceso en consecuencia se realiza una revisión total de la población.

Para el registro de la información en los puntos de control, se crearon las siguientes hojas de inspección:

- ✓ Verificación de fugas en válvulas por vástago, toroides y no calza de regulador (Anexo 7).
- ✓ Verificación de cilindros antes del envasado (Anexo 8)
- ✓ Hoja de inspección de cilindros no estables (Anexo 9)

Ya se cuentan con datos cuya información permitirá proceder al respectivo análisis. Como un primer paso, se establecen los gráficos de los indicadores de control, en un subtema posterior se elaboran las gráficas de control respectivas. A continuación se exponen los datos registrados y se realizan los gráficos de los indicadores de control para cada una de las variables motivo de análisis en el subproceso correspondiente:

#### 1. Cilindros con fugas por vástago:

La empresa motivo de análisis si lleva registros de los fallos por fugas ocasionados por el mal funcionamiento del vástago. De la información recolectada y registrada durante 6 meses, de enero a junio del presente año, se registraron los siguientes datos (Tabla 30):

Tabla 31. Datos fugas por vástago.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
<b>Fugas vástago</b>	709	1.064	1.155	893	719	653	<b>5.193</b>
<b>Total cilindros envasados</b>	177.300	151.994	166.813	170.002	179.286	168.474	<b>1.013.869</b>
<b>Indicador: % Cilindros con fugas por vástago</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,7%</b>	<b>0,7%</b>	<b>0,5%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,5%</b>

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

El gráfico del indicador se expone en la figura 12:

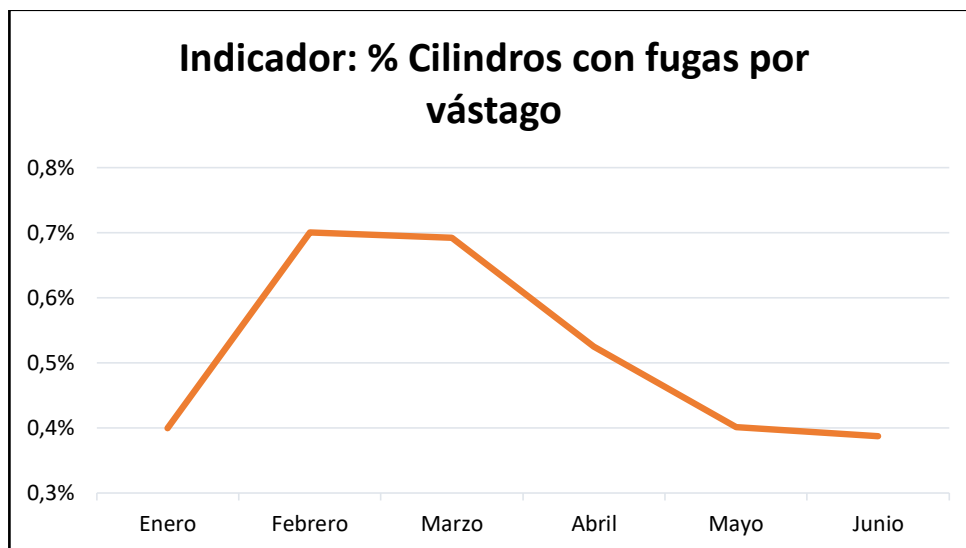


Figura 12. Indicador de % de cilindros con fugas por vástago.

Fuente: Tabla 30

Elaborado por: Oscar André

## 2. Cilindros con fugas por toroide:

En la empresa Lojagas no hay registros históricos de este tipo de falla, este problema que se presentaba a los clientes finales era solucionado en gran parte por los distribuidores, quienes en el mejor de los casos cambiaban los toroides por nuevos, o daban otro tipo de soluciones como era colocar aceite de cocina en el toroide; la no conformidad raramente era conocida por la empresa. Para el cliente final, usar cilindros libres de fugas es uno de los requisitos críticos que el cliente exige del producto, de ahí que se consideró tomar registros de datos de una muestra que permitan posteriormente su análisis, en la tabla 31 se exponen los resultados y el cálculo del indicador para los días de envasado del mes de junio de 2017.

Tabla 32. Datos fugas por toroide.

Días	Tamaño de la muestra	Fugas toroides	Indicador: % Cilindros con fugas por toroide
1-jun-17	364	16	4,4%
2-jun-17	364	9	2,5%
5-jun-17	364	9	2,5%
6-jun-17	364	11	3,0%
7-jun-17	364	6	1,6%
8-jun-17	364	2	0,5%
9-jun-17	364	1	0,3%

Tabla 31. Datos fugas por toroide. (Cont.)

Días	Tamaño de la muestra	Fugas toroides	Indicador: % Cilindros con fugas por toroide
12-jun-17	364	1	0,3%
13-jun-17	364	1	0,3%
14-jun-17	364	4	1,1%
15-jun-17	364	3	0,8%
16-jun-17	364	5	1,4%
19-jun-17	364	6	1,6%
20-jun-17	364	9	2,5%
21-jun-17	364	11	3,0%
22-jun-17	364	18	4,9%
23-jun-17	364	5	1,4%
26-jun-17	364	4	1,1%
27-jun-17	364	2	0,5%
28-jun-17	364	9	2,5%
29-jun-17	364	8	2,2%
30-jun-17	364	2	0,5%
<b>Total:</b>	<b>8008</b>	<b>142</b>	<b>1,8%</b>

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

El gráfico del indicador se expone en la figura 13:

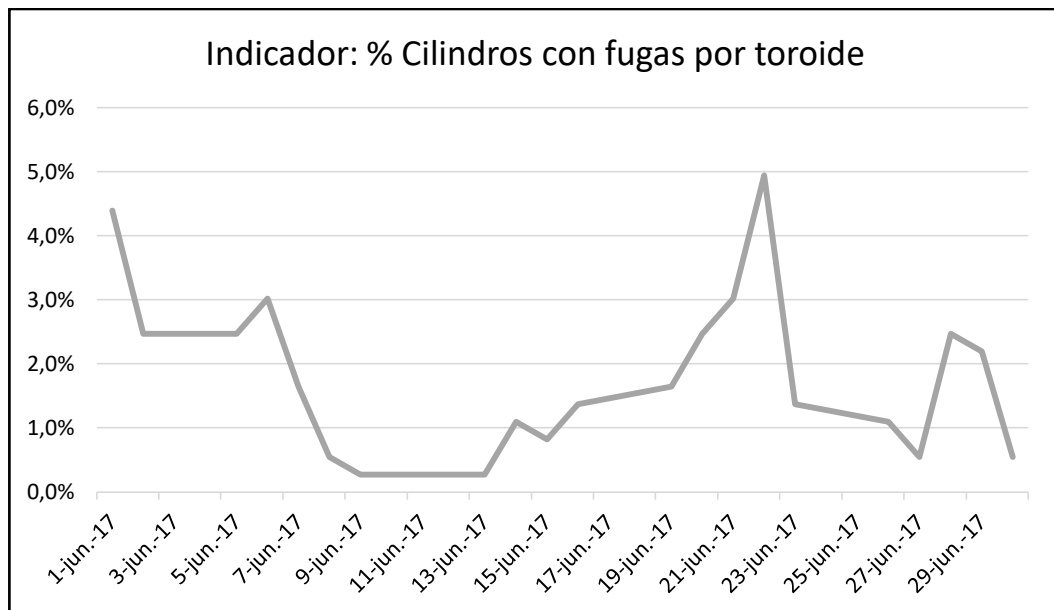


Figura 13. Indicador de % de cilindros con fugas por toroide.

Fuente: Tabla 31

Elaborado por: Oscar André

### 3. Cilindros no calza regulador:

Este fallo tampoco cuenta con registros históricos en la empresa, se propuso igual que el caso anterior, por medio de una muestra tomar datos en el mes de junio para conocer la situación actual del fallo, en la tabla 32 se exponen los resultados y el cálculo del indicador para los días de envasado del mes de junio de 2017.

Tabla 33. Datos no calza regulador.

Días	Tamaño de la muestra	Regulador no calza	Indicador: % de Cilindros no calza regulador
1-jun-17	364	20	5,5%
2-jun-17	364	14	3,8%
5-jun-17	364	22	6,0%
6-jun-17	364	8	2,2%
7-jun-17	364	16	4,4%
8-jun-17	364	22	6,0%
9-jun-17	364	20	5,5%
12-jun-17	364	18	4,9%
13-jun-17	364	6	1,6%
14-jun-17	364	15	4,1%
15-jun-17	364	12	3,3%
16-jun-17	364	12	3,3%
19-jun-17	364	26	7,1%
20-jun-17	364	9	2,5%
21-jun-17	364	14	3,8%
22-jun-17	364	16	4,4%
23-jun-17	364	8	2,2%
26-jun-17	364	22	6,0%
27-jun-17	364	9	2,5%
28-jun-17	364	14	3,8%
29-jun-17	364	8	2,2%
30-jun-17	364	17	4,7%
<b>Total:</b>	<b>8008</b>	<b>328</b>	<b>4,1%</b>

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

El gráfico del indicador se expone en la figura 14:

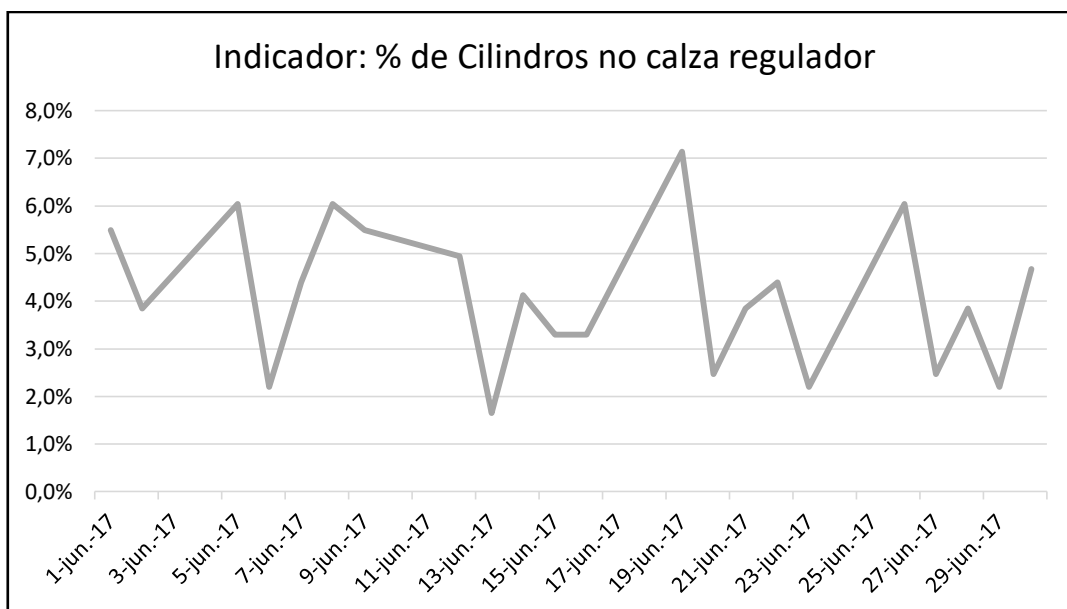


Figura 14. Indicador de % de cilindros que no calza regulador

Fuente: Tabla 32

Elaborado por: Oscar André

#### 4. Cilindros con fallos en pintura, corrosión, óxido, sucios y abolladuras:

El control del estado del cilindro antes del envasado se realiza en el sub proceso “verificación de estado de cilindros antes del envasado”, la empresa no ha levantado un registro con las novedades en el estado de los cilindros. Se realizó en el mes de junio el levantamiento de información inspeccionando los cilindros luego del envasado, esto con la finalidad de determinar los cilindros que no fueron clasificados y separados como no operativos. En la tabla 33 se presentan los datos registrados de las fallas motivo de inspección en el estado de los cilindros, en la tabla 34 se exponen el resultado de los indicadores de las diversas fallas por estado del cilindro.

Tabla 34. Datos por fallas en estado del cilindro.

Días	Cil. Envasado día	1. Cil. pintura mal estado	2. Cil. con corrosión	3. Cil. con óxido	4. Cil. sucios	5. Cil. abolladuras
1-jun-17	7.360	3.780	18	30	5.150	2
2-jun-17	7.300	3.750	16	35	5.100	0
5-jun-17	7.598	3.626	22	60	5.418	1
6-jun-17	7.458	3.579	20	50	5.220	3
7-jun-17	7.453	3.539	19	45	5.223	1
8-jun-17	7.358	3.879	18	40	5.160	0
9-jun-17	7.278	3.684	16	75	5.040	0

Tabla 33. Datos por fallas en estado del cilindro. (Cont.)

Días	Cil. Envasado día	1. Cil. pintura mal estado	2. Cil. con corrosión	3. Cil. con óxido	4. Cil. sucios	5. Cil. abolladuras
12-jun-17	7.568	3.514	25	55	5.287	0
13-jun-17	7.228	3.769	13	40	5.268	4
14-jun-17	7.338	3.536	25	10	5.139	2
15-jun-17	7.273	3.584	24	30	5.010	0
16-jun-17	7.368	3.694	19	70	5.260	1
19-jun-17	7.588	3.670	30	60	5.280	0
20-jun-17	7.540	3.596	24	55	5.310	0
21-jun-17	7.393	3.526	18	30	5.180	3
22-jun-17	7.253	3.517	28	50	5.110	5
23-jun-17	7.238	3.519	14	50	5.002	0
26-jun-17	7.596	3.698	20	40	5.150	4
27-jun-17	7.406	3.603	12	35	5.220	2
28-jun-17	7.460	3.630	20	80	5.151	2
29-jun-17	7.359	3.779	16	30	5.139	2
30-jun-17	7.274	3.537	13	40	5.092	0
<b>Total:</b>	<b>162.687</b>	<b>80.009</b>	<b>430</b>	<b>1.010</b>	<b>113.909</b>	<b>32</b>

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Tabla 35. Indicadores fallas en estado de cilindro.

Días	1. % de cilindros rechazados por pintura	2. % de cilindros rechazados por corrosión	3. % de cilindros rechazados por óxido	4. % de cilindros rechazados por sucios	5. % de cilindros rechazados por abolladuras
1-jun-17	51,4%	0,2%	0,4%	70,0%	0,03%
2-jun-17	51,0%	0,2%	0,5%	69,3%	0,00%
5-jun-17	49,3%	0,3%	0,8%	73,6%	0,01%
6-jun-17	48,6%	0,3%	0,7%	70,9%	0,04%
7-jun-17	48,1%	0,3%	0,6%	71,0%	0,01%
8-jun-17	52,7%	0,2%	0,5%	70,1%	0,00%
9-jun-17	50,1%	0,2%	1,0%	68,5%	0,00%
12-jun-17	47,7%	0,3%	0,7%	71,8%	0,00%
13-jun-17	51,2%	0,2%	0,5%	71,6%	0,05%
14-jun-17	48,0%	0,3%	0,1%	69,8%	0,03%
15-jun-17	48,7%	0,3%	0,4%	68,1%	0,00%
16-jun-17	50,2%	0,3%	1,0%	71,5%	0,01%
19-jun-17	49,9%	0,4%	0,8%	71,7%	0,00%
20-jun-17	48,9%	0,3%	0,7%	72,1%	0,00%
21-jun-17	47,9%	0,2%	0,4%	70,4%	0,04%

Tabla 34. Indicadores fallas en estado de cilindro. (Cont.)

Días	1. % de cilindros rechazados por pintura	2. % de cilindros rechazados por corrosión	3. % de cilindros rechazados por óxido	4. % de cilindros rechazados por sucios	5. % de cilindros rechazados por abolladuras
22-jun-17	47,8%	0,4%	0,7%	69,4%	0,07%
23-jun-17	47,8%	0,2%	0,7%	68,0%	0,00%
26-jun-17	50,2%	0,3%	0,5%	70,0%	0,05%
27-jun-17	49,0%	0,2%	0,5%	70,9%	0,03%
28-jun-17	49,3%	0,3%	1,1%	70,0%	0,03%
29-jun-17	51,3%	0,2%	0,4%	69,8%	0,03%
30-jun-17	48,1%	0,2%	0,5%	69,2%	0,00%

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

El gráfico de los indicadores se exponen en las figuras 15,16 y 17:

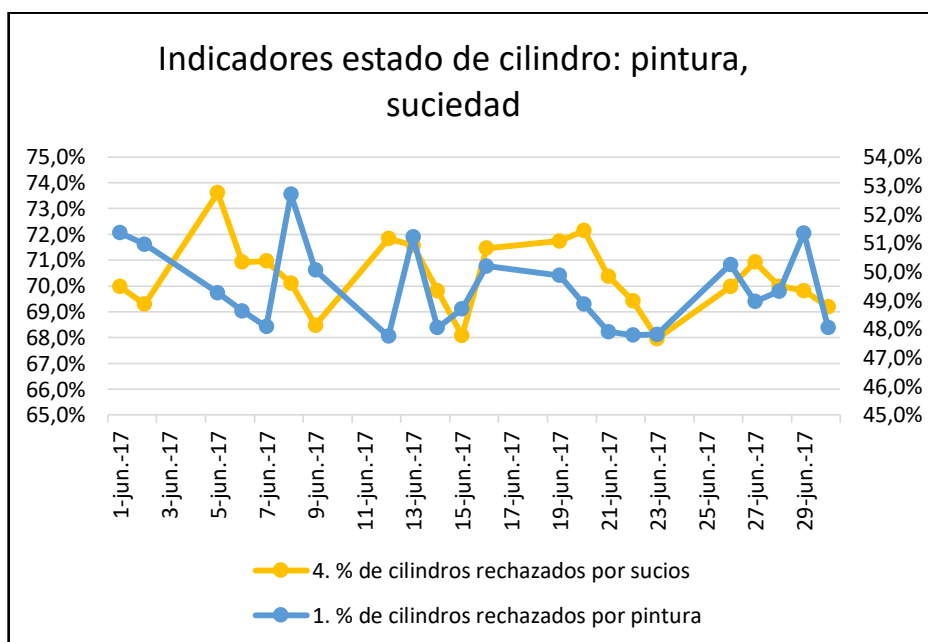


Figura 15. Indicadores de estado de cilindro: pintura y suciedad.

Fuente: Tabla 33

Elaborado por: Oscar André

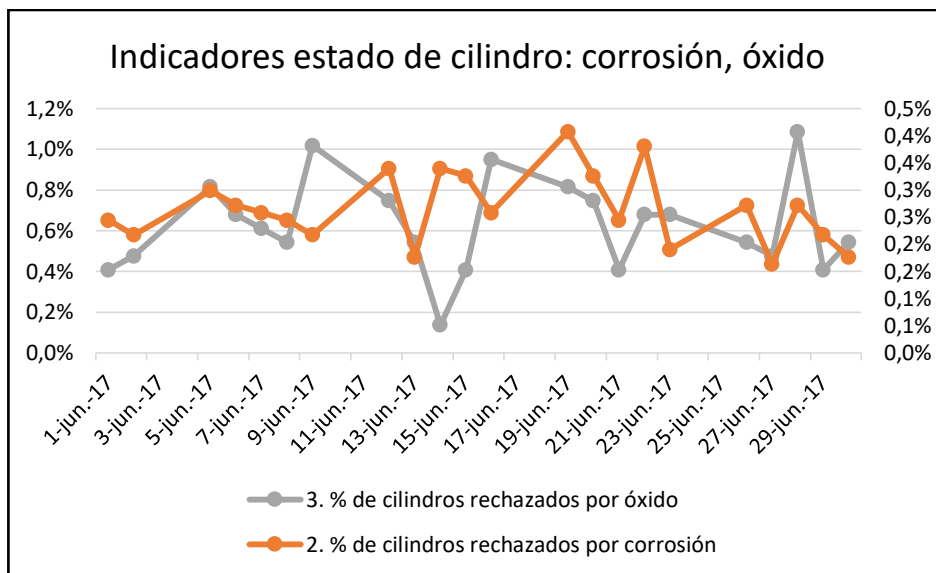


Figura 16. Indicadores de estado de cilindro: corrosión y óxido.

Fuente: Tabla 33

Elaborado por: Oscar André

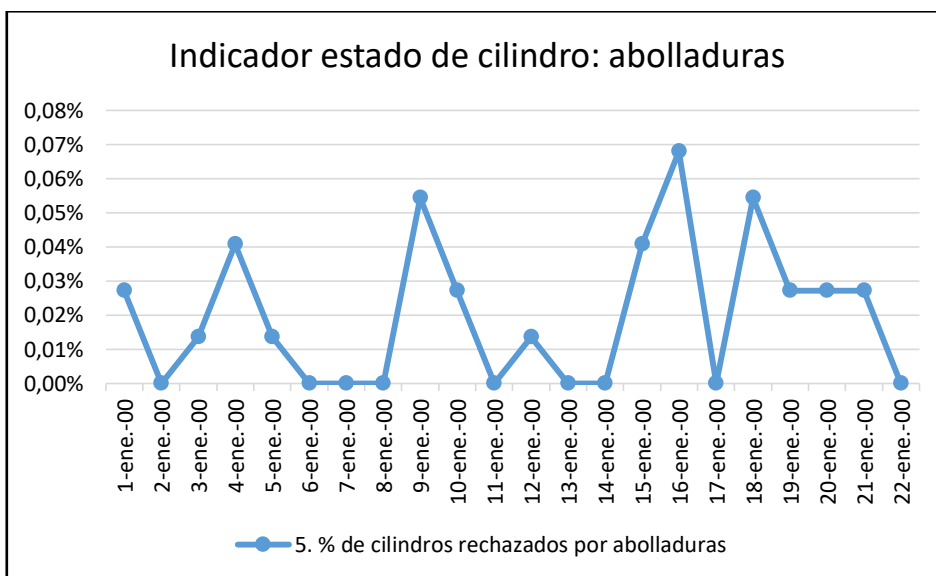


Figura 17. Indicadores de estado de cilindro: abolladuras.

Fuente: Tabla 33

Elaborado por: Oscar André

### 5. Cilindros inestables:

Este fallo fue medido durante el mes de junio del presente año, en la tabla 35 se presentan los datos de los cilindros por día que cayeron una vez que estaban estibados o que quedaron inestables en la columna de cilindros estibados en los vehículos. Aunque los resultados son



relativamente bajos, este fallo luego de la selección, resultado de gran importancia debido a la gravedad que puede representar el suceso: fugas de GLP, daños en el estado del cilindro, incidentes en las personas y/o vehículos, así como lesiones graves o pérdida de vida del personal de estibaje.

Tabla 36. Cilindros inestables.

Días	# Cilindros caídos/día
1-jun-17	2
2-jun-17	3
5-jun-17	1
6-jun-17	2
7-jun-17	3
8-jun-17	0
9-jun-17	4
12-jun-17	3
13-jun-17	2
14-jun-17	1
15-jun-17	3
16-jun-17	4
19-jun-17	2
20-jun-17	2
21-jun-17	6
22-jun-17	4
23-jun-17	3
26-jun-17	3
27-jun-17	2
28-jun-17	1
29-jun-17	0
30-jun-17	2

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

El gráfico del indicador se expone en la figura 18:

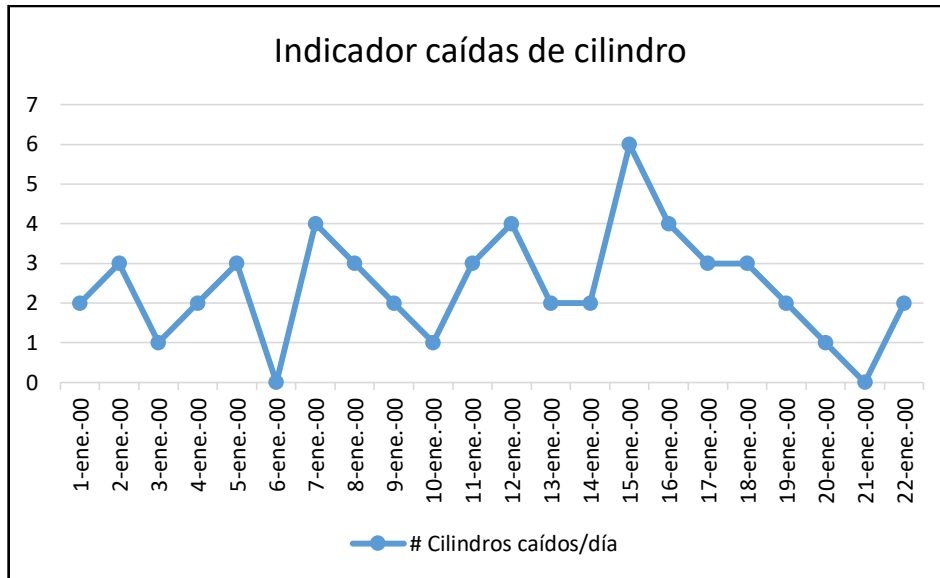


Figura 18. Indicador caídas de cilindro.

Fuente: Tabla 35

Elaborado por: Oscar André

#### 3.6.4. Cartas de control, definición de límites de control del proceso.

En los gráficos anteriores se aprecia el comportamiento de los indicadores de los fallos o atributos de estudio, información que evidencia la gran variabilidad de los atributos analizados. Tan variable es el comportamiento de la presencia de las no conformidades, que al equipo de trabajo se le complica establecer el estándar y rango de aceptación de cada indicador, sumado a la escasa información de datos históricos; la alta variabilidad puede ser motivada por: mano de obra, materiales, medida, medio ambiente y/o método de trabajo.

La aplicación de las acciones de mejora propuestas, continuando con las inspecciones y tomas de datos, deberían mostrar una tendencia que evidencie mayor estabilidad en el gráfico de los indicadores.

Importante observar en el estudio desarrollado que, luego de las varias técnicas aplicadas y las priorizaciones realizadas, las no conformidades motivo de análisis son todas variables cualitativas o de atributos y no variables cuantitativas. Es decir, las características del producto no son evaluadas con un instrumento de medición; en este caso el producto se evalúa como conforme o no conforme; o también por el número de defectos que tiene. En este tipo de variables cualitativas, las no conformidades son monitoreadas a través de las cartas de control para atributos (Gutiérrez, 2014), se tienen las siguientes cartas:

- $p$  (proporción o fracción de artículos defectuosos);
- $np$  (número de unidades defectuosas);

- c (número de defectos), y
- u (número promedio de defectos por unidad).

A continuación se analizará cada uno de los fallos o no conformidades motivo del estudio, justificando y aplicando la carta de control por atributos que corresponda. Para determinar el tipo de carta de control a usarse, se considera el subproceso donde se realiza el control, esto con la finalidad de no interferir en el proceso productivo incrementando costos por controles en puntos adicionales; en base a este análisis, se descarta realizar al final de la cadena de producción un muestreo de todos los atributos de estudio.

#### 1. Cilindros con fugas por vástago:

Para el análisis de esta no conformidad, se aplicará el uso de la carta p (proporción de artículos defectuosos), esta carta analiza las variaciones en la fracción o proporción de artículos defectuosos por muestra o subgrupo. Para el análisis se toma como muestra la cantidad de cilindros envasado por día, se considera el mes de junio (Tabla 30), mes anterior a la aplicación de las acciones de mejora. En la tabla 36 se muestran los datos obtenidos durante 23 días de trabajo y el cálculo de la proporción  $p_i$ . Es importante destacar que el valor de la muestra no es constante, para este tipo de situaciones se tienen dos soluciones:

- Utilizar un tamaño promedio de la muestra para establecer los límites de control. Esta alternativa se usa cuando la variación entre los tamaños del grupo muestral no es demasiada (menor que 20% es aceptable) (Gutiérrez, 2014). En el caso de los datos de la tabla 39, los tamaños de la muestra varían entre 7.000 y 7.930, con un promedio de 7.325, por lo que la distancia entre el mínimo y el promedio es  $(1 - (7.000/7.325)) \times 100 = 4,4\%$ , mientras que la existente entre el máximo y el promedio es  $((8.200/7.795) - 1) \times 100 = 10\%$ . De tal forma que en este caso es adecuado usar límites con tamaño muestral promedio.
- Cuando la variación entre los tamaños del grupo muestral es mayor al 20%, o se desea conservar las características propias de la carta de control, se utiliza la carta  $p$  con límites variables, cuyos límites de control van cambiando su amplitud dependiendo del tamaño de cada muestra  $n_i$ . (Gutiérrez, 2014, pág. 260). Cabe mencionar que el uso de la carta de control variable, dificulta el análisis de la interpretación de las cartas. En este caso no se aplicará esta metodología.

Tabla 37. Proporción  $p_i$  fugas en vástago.

Lote	Día	Tamaño muestra $n_i$	Fugas vástago	Proporción $p_i$ (Fugas vástago/ $n_i$ )
1	1-jun	7198	36	0,0050
2	2-jun	7270	11	0,0015
3	5-jun	7180	32	0,0045
4	6-jun	7200	27	0,0038
5	7-jun	7250	43	0,0059
6	8-jun	7000	22	0,0031
7	9-jun	7380	31	0,0042
8	10-jun	7280	23	0,0032
9	12-jun	7290	27	0,0037
10	13-jun	7310	44	0,0060
11	14-jun	7930	54	0,0068
12	15-jun	7380	31	0,0042
13	16-jun	7290	22	0,0030
14	19-jun	7540	17	0,0023
15	20-jun	7160	46	0,0064
16	21-jun	7680	22	0,0029
17	22-jun	7250	15	0,0021
18	23-jun	7410	32	0,0043
19	26-jun	7160	20	0,0028
20	27-jun	7050	38	0,0054
21	28-jun	7870	19	0,0024
22	29-jun	7190	23	0,0032
23	30-jun	7206	18	0,0025
Promedio:		7324,96		0,0039

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Se procede a calcular los límites de control, mediante el uso de las siguientes ecuaciones (2), (3), (4), (5) y (6):

$$\text{Proporción promedio } (\bar{p}) = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Total de inspeccionados}} \quad (2)$$

$$\text{Muestra promedio } (\bar{n}) = \frac{\text{Total de inspeccionados}}{\text{Total de subgrupos o lotes}} \quad (3)$$

$$\text{Límite de control superior (LCS)} = \tilde{p} + 3 \sqrt{\frac{\tilde{p}(1 - \tilde{p})}{n}} \quad (4)$$

$$\text{Línea central} = \tilde{p} \quad (5)$$

$$\text{Límite de control inferior (LCI)} = \tilde{p} - 3 \sqrt{\frac{\tilde{p}(1 - \tilde{p})}{n}} \quad (6)$$

Reemplazando los valores en las ecuaciones se obtienen los siguientes resultados:

$$\tilde{p} = \frac{653}{168.474} = 0,004$$

$$\tilde{n} = \frac{168.474}{23} = 7.325$$

$$\text{LCS} = 0,04 + 3 \sqrt{\frac{0,004(1 - 0,004)}{7.325}} = 0,006$$

$$\text{Línea central} = 0,004$$

$$\text{LCI} = 0,04 - 3 \sqrt{\frac{0,004(1 - 0,004)}{7.325}} = 0,002$$

La carta p con estos límites se muestra en la figura 19. En ella se aprecia que la no conformidad fugas por vástago, no estuvo en control estadístico, ya que en los lotes 11 y 15 se dio una proporción de fugas mayor que el límite de control superior, así mismo el lote dos da una proporción de fugas menor al límite inferior de control. Otra señal de que en el subproceso hay una causa especial, es que se observa mucha variación en la figura 19, varios lotes en un momento se encuentran cerca del LCI e inmediatamente suben hasta acercarse al LCS. Se concluye que existen situaciones especiales que causan proporciones de válvulas por fuga en vástago anormalmente grandes y con mucha variación. Como paso inicial se deben identificar estas causas para evitarlas en el futuro. Posteriormente, el objetivo es por medio de acciones de mejora, reducir esta variabilidad, ya que el riesgo de una fuga en el

cliente final es un gran problema. Con una mínima variabilidad, subproceso bajo control, se puede establecer acciones de muestreo de la falla y evitar el control al 100%, esto, mejoraría la eficiencia del subproceso.

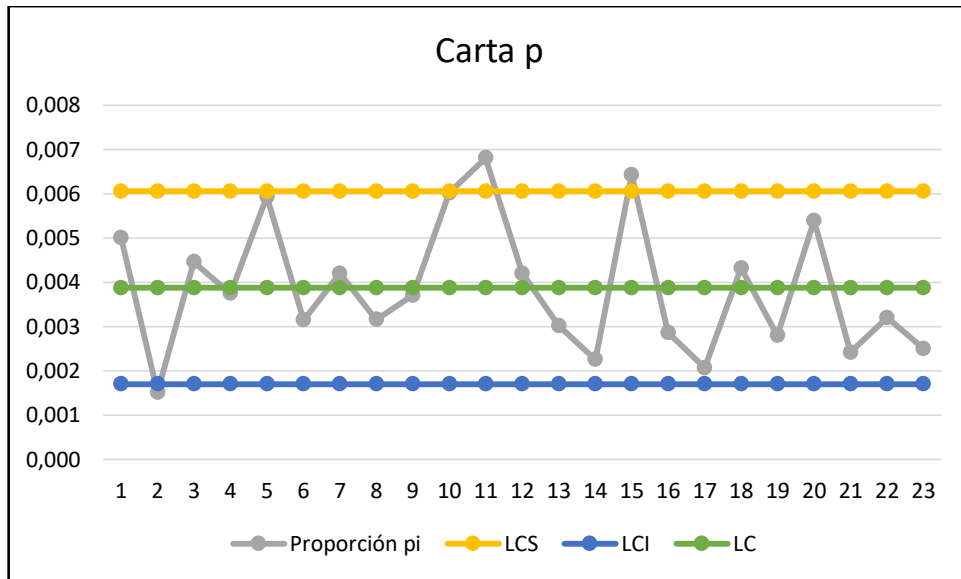


Figura 19. Carta de control p, cilindros con fugas por vástago.

Fuente: Tabla 36

Elaborado por: Oscar André

## 2. Cilindros con fugas por toroide:

Para el análisis de esta no conformidad, se aplicará la carta p (proporción de artículos defectuosos), en este análisis de la no conformidad la muestra es constante. En la tabla 37 se exponen los datos obtenidos durante 22 días de trabajo del mes de junio y el cálculo de la proporción  $p_i$ .

Tabla 38. Proporción  $p_i$  fugas por toroide.

Lote	Días	Tamaño de la muestra $n_i$	Fugas toroides	Proporción $p_i$ (Fugas/ $n_i$ )
1	1-jun-17	364	16	4,4%
2	2-jun-17	364	9	2,5%
3	5-jun-17	364	9	2,5%
4	6-jun-17	364	11	3,0%
5	7-jun-17	364	6	1,6%
6	8-jun-17	364	2	0,5%
7	9-jun-17	364	1	0,3%
8	12-jun-17	364	1	0,3%
9	13-jun-17	364	1	0,3%
10	14-jun-17	364	4	1,1%

Tabla 37. Proporción  $p_i$  fugas por toroide. (Cont.)

Lote	Días	Tamaño de la muestra $n_i$	Fugas toroides	Proporción $p_i$ (Fugas/ $n_i$ )
11	15-jun-17	364	3	0,8%
12	16-jun-17	364	5	1,4%
13	19-jun-17	364	6	1,6%
14	20-jun-17	364	9	2,5%
15	21-jun-17	364	11	3,0%
16	22-jun-17	364	18	4,9%
17	23-jun-17	364	5	1,4%
18	26-jun-17	364	4	1,1%
19	27-jun-17	364	2	0,5%
20	28-jun-17	364	9	2,5%
21	29-jun-17	364	8	2,2%
22	30-jun-17	364	2	0,5%
Promedio:		364		1,8%

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Se procede a calcular los límites de control, mediante las ecuaciones (2), (3), (4), (5) y (6):

$$\tilde{p} = \frac{142}{8.008} = 0,02$$

$$\tilde{n} = \frac{8.008}{22} = 364$$

$$LCS = 0,02 + 3 \sqrt{\frac{0,02(1 - 0,02)}{364}} = 0,04$$

$$\text{Línea central} = 0,02$$

$$LCI = 0,02 - 3 \sqrt{\frac{0,02(1 - 0,02)}{364}} = -0,003 \approx 0$$

La carta p con estos límites se muestra en la figura 20. En ella se aprecia que la no conformidad fugas por toroide, no estuvo en control estadístico, ya que en los lotes 1 y 16 se dio una proporción de fugas mayor que el límite de control superior. Otra señal de que en el subproceso hay una causa especial, es que se observa un ciclo recurrente en los puntos de

la figura, empieza a decrecer, luego crece y posteriormente decrece. Dentro de las posibles causas que pueden estar ocasionando esta variación cíclica, se tienen:

- Diferencias en los dispositivos que se usan para el control.
- Rotación de operarios.
- Diferencias en el tipo de material que se usa en los toroides.

Se concluye que existen situaciones especiales que causan proporciones de válvulas por fuga en toroide anormalmente grandes y con mucha variación. Como paso inicial se deben identificar estas causas para evitarlas en el futuro. Posteriormente, el objetivo es por medio de acciones de mejora, reducir esta variabilidad, ya que el riesgo de una fuga en el cliente final es un gran problema. Con una mínima variabilidad, sub proceso bajo control, se puede establecer acciones de muestreo de la falla y evitar el control al 100%, esto, mejoraría la eficiencia del subproceso.

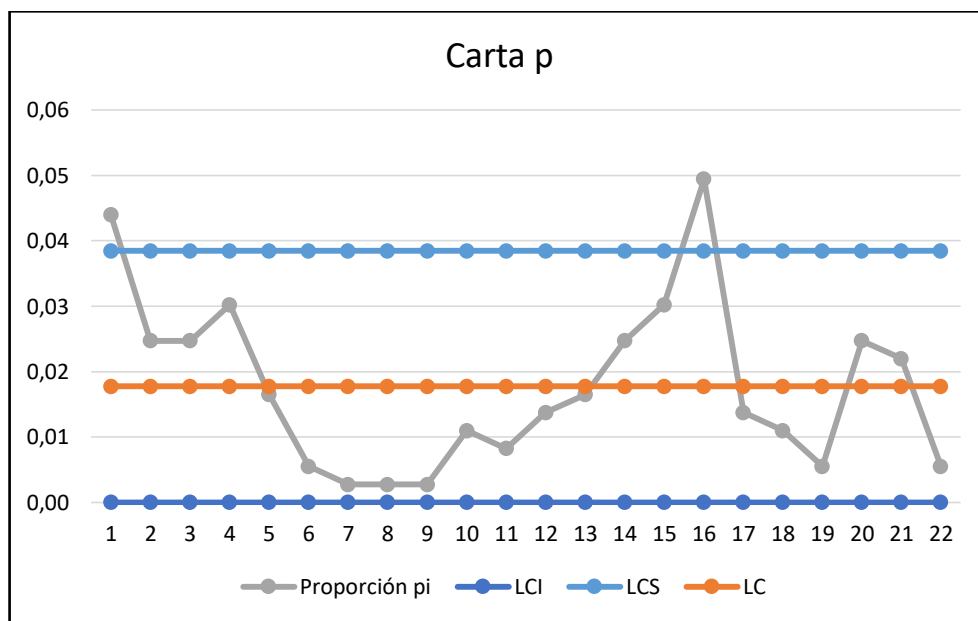


Figura 20. Carta de control p, cilindros con fugas por toroide.

Fuente: Tabla 37

Elaborado por: Oscar André

### 3. Cilindros no calza regulador:

Para el análisis de esta no conformidad, se aplica la carta p (proporción de artículos defectuosos), en este análisis de la no conformidad la muestra es constante. En la tabla 38 se muestran los datos obtenidos durante 22 días de trabajo del mes de junio y el cálculo de la proporción pi.



Tabla 39. Proporción  $p_i$  no calza de regulador

Lote	Días	Tamaño de la muestra $n_i$	Regulador no calza	Proporción $p_i$
1	1-jun-17	364	20	0,05
2	2-jun-17	364	14	0,04
3	5-jun-17	364	22	0,06
4	6-jun-17	364	8	0,02
5	7-jun-17	364	16	0,04
6	8-jun-17	364	22	0,06
7	9-jun-17	364	20	0,05
8	12-jun-17	364	18	0,05
9	13-jun-17	364	6	0,02
10	14-jun-17	364	15	0,04
11	15-jun-17	364	12	0,03
12	16-jun-17	364	12	0,03
13	19-jun-17	364	26	0,07
14	20-jun-17	364	9	0,02
15	21-jun-17	364	14	0,04
16	22-jun-17	364	16	0,04
17	23-jun-17	364	8	0,02
18	26-jun-17	364	22	0,06
19	27-jun-17	364	9	0,02
20	28-jun-17	364	14	0,04
21	29-jun-17	364	8	0,02
22	30-jun-17	364	17	0,05
Promedio:		364		0,04

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Se procede a calcular los límites de control, mediante las ecuaciones (2), (3), (4), (5) y (6):

$$\tilde{p} = \frac{328}{8.008} = 0,04$$

$$\tilde{n} = \frac{8.008}{22} = 364$$

$$LCS = 0,04 + 3 \sqrt{\frac{0,04(1 - 0,04)}{364}} = 0,07$$

Línea central = 0,04

$$LCI = 0,04 - 3 \sqrt{\frac{0,04(1 - 0,04)}{364}} = 0,01$$

La carta p con estos límites se muestra en la figura 21. En ella se aprecia que la no conformidad no calza del regulador aparentemente está bajo control estadístico, aunque muy sutilmente se evidencia que los puntos tienen inicialmente una tendencia sobre la línea central y posteriormente el ciclo tiene mayor peso con puntos bajo la línea central. Se puede decir que el patrón es de desplazamiento. Dentro de las posibles causas que pueden estar ocasionando esta variación de cambio de nivel o desplazamiento, pueden ser por:

- Nuevos trabajadores
- Nuevo método de control
- Nuevo equipo de pruebas
- Desatención de los trabajadores
- Un proceso equivocado por parte del proveedor
- Falta de control de proveedor

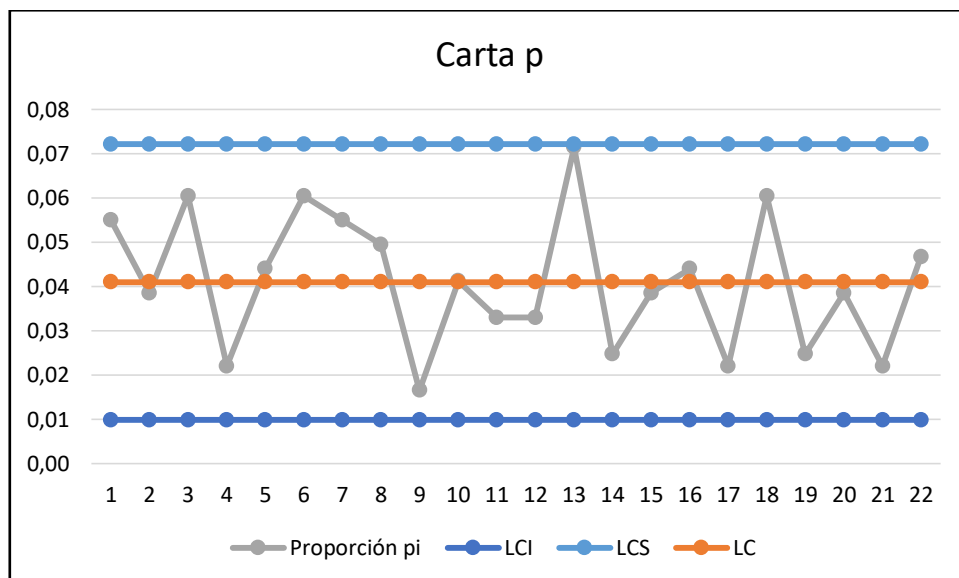


Figura 21. Carta de control p, cilindros no calza regulador.

Fuente: Tabla 38

Elaborado por: Oscar André

4. Cilindros con fallos en pintura, corrosión, óxido, sucios y abolladuras:

En este análisis se podría implementar una carta de control  $p$  para cada una de las no conformidades analizadas, información del mes de junio existe (tabla 39), el levantamiento de la información en el sitio de desarrollo del subproceso resultó complicada por la velocidad de entrega de cilindros a ser envasados que requiere el sistema. Posterior al mes de recolección de datos, se suspendió la toma de datos por considerar que hace ineficiente el proceso, se replanteará una nueva metodología de control. Ahora, es evidente que el control del estado de cilindros se lo hace con una misma inspección visual, no hay un control separado para cada no conformidad, en este sentido se analizará la aplicación de una carta de control que involucre el total de defectos analizados en el estado del cilindro.

Para el análisis del total de no conformidades al inspeccionar el estado de los cilindros, no interesa clasificar por no conformidad, sino por el total de defectos que se evidenciaron en el producto cilindro al momento de la inspección. Es decir, si al inspeccionar un cilindro presenta solo suciedad, este cilindro tendrá un defecto; si el cilindro presenta suciedad y pintura en mal estado, serán dos defectos; si el cilindro presenta al mismo tiempo mala pintura, corrosión, óxido, sucios y abolladuras, serán cinco defectos. Al inspeccionar varios cilindros durante una muestra o periodo, el total de defectos será la suma de todos los defectos detectados en el control. La cartas  $c$  (número de defectos) y  $u$  (número promedio de defectos por unidad) se usan al inspeccionar una unidad y contar el número de defectos que tiene. La diferencia entre las cartas  $c$  y  $u$  es, que para las cartas  $c$  es aplicable donde el tamaño de la muestra es constante, en cambio, en el uso de la carta  $u$  la muestra no es constante (Gutiérrez, 2014).

Los datos de la tabla 39 con las no conformidades analizadas durante el mes de junio, toman muestras diaria no constantes, en ese caso se usará la carta  $u$  (número promedio de defectos por unidad). En la tabla 39 se muestran los datos obtenidos durante 22 días de trabajo del mes de junio y el cálculo del número promedio de defectos por cilindro  $c_i$ .

Tabla 40 Proporción  $c_i$  defectos estado de cilindro.

Lote (días)	Días	Tamaño de la muestra $n_i$ (Cil. Envasado días)	Total de defectos $c_i$	Número promedio de defectos por cilindro $c_i$
1	1-jun-17	7.360	8.980	1,22
2	2-jun-17	7.300	8.901	1,22
3	5-jun-17	7.598	9.127	1,20
4	6-jun-17	7.458	8.872	1,19
5	7-jun-17	7.453	8.827	1,18
6	8-jun-17	7.358	9.097	1,24

Tabla 39. Proporción *ci* defectos estado de cilindro. (Cont.)

Lote (días)	Días	Tamaño de la muestra <i>ni</i> (Cil. Envasado días)	Total de defectos <i>ci</i>	Número promedio de defectos por cilindro <i>ci</i>
7	9-jun-17	7.278	8.815	1,21
8	12-jun-17	7.568	8.881	1,17
9	13-jun-17	7.228	9.094	1,26
10	14-jun-17	7.338	8.712	1,19
11	15-jun-17	7.273	8.648	1,19
12	16-jun-17	7.368	9.044	1,23
13	19-jun-17	7.588	9.040	1,19
14	20-jun-17	7.540	8.985	1,19
15	21-jun-17	7.393	8.757	1,18
16	22-jun-17	7.253	8.710	1,20
17	23-jun-17	7.238	8.585	1,19
18	26-jun-17	7.596	8.912	1,17
19	27-jun-17	7.406	8.872	1,20
20	28-jun-17	7.460	8.883	1,19
21	29-jun-17	7.359	8.966	1,22
22	30-jun-17	7.274	8.682	1,19
<b>Total:</b>		<b>7.394,86</b>		<b>1,20</b>

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Se procede a calcular los límites de control, mediante las siguientes ecuaciones (7), (8), (9) y (10):

$$Media (\tilde{u}) = \frac{Total\ de\ defectos}{Total\ de\ artículos\ inspeccionados} \quad (7)$$

$$\tilde{n} = \text{Tamaño promedio de las muestras} \quad (8)$$

$$LCS = \tilde{u} + 3 \sqrt{\frac{\tilde{u}}{\tilde{n}}} \quad (9)$$

$$LCS = \tilde{u} - 3 \sqrt{\frac{\tilde{u}}{\tilde{n}}} \quad (10)$$

Reemplazando los valores en las ecuaciones, se obtienen los siguientes resultados:

$$\tilde{u} = \frac{195.390}{162.687} = 1,20$$

$$\tilde{n} = 7.394$$

$$LCS = 1,20 + 3 \sqrt{\frac{1,20}{7.394}} = 1,24$$

$$LCS = 1,20 - 3 \sqrt{\frac{1,20}{7.394}} = 1,16$$

La carta u con estos límites se muestra en la figura 22. En ella se aprecia que las no conformidades en el estado del cilindro, no estuvo en control estadístico, ya que en los lotes 6 y 10 se dieron defectos mayor que el límite de control superior. Se concluye que existen situaciones especiales que causan variaciones no normales. Como paso inicial se deben identificar estas causas para evitarlas en el futuro. Posteriormente, el objetivo es por medio de acciones de mejora, reducir esta variabilidad, ya que este gráfico representa el análisis consolidado de cinco no conformidades en los cilindros. Controlando las causas que no son normales en el subproceso, se puede establecer los nuevos límites de control establecer acciones de muestreo de los defectos, evitando el 100% del control a todos los cilindros, esto, no entorpecería la eficiencia del subproceso

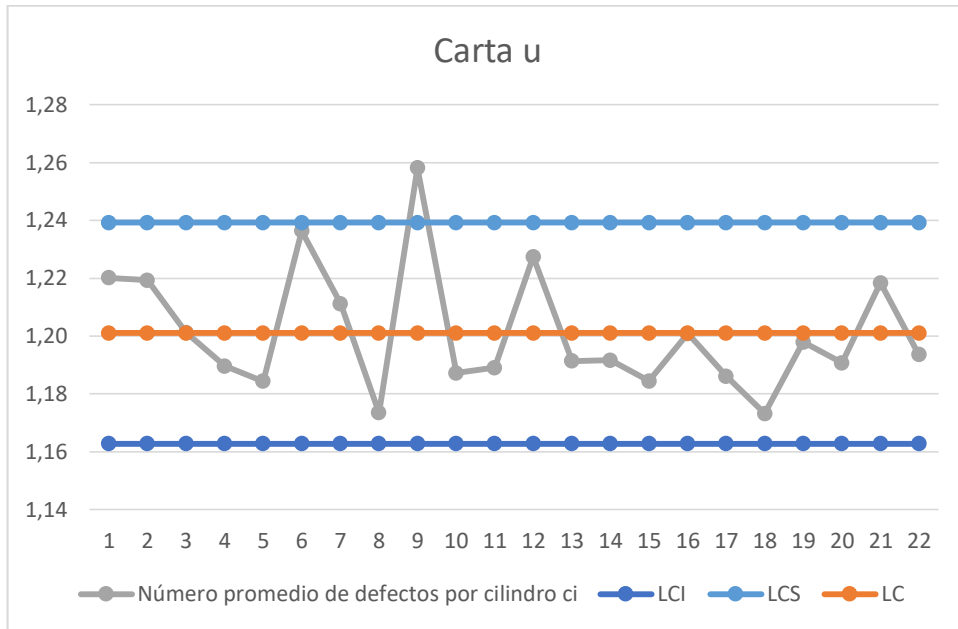


Figura 22. Carta de control  $u$ , cilindros con defectos

Fuente: Tabla 39

Elaborado por: Oscar André

### 5. Cilindros inestables:

Como se observa en la tabla 35, las no conformidades detectadas son demasiado pequeñas si las relacionamos con la cantidad de cilindros envasados en el día. Como la muestra no es constante se podría pensar en aplicar la carta de control  $c$ , para aplicar la carta  $c$  se espera que se cumpla la siguiente condición (ecuación (11)):

$$n > \frac{9}{\tilde{u}} \quad (11)$$

De la tabla 38 se puede calcular el valor de  $n$  que es igual a 7.395, y el valor de  $\tilde{u}$  es 0,0003; reemplazando los valores en la ecuación (11) se obtiene la desigualdad:  $7.395 > 27.626$ , lo cual es falso, en tal sentido no es aplicable utilizar la carta de control  $c$ .

Para este caso, no se sugiere el uso de una carta de control, suficiente con realizar el seguimiento del comportamiento del indicador, esperando una disminución total del fallo al aplicar las acciones de mejora.

**CAPÍTULO IV.- LOGROS DEL CONTROL ESTADÍSTICO POR MEDIO DE LA  
METODOLOGÍA MICEPS, COMO PARTE DE LA MEJORA CONTINUA DE LA  
ORGANIZACIÓN**

#### 4.1. Comparación de gráficas de control de variables, situación actual versus aplicación teórica de metodología

Para realizar una comparación entre las condiciones de las variables motivo de análisis de este proyecto, es necesario contar con datos antes y después de haber aplicado las acciones de mejora, de tal forma que en las gráficas de control se pueda apreciar:

- a) La eliminación de causas especiales de variación;
- c) Reducir la variación del proceso;
- b) Lograr que el proceso se encuentra estable, es decir lograr el control estadístico del proceso;
- c) Observar que las acciones de mejora fueron eficaces;
- d) Permitir el monitoreo contante del proceso y evidenciar oportunidades de mejora.

Por situaciones particulares de la empresa Lojagas, no ha sido posible al momento de este proyecto que se implementen todas las acciones de mejora expuestas en el plan de acción de la tabla 26. Se pudo evidenciar que de las dos acciones de mejora relacionadas al control de fugas por el vástago, una de ellas si fue ejecutada: Pedir a proveedor de arreglo de válvulas que establezca mecanismos de prueba de reparación de válvulas. El proveedor que realiza la actividad de reparación de válvulas implementó un sistema neumático de control de las válvulas al momento de la reparación (Figura 34), el mismo sigue en proceso de ajuste, pero ya hay registros en la planta envasadora de los cilindros envasados con válvula que fue sometida al control de reparación con el nuevo equipo del proveedor.



Figura 23. Sistema neumático de control de las válvulas

Fuente: Tecnero

Elaborado por: Oscar André



En la siguiente tabla 40, se exponen los resultados del mes de agosto del presente año del registro de las no conformidades y el cálculo de la proporción  $p_i$  por fugas en el vástago de la válvula.

Tabla 41. Proporción  $p_i$  fugas en vástago, mes de agosto.

Lote	Día	Tamaño muestra $n_i$	Fugas por vástago	Proporción $p_i$
1	01-ago	7200	18	0.003
2	02-ago	7120	11	0.002
3	03-ago	7090	25	0.004
4	04-ago	7008	25	0.004
5	07-ago	7120	22	0.003
6	08-ago	6990	20	0.003
7	09-ago	7080	12	0.002
8	10-ago	7112	16	0.002
9	11-ago	7100	21	0.003
10	14-ago	6899	25	0.004
11	15-ago	7100	15	0.002
12	16-ago	7130	13	0.002
13	17-ago	7122	26	0.004
14	18-ago	7232	14	0.002
15	19-ago	7009	12	0.002
16	21-ago	7340	25	0.003
17	22-ago	7120	22	0.003
18	23-ago	7320	17	0.002
19	24-ago	7059	19	0.003
20	25-ago	6996	5	0.001
21	28-ago	7583	12	0.002
22	29-ago	7043	22	0.003
23	30-ago	7057	9	0.001
24	31-ago	7063	9	0.001
Promedio:		7120.54		0.002

Fuente: Lojagas

Elaborado por: Oscar André

Con la justificación respectiva expuesta anteriormente, se realiza la comparación gráfica (Figura 35) por medio de la carta de control, únicamente de la no conformidad “cilindros fugas por vástago”, usando los valores de la tabla 36 (antes de las acciones de mejora) y los valores de la tabla 40 (luego de la aplicación parcial de las acciones de mejora), sin cambiar los límites de control calculados inicialmente (figura 24).

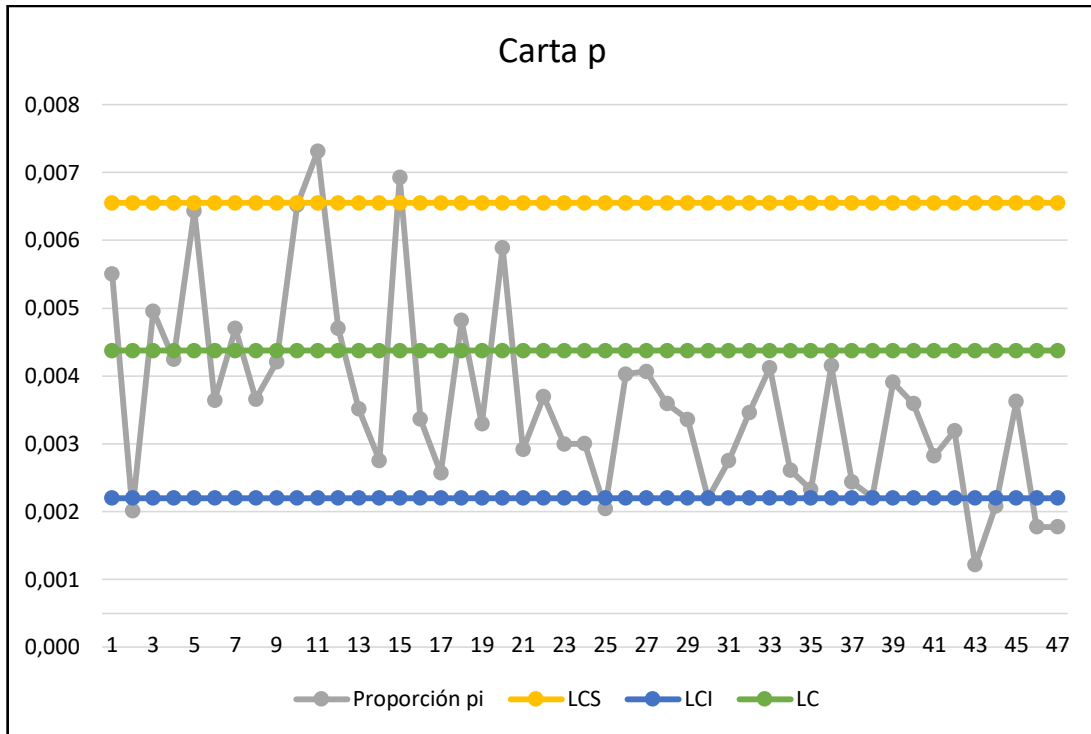


Figura 24. Carta de control p, cilindros con fugas por vástago. Mes de junio y agosto

Fuente: Tabla 36 y 40

Elaborado por: Oscar André

Observando la figura 24, se evidencia que los puntos de control analizados, ya desde el punto 24 en adelante que corresponden al mes de agosto, todos están más abajo que el límite central, evidenciando que el comportamiento del proceso cambió radicalmente. Ahora es necesario redefinir y calcular los nuevos puntos de control de la carta p con los datos del mes de agosto (Tabla 40), para ello se usan las ecuaciones (2), (3), (4), (5) y (6):

$$\tilde{p} = \frac{415}{170.893} = 0,002$$

$$\tilde{n} = \frac{170.893}{24} = 7.120$$

$$LCS = 0,002 + 3 \sqrt{\frac{0,002(1 - 0,002)}{7.120}} = 0,004$$

Línea central = 0,002

$$LCI = 0,002 - 3 \sqrt{\frac{0,002(1 - 0,002)}{7.120}} = 0,0004$$

La carta p con los nuevos límites se muestra en la figura 25. En ella se aprecia que la no conformidad fugas por vástago, ya empieza a tener un comportamiento cíclico, aunque llama la atención que varios datos se acercan más a la línea central y otros se alejan pero hacia el límite superior. El punto 20 tiene un comportamiento anormal, es el único que llega al límite superior. Aunque el proceso mejoró notablemente, se puede apreciar que aún hay que investigar las causas externas que afectan el proceso y ejecutar acciones de mejora que permitan mantener bajo control el proceso.

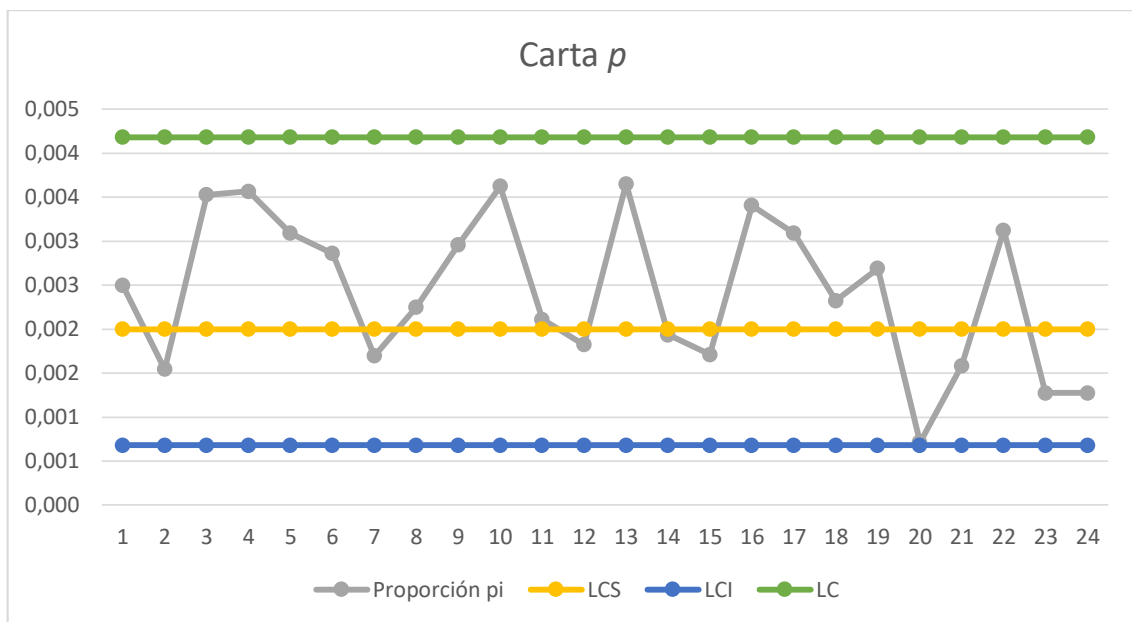


Figura 25. Carta de control p, cilindros con fugas por vástago. Luego de mejoras

Fuente: Tabla 40

Elaborado por: Oscar André

#### 4.2. Cumplimiento de apartados de la norma ISO 9001:2015 al aplicar la metodología de control estadístico

En este tema, se realiza una revisión de la norma ISO 9001:2015 con la finalidad de resumir los apartados que se cumplen al hacer uso de la herramienta de control estadístico de procesos (CEP), así como los apartados en que la norma considera los requisitos del cliente (RC) tanto externo como interno, dentro de los procesos.

No es parte de este tema describir textualmente los apartados de la norma, se procede a mencionar el apartado y la relación con los temas de estudio. El resultado se expone en la tabla 41.

Tabla 42. Apartados de norma ISO 9001:2015 que consideran el uso del CEP y los requisitos del cliente

<b>APARTADO</b>	<b>RELACIÓN: CEP Y/O RC</b>
4 Contexto de la organización 4.1, 4.2, 4.3, 4.4.1,	RC CEP
5 Liderazgo 5.1.2, 5.3,	RC
6 Planificación 6.1.1, 6.1.2, 6.2.1	CEP
7 Apoyo 7.1.5.2	CEP
8. Operación 8.1 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3.1, 8.2.4.8.3.2, 8.3.3 8.4.1, 8.4.2, 8.5.1, 8.6, 8.7.1, 8.7.2	RC y CEP RC CEP
9. Evaluación del desempeño 9.1.1, 9.1.3, 9.3.2	CEP
10 Mejora 10.1, 10.2.1, 10.3	CEP

Fuente: ISO 9001:2015

Elaborado por: Oscar André

## CONCLUSIONES

- El proyecto inicia con la consulta de los requisitos de los clientes, tanto internos como externos, relacionados al proceso de envasado de cilindros de 15 Kg; para implementar la voz de los clientes a los procesos, se procedió inicialmente a realizar encuestas y entrevistas; se determinó con precisión el proceso motivo de análisis que es el envasado de cilindros de 15 Kg, identificando los subprocesos correspondientes (Uso de herramienta PEPSU); se procedió a clasificar los requerimientos del cliente en críticos de entrega (CCE) y críticos de calidad (CCQ); identificados los subprocesos se procedió a identificar las variables del mismo; por medio de una matriz de influencia se relacionó las variables del proceso con el cumplimiento de los requisitos del cliente CCE y CCQ; ya determinadas variables de los subprocesos que intervienen en el cumplimiento de los requisitos, se procede a levantar una matriz AMFE y a valorar su nivel NPR; la matriz AMFE da los potenciales fallos de las variables, a estos fallos se les establece un plan de acción de mejoras, determinando responsables y el uso de recursos; se determina los puntos de control de los fallos y se implementan los indicadores de las variables analizadas; seguidamente antes de la recolección de datos se determinan los casos donde se implementará muestro o la toma del 100% de los datos; el siguiente paso es exponer los datos disponibles o recolectados, se realiza el gráfico de los indicadores de control; finalmente se exponen las gráficas de control tipo p y u de las variables analizadas, se realiza un comparación entre el antes y el después por medio de gráficas de control de la no conformidad fugas por vástago.
- El proyecto realizado analiza variables cualitativas es decir atributos (pintura, pasa no pasa, conforme no conforme). No se cuentan con instrumentos físicos de medida que se usan para controlar variables cuantitativas. En Lojagas los controles de estado de cilindros y fugas son evaluados directamente con la observación del fenómeno en estudio, lo que representa un verdadero reto y creatividad al establecer las acciones o planes de mejora
- Se evidencia en los datos obtenidos en sitio antes de las acciones de mejora, que los subprocesos analizados generan muchas no conformidades; situación que genera insatisfacción en los clientes y un riesgo en su seguridad. Urge medidas de acción
- En el subproceso fugas por vástago que se pudo realizar la comparación entre el antes y el después de aplicar las acciones de mejora, se observa el cambio radical en la gráfica de control (Figura 25), en este caso es necesario que se establezcan nuevos límites de

control que permitan tener un mayor control de la estabilidad del proceso. De igual forma se procederá al analizar los otros subprocessos.

- El CEP, no garantiza un producto con alta calidad, permite verificar si un proceso se encuentra estable o inestable, y aplicar las acciones de mejora al interpretar las cartas de control. El CEP apoya en el cumplimiento de varios apartados de la norma ISO 9001:2015 (Tabla 41)

## RECOMENDACIONES

- Implementar el uso de la metodología MICEP y el CEP, requiere de un gran compromiso de la empresa, empezando por la Alta Dirección y el compromiso de todo el personal de la empresa.
- Se recomienda que por lo menos una vez al año, el departamento de comercialización realice encuestas a los clientes con la finalidad de conocer si se está cumpliendo o tiene nuevas expectativas del producto.
- Para evitar que el control visual del subproceso verificación de estado de cilindro, que involucra 5 defectos (pintura, corrosión, óxido, suciedad y abolladuras) sea demasiado cansado para el personal responsable de la verificación, además este control de no realizarse con celeridad causa merma en la eficiencia del sistema de envasado, se recomienda el uso de un muestreo regular, así se evita la falsedad u omisión de los datos obtenidos en la inspección.
- En las actividades de control de fugas, una vez que se hayan aplicado las acciones de mejora y se perciba una notable mejora en la estabilidad del subproceso, se recomienda implementar un muestreo regular para detectar no conformidades.
- El personal de planta que participa en el control de los procesos deber ser capacitado en temas de: toma de datos, uso de hojas de registro, técnicas para mejora de procesos, manejo e interpretación de indicadores y diagramas de control. Es importante que se le explique la finalidad y beneficios del proyecto, que sienta que es parte importante de las actividades para ofrecer un producto con calidad
- Una de las acciones de mejora referente a la verificación del estado del cilindro, es la de implementar un “Instructivo que establezca las condiciones aceptables de pintura, corrosión, oxidación y abolladuras en cilindros. Así como su posterior inducción a los estibadores”. Al ser un tema muy objetivo, se recomienda establecer patrones visuales que sirvan de referencia a los empleados y puedan determinar con mayor criterio cuando separar un cilindro con fallas. Los patrones primeramente deben ser cuestionados y analizados por los clientes finales, será decisión de la empresa determinar el grado de aceptación de los requerimientos de los clientes y su posterior implantación.

- Importante reconocer el liderazgo en el proceso productivo. El líder será el encargado de dar las respectivas inducciones de los nuevos procedimientos, así como la constante verificación de su correcto cumplimiento.
- Al ser el distribuidor quien atiende directamente al cliente final, es prioritario para la empresa establecer los canales que permitan que por su intermedio se conozcan las quejas y/o requerimientos de los clientes.
- En necesario que el plan de mejoras se cumpla de acuerdo al cronograma, para ello se sugiere reuniones semanales de corta duración, donde los responsables comenten las acciones ejecutadas, los contratiempos que tuvieron y los motivos de no haber alcanzado lo propuesto.
- Luego de implementadas las acciones de mejora y los datos que se recogen en los puntos de inspección, se deberá evaluar por medio de indicadores y gráficos de control si el proceso se estabilizó o no. En este punto es necesario de acuerdo al análisis si se replantean, se mantienen, se refuerzan o se cambian; los planes de acción.
- Si el análisis se hace en variables cuantitativas, se sugiere que en la aplicación del CEP se haga el cálculo de los índices de capacidad del proceso y el análisis de repetitividad y reproducibilidad (R&R),



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOGAS. (2016). *Informe Anual 2017 La Comercialización del GLP en el Ecuador*. Quito: Asogas.
- Bureau Veritas. (2017). *Bureau Veritas Business School*. Obtenido de [https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC18\\_Graficos\\_control\\_shewart.pdf](https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/file/view/UC18_Graficos_control_shewart.pdf).
- Ciudadano. (2016). *El Ciudadano*. Obtenido de <http://www.elciudadano.gob.ec/impreso/Estrategicos>, M. C. (2013). Avanzamos en el cambio de la matriz energética. *Sectores estratégicos para el buen vivir*, 20.
- Felizzola, H., & Ortiz, M. (2014). *Metodología miceps para el control estadístico de procesos: caso aplicado al proceso de producción de vidrio templado*. *Prospectiva*, 12(2), 73-81.
- García, J. (2015). *Mejora del diseño de un servicio mediante la metodología AMFE. Una aplicación en una empresa hotelera (Tesis de grado)*. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Colombia.
- Gutiérrez, H. (2014). *Calidad y Productividad*. México: Edamsa Impresiones S.A.
- Hernández, O., & Porras, R. (16 de Agosto de 2010). *Control estadístico de la Calidad*. Obtenido de <https://control-estadistico-de-la-calidad.wikispaces.com/>
- Hernández, C. (2016). Aplicación de control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. *Universidad de Oriente Santiago de Cuba*, 17.
- Hidalgo, M. (2016). *Gestión de la calidad en productos, procesos y servicios*. Loja: Ediloja.
- Instituto nacional de seguridad e higiene. (2004). *NPT 676: Análisis modal de fallos y efectos*. AMFE. Madrid: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España.

- Lind, D., Marchal, W., & Waten, S. (2008). *Estadística Aplicada a los Negocios a la Economía*. México: Mc Graw-Hill.
- Lojagas. (mayo de 2016). *Lojagas*. Obtenido de [www.lojagas.com](http://www.lojagas.com)
- Mayén, J. (1997). *Control estadístico del proceso [Resumen]*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Ministerio de Salud del Perú. (2011). *Análisis Modal de sus Fallos y Efectos AMFE*. Obtenido de <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/amfe.pdf>
- Norma internacional ISO 9000 (2015). (2015). *Sistemas de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario*. Ginebra: ISO.
- Norma internacional ISO 9001 (2015). (2015). *Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos*. Ginebra: ISO.
- Norma ISO/TR 10017. (2003). *Orientación para las técnicas estadística para la Norma ISO 9001:2000*. Ginebra: ISO.
- Norma NTE INEN 327:2011. (2011). *Revisión de cilindros de acero para gas licuado de petroleo*. Quito: INEN.
- Resolución 004-001~DIRECTORIO~ARCH-2015. (s.f.). *Registro Oficial No. 621, Quito, Ecuador, 5 noviembre 2015*.
- Santamaría, E. (2016). *Modelos estadísticos de calidad*. Loja: Ediloja.
- Sislema, J. (2012). *Diseño de un control estadístico y establecimiento de estándares en los procesos de preparación e hilado en una empresa nacional (tesis de grado)*. Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Subía, J. (2016). *Indicadores de gestión*. Loja: Ediloja.
- Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. México: Prentice Hall.

## ANEXOS

Anexo 1. Imágenes de las etapas o subprocesos que intervienen en el proceso de envasado de cilindros de 15 Kg



Autorización despacho GLP en cilindros



Descarga de cilindros desde vehículos a plataforma de envasado



Verificación de estado de cilindros antes del envasado



Cilindros no conformes área de evacuado



Ubicar cilindros en cadena de cadena de envasado y digitar tara



Envasado de cilindros en sistema de carrusel



Control de peso automático



Rechazo automático del sistema, inspección del cilindro



Verificación de fugas en válvulas



Colocación de sellos de seguridad



Estibaje de cilindros en vehículos

**Anexo 2. Formulario de encuesta a clientes internos**

***FORMULARIO DE ENCUESTA A CLIENTES INTERNOS SOBRE  
REQUERIMIENTOS EN CILINDROS DE 15 Kg ENVASADOS***

---

**ÁREA CLIENTE INTERNO:**

**ENCUESTADO:**

**FECHA:**

**PREGUNTA**

**Cómo cliente interno del área de producción, ¿cuáles son sus requerimientos del cilindros de 15 Kg envasado, relacionado con la presentación y el servicio de entrega?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

### Anexo 3. Instructivo de despacho de GLP en planta envasadora.

	<b>DESPACHO DE G.L.P. EN CILINDROS DESDE LA PLANTA ENVASADORA</b>		<b>Código:</b> <b>I-22</b>
			Versión:00
			Fecha: 18/06/2017
Elaborado por: Franco Armijos	Revisado por: Nelson Yamunaqué	Aprobado por: Oscar André	Página 109 de 129

#### 1. OBJETIVO.

Organizar el despacho de G.L.P. en cilindros, en vehículos de transporte.

#### 2. RESPONSABLES

- Guardia de turno
- Conductor de vehículo de transporte de G.L.P. en cilindros
- Coordinador de Plataforma
- Facturador de Planta Envasadora

#### 3. ALCANCE.

Inicia desde que un vehículo de transporte de G.L.P. en cilindros ingresa a la Planta Envasadora, hasta que finalmente es cargado y abandona la planta.

#### 4. REFERENCIAS

- G-21. Manual de Políticas de Operaciones.
- P-21.1. Envasado de G.L.P. en Cilindros para 15 Kg.
- P-21.2. Envasado de G.L.P. en Cilindros para 45 Kg.

#### 5. DESCRIPCIÓN

##### Guardia de turno

Con la llegada de un vehículo autorizado para el transporte de GLP en cilindros:

- Autorizar el ingreso del vehículo a las instalaciones de la planta envasadora, observando el cumplimiento de las políticas internas y normas de seguridad vigentes.
- Registrar la cantidad de cilindros y asignar el turno correspondiente.
- Imprimir la papeleta Control de E/S de Cilindros en el sistema de turnos (dos copias) y entregar al conductor.

**Nota:** En la papeleta se detallará el tipo y cantidades de G.L.P. en cilindros que indique el conductor.

Cuando un vehículo ha sido cargado y se dispone a abandonar las instalaciones de la planta envasadora:

- Solicitar al conductor, el comprobante de guía de remisión y la papeleta de Control de E/S de Cilindros.
- Verificar que la cantidad de cilindros cargados, tenga relación con la cantidad detallada en el comprobante de guía de remisión y con la papeleta Control de E/S de Cilindros.
- Devolver al conductor, el comprobante de guía de remisión y autorizar la salida del vehículo de las instalaciones de la planta envasadora.



## **Anexo 2. Instructivo de despacho de GLP en planta envasadora. (Cont.)**

### **Conductor de vehículo autorizado para el transporte de GLP en cilindros.**

#### Con la autorización del guardia de turno:

- Ingresar a la planta envasadora respetando las normas de seguridad y disposiciones de la empresa.
- Dar facilidad para que el guardia registre la cantidad de cilindros que ingresan en el vehículo.
- Recibir de parte del guardia, la papeleta Control de E/S de Cilindros (dos copias) en donde se detalla el turno en el cual será despachado.
- Estacionar el vehículo en el área asignada para los vehículos de transporte de G.L.P. en cilindros.
- Dirigirse a facturación, entregar una copia de la papeleta Control de E/S de Cilindros y cancelar el valor de la factura.  
**Nota:** Si no está próximo el ingreso al área de carga y descarga de cilindros; esperar y retirar el comprobante de guía de remisión y papeleta Control de E/S de Cilindros).
- Regresar al vehículo y permanecer cerca de este, hasta que el Coordinador de Plataforma autorice su ingreso al área de carga y descarga de cilindros, según el turno asignado.

#### Con autorización del Coordinador de Plataforma:

- Ingresar al área de carga y descarga de cilindros.
- Entregar al coordinador de plataforma, una copia de la papeleta Control de E/S de Cilindros.
- Permanecer en el vehículo durante el tiempo de descarga y carga de cilindros.
- Una vez cargado el vehículo, salir del área de carga y descarga de cilindros, retirar de facturación, el comprobante de guía y la papeleta de Control de E/S de Cilindros (si aún no lo ha hecho).
- Dirigirse hacia la salida y entregar al guardia, el comprobante de guía y la papeleta de Control de E/S de Cilindros, para que este pueda realizar la validación de las cantidades despachadas. Una vez realizada la validación, el guardia deberá devolver el comprobante de guía de remisión.

#### Con autorización del guardia de turno:

- Abandonar las instalaciones de la planta envasadora.

### **Coordinador de Plataforma**

- Autorizar el ingreso de vehículos de transporte de GLP en cilindros (registrados por el guardia de turno), al área de carga y descarga de la plataforma de envasado en cumplimiento de **G-21. (Manual de Políticas de Operaciones)**.
- Solicitar al conductor del vehículo, la papeleta de Control de E/S de Cilindros.
- Autorizar la descarga y carga de cilindros en base a las cantidades y tipos de G.L.P., detalladas en la papeleta de Control de E/S de Cilindros en cumplimiento de **G-21. (Manual de Políticas de Operaciones)**.
- Autorizar la salida del vehículo del área de carga y descarga de cilindros de la plataforma de envasado.

### **Facturador de Planta Envasadora.**

- Recibir de parte del conductor, la papeleta Control de E/S de cilindros así como el pago del valor de la factura.
- Emitir la factura y comprobante de guía de remisión en base las cantidades detalladas en el sistema de turnos y en la papeleta impresa (Control de E/S de cilindros).
- Entregar el comprobante de guía de remisión y la papeleta Control de E/S de cilindros, al conductor del vehículo.

## **Anexo 2. Instructivo de despacho de GLP en planta envasadora. (Cont.)**

### **5.1. CASO ESPECIAL.**

Con el fin de no afectar el proceso de envasado de G.L.P. en cilindros, en ocasiones, es necesario que un vehículo ingrese de inmediato al área de carga y descarga de la plataforma de envasado. En este caso, se procederá de la siguiente manera:

#### **Guardia de turno**

Con la llegada de un vehículo a la planta y una vez que el coordinador de plataforma ha solicitado su ingreso inmediato al área de carga y descarga de cilindros:

- Registrar la cantidad de cilindros, solicitar al conductor el comprobante de depósito o cheque del pago del valor de la factura de G.L.P. en cilindros y pedir que se dirija de inmediato al área de carga y descarga de cilindros.
- Imprimir la papeleta de control de E/S de cilindros, entregar una copia al coordinador de plataforma y otra al facturador, a este último, se le debe entregar adicionalmente, el comprobante de depósito o cheque por el pago del valor de la factura.

**Nota:** En la papeleta se detallará el tipo y cantidades de G.L.P. en cilindros que indique el conductor.

Cuando un vehículo ha sido cargado y se dispone a abandonar las instalaciones de la planta envasadora:

- Solicitar al conductor, el comprobante de guía y la papeleta de Control de E/S de Cilindros.
- Verificar que la cantidad de cilindros cargados, tenga relación con la cantidad detallada en el comprobante de guía de remisión, así como con la papeleta Control de E/S de Cilindros.
- Devolver al conductor, el comprobante de guía de remisión y autorizar la salida del vehículo de las instalaciones de la planta envasadora.

#### **Conductor del vehículo de transporte de GLP en cilindros.**

Con la autorización del guardia de turno:

- Ingresar a la planta envasadora respetando las normas de seguridad y disposiciones de la empresa.
- Dar facilidad para que el guardia registre la cantidad de cilindros que ingresan en el vehículo.
- Entregar al guardia, el comprobante de depósito o cheque por el pago del valor de la factura.
- Ingresar al área de carga y descarga de cilindros.
- Permanecer en el vehículo durante el tiempo de carga y descarga de cilindros.
- Una vez cargado el vehículo, salir del área de carga y descarga de cilindros, retirar de facturación el comprobante de guía y la papeleta de Control de E/S de Cilindros.
- Dirigirse hacia la salida y entregar al guardia, el comprobante de guía y la papeleta de Control de E/S de Cilindros, para que este pueda realizar la validación de las cantidades despachadas. Una vez realizada la validación, el guardia deberá devolver el comprobante de guía de remisión.
- Abandonar las instalaciones de la planta envasadora con autorización del guardia de turno.

#### **Coordinador de Plataforma**

- Solicitar al guardia de turno, el ingreso de un vehículo al área de carga y descarga de cilindros.
- Verificar la cantidad de cilindros antes de iniciar la descarga.
- Recibir de parte del guardia de turno, la papeleta Control de E/S de cilindros y autorizar la carga en base a las cantidades ahí detalladas.
- Verificar que las cantidades y tipos de GLP en cilindros cargados, tengan relación con la cantidad detallada en la papeleta Control de E/S de cilindros.
- Autorizar la salida del vehículo del área de carga y descarga de cilindros.

## Anexo 2. Instructivo de despacho de GLP en planta envasadora. (Cont.)

### Facturador de Planta Envasadora.

- Recibir de parte del guardia de turno, la papeleta Control de E/S de cilindros, así como el comprobante de depósito o cheque por el pago del valor de la factura.
- Emitir la factura y comprobante de guía de remisión en base las cantidades detalladas en el sistema de turnos y en la papeleta impresa (Control de E/S de cilindros).
- Entregar el comprobante de guía de remisión y la papeleta Control de E/S de cilindros, al conductor del vehículo.

## 6. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA

CÓDIGO / NOMBRE	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
G-21. Manual de Políticas de Operaciones.	Supervisor de Planta	Lineamientos bajo los cuales se rigen las operaciones de la Planta Envasadora.
P-21.1. Envasado de G.L.P. en Cilindros para 15 Kg.	Supervisor de Planta	Procedimiento en el cual se detallan las actividades a realizar para el envasado de G.L.P. en cilindros para 15 Kg.
P-21.2. Envasado de G.L.P. en Cilindros para 45 Kg.	Supervisor de Planta	Procedimiento en el cual se detallan las actividades a realizar para el envasado de G.L.P. en cilindros para 45 Kg.

Anexo 4. Encuesta a distribuidores para conocer sus requisitos del producto

**FORMULARIO PARA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN A  
DISTRIBUIDORES EN PLANTA ENVASADORA**

---

Tamaño de la muestra: 93  
Medio: Distribuidores llenan formulario  
Encuestados: Distribuidores de GLP

**PREGUNTAS**

**ÁREA FACTURACIÓN**

¿Qué espera del servicio?

---

---

¿Qué espera del producto?

---

**ÁREA GUARDIANÍA**

¿Qué espera del servicio?

---

---

¿Qué espera del producto?

---

**ÁREA ENVASADO**

¿Qué espera del servicio?

---

---

---

¿Qué espera del producto?

---

---

---

---

**Anexo 5. Encuesta de opinión de los clientes finales, respecto al uso del cilindro de 15 Kg.**

<b>FORMULARIO PARA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN EN USO DE CILINDROS DE GLP</b>			
<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NC</b>
<b>Ha tenido inconvenientes al momento adquirir o de usar un cilindro de GAS</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Que tipo de inconvenientes:</b>			
<b>Sobre los atributos físicos del producto:</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NC</b>
Está conforme con la presentación del cilindro (pintura, limpieza)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Está conforme con el estado de la base del cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Está conforme con el estado del asa del cilindro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Está conforme con el peso del cilindro (durabilidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Está conforme con el sello de protección en la válvula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Está conforme con el estado de la válvula de cilindro (no presenta fugas, calza la válvula)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Anexo 6. AMFE y acciones de mejora.**

VARIABLES	Modo de fallo	Efecto	Causa	Método de Detección	A	G	D	NPR	Acciones de mitigación o mejora
1	Cilindros con fugas por vástago	Fuga de GLP	Popet de vástago desgastado	Visual/Aplicación de agua jabonosa	7	10	5	350	Pedir a proveedor de arreglo de válvulas que establezca mecanismos de prueba de reparación de válvulas
			Resorte de vástago en mal estado	Visual/Aplicación de agua jabonosa					Implementar en planta envasadora la instalación de equipo automático de detección de fugas
	Cilindros con fugas por toroide	Fuga de GLP	Toroide en mal estado	Visual/Aplicación de agua jabonosa	7	10	5	350	Establecer instructivo de cambio regular de toroide, basado en el color del toroide
									Establecer política de cambio de toroide a todos los cilindros que lleguen de intercambio
Técnica de verificación de fugas	Cilindros no calza regulador	Fuga de GLP	Toroide en mal estado	Visual/puesta de regulador	5	7	175		Probar estado de toroide por medio del uso de un regulador
									Establecer instructivo de cambio regular de toroide, basado en el por color del toroide y ejecutar
	Cilindros no calza regulador	Regulador no calza	Cabeza de válvula deformada	Visual/puesta de regulador	5	7	175		Establecer política de cambio de toroide a todos los cilindros que lleguen de intercambio
									Instructivo para control de toroide y estado de cabeza de válvula por medio de regulador
Verificación de estado de pintura cilindros distribuidor	Cilindros con pintura deteriorada	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente	10	5	250	Revisar y si es el caso mejorar subproceso que clasifica los cilindros antes del envasado	
			No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual				Instructivo que establezca las condiciones aceptables de pintura, corrosión, oxidación y abolladuras en cilindros. Así como su posterior inducción a los estibadores	

Anexo 6. AMFE y acciones de mejora. (Cont.)

VARIABLES	Modo de fallo	Efecto	Causa	Método de Detección	A	G	D	NPR	Acciones de mitigación o mejora	
2	Cilindros con corrosión	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente					Revisar y si es el caso mejorar subproceso que clasifica los cilindros antes del envasado	
			No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual	10	5	5	250	Instructivo que establezca las condiciones aceptables de pintura, corrosión, oxidación y abolladuras en cilindros. Así como su posterior inducción a los estibadores	
	Verificación de estado de pintura cilindros distribuidor	Cilindros con óxido	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente					Revisar y si es el caso mejorar subproceso que clasifica los cilindros antes del envasado
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual	10	5	5	250	Instructivo que establezca las condiciones aceptables de pintura, corrosión, oxidación y abolladuras en cilindros. Así como su posterior inducción a los estibadores
		Cilindros sucios	Cilindros comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente					Revisar y si es el caso mejorar subproceso que clasifica los cilindros antes del envasado
				No existe instructivo, ni inducción del mismo	Visual	10	5	3	150	Estudio para implementar equipos de lavado de cilindros
			Distribuidor ingresa cilindros sucios (grasa, plumas, etc)	Visual/Queja de cliente				Establacer politicas de entrega de cilindros a la planta envasadora por parte de distribuidores		
3	No detección de abolladuras en cilindros	Cilindros con abolladuras comercializados	Falla en detección y clasificación	Visual/Queja de cliente					Revisar y si es el caso mejorar subproceso que clasifica los cilindros antes del envasado	
			No existe instructivo ni inducción del mismo	Visual	7	5	7	245	Instructivo que establezca las condiciones aceptables de pintura, corrosión, oxidación y abolladuras en cilindros. Así como su posterior inducción a los estibadores	
4	Cilindros inestables	Caída de cilindros	Impericia de estibador	Visual	3	10	5		Crear instructivo sobre metodo correcto de estibaje, posteriormente su inducción con el personal	
			Base del cilindro en mal estado	Visual				150	Revisar y si es el caso mejorar subproceso que clasifica los cilindros antes del envasado	

**Anexo 7. Hoja de inspección de verificación de fugas en válvulas por vástago, toroides y no calza de regulador.**

**HOJA DE LEVANTAMIENTO DE DATOS**

SUBPROCESO: VERIFICACIÓN DE FUGAS EN VÁLVULAS  
 UBICACIÓN: PLATAFORMA DE ENVASADO  
 SUPERVISA: Coordinador de plataforma  
 RESPONSABLE: Chequeador de válvulas

FECHA	Fugas por vástago	LOTE (Mañana)		LOTE (Tarde)	
		Fugas por toroide	No calza regulador	Fugas por toroide	No calza regulador



**Anexo 8. Hoja de inspección de verificación de cilindros antes del envasado.**

**HOJA DE LEVANTAMIENTO DE DATOS**

SUBPROCESO: VERIFICACIÓN ESTADO DE CILINDROS ANTES DE ENVASADO  
UBICACIÓN: PLATAFORMA DE ENVASADO  
SUPERVISA: Coordinador de plataforma  
RESPONSABLE: Estibadores

FECHA	Cil. pintura mal estado	Cil. con corrosión	Cil. con óxido	Cil. sucios	Cil. abolladuras

**Anexo 9. Hoja de inspección de cilindros no estables.**

HOJA DE LEVANTAMIENTO DE DATOS

SUBPROCESO: ESTIBAJE DE CILINDROS  
 UBICACIÓN: ESTACIONAMIENTO DE PLATAFORMA  
 SUPERVISA: Coordinador de plataforma  
 RESPONSABLE: Estibadores

FECHA	# Cil que caen o están mal estibados