



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Implementación de la Metodología Six Sigma para la reducción  
de merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de  
Petróleo en una empresa de Hidrocarburos - Lima 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**Patricio Bazan, Cristian Cirilo (ORCID:0000-0001-7243-6813)**

**ASESOR:**

**Dr. Espejo Peña, Dennis Alberto (ORCID:0000-0002-0545-5018)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA**

**LIMA-PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por apoyarme en mis estudios y en mi vida profesional, esta investigación va dedicada con mucho cariño.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por el apoyo incondicional que me dieron durante esta época de estudios. A mi asesor de tesis, el Dr. Dennis Espejo Peña, por la asesoría brindada.

A la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de estudiar este taller de titulación.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento.....	ii
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	9
III. METODOLOGÍA .....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	18
3.2. Variables y Operacionalización .....	19
3.3. Población(criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.5. Procedimientos .....	23
3.6. Métodos de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS .....	25
4.1. Diagnóstico actual de la empresa.....	25
4.2. Implementación de la mejora .....	33
4.3. Análisis descriptivo.....	57
4.4. Análisis inferencial .....	58
V. DISCUSIÓN .....	62
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS .....	67
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de causas según el nivel de correlación .....	4
Tabla 2. Lista de contramedidas propuestas – Merma por encima de lo esperado .....	5
Tabla 3. Criterios de Selección para Evaluación de Propuestas de Solución .....	5
Tabla 4. Matriz de Valuación de Propuestas de Solución (FACTIS).....	6
Tabla 5. Matriz de Despliegue de Funciones de Calidad (QFD).....	27
Tabla 6. Matriz de Priorización de Proceso .....	28
Tabla 7. Descripción de Actividades .....	29
Tabla 8. Indicadores de Medición .....	30
Tabla 9. Problemas por Indicador .....	31
Tabla 10. Problemas ordenados según impacto económico .....	32
Tabla 11. Diagrama SIPOC del proceso actual.....	34
Tabla 12. Datos obtenidos de la variable contenido (masa) .....	38
Tabla 13. Datos obtenidos con diferentes presiones.....	44
Tabla 14. Datos obtenidos con diferentes temperaturas .....	45
Tabla 15. Datos obtenidos con diferentes tiempos.....	47
Tabla 16. Factores controlables.....	49
Tabla 17. Resumen del diseño de experimento .....	50
Tabla 18. Resumen del procesamiento de datos de la Merma.....	58
Tabla 19. Prueba de normalidad de la Merma .....	59
Tabla 20. Comparación de medias de la Merma de T-Student.....	60
Tabla 21. Estadístico de prueba T-Student para la merma .....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales empresas operadoras de Plantas de Abastecimiento de GLP en Lima (% de capacidad total a agosto de 2016) .....	1
Figura 2. Principales empresas operadoras de Plantas Envasadora de GLP en Lima (% de capacidad total a agosto de 2016) .....	1
Figura 3. Promedio de Merma Mensual en Extra Gas S.A. ....	3
Figura 4. Diagrama Causa – Efecto de la Merma por encima de lo esperado .....	3
Figura 5. Diagrama de Pareto – Causas de la Merma por encima de lo esperado.....	4
Figura 6. Modelo DMAIC.....	13
Figura 7. Mapeo de procesos (SIPOC) .....	14
Figura 8. Mapa de Procesos .....	25
Figura 9. Proceso de Producción .....	27
Figura 10. Subproceso de Envasado .....	28
Figura 11. Diagrama de Pareto – Problemas .....	33
Figura 12. Diagrama CTQ para el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo	35
Figura 13. Máquinas de envasado .....	36
Figura 14. Medición de variable crítica .....	37
Figura 15. Recolección de datos día 1 .....	38
Figura 16. Estadística descriptiva de los datos de la variable contenido .....	39
Figura 17. Histograma de los datos de la variable contenido .....	39
Figura 18. Prueba de Normalidad para la variable .....	40
Figura 19. Gráfico de control Xbarra-S de la variable contenido(masa) .....	40
Figura 20. Gráfico del Análisis de Capacidad del Proceso – variable contenido .....	41
Figura 21. Diagrama de causa efecto – alta variabilidad en el envasado .....	43
Figura 22. Gráfico de cajas para presión vs cantidad(masa).....	44
Figura 23. Grafico 4 en 1 para residuos .....	45
Figura 24. Gráfico de cajas para temperatura vs cantidad(masa) .....	46
Figura 25. Gráfico 4 en 1 para residuos .....	46
Figura 26. Gráfico de cajas para tiempo vs cantidad(masa).....	48
Figura 27. Grafico 4 en 1 para residuos .....	48
Figura 28. Diseño Factorial 2k para dos factores .....	50
Figura 29. Gráfico de cubos para la variable contenido .....	51
Figura 30. Hipótesis nula y alterna para el análisis .....	52
Figura 31. Análisis de Varianza.....	52
Figura 32. Pareto de efectos estandarizados .....	53

Figura 33. Gráfica Normal de Efectos .....	53
Figura 34. Análisis de residuales del diseño de experimento .....	54
Figura 35. Ecuación de correlación .....	54
Figura 36. Optimización de Factores .....	55
Figura 37. Condiciones óptimas para el llenado.....	55
Figura 38. Grafico de Control X-S para la variable contenido.....	56
Figura 39. Grafico de Capacidad del proceso – variable contenido.....	57
Figura 40. Histograma del antes y después de Merma .....	58

## RESUMEN

La presente investigación denominada, “Implementación de la Metodología Six Sigma para la reducción de merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de Hidrocarburos - Lima 2021”, se desarrolló principalmente para dar solución al alto porcentaje de merma que se generaba en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo, para lo cual se trazó como objetivo principal, determinar la medida en qué la Implementación de la metodología Six Sigma reduce la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo, para lo cual se tuvo que llegar a realizar un diseño experimentos para determinar los valores óptimos de las variables críticas de entrada.

Para lograr los objetivos propuestos, se realizó la medición y recopilación de datos de los balones envasados por 20 días antes de la implementación y 20 días después de la implementación, para llevar a cabo se elaboraron formatos de recopilación de datos y capacitar al personal involucrado sobre la importancia de la metodología Six Sigma.

Luego de obtener los datos, estos fueron tratados con el software Minitab 19 obteniendo un aumento en el nivel seis sigmas de 0.14 a 0.67, así también aumento el índice Cpk de 0.11 a 0.66. Por último, se demostró que la implementación Six Sigma disminuyo considerablemente la merma en el proceso de envasado, para lo cual se utilizó el software SPSS 25, obteniendo una reducción del promedio de la merma de 2.40 a 1.79 y que fue corroborado estadísticamente a través de la prueba de muestras emparejadas de T-Student aplicado a la variable merma y obteniendo una significancia de 0.00.

**Palabras Claves: Six Sigma, Variables Criticas, Diseño de Experimento**



## ABSTRACT

The present investigation called, "Implementation of the Six Sigma Methodology for the reduction of waste in the packaging process of Liquefied Petroleum Gas in a Hydrocarbons company - Lima 2021", was developed mainly to solve the high percentage of waste that occurs generated in the Liquefied Petroleum Gas packaging process, for which the main objective was to determine the extent to which the Implementation of the Six Sigma methodology reduce the waste in the Liquefied Petroleum Gas packaging process, for which a design of experiments had to be carried out to determine the optimal values of the critical input variables.

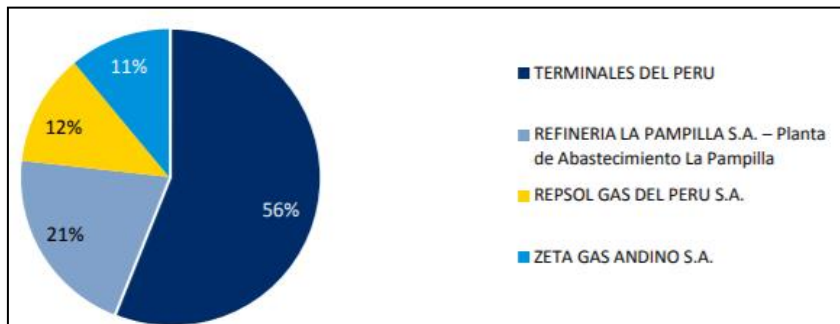
To achieve the proposed objectives, the measurement and data collection of the packaged balloons was carried out for 20 days before implementation and 20 days after implementation, to carry out data collection formats and training of personnel. involved on the importance of Six Sigma methodology.

After obtaining the data, these were treated with the Minitab 19 software obtaining an increase in the six sigma level from 0.14 to 0.67, thus also increasing the Cpk index from 0.11 to 0.66. Finally, it was shown that the implementation of Six Sigma considerably reduced the waste in the packaging process, for which the SPSS 25 software was used, obtaining a reduction in the average waste from 2.40 to 1.79 and that was statistically corroborated through the test of paired samples of T-Student applied to the loss variable and obtaining a significance of 0.00.

**Keywords: Six Sigma, Critical Variables, Experiment Design**

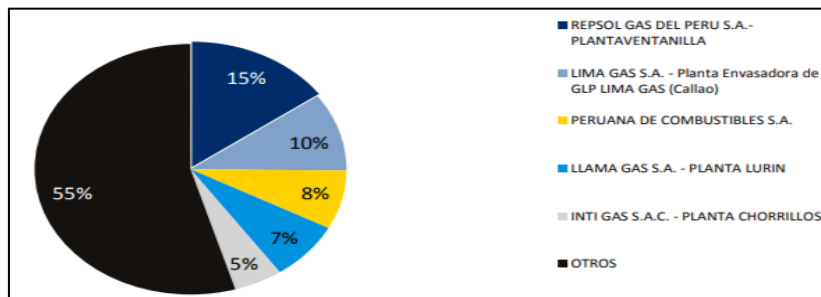
## I.- INTRODUCCIÓN

Para Osinerming (2019), “con respecto a las plantas de suministro de GLP en Lima, el registro de hidrocarburos, al 16 de agosto de 2016, registró un total de 4 empresas con una capacidad total de 98.1 mil galones. Las plantas de Del Piero tienen una capacidad de 55,000 galones (56%); Suministro de Fábrica La Pampilla S.A. Con 20,3 mil galones (21%); Repsol Gas del Perú S.A., con una capacidad de 12 mil galones (12%); Andino S.A., 10,8 mil galones (11%)” (p.12).



*Figura 1.* Principales empresas operadoras de Plantas de Abastecimiento de GLP en Lima (% de capacidad total a agosto de 2016).  
Fuente: Registro de Hidrocarburos-Osinergmin

En cuanto a las plantas de llenado de gas licuado de petróleo, el registro de hidrocarburos enumera alrededor de 41 empresas con una capacidad total de 794,8 mil galones. Repsol Gas del Perú S.A. Tiene una capacidad de 120.000 galones (15%); Lima Gas Company, 80.000 galones (10%); Peruana de Combustibles S.A., 60,5 mil galones (8%); Llama Gas 60 mil galones (7%); Inti Gas S.A.C., con una capacidad de 40,000 galones (5%) y otras 35 empresas con el 55% de su capacidad total (p.12).



*Figura 2.* Principales empresas operadoras de Plantas Envasadora de GLP en Lima (% de capacidad total a agosto de 2016).  
Fuente: Registro de Hidrocarburos-Osinergmin

Para Osinerming (2019), “Los consumidores finales de GLP envasado son principalmente hogares y establecimientos comerciales. Estos agentes pueden comprar GLP embotellado en centros de punto de venta, distribuidores de GLP embotellado o plantas de llenado. Durante el período analizado (mayo a julio de 2016), el consumo doméstico de GLP envasado fue de 30,7 millones de galones, ahorrados a través de varios canales de comercialización. Las plantas de llenado ubicadas en Lima compraron 62,3 millones de GLP para embotellado, el 49% de los cuales fueron para el hogar y el resto se vendió a establecimientos comerciales y otras regiones del Perú. Las plantas de envasado son abastecidas principalmente por fabricantes (65%) e importadores (33%)” (p.20).

La Planta de Llenado de Gas Extra GAS S.A. Ofrece GLP envasado en formatos de 5, 10 y 45 kg, para una amplia gama de aplicaciones domésticas, comerciales e industriales. Desde 1993, la experiencia del personal en el llenado y comercialización de gases embotellados y a granel ha contribuido al crecimiento de microempresas e industrias nacionales, mejorando constantemente las operaciones y produciendo clientes con una amplia gama de aplicaciones de GLP. y servicios específicos adaptados a sus necesidades específicas.

La ubicación estratégica del empaque, la experiencia de distribución y la atención al cliente para accionistas y empleados le ha permitido a la empresa crecer rápidamente en los mercados de Callao, Ventanilla, Puente Piedra y Ancón; luego a los conos norte, sur y oriente del municipio de Lima; Así como las provincias de Huaral, Huacho, Branca y Paramonga. En 1996 se extendió a las provincias de Huancayo, Pucallpa y Ayacucho.

El problema que se está generando actualmente en el proceso de envasado de G.L.P (Gas Licuado de Petróleo), es la merma considerable que se tiene de aproximadamente en promedio 2.5% mensual, lo cual genera una baja productividad y por ende repercute en la rentabilidad de la empresa. Los balones envasados actualmente cumplen con los límites establecidos por la OSINERMING, pero se analizó que en muchos de los casos sobrepasan los 10 kg envasados, por lo que se requiere que estos sean envasados lo más exacto posible.



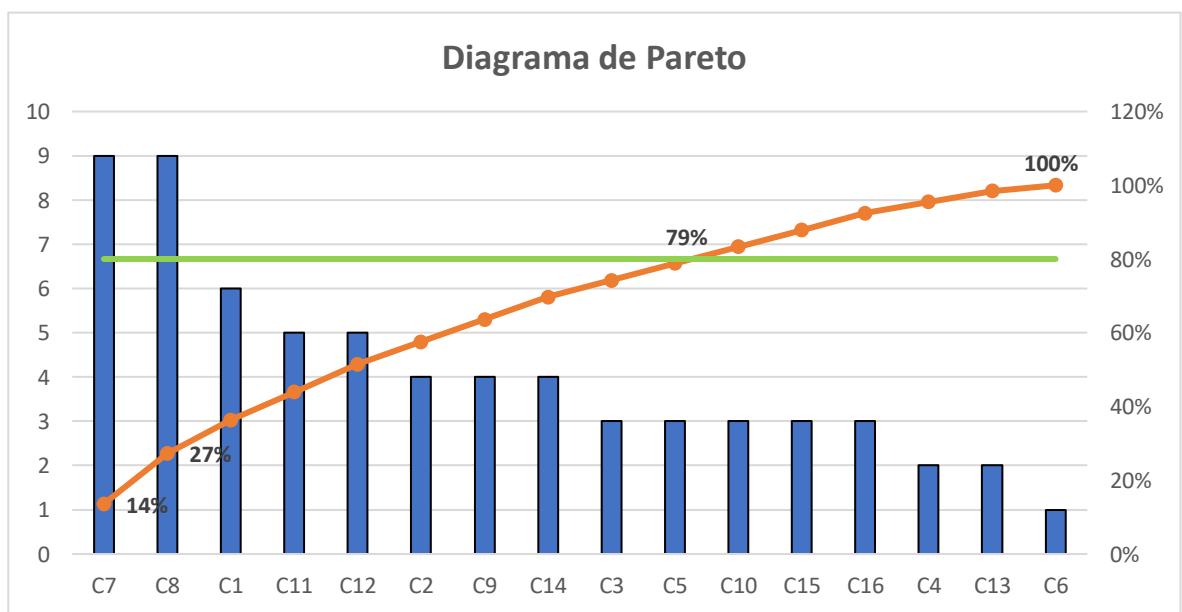
En la tabla 1, se muestra la lista de causas obtenidos en el diagrama causa – efecto, ordenados según el grado de correlación obtenidos en la matriz de correlación, según se visualiza en el Anexo I.

**Tabla 1.** Lista de causas según el nivel de correlación

	Causas	Puntaje	%	Acumulado	80-20
C7	Condiciones de envasado inadecuados	9	14%	14%	80%
C8	Sistema de calidad deficiente	9	14%	27%	80%
C1	Falta de Controles de operación	6	9%	36%	80%
C11	Falta de control	5	8%	44%	80%
C12	Falta de personal	5	8%	52%	80%
C2	Falta de revisión adecuada	4	6%	58%	80%
C9	Operario no calificado	4	6%	64%	80%
C14	Presenta fugas	4	6%	70%	80%
C3	Falta de formatos	3	5%	74%	80%
C5	Menor cantidad entregada por el proveedor	3	5%	79%	80%
C10	Operario nuevo	3	5%	83%	80%
C15	Descompuesto	3	5%	88%	80%
C16	Maquina de envasado descalibrado	3	5%	92%	80%
C4	Condiciones inadecuadas para tratamiento del GLP	2	3%	95%	80%
C13	Sobre carga de trabajo	2	3%	98%	80%
C6	Composición inadecuada del GLP	1	2%	100%	80%
		66	100%		

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5, se muestra el Diagrama de Pareto de las causas y se obtiene que la Causa 7 y Causa 8, son las más importantes y deben ser mejorados.



**Figura 5.** Diagrama de Pareto – Causas de la Merma por encima de lo esperado

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2, se muestran las contramedidas planteadas para la solución de la Causa 7 y Causa 8, las cuales son las más importantes según el diagrama de Pareto.

**Tabla 2.** Lista de contramedidas propuestas – Merma por encima de lo esperado

	Causas	Contramedida	Herramienta
C7	Condiciones de envasado inadecuados	Realizar un diseño de experimento para las variables críticas que afecta al envasado de GLP	Six Sigma
		Capacitar en tema de calidad, mejorar formatos y uso de estadística para el control	Control Estadístico de Calidad
C8	Sistema de calidad deficiente	Implementar un sistema de calidad	TQM
		Mejorar el sistema de calidad actual	ISO 9001 - 2015

Fuente: Elaboración Propia

En el Tabla 3, se muestra la evaluación de las propuestas de solución aplicando la Matriz FACTIS, y para lo cual se obtuvo que la mejor propuesta de solución es la implementación de la Metodología Six Sigma.

**Tabla 3.** Criterios de Selección para Evaluación de Propuestas de Solución.

Criterios de Selección		Peso
F	Facilidad para solucionar 1: Dificil 2:Fácil 3:Muy Facil	20%
A	Afecta a otras áreas su implementación 1: Un área 2: dos áreas 3: más de dos áreas	10%
C	Mejora la Calidad 1: Baja 2:Media 3:Alta	25%
T	Tiempo de Implementación 1: Mayor a 4 meses 2: Entre 2 a 4 meses 3:Menor a 2 meses	20%
I	Inversión Requerida 1: Alta 2:Media 3:Baja	15%
S	Seguridad de mejora 1:Baja 2:Media 3:Alta	10%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4.** Matriz de Valuación de Propuestas de Solución (FACTIS)

	Peso						Total
	20%	10%	25%	20%	15%	10%	
Herramienta	F	A	C	T	I	S	
Six Sigma	2	3	3	3	2	2	2.55
Control Estadístico de Calidad	2	2	3	2	1	3	2.2
TQM	2	2	2	2	2	2	2
ISO 9001 - 2015	2	2	2	2	3	2	2.15

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, se menciona a continuación el problema general y los problemas específicos.

¿En qué medida la Implementación de la metodología Six Sigma reduce la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021?

- ¿Cuál es el nivel seis sigmas actuales del proceso de envasado?
- ¿Cómo la metodología Six Sigma reduce la variabilidad del proceso?

Así también, se menciona a continuación el objetivo general y los objetivos específicos.

Determinar la medida en qué la Implementación de la metodología Six Sigma reduce la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.

- Calcular y Analizar el nivel seis sigmas actuales del proceso de envasado.
- Determinar y Ajustar las variables que causan variabilidad al proceso de envasado.

Por último, se mencionan a continuación la hipótesis general y las hipótesis específicas.

La Implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.

- La implementación de la metodología Six Sigma mejora significativamente el nivel seis sigmas del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.
- La implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la variabilidad del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.

“Justificación de la investigación, indica el motivo de la investigación con una exposición de los motivos. Por justificación, debemos demostrar que la investigación es necesaria e importante” (Sampieri, 2014, p.40).

### **Justificación Teórica**

El estudio se justifica teóricamente, ya que se demostrará que la aplicación de la metodología Six Sigma, reducirá significativamente la variabilidad del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo y por ende los niveles de merma.

### **Justificación Práctica**

El estudio se justifica de forma práctica, ya que se propuso la solución de problemas a las otras plantas envasadoras de Gas Licuado de Petróleo de la misma empresa, así también a otras plantas envasadoras de Gas Licuado de Petróleo con las mismas condiciones, para así pueda reducir la variabilidad de sus procesos y por lo tanto los niveles de merma.



## **Justificación Metodológica**

El estudio se justifica metodológicamente, ya que se implementó y utilizó registros para toma de datos, para analizar la capacidad del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo y el comportamiento de la variable de salida o dependiente, también la relación con las variables independientes o de entrada y calcular la relación óptima entre estos.

## II.- MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan cinco trabajos nacionales previos a esta investigación.

BERNARDO (2016), En la tesis titulada “Aplicación de la Metodología Six Sigma para Mejorar el Proceso de Aplicación en la Universidad Autónoma del Perú”, presentada para lograr el título de trabajo de Ingeniero de Sistemas en la Universidad Autónoma del Perú (Lima, Perú). El objetivo principal es aplicar la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de postulación en la Universidad Autónoma del Perú. Este estudio pertenece a la categoría de aplicaciones con enfoque cualitativo y evaluación cuasi experimental. El investigador llegó a la conclusión de que al aplicar el método Six Sigma en la restricción, el porcentaje de aumento, así como el nivel de sigma inicial, es de 0,5 sigma y un aumento de 1,8 sigma. Por tanto, se puede decir que la aplicación del método expuesto llega a mejorar el proceso de admisión dada en el ámbito de estudio.

ECHEVARRIA (2016), En la tesis titulada “Aplicación del método Six Sigma para mejorar la estandarización del producto final en una planta de llantas”, presentada para la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Marcos (Lima, Perú). El objetivo general es aumentar la productividad del proceso y mejorar la estandarización del producto. Este estudio pertenece a la categoría de aplicaciones con enfoque cualitativo y evaluación cuasi experimental. Se concluyó que la homogeneidad del producto mejoró cuando el valor de Cpk aumentó de 1,44 a 2,92. Por tanto, se puede decir que la aplicación del método Six Sigma ha mejorado la consistencia del producto final en la planta de neumáticos.

FLORES (2017), En la tesis titulada "Implementación de Herramientas Six Sigma para Mejorar la Calidad del Área de Procesamiento en la Fusión Mecánica Industrial SAC", presentada bajo el título de Ingeniero Industrial en la Universidad del Cesar Vallejo (Lima, Perú). Su objetivo común es mejorar la calidad en el campo de la maquinaria para Fusión Mecánica Industrial. Este estudio pertenece a la categoría de aplicaciones con enfoque cualitativo y evaluación cuasi experimental. Cuando concluyó que había mejorado la capacidad de proceso en el campo de maquinaria para Fusión Mecánica Industrial SAC, porque el promedio

DESPUÉS era superior al promedio ANTES (0,26 > 0,1125), es decir, antes de la mejora y desarrollo del Proceso propuesto que no cumple con aquellas especificaciones propias del producto ello tomando en consideración las medidas que el cliente indica. Por tanto, se puede decir que la aplicación del método ha tenido efectos positivos mejorando la calidad de campo vinculado con el procesamiento de la empresa de estudio.

MALLQUI (2018), En la tesis titulada "Aplicación del método Six Sigma para la reducción de residuos metálicos en la producción de bolsas de polipropileno" presentada bajo el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de San Marcos Mayor (Lima, Perú). El objetivo general es reducir el desperdicio de metales en la producción de bolsas de polipropileno. Este estudio pertenece a la categoría de aplicaciones con enfoque cualitativo y evaluación cuasi experimental. Cuando se concluyó que la prioridad de riesgo global (NPR) del proceso de extrusión se mejoró en un 80% (de 14.161 a 2.505) y el telar se redujo en un 70% (de 9.552 a 2.875), en ambos casos, el riesgo de errores en cada proceso. Por tanto, se puede decir que la aplicación del método Six Sigma ha reducido el desperdicio en la producción de bolsas de polipropileno.

ABANTO (2016), En la tesis titulada "Optimización del proceso de impresión offset mediante métodos Six Sigma para reducir el número de productos no conformes" presentada para la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Privada del Norte (Lima, Perú). Su objetivo general es mejorar el proceso de impresión offset de etiquetas, mediante la implementación de un enfoque Six Sigma para reducir la cantidad de productos no conformes. Este estudio pertenece a la categoría de aplicaciones con enfoque cualitativo y evaluación cuasi experimental. Cuando se concluyó que el número de etiquetas no conformes mejoró en puntuación y tono, disminuyó de un total de 458 a un total de 299 y también se tiene que, de 268 a un total de 206, respectivamente. Por lo expuesto estaría próximo el objetivo que va de 300 y un total de 200 unidades de deterioro, respectivamente. Ello considerando a la producción que se da en un tiempo (mensual) el cual asciende a un total de 38,232 unidades. Por tanto, se puede decir que la aplicación del método propuesto reduce la cantidad de productos no conformes.

A continuación, se presentan cinco trabajos internacionales previos a esta investigación.

PILLA (2019), En la tesis llamada "Mejorar la calidad de los procesos de producción aplicando el método de Six Sigma en Pillapa metálica", presentada para elegir el título de ingenieros industriales en los procesos de automatización de la Universidad Técnica Ambato (Ambato, Ecuador). Apunta a hacer una propuesta para mejorar la calidad de los procesos de producción aplicando el método de SIGMA en Pillapa Metal Company. Este estudio es un enfoque cualitativo y una concepción casi probada. Cuando concluyó que, sobre la base de la investigación de la producción corporal, se identificaron cincuenta y tres modos defectuosos diferentes para toda la cadena de producción y el nivel de calidad de  $1.20\sigma$  Sigma que representa la devolución. El 38.50%, mostrando un menor nivel de calidad, por este motivo, debe aplicar un método para controlar y mejorar la transformación de los procesos del área de producción, como los enfoques objetivos. La conspiración de 300 y 200 unidades, la producción mensual defectuosa es de aproximadamente 38232 unidades. Por lo tanto, la aplicación de los métodos de Six Sigma completados puede hablar directamente sobre términos de mejora en la calidad de los procesos propios de la producción dentro del lugar de estudio (Pillapa de la Asociación de Metale).

SERRANO (2018), En la tesis titulada "Aplicación del método Lean Six Sigma en una empresa láctea: un estudio de caso en la producción de queso fresco, mozzarella y mantequilla", presentada para selección para Maestría en Ingeniería Industrial con mención de Calidad y Productividad en la Universidad de San Francisco. de Quito (Quito, Ecuador). El objetivo general es mejorar la calidad y productividad de los procesos de producción de queso, mozzarella y mantequilla en Productos Alimenticios "San Salvador", mediante la aplicación de Lean Six Sigma, para optimizar recursos y generar mayor valor del producto. Este estudio pertenece a la categoría de aplicación con enfoque cualitativo y evaluación cuasi-experimental. Concluyó que si trabajaba en las mejoras que se hicieron y sugirieron, la empresa generaría una ganancia de \$ 580.52, además los ejecutivos se sentirían más satisfechos con su trabajo y evitarían enfermedades ocupacionales. Por tanto, se puede decir que la aplicación del método Six Sigma

ha mejorado las condiciones de producción.

PEREZ (2016), En la tesis titulada "Utilizando el método Lean Six Sigma para el área operativa del taller Tecnicentro JG ubicado en la ciudad de Guayaquil", se presentó a la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz en la Universidad Internacional del Ecuador (Guayaquil, Ecuador). El propósito general de este es proponer la implementación del enfoque de mejora continua Lean Six Sigma en el sector logístico de la empresa comercializadora "Tecnicentro JG" y así lograr la satisfacción y fidelización de los clientes. Hilera. Este estudio pertenece a la categoría de aplicaciones con enfoque cualitativo y evaluación cuasi experimental. Según él, esto hizo posible la mejora continua, rápida y efectiva de estructuras, procesos y, en consecuencia, resultados financieros. Por tanto, se puede decir que la aplicación del método propuesto ha mejorado el área operativa de la planta Tecnicentro JG ubicada en Guayaquil.

MORALES (2017), En la tesis titulada "Implementación del Modelo Lean Six Sigma en la Planta Ensambladora de Instrumentos de Medición de Gas Natural Metrex SA", presentada para la Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Javeriana (Cali, Colombia). El objetivo general es implementar Lean Six Sigma en la planta de ensamblaje de equipos de medición de gas natural en Metrex S.A. para aumentar la eficiencia de producción. Este estudio pertenece a la categoría de aplicaciones con enfoque cualitativo y evaluación cuasi experimental. En él, se concluyó que el método 9S mejoró significativamente el tiempo de cambio, en base a cuestiones de orden e higiene, lo que contribuyó al resultado final, del turno original de 29,37 horas a 6,3 horas. Por tanto, se puede decir que la aplicación del método Six Sigma ha incrementado la eficiencia productiva.

ARELLANO (2019), En la tesis llamada "Sigma Sigma, propuesta para reducir la transformación del proceso de subvención judicial en una organización de servicios", presentada para elegir al título magister en la Universidad de Desarrollo de Técnicas Industriales y Sistemáticas (Concepción, Chile). El objetivo general de proponer un modelo basado en seis métodos SIGMA ( $6\sigma$ ) para identificar las brechas existentes en el proceso de financiamiento judicial para obtener un mejor servicio para los usuarios finales. Este estudio es un enfoque cualitativo y una

concepción casi probada. En este estudio, obviamente fue, en el proceso de patrocinio judicial, hubo un cambio, una situación que afectó el servicio asignado a los usuarios finales, de acuerdo con la determinación de los niveles de SIGMA de 1,81. Por lo tanto, puede crear una línea de base para las solicitudes de Six Sigma para mejorar el rendimiento del proceso de investigación. Por lo tanto, se puede decir que la aplicación del método Six Sigma tiene un mejor servicio de usuarios finales en el proceso de financiamiento judicial.

Se presenta a continuación el marco teórico necesario para la comprensión de la presente investigación.

### Metodología Six Sigma

De acuerdo con varios autores internacionales, Seis Sigma viene a ser parte de una metodología que se centra en la gestión de calidad dada dentro de una organización y que, mediante el uso de herramientas estadísticas, mejora la capacidad y estabilidad del proceso para el análisis, lo que le permite a la empresa u organización comprender mejor las necesidades de su entorno interno y externo. Es así que esa metodología se centra en mantener propiamente cinco pasos conocidos como DMAIC y además se apoya con otro método el cual se orienta a la mejora continua siendo el PDCA de Deming.

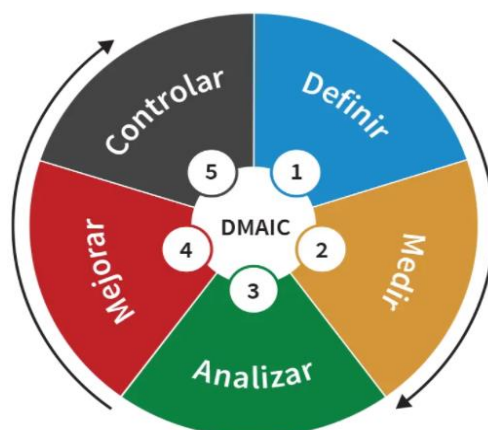


Figura 6. Modelo DMAIC  
Fuente: Metodología DMAIC (2017). Recuperado de [http:// traccsolution.com](http://traccsolution.com)

## Metodología DMAIC

### Definir

Cuando se da esta fase o se llega a este punto, el equipo de aplicación de Six Sigma es responsable de definir el problema de calidad en función de las solicitudes o necesidades del cliente, delinear el proceso e identificar áreas de mejora, así como identificar las variables críticas tanto de entrada como de salida.

Al respecto, se exponen las herramientas para este aspecto:

### Diagrama SIPOC

Este diagrama funciona como una herramienta para el mapeo de procesos que muestra los proveedores, los puntos de entrada, el proceso, la salida y los clientes. Le ayuda a comprender mejor el proceso de análisis.

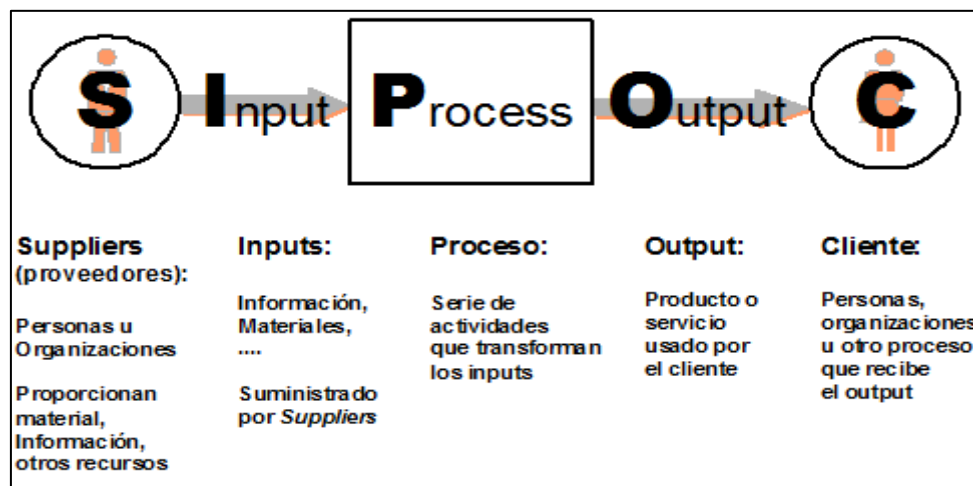


Figura 7. Mapeo de procesos (SIPOC)

Fuente: Mapa de proceso de alto nivel. Recuperado de [http:// caletec.com](http://caletec.com)

## **Voz del cliente (VOC)**

Según varios autores, en referencia a la “voz del cliente” indican que es la percepción que un cliente, ya sea interno o externo, tiene de una determinada decisión durante el tiempo o proceso de negocios de la organización o empresa. Es importante señalar que, como clientes, se tiene la potestad de elegir el destinatario de un determinado producto ello se da al final del proceso.

## **Medir**

Los responsables que conforman un equipo o grupo para la implementación que se da luego de la recolección de datos presentes en el proceso bajo análisis evaluarán el estado actual del proceso en este paso o fase utilizando herramientas estadísticas, teniendo en cuenta tanto su capacidad como su variabilidad.

Para esta metodología las herramientas enfocadas en medir, son:

## **Capacidad del proceso**

En este punto se hace un análisis centrado en el proceso con el propósito de conocer y determinar si el mencionado proceso cumple en su momento con las especificaciones del cliente o, dicho de otro modo, con el alcance variable de los productos terminados. Para llevar a cabo lo mencionado es fundamental recurrir a la estadística.

## **Índice de capacidad del proceso, Cp**

Este ítem permite determinar y conocer si los productos que ya son para



entrega es decir finales están dentro de los parámetros, por lo que se emplea la siguiente fórmula:

$$Cp = \frac{U - L}{6\sigma}$$

### **Índice de capacidad del proceso, Cpk**

Por otro lado, se presenta la siguiente fórmula, la cual permite determinar y conocer si los productos para entregar es decir finales cumplen con los debidos parámetros registradas en las especificaciones:

$$Cpk = \frac{|\mu - Ln|}{3\sigma}$$

### **Analizar**

Después de evaluar la capacidad del proceso propia de esta fase o etapa, el equipo o grupo que se encarga de la implementación del Six Sigma pretende conocer las causas fundamentales de la desviación y la respectiva variabilidad en el proceso examinado. Para ello, deben de recurrir a usar herramientas como es el diagrama de Ishikawa, además se debe de realizar el respectivo análisis correspondiente a la correlación y por otro lado el análisis de los datos del ANOVA.

### **Mejorar**

Dentro de esta etapa o fase, el grupo de personas que conforma el equipo enfocado en la implementación de la metodología Six Sigma, están en la capacidad de tomar decisiones y poder lograr una correcta capacidad en el proceso, teniendo en cuenta que anteriormente se realizó un análisis donde se determinaron las causa que generan la variabilidad del proceso.

Para esta metodología las herramientas enfocadas en mejorar, son:

### **Diseño de experimentos**

El objetivo principal del diseño de experimentos como herramienta estadística es llevar a cabo una serie de pruebas en las que se podrá poner en práctica cambios de forma deliberada con lo que se pretende que factores o variables particulares tienen un impacto en el estudio o la variable de salida.

### **Controlar**

Las personas que conforman el equipo o el grupo de implementación de Six Sigma es responsable de crear una estrategia de supervisión en este paso o fase con el fin de buscar garantizar todo lo vinculado a las mejoras que deben de perdurar en tiempo y que la implementación se mejore continuamente.

Para esta metodología las herramientas enfocadas en mejorar, son:

### **Cartas de control**

Este ítem está vinculado con la estadística debido a que se cuenta con un método gráfico que permite conocer si el proceso se encuentra bajo control o no, además de saber si los puntos están o corresponden a los límites centrados en el control. Se encuentran disponibles gráficos de control por variables y atributos

### **III.- METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

“El método conocido como cuantitativo se apoya a la recopilación de los diferentes datos con el propósito de tener una respuesta que conteste la hipótesis estando esta basada en ejercicios numéricos y en el análisis de la estadística, es así que se evalúan los patrones de balanceo y teorías del gusto” (Sampieri, 2014, p.4).

En este sentido, la investigación se realiza con un enfoque cuantitativo, en el cual se recolectarán datos para contrastar hipótesis a partir de datos numéricos y un respectivo análisis estadístico, con el fin de determinar el comportamiento de las variables.

“Los estudios que son considerados explicativos no sólo se orientan a profundizar los conocimientos en base a conceptos o ya sea fenómenos, sino que va más allá, es decir se centra en dar respuestas a las causas propias de los eventos o de los fenómenos tanto físicos como sociales. Es así que su propio nombre se asemeja con el hecho de explicar el porqué de los fenómenos y estas bajo qué condiciones se dan o llegan a aparecer, como también a explicar la relación de las variables” (Sampieri, 2014, p.95).

Este estudio tiene únicamente fines explicativos ya que identificará las principales causas de grandes pérdidas que afectan directamente la productividad y rentabilidad de la empresa.

“Estudio longitudinal y comparación de datos obtenidos en diferentes ocasiones o momentos de una misma población, con el objetivo de evaluar cambios.” (Bernal, 2006, p.121).

El presente estudio es corte longitudinal, ya que los datos para probar la hipótesis serán recolectados en diferentes tiempos y turnos de trabajo de la empresa.

“El diseño del estudio es experimental. Esto se debe a que las variables no probadas se manipulan para describir cómo o por qué ocurre un evento o situación en particular.” (Baena, 2014, p.14).

“El diseño antes que el diseño es probado por un equipo con un control mínimo. Suele ser útil como enfoque inicial para un problema de investigación real” (Sampieri, 2014, p.95).

El presente estudio tiene diseño experimental de tipo pre-experimental, ya que se realizará una primera medición y así también otra después de la implementación de la mejora.

$$G: O1 \rightarrow X \rightarrow O2$$

G: Grupo

O1: Datos antes de implementar Six Sigma

O2: Datos después de implementar Six Sigma

X: Implementación de la metodología Six Sigma

### 3.2 Variables y operacionalización

#### **Variable Independiente:**

##### Definición Conceptual

Six Sigma es un método para eliminar y minimizar los defectos del producto. Concéntrese en cambiar eso. Utilice estadísticas para estudiar las operaciones, siempre que esté dentro de los límites de los requisitos del cliente. (Pérez, 2010, p. 35).

##### Definición Operacional

La metodología Six Sigma se enfoca al uso de herramientas estadísticas para el análisis de procesos con el objetivo de reducir los errores en la entrega del producto a satisfacción del cliente y brindar un producto de alta calidad

### **Variable Dependiente:**

#### Definición Conceptual

“Una disminución es una pérdida en el valor del inventario debido a la diferencia entre el inventario reflejado en la cuenta y la cantidad real de inventario en el inventario.” (González, 2011, p. 63).

#### Definición Operacional

Se considera merma la cantidad de producto que se pierde en el proceso productivo como resultado de este.

#### Operacionalización:

En el Anexo III, se puede visualizar la matriz de operacionalización de las variables, donde se indica la definición operacional, dimensiones, indicadores, instrumentos, nivel de medición, frecuencia, etc.

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Población**

“Una población o también considerada como universo es la colección de todos los ejemplos que cumplen requisitos particulares” (Sampieri, 2014, p.174).

En el presente estudio, la población será todos los balones envasados de Gas Licuado de Petróleo en su presentación de 10 kg.

#### **Criterios de Selección**

Se seleccionó dicha presentación de balones ya que tienen un 96% de participación en las ventas de la empresa, por lo cual se determinó importante que es el producto que debe ser analizado.

#### **Muestra**

“Nace a partir de una población ya sea de un universo es así que se le

considera como un subconjunto de la cual se pretende obtener datos precisos y debe ser representativa.” (Sampieri, 2014, p.173). En el estudio actual, la muestra será los balones envasados de Gas Licuado de Petróleo en su presentación de 10 kg, tomados en 10 días (05 de junio 2021 al 30 de junio de 2021) y determinadas horas dentro del turno de producción.

### **Muestreo**

“El muestreo directo o no probabilístico se considera como un subconjunto perteneciente a una población en la que no reside la probabilidad de los elementos, sino que esta se basa en aquellas particularidades propiedades del estudio.” (Sampieri, 2014, p.176).

El muestreo que se aplicará en el actual estudio será no probabilístico, ya que la toma de datos será a conveniencia y los fundamentales o precisos para poder poner en práctica la Metodología Six Sigma.

### **Unidad de Análisis**

Las unidades de muestreo vienen a ser conceptualizadas como aquellos casos o también como elementos (Sampieri, 2014, p.172).

En este contexto, para el estudio actual se considera como parte de este ítem a los balones envasados de Gas Licuados de Petróleo en su presentación de 10kg.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

“En adelante cuando se desarrollen las técnicas estas deben estar claras y deben de representar a las variables pertenecientes a la encuesta cuyas respuestas se recopilan, codifican, transmiten en resumen a una base de datos o como también a una matriz, donde es fundamental el uso de un paquete estadístico” (Tamayo, 2000, p. 120).

En este sentido, en la actual investigación se empleó lo siguiente:

## **Observación**

“Este es un método ya conocido debido a que pertenece al método de investigación científica, por lo que es un proceso que se da de forma rigurosa mediante el cual podemos conocer directamente el objeto de estudio, para que se proceda a describir y hacer un análisis del entorno y las situaciones relacionadas con el mundo real.” (Bernal, 2010, p. 257).

Esta técnica se utilizó durante la presente investigación para analizar y determinar la variabilidad y capacidad del proceso vinculado al envasado de Gas Licuado de Petróleo.

## **Instrumento de recolección de datos**

“Debe ser verdaderamente representativo de las variables de la encuesta donde se centren en la recopilación de la respuesta, como también en la codificación, para luego resumir en una matriz o tener una base con datos, todo lo mencionado se da gracias a la utilización de un software estadístico para computadoras. ” (Sampieri, 2014, p. 197).

En la actual investigación una de los instrumentos viene a ser la recolección de datos tomando en consideración tanto la variable independiente como la dependiente, por lo que se busca determinar la variabilidad y capacidad del proceso en investigación.

## **Validez**

“Viene a considerarse como una medida, es decir se mide si el instrumento que se está utilizando permite medir la variable del estudio” (Sampieri, 2014, p. 200).

En este contexto, se evaluó este aspecto con la ayuda de un juicio de expertos quienes son profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial pertenecientes a la Universidad César Vallejo, ello se observa detalladamente en el anexo IV.

## **Confiabilidad**

“La confiabilidad es qué tan bien una herramienta produce resultados firmes y consistentes” (Sampieri, 2014, p. 200).

En el actual estudio, los instrumentos han tomado la base de las teorías ya existentes y ampliamente aceptados por distintos expertos. En ese sentido el instrumento seleccionado es adecuado para la actual investigación y la información tomada de la empresa está validado por el Gerente General.

### **3.5. Procedimientos**

En la presente investigación, en relación a la variable tanto independiente como dependiente, se procedió a la recolección de datos, utilizando el presente procedimiento:

1. Centrarse en el personal comenzando por una capacitación en temas de “Metodología Six Sigma”, ahondando en la importancia que conlleva para el proceso de envasado propio del Gas Licuado de Petróleo.
2. Informar al personal sobre las variables críticas del proceso y porque deben ser medidos y controlados.
3. Capacitar al personal, sobre cómo serán tomados los datos en la ficha de recolección y que estos deben ser confiables.
4. Determinar la cantidad de datos a obtener, en qué tiempos deben ser tomados dentro del horario de trabajo y proceder con la toma de datos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

#### **Análisis descriptivo**

“Este análisis sugiere que se empleen datos que estén presentados en tablas o ya sea en gráficos” (Stracuzzi y Pestana, 2012, pág. 175).

En el presente estudio se determinarán los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, mediana, etc) de las variables utilizando el software MINITAB 19.



## **Análisis inferencial**

“El análisis inferencial se toma de muestras y las observaciones se realizan solo en una pequeña parte de una gran cantidad de elementos” (Stracuzzi y Pestana, 2012, pág. 175).

Para este estudio se realizaron pruebas de normalidad, gráficos de control, análisis ANOVA y Diseños de experimento utilizando el software MINITAB 19, con el propósito de conocer la relación existente de las variables y los parámetros óptimos.

### **3.7. Aspectos éticos**

El actual estudio ha sido realizado con los lineamientos y guías brindadas por la Universidad César Vallejo, así también fue fundamental contar con el apoyo y la asistencia de la empresa Extra Gas S.A. brindándonos una autorización ello se muestra en el anexo I, dejando en evidencia la confiabilidad de los datos utilizados y considerando toda la información dada en lo académico, los datos empleados de la empresa no fueron manipulados ni afectados, y por último considerando las referencias bibliográficas necesarias.

## IV.- RESULTADOS

### 4.1 Diagnóstico Actual de la Empresa

En esta sección se analizará la situación en la que se encuentra la empresa, por ello se ahondará en los procesos críticos, como también en la descripción de forma clara de cada uno de ellos y sus efectos en el negocio. Es crucial completar el mapa de procesos o macro procesos, identificar problemas, elegir el proceso problemático y sugerir mejoras con este objetivo en mente.

#### Mapeo y selección de procesos

Este aspecto dado en la empresa que también es conocido como macro proceso, es crucial para determinarlo ya que nos da una visión de forma amplia con relación a los procesos de la empresa y, en consecuencia, facilita el análisis y la búsqueda de oportunidades de mejora. En la Figura 8, se muestra el diagrama de flujo de procesos o diagrama de flujo de macroprocesos para la empresa Extra Gas.

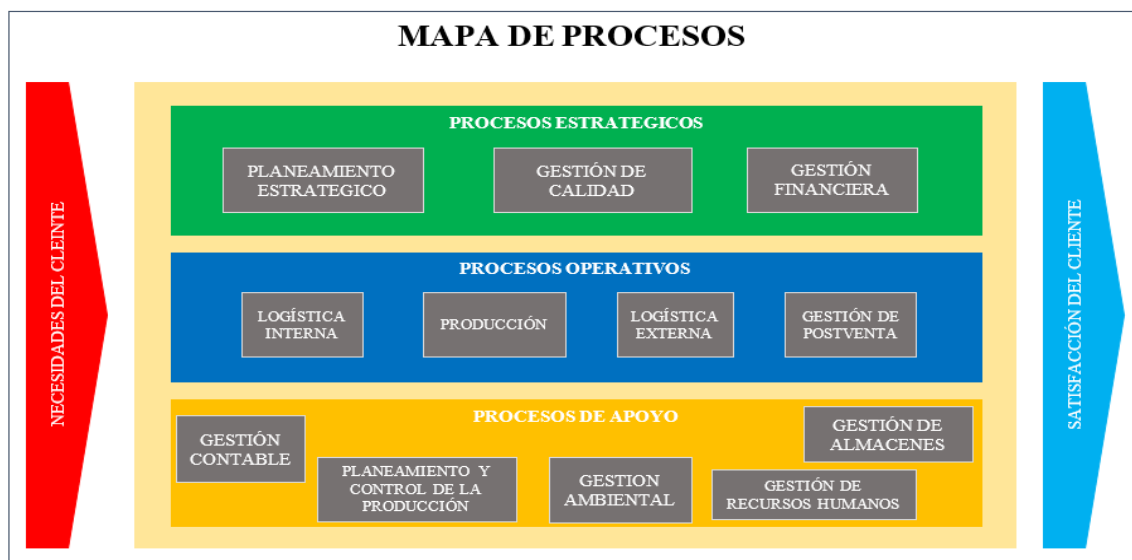


Figura 8. Mapa de Procesos o Macro procesos de Extra Gas  
Fuente: Elaboración Propia

## **Matriz QFD (Quality Function Management)**

Este estudio en la actualidad se enfoca en los procesos de tipo operativos por lo que es fundamental y trascendental conocer dentro de la empresa el proceso crítico, esto es posible si se usa la matriz QFD (Quality Function Deployment). Además de lo mencionado, como parte del resultado también se deben de conocer e identificar cada una de las necesidades o aquellos requerimientos que tiene el cliente tomando en consideración a los productos finales, donde se utiliza y recurre a la base de datos recopilados a través de encuestas.

De acuerdo al criterio del personal de la empresa, en esta matriz QFD se evaluará el sentido de la importancia de aquellas solicitudes que hagan los clientes o mejor dicho de los requerimientos, considerando una escala que supone como mínimo el valor de 1 y máximo el de 5. Con lo expuesto, se pretende conocer y determinar la relación entre lo mencionado (requerimiento) y aquellos procesos que estén vinculados en los servicios que se den.

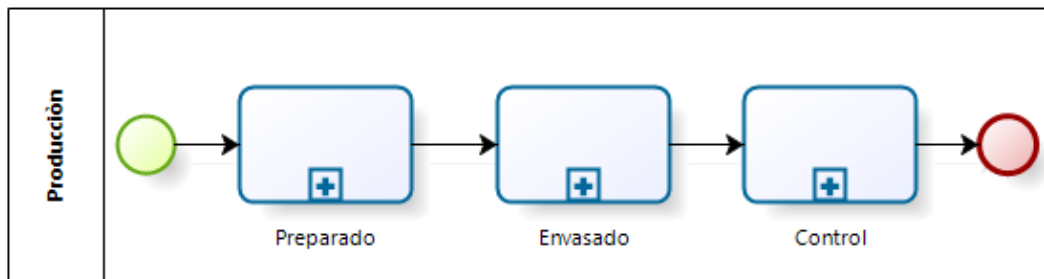
La matriz QFD de primer nivel se observa en la Tabla 5, que también ilustra la relación entre cada necesidad del cliente identificado y cada macro proceso de la empresa. De acuerdo con esta matriz, el proceso de producción es el más crucial porque representa una porción mayor de la relación entre las demandas de los clientes y la oferta de productos de la empresa. Producción recibe un total de 3,7 puntos y, en consecuencia, mantiene un orden de prioridad de 1.

**Tabla 5. Matriz de Despliegue de Funciones de Calidad (QFD)**

Nº	Factores	Peso	Macroprocesos										
			Planeamiento Estratégico	Gestión de Calidad	Gestión Financiera	Logística Interna	Producción	Logística Externa	Gestión PosVenta	Planeamiento y Control de la Producción	Gestión de Recursos Humanos	Gestión Ambiental y de Seguridad	Gestión de Almacenes
1	Producto con peso exacto	20%	1	5	1	1	5	3	1	1	2	5	2
2	Producto a Precio Justo	10%	1	2	1	2	5	2	1	1	1	1	1
3	Entrega a tiempo	10%	2	4	3	2	4	4	3	4	3	3	3
4	Pago a crédito	20%	5	1	5	2	1	2	3	1	1	1	1
5	Prestamo de Balones	5%	3	3	2	2	5	2	4	5	1	1	3
6	Correcto Mantenimiento	5%	1	4	1	1	4	1	5	3	1	1	1
7	Alcance de Distribución	5%	1	1	1	4	2	5	1	4	1	1	1
8	Nuevos productos	10%	5	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1
9	Correcta Atención	15%	3	4	2	2	5	4	5	3	3	2	3
Total		100%	2.7	2.9	2.4	1.75	<b>3.7</b>	2.7	2.55	2.05	1.7	2.15	1.8

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 9, se observa de forma detallada y clara el proceso vinculado con la producción, siendo esta una prioridad con el valor de uno dentro de la matriz QFD.



*Figura 9. Proceso de Producción*  
Fuente: Elaboración Propia

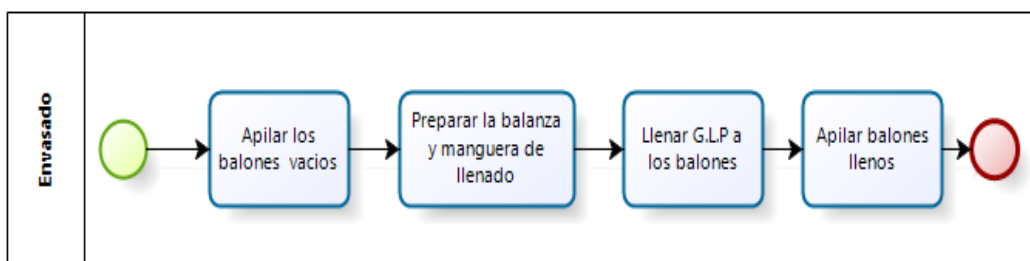
Como se sabe, el actual estudio se centra en el proceso vinculado con la producción, para lo cual se pone en consideración a la matriz de priorización de proceso para elegir el subproceso crítico, ello se presenta en la Tabla 6 a continuación.

**Tabla 6.** Matriz de Priorización de Proceso

N°	SubProceso	Criterios de Evaluación					Puntaje
		Calidad	Costos	Tiempo de Entrega	Satisfacción del Cliente	Seguridad	
		25%	10%	10%	25%	30%	
1	Preparado	3	1	2	2	4	2.75
2	Envasado	5	2	3	5	4	4.2
3	Revisado	3	3	2	4	4	3.45

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a lo que se tiene en la matriz de priorización de procesos presentada en la Tabla 6, el proceso Envasado es el más significativo, por lo que recibió una puntuación más alta en comparación con los demás procesos. La siguiente figura, 10, ilustra los detalles del proceso de envasado.



*Figura 10.* Subproceso de Envasado  
Fuente: Elaboración Propia

En este entender, se tiene a la tabla 7 que da a conocer las especificidades propias de las actividades pertenecientes al subproceso Envasado.

**Tabla 7.** Descripción de Actividades

<b>Actividad</b>	<b>Detalle</b>
Apilar los balones Vacíos	El actor principal es el operario quien se encarga de preparar y luego apilar los balones para que sean envasados, pero previamente a este proceso los balones son pesados con el propósito de conocer la tara.
Preparar la balanza y manguera de llenado	El operario procede a manejar la máquina que tiene como función el llenado la cual es una balanza que se maneja de forma manual y también utiliza la manguera para realizar un llenado a presión a cada uno de los balones.
Llenar GLP a los balones	Se considera a un peso total de entre 5 kg, 10 kg y 45 kg para el llenado de los balones.
Apilar los balones llenos	La persona que cumple la función del operario procede a apilar cada uno de los balones que ya han sido llenados, es así que revisa si se está dando alguna fuga y para finalizar lo termina tapando.

Fuente: Elaboración Propia

### **Gestión de Indicadores**

Es importante tener en cuenta que, si bien los indicadores se utilizan durante el proceso de envasado, no se utilizan para todas las actividades, ya que la medición no es aplicable. La actividad criticada se muestra con el valor actual del indicador en Tab. 8.

**Tabla 8. Indicadores de Medición**

N°	Actividad	Razón	Indicador	Objetivo	Frecuencia
1	Apilar los balones vacios	Preparar la carga de balones que seran llenados	Cantidad de balones apilados	$\geq 2500$	Quincenal
2	Preparar la balanza y manguera de llenado	Para realizar un correcto llenado de los balones	Tiempo de preparado	$< 10$ min	Quincenal
3	Llenar GLP a los Balones	Para llenar el gas licuado de petroleo según el peso indicado	Indice de productividad	1	Diario
	Llenar GLP a los Balones		Indice de Merma	$0.8 <$	Diario
4	Apilar los balones llenos	Para realizar el control de fugas	Cantidad de balones apilados	$> 2450$	Quincenal

Fuente: Elaboración Propia

### Identificación de problemas

A fin de analizar los problemas que son recurrentes en la empresa se tomará en consideración la información histórica pertenecientes a los años 2019 y 2020, con dicha información se procederá a realizar un análisis de los indicadores definidos anteriormente.

Actualmente, la empresa está migrando una serie de indicadores que son críticos correspondientes a los procesos centrados en lo operativo, además en la tabla se observa de forma ordenada y clara los indicadores correspondientes al proceso de envasado, a este se le considera como el más crítico.

Los problemas más frecuentes y el impacto económico que tienen para la empresa durante el proceso se muestran en la Tabla 9 a continuación.

**Tabla 9.** Problemas por Indicador

N°	Indicador	Problema	Impacto Económico
1	Cantidad de balones apilados	No completar la carga mínima diaria, para ser envasado	S/ 3,000.00
2	Tiempo de preparado	Demorar mas de lo debido en el prepadado de la	S/ 7,200.00
3	Indice de productividad	La productividad en el envasado, no llegue a ser el minimo esperado	S/11,400.00
4	Indice de Merma	La merma este por encima del máximo esperado	S/37,050.00
5	Cantidad de balones apilados	No completar la carga mínima para los clientes	S/ 4,500.00

Fuente: Elaboración Propia

### **Priorización de problemas**

Con todo lo obtenido en la tabla en base a los indicadores, se procede a enlistarlo considerando el impacto económico antes de determinar, a través de un diagrama de Pareto, qué asunto tiene mayor impacto y debe resolverse lo antes posible. La lista de temas se muestra en la Tabla 10 en orden de impacto económico que tienen en la empresa.



**Tabla 10.** Problemas ordenados según impacto económico

N°	Indicador	Problema	Impacto económico	%	% Acum.	80-20
4	Índice de merma	La merma este por encima del máximo esperado	S/37,050.00	59%	59%	80%
3	Índice de productividad	La productividad en el envasado no llegue a ser el mínimo esperado	S/11,400.00	18%	77%	80%
2	Tiempo de preparado	Demorar más de lo debido en el preparado de la máquina de envasado	S/ 7,200.00	11%	88%	80%
5	Cantidad de balones llenos apilados	No completar la carga mínima para los clientes	S/ 4,500.00	7%	95%	80%
1	Cantidad de balones vacíos apilados	No completar la carga máxima diaria, para ser envasado	S/ 3,000.00	5%	100%	80%
<b>Total</b>			S/ 63,150.00	100%		

**Fuente:** Elaboración Propia

Después de eso, se crea un diagrama de Pareto, como el de la Figura 11, con el propósito de identificar y conocer el 20 por ciento perteneciente a los problemas que están representados por un 80 por ciento de las fallas de empaque. Por ello el gráfico presentado permite conocer los temas fundamentales que tienen un impacto negativo dentro del proceso, siendo estos el índice de desperdicio (número 4), el índice de productividad (número 3) y el tiempo de preparación (número 2).

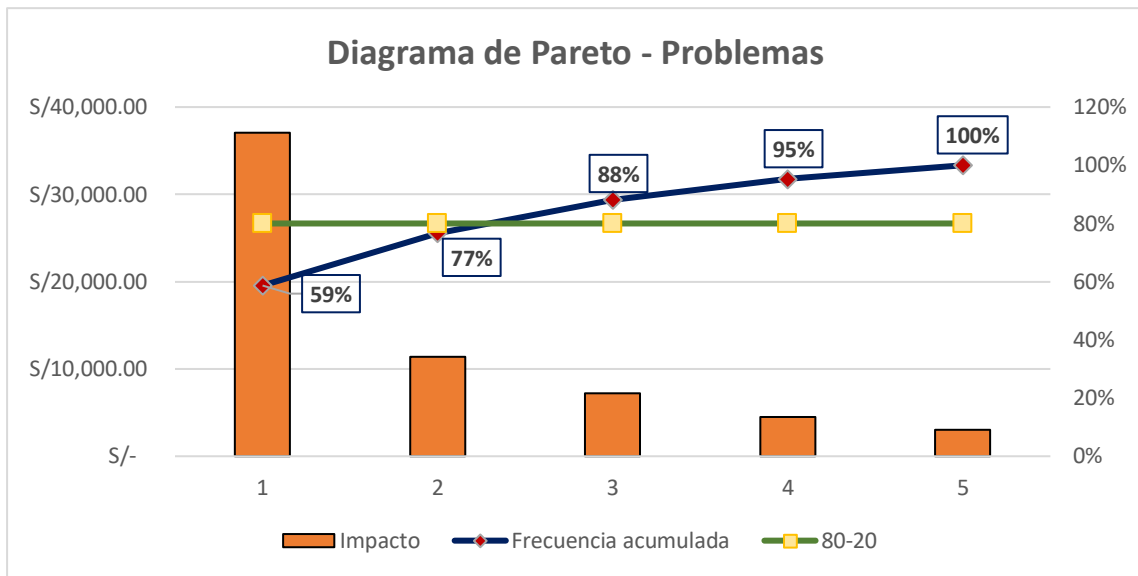


Figura 11. Diagrama de Pareto – Problemas  
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la Figura 11, los indicadores 4, 3 y 2 son responsables del 80 por ciento de los problemas, pero para priorizar, el presente estudio utilizará el indicador 4 como base, ya que es responsable del 59 por ciento de los problemas en general.

## 4.2 Implementación de la Mejora

En adelante, se expone la implementación de la metodología Six Sigma

### Definir

Esta fase, se apoya al diagrama de SIPOC que permite conocer y describir todo lo vinculado con el proceso de envasado. En ese entender, se tiene a la Voz del Cliente (VOC) el cual permite establecer todos los factores que son fundamentales para el cliente y los que tienen que ver con el proceso de envasado, por lo que se llega a definir la variable crítica correspondiente a la salida del proceso y para finalizar este termina siendo cuantificado con el propósito de lograr un mejor y correcto análisis.

## Diagrama SIPOC

Este diagrama perteneciente al proceso de envasado se tiene a detalle en la Tabla 11 más abajo. Este tipo de diagrama hace que el proceso de empaque sea más fácil de visualizar al mostrar el proveedor, los puntos de entrada, seguido del proceso de empaque, los puntos de salida y los clientes.

**Tabla 11.** Diagrama SIPOC del proceso actual

SUPPLIER	INPUT	PROCESS	OUTPUT	CUSTOMER
Preparado de Balones	Balones correctamente pintados	Apilar los Balones Vacios	Dejar balones apilados en cada estación de llenado	Operario de Llenado de G.L.P.
	Balones sin fallas			
	Balones con su respectiva tara			
Operario de Llenado de G.L.P.	Ajustar la Balanza	Preparar la Balanza y Manguera de Llenado	Estaciones de llenado de G.L.P preparados	Operario de Llenado de G.L.P.
	Ajustar parametros de llenado			
	Verificar la manguera			
Operario de Llenado de G.L.P.	Balones de gas	Llenar G.L.P. a los Balones	Balones con contenido de G.L.P.	Operario de Apoyo
	Gas Licuado de Petroleo			
Operario de Apoyo	Balones con contenido de G.L.P.	Apilar los Balones Llenos	Balones apilados sin fuga	Control
			Balones apilados con fuga	

Fuente: Elaboración Propia

Se identifica en la tabla 11 el proceso actual, donde se inicia con la actividad de pintar y además marcar los balones, por otro lado se da la salida final cuando los balones están llenos, las cuales serán examinadas durante todo el proceso de control.

## Voz del Cliente

Para determinar la voz del cliente, se revisaron todos los comentarios realizados por parte de los clientes tanto internos como externos con respecto a los problemas

de empaque. Se ha identificado una característica de calidad importante de los globos llenos de GLP; En la Figura 12 se muestra un árbol de calidad crítica (CQT). En este contexto por todo lo expuesto se interpreta que el requerimiento realizado por el cliente debe de cumplir con un total de 10 kilogramos, el cual representa a un balón lleno.

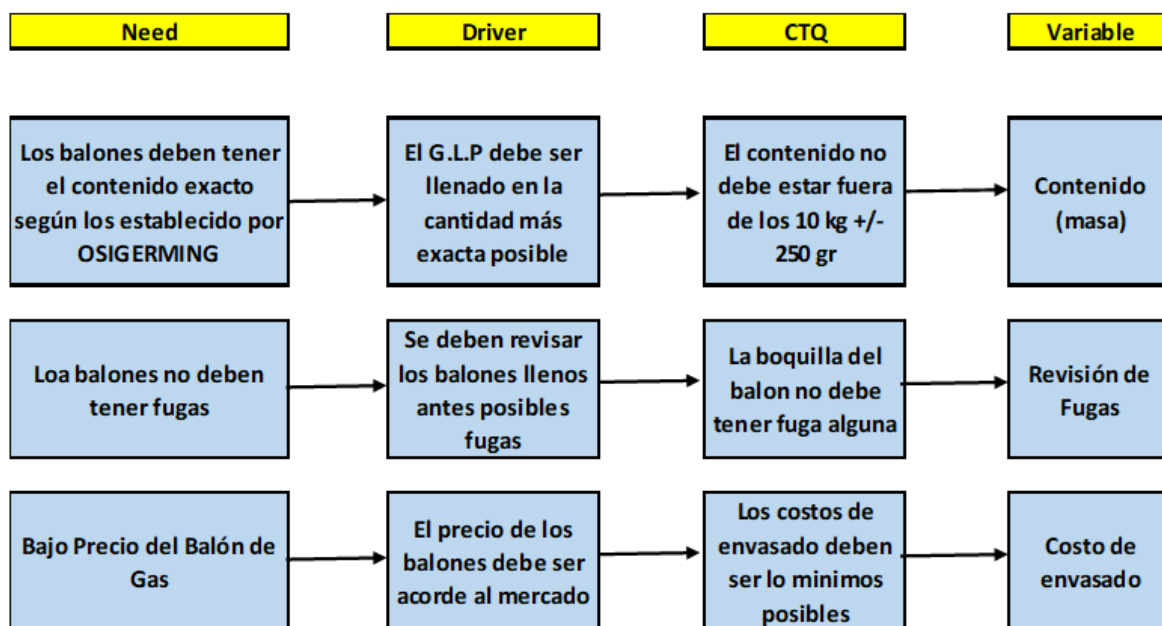


Figura 12. Diagrama CTQ para el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo  
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la Figura 12, el CTQ más crucial para el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo es que el gas debe estar contenido dentro de 10 kg con una variación de no más de 250 gramos. Estos límites han sido establecidos por OSINERMING.

## Medir

La etapa actual consistirá en medir la variable crítica correspondiente a la salida es decir al contenido, la que en su momento ha debido ser determinada y se relaciona con la percepción que tienen los clientes finales.

No obstante, luego de realizadas las mediciones, aún es necesario considerar el criterio del análisis oportuno mediante la ayuda del software MINITAB 19, además de tener un análisis descriptivo de la variable en términos estadísticos, considerando los gráficos de control, así como las pruebas de normalidad y también

el análisis relacionado a la capacidad del proceso con el propósito de conocer claramente al proceso identificando si este cumple con todos los requisitos del cliente.

### **Medición de Variables Críticas**

Luego se recolectó la correspondiente información sobre la variable previamente definida, “Contenido (masa) de Gas Licuado de Petróleo”.


Todos los datos que se llegaron a identificar mediante el control se muestran a continuación en el formato “Cantidad de Contenido de GLP” En el transcurso de 10 días se tomó una muestra diaria de un total de 4 balones por hora, totalizando 5 horas de trabajo.



*Figura 13. Máquinas de envasado*  
Fuente: Elaboración Propia



*Figura 14.* Medición de variable crítica  
Fuente: Elaboración Propia

	<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1A</b>	Código: S01
		Versión: 00 Fecha : 17/03/2019 <b>Producción, Gestión de Calidad, Planeamiento y Control de la Producción</b>
MACROPROCESOS		
S01 Producción		

Nombre del responsable de recolección de datos:	Efrain Egusquiza Matos
Fecha:	8/06/2021

N°	Contenido (kg)	Hora	Máquina	Operario
01	9.819	3:10 p. m.	1	Hector
02	9.729	3:20 p. m.	2	Juan
03	10.444	3:35 p.m.	3	Cesar
04	10.428	3:45 p. m.	4	Raúl
05	10.177	4:10 p. m.	5	Tomás
06	9.711	4:20 p. m.	6	Germán
07	9.981	4:35 p.m.	7	Marco
08	10.184	4:45 a. m.	8	Isidro
09	10.479	5:10 a. m.	1	Hector
10	9.935	5:20 a. m.	2	Juan
11	10.153	5:35 p.m.	3	Cesar
12	9.748	5:45 a. m.	4	Raúl
13	9.582	6:10 a. m.	5	Tomás
14	10.211	6:20 a. m.	6	Germán
15	9.971	6:35 p.m.	7	Marco
16	9.808	6:45 a. m.	8	Isidro
17	9.143	7:10 a. m.	1	Hector
18	10.065	7:20 a. m.	2	Juan
19	9.927	7:35 p.m.	3	Cesar
20	10.394	7:45 p. m.	4	Raúl

Figura 15. Recolección de datos día 1  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Datos obtenidos de la variable contenido (masa)

		Mediciones (Kg)																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Días	1	9.819	9.729	10.444	10.428	10.177	9.711	9.981	10.184	10.479	9.935	10.153	9.748	9.582	10.211	9.971	9.808	9.143	10.065	9.927	10.394
	2	9.786	9.668	9.933	9.688	10.240	10.379	10.215	10.055	9.630	9.759	9.827	10.069	9.818	9.968	10.296	9.842	10.330	10.024	10.717	9.602
	3	10.937	9.852	9.735	9.617	9.463	10.067	10.516	10.144	9.960	10.040	10.426	9.859	9.647	10.126	9.784	9.754	10.946	9.777	10.345	10.198
	4	10.246	10.588	10.297	9.676	9.384	9.964	10.013	9.457	10.428	10.166	9.509	9.891	10.224	9.505	10.610	10.111	9.609	9.990	10.410	9.992
	5	10.100	10.922	9.587	10.370	10.504	10.230	9.941	10.118	9.965	9.945	9.946	9.292	10.343	9.797	9.644	10.203	9.786	9.686	9.876	9.906
	6	9.696	10.574	9.721	9.955	9.836	9.813	9.639	10.633	10.219	10.033	9.869	10.506	9.878	9.981	10.221	10.415	9.767	10.083	10.354	10.309
	7	10.794	9.517	10.127	9.998	10.153	10.150	9.976	9.740	9.374	10.295	9.685	9.362	10.412	9.771	10.326	9.774	9.760	10.294	10.182	10.378
	8	9.201	9.945	9.961	10.658	10.478	10.199	10.313	9.860	10.166	10.627	9.944	9.630	10.184	9.531	9.384	10.019	9.836	9.588	10.333	10.216
	9	10.148	10.053	9.878	9.562	10.294	9.726	9.867	10.142	9.792	10.010	10.572	9.905	10.587	10.073	9.784	10.054	10.180	10.052	11.097	10.084
	10	9.957	9.771	9.731	10.600	10.914	9.993	10.311	10.456	10.145	9.899	9.842	9.466	10.222	10.539	10.307	9.619	10.114	9.484	9.850	9.861

Fuente: Elaboración Propia

Con relación a los datos correspondientes al contenido variable es decir la masa del GLP, se logró calcular la medida que está representada por un total de 10,029 kg y un valor de 0,355 kg correspondiente a la desviación estándar, lo expuesto está descrito en las Figuras 16 y 17.

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Contenido	200	0	10.029	0.0251	0.355	0.126	9.143	9.779	9.993	10.245
<u>Variable</u>	<u>Máximo</u>									
Contenido	11.097									

Figura 16. Estadística descriptiva de los datos de la variable contenido  
Fuente: Elaboración Propia

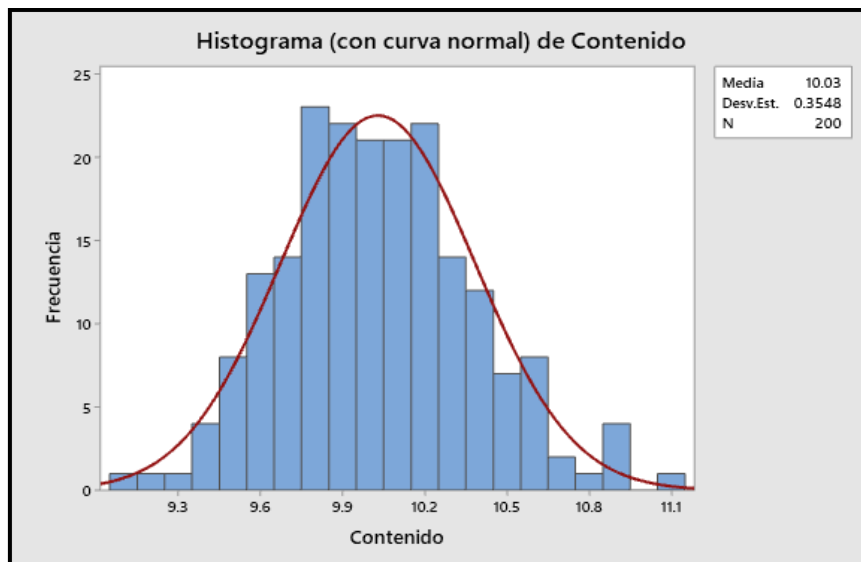


Figura 17. Histograma de los datos de la variable contenido  
Fuente: Elaboración Propia

### Prueba de Ajuste de Variable

Dado que el tipo de variable es continua, se puede determinar si los datos se ajustan a una distribución normal. En la Figura 17, se puede llegar a exponer que los datos corresponden a una distribución normal correspondiente a un peso de 10,03 kg, ello considerando que se tiene un nivel de confianza de 95%, además se tiene el valor de 0,3548 que representa a la desviación estándar, debido a que se tiene a un valor de p igual a 0,391, siendo este mayor que alfa (0,05).



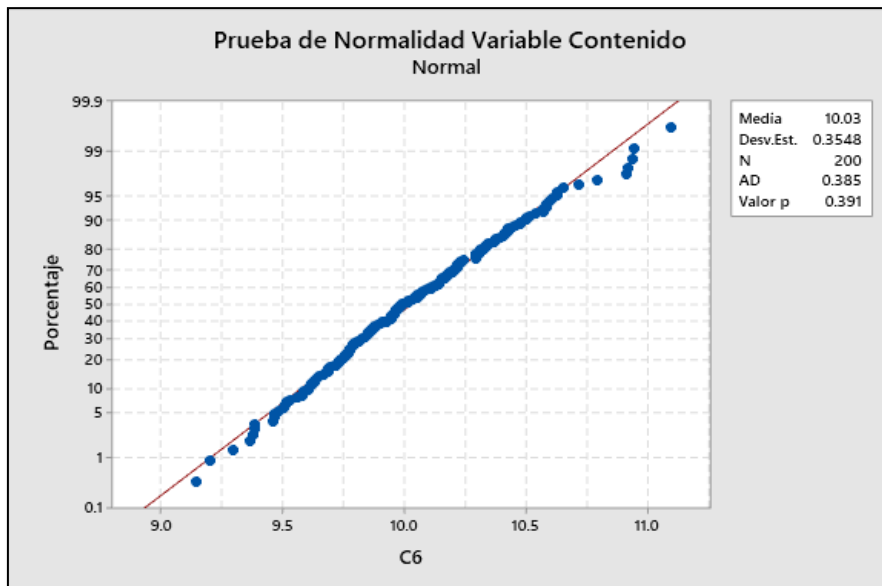


Figura 18. Prueba de Normalidad para la variable  
Fuente: Elaboración Propia

### Gráficas de control para la variable seleccionada

Dado que la variable correspondiente a la salida (contenida) es de tipo continuo, se generará un gráfico de control XS. Como se muestra en la Figura 19, esto da como resultado la conclusión de que la variable contenida está controlada estadísticamente y no presenta ningún patrón ni es aleatorio.

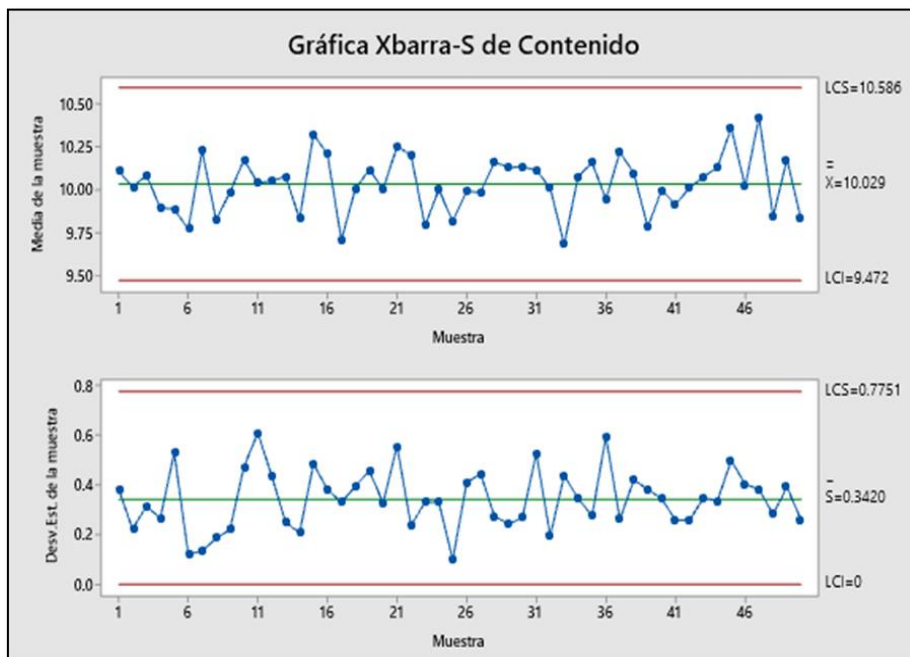


Figura 19. Gráfico de control Xbarra-S de la variable contenida(masa)  
Fuente: Elaboración Propia

## Análisis de capacidad del proceso

Para que sea posible el hecho de realizar un análisis de la capacidad centrada en el proceso es fundamental que se cuente con los datos necesarios propios de la variable además deben de estar bajo el control de la estadística y para finalizar se considera que estos obtengan como resultado la distribución normal ello considerando que el caso es continuo.

En este entender, se tiene que la variable “masa” considerada como dependiente se encuentra bajo un debido control estadístico, por lo que se tiene que los datos que se obtuvieron corresponden a una distribución normal.

Con relación a lo que se evidencia con respecto a la capacidad de proceso correspondiente a la variable “contenido” se tiene un valor de 0.14 que representa al Índice de Cp y también un valor de 680.000.00 lo que representa el ppm, por todo lo expuesto el proceso tiene repuestas negativas debido a que los clientes tienen un grado de insatisfacción.

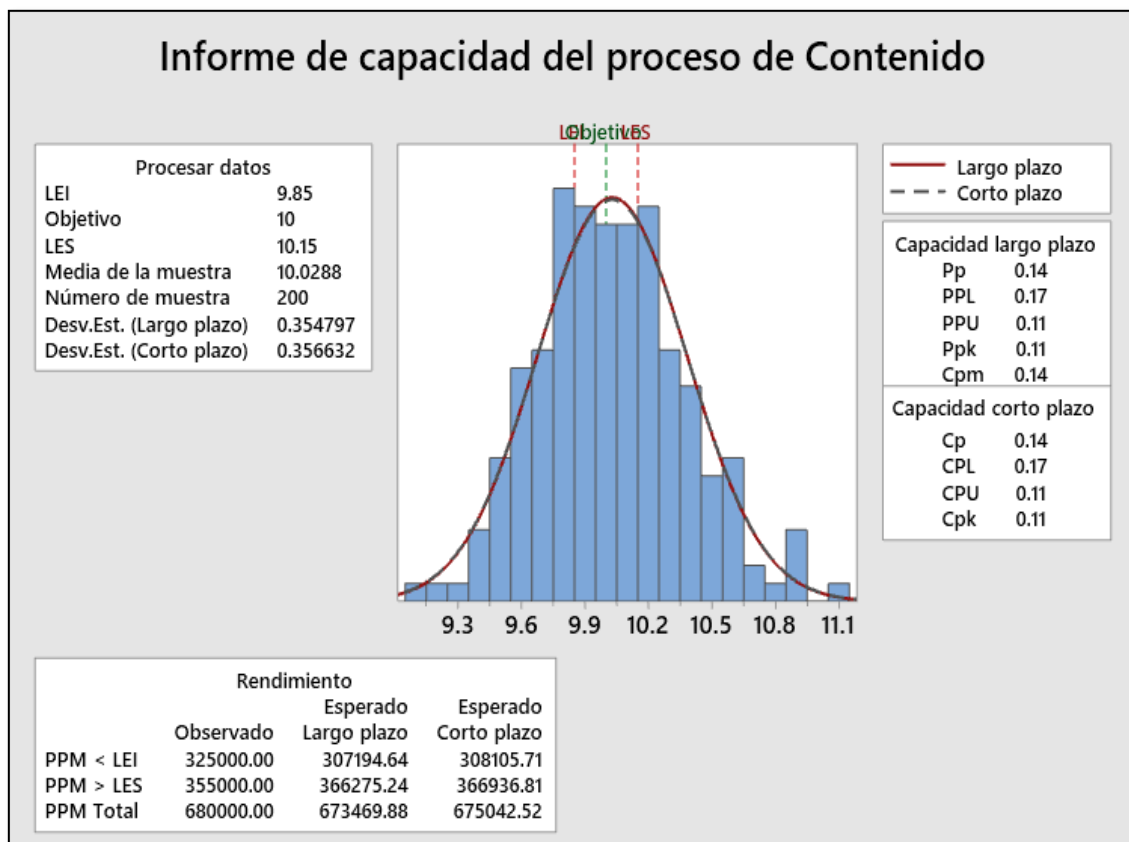


Figura 20. Gráfico del Análisis de Capacidad del Proceso – variable contenido  
Fuente: Elaboración Propia

## **Análisis**

Esta etapa se vincula con la variabilidad en el envasado donde se pretende conocer las causas de un nivel alto. Por ello fue necesario trabajar en base a un diagrama donde se exponen las causas y el efecto con el propósito de conocer las causas que son concisamente responsables del desarrollo del problema mencionado anteriormente y que tienen un impacto material en la capacidad de generación de rentabilidad de la empresa

### **Diagrama Causa – Efecto**

Todos los involucrados en el proceso participaron en una "Lluvia de Ideas", que resultó en una lista básica de posibles causas del problema. Luego, estas causas se agruparon de acuerdo con el 6M para que pudiéramos identificar la causa raíz o las causas.

En este contexto, en la Figura 21 se expone el diagrama enfocado en la causa y por consiguiente en el efecto para el problema vinculado con la alta variabilidad en el proceso de envasado.

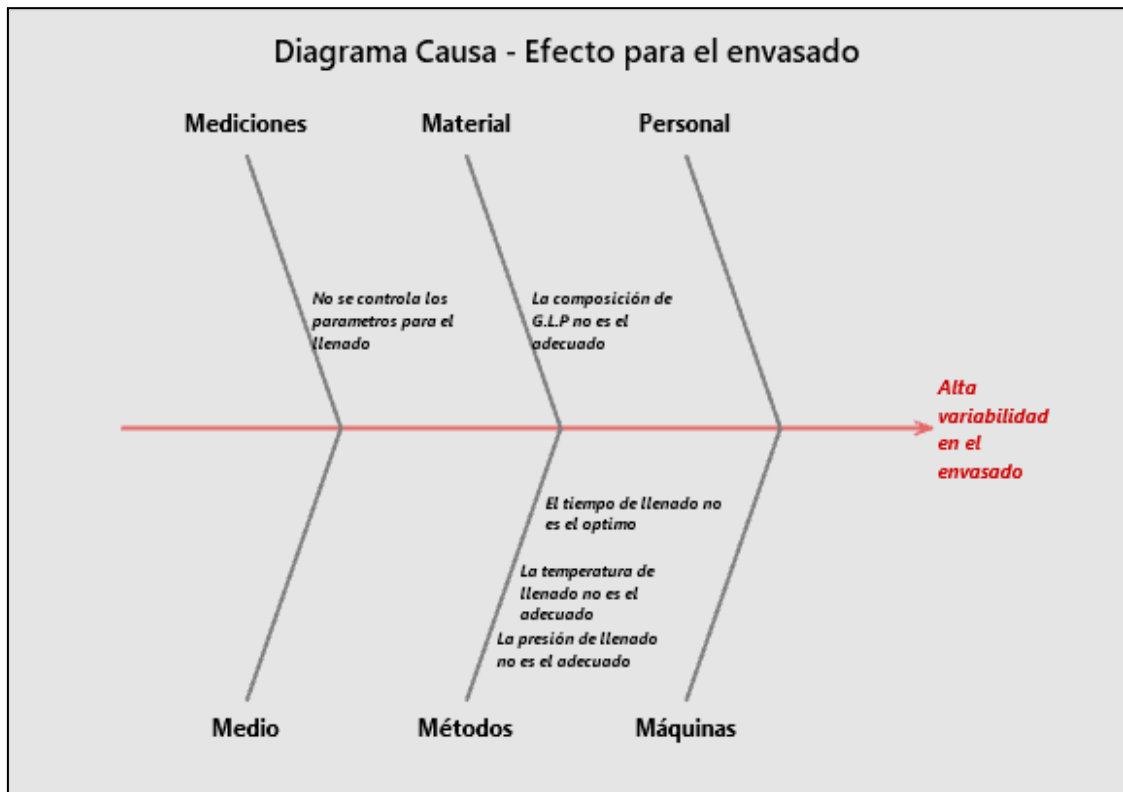


Figura 21. Diagrama de causa efecto – alta variabilidad en el envasado  
 Fuente: Elaboración Propia

Se determinó que el propano y el butano son elementos propios del Gas Licuado de Petróleo es decir está compuesto por lo mencionado, por ello puede ser una de las razones por las que el llenado de los balones no es tan preciso como podría ser.

De acuerdo con la metodología factorial, se determinó que las siguientes variables pueden no estar bajo control pero tienen algún impacto en el proceso del llenado que es a presión, además de considerar la temperatura y también se considera el tiempo promedio empleado en el llenado. Para determinar la relación entre estos factores y la variable incluida, será necesario realizar un análisis ANOVA (masa). En relación al factor Mediación, se descubrió que no está claro cuáles deben ser los parámetros de medición previos a iniciar el envasado.

## Análisis ANOVA

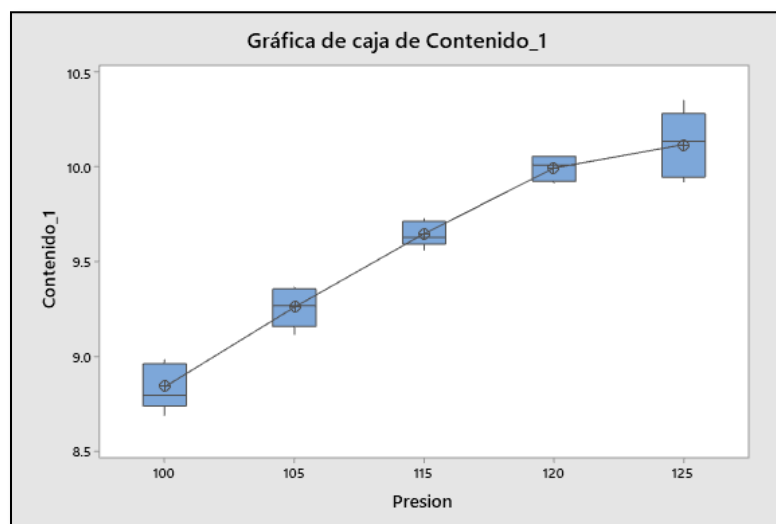
Después de identificar la variable presión como una de las principales razones por las que existe una alta viabilidad relacionada a la cantidad representada por la masa correspondiente al gas de petróleo en la tubería, haremos un oportuno análisis de ANOVA con el propósito de conocer si la variable tiene o registra algún impacto en los demás factores.

**Tabla 13.** Datos obtenidos con diferentes presiones

Presión (psi)	Contenido (kg)				
100	8.94	8.79	8.80	8.69	8.98
105	9.20	9.35	9.12	9.27	9.36
115	9.63	9.62	9.56	9.70	9.73
120	9.93	10.06	10.01	10.05	9.92
125	10.35	10.21	9.97	10.13	9.92

Fuente: Elaboración Propia

De los datos obtenidos usando el programa Minitab, se puede ver que el valor p (0.00) es menor que el alfa (0.05). Como resultado, podemos descartar la hipótesis nula y en consecuencia indicar que la presión si afecta a la masa es decir a la cantidad existente en los balones.



**Figura 22:** Grafico de cajas para presión vs cantidad(masa)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 23: Grafico 4 en 1 para residuos  
Fuente: Elaboración Propia

Por lo que se evidencia en la Figura 23, se tiene una varianza de los residuos la cual es la misma, donde se ve que si hay una distribución normal y además se carece de un patrón correspondiente a los datos, Por todo lo expuesto, se considera que la presión que va cambiando influye en la masa que viene a ser la cantidad de los balones.

De manera similar a como se sugiere en el diagrama de causa-efecto que considera a la variación de la temperatura como uno de los factores fundamentales que se vinculan con la alta viabilidad de la masa es decir la cantidad de gas de petróleo en la tubería, para lo cual es necesario apoyarse en el análisis de la varianza (ANOVA) con el propósito de conocer si esta tiene un impacto en la otra.

Tabla 14. Datos obtenidos con diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	Contenido (kg)				
-37.5	10.21	10.01	10.12	9.94	10.23
-35.6	10.18	10.26	10.01	10.06	10.00
-34.8	10.08	10.04	10.12	9.96	10.17
-33.4	10.12	10.07	9.98	9.81	9.97
-32.8	10.03	9.99	9.99	9.97	10.33

Fuente: Elaboración Propia

Por todo lo expuesto en base a los datos derivados del Minitab (software) se evidencia la existencia del valor de 0,554 el cual representa a “p” siendo este mayor que alfa (0,05). Por consiguiente la temperatura no tiene un efecto sobre la masa que representa la cantidad propia de los balones, es así que la hipótesis nula es rechazada.

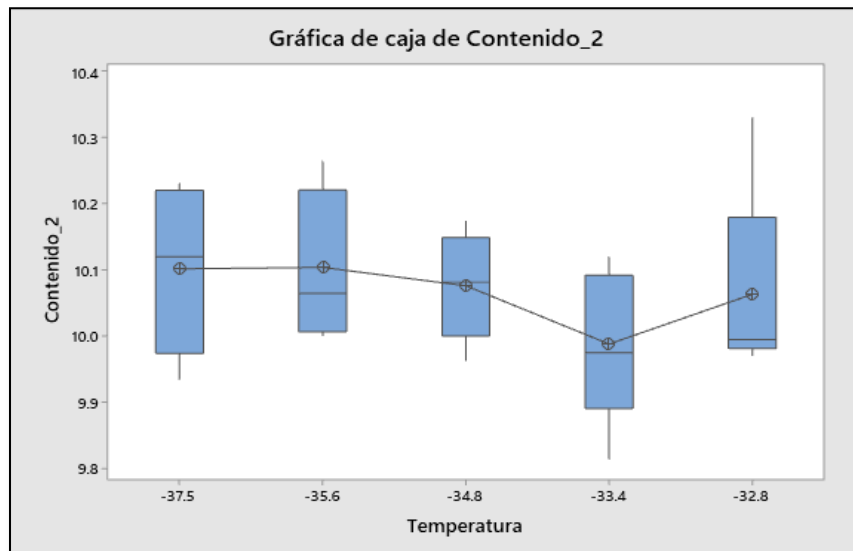


Figura 24: Gráfico de cajas para temperatura vs cantidad(masa)  
Fuente: Elaboración Propia

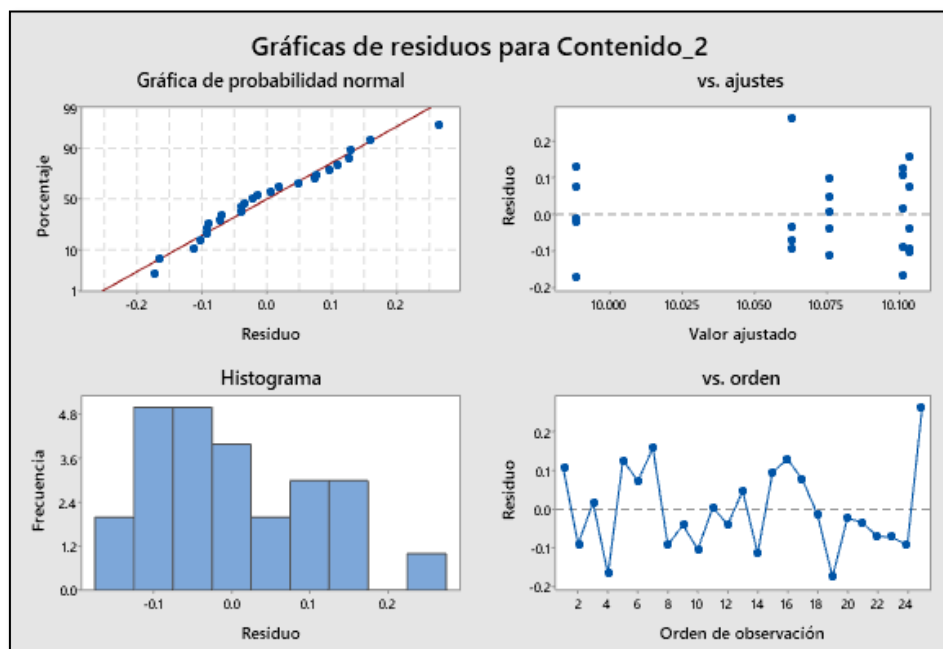


Figura 25: Gráfico 4 en 1 para residuos  
Fuente: Elaboración Propia

Dado que la variación de estos es diferente como lo muestra el análisis de los

residuos en la Figura 25, podemos concluir que en el llenado de los balones el aspecto de la temperatura no es relevante.

Para finalizar, como sugiere el diagrama de causa-efecto que considera al tiempo de llenado como uno de los factores fundamentales que se vinculan con la alta viabilidad de la masa es decir la cantidad de gas de petróleo que se transporta, para lo cual es necesario apoyarse en el análisis de la varianza (ANOVA) con el propósito de conocer si esta tiene un impacto en la otra

**Tabla 15.** Datos obtenidos con diferentes tiempos

Tiempo (seg)	Contenido (kg)				
46	10.37	10.37	10.15	10.11	10.29
44	10.12	10.06	10.12	10.19	10.17
42	10.09	9.96	9.94	9.98	10.01
40	9.70	9.87	9.82	9.74	9.61
38	8.57	8.71	8.71	8.67	8.61

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los datos obtenidos con el software Minitab, se puede ver que el valor p (0,00) es menor que el alfa (0,05). Como resultado, podemos mencionar que la temperatura afecta la masa es decir a la cantidad de balones, por lo que la hipótesis nula sería descartada.

Por todo lo expuesto en base a los datos derivados del Minitab (software) se evidencia la existencia del valor de 0,00 el cual representa a “p” siendo este menor que alfa (0,05). Por consiguiente la temperatura tiene una influencia sobre la masa que representa la cantidad propia de los balones, es así que la hipótesis nula se descarta.



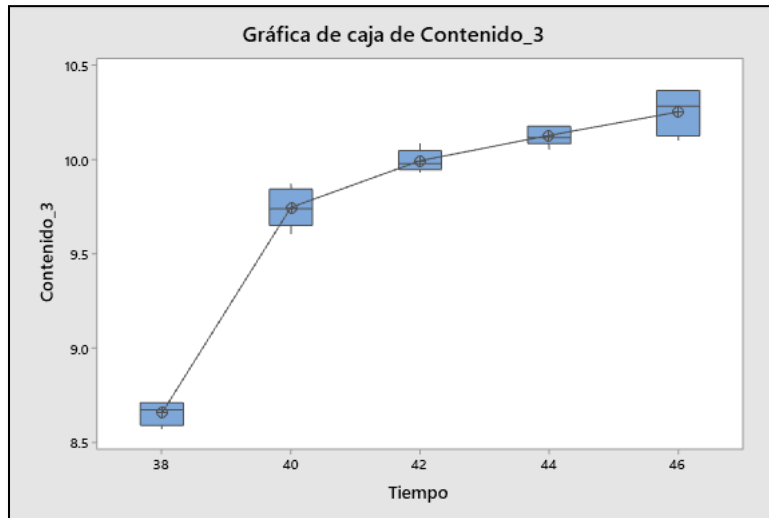


Figura 26: Grafico de cajas para tiempo vs cantidad(masa)  
Fuente: Elaboración Propia

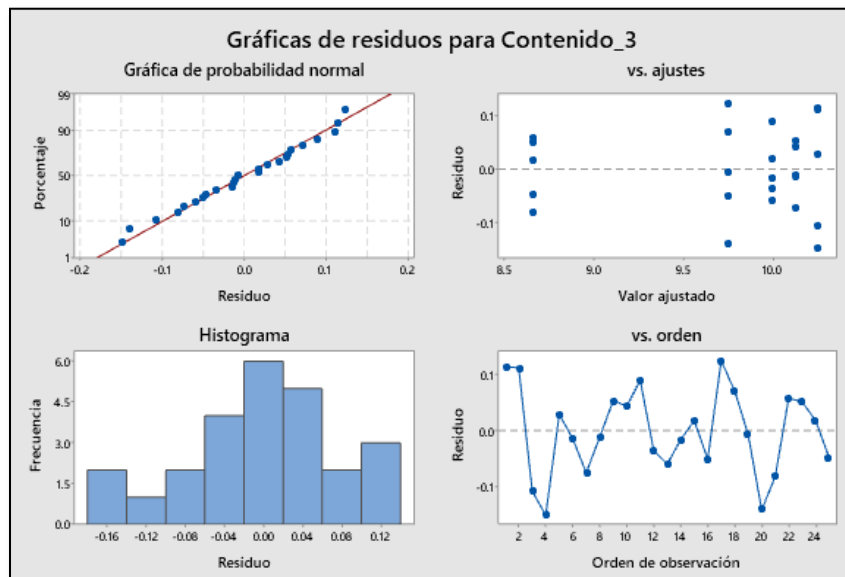


Figura 27: Grafico 4 en 1 para residuos  
Fuente: Elaboración Propia

Por lo que se evidencia en la Figura 27, se tiene una varianza de los residuos la cual es la misma, donde se ve que, si hay una distribución normal, pero se carece de un patrón correspondiente a los datos, Por todo lo expuesto, se considera que el tiempo que va cambiando influye en la masa que viene a ser la cantidad de los balones.

## Mejorar

Por todo lo expuesto anteriormente, se conocen los factores o las razones que provocan la gran diferencia en la cantidad (masa) de globos de GLP. Siendo cada uno de los resultados necesarios por lo que forman parte del inicio para que consiguientemente se detallan las propuestas con el propósito de mejorar el proceso.

Para iniciar ello, se pretende enfocarse en un diseño en particular siendo el de experimentos encaminados a obtener y conocer el conjunto recomendable de valores para aquellos factores que forman parte del proceso de acondicionamiento. Uno de los aspectos importantes en el proceso de encapsulación es el análisis y el diseño correspondiente a los experimentos donde se conocen a detalle los factores, que por un lado son controlables y los que no son controlables con el propósito de conocer la cantidad de estos factores que están inmiscuidos en el análisis. En la dirección de uno o más elementos.

## Factores del Proceso

En este caso, los factores que son predeterminados tienen que cumplir con la característica de ser controlables, por ejemplo, la presión de carga es un claro ejemplo debido a que se controla por medio de una máquina envasadora, así también el llenado es controlable por responder de acuerdo a un tiempo dado.

**Tabla 16.** Factores controlables

Factor	Regulación
Presión	Máquina de envasado
Tiempo	Maquina de envasado/Operio

Fuente: Elaboración Propia

## Diseño de Experimento

En este aspecto se considera a un diseño factorial completo que está representado "2k" lo que permite conocer y obtener el efecto perteneciendo a dos factores y además se conocerá la interacción entre estas. En consecuencia, la Figura 28 muestra de forma resumida el diseño con los factores siendo uno de ellos la Presión de llenado (A) y por otro lado se tiene al Tiempo de llenado (B).

Se propone y se pone en práctica un diseño factorial completo representado por 2k con el propósito de conocer y obtener el efecto de los factores siendo dos, además que se evidencia la interacción; En consecuencia, la Figura 28 muestra un amplio análisis del diseño propio de los factores relacionados. Por un lado se tiene a la presión de llenado (A) y se también al tiempo de llenado (B)

Resumen del diseño			
Factores:	2	Diseño de la base:	2; 4
Corridas:	20	Réplicas:	5
Bloques:	1	Puntos centrales (total):	0

*Figura 28:* Diseño Factorial 2k para dos factores  
Fuente: Elaboración Propia

El resumen de la investigación realizada para el diseño del experimento se incluye en la Tabla 17 y se utilizará para determinar si los factores tuvieron o no un impacto en el contenido llenado.

**Tabla 17.** *Resumen del diseño de experimento*

Factor 1	Factor 2	Presion	Tiempo	Contenido
1	1	125	46	9.12
-1	1	100	46	9.57
1	-1	125	38	10.46
-1	-1	100	38	10.45
1	1	125	46	9.36
-1	1	100	46	9.33
1	-1	125	38	10.39
-1	-1	100	38	10.66
1	1	125	46	9.43
-1	1	100	46	9.59
1	-1	125	38	10.54
-1	-1	100	38	10.48
1	1	125	46	9.44
-1	1	100	46	9.56
1	-1	125	38	10.41
-1	-1	100	38	10.63
1	1	125	46	9.31
-1	1	100	46	9.56
1	-1	125	38	10.41
-1	-1	100	38	10.66

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 29, La gráfica de la variable 'contenido' se observa los diversos niveles de factores involucrados con sus medias correspondientes

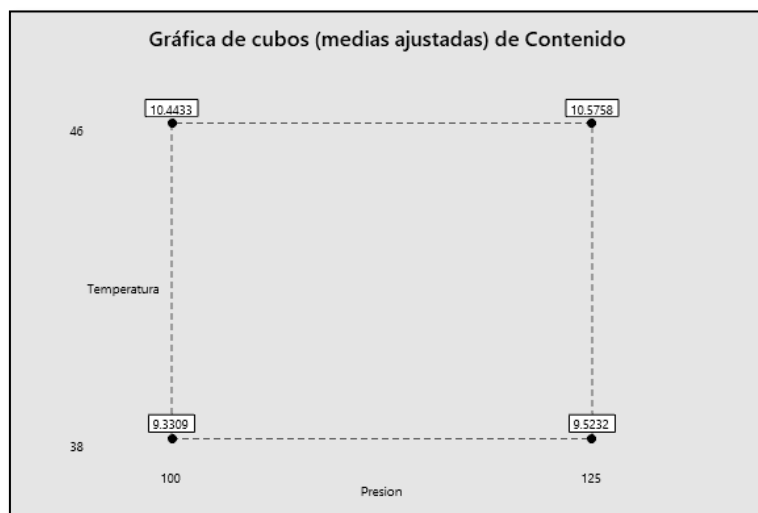


Figura 29. Gráfico de cubos para la variable contenido  
Fuente: Elaboración Propia

De igual forma, en la Figura 30, podemos notar que la hipótesis nula  $H_0$  es la inferencia de que no hay efecto sobre el resultado "contiene", ya que los factores se toman en cuenta para el proceso, mientras que la hipótesis nula que reemplaza a  $H_1$  es la inferencia que hay un efecto sobre El resultado se debe al menos a un

factor.

<b>H0: Los factores no influyen en la respuesta</b>
<b>H1: Los factores si incluyen en la respuesta</b>

Figura 30: Hipótesis nula y alterna para el análisis  
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 31 se presentan los resultados del análisis de varianza, donde podemos conocer a las interacciones o a los factores que afectan o se relacionan con la variable dependiente, tomando en cuenta los criterios para determinar si la variable dependiente tiene un efecto o no. valor p o no con relación al nivel de significancia es decir alfa aplicado o propio de este diseño experimental. Por lo expuesto el valor de p con relación a alfa debe de ser mayor, lo que permitirá conocer e identificar los factores o aquellas interacciones donde estas no llegan a afectar la variable de respuesta.

Para este caso se considera a 0,05 como un nivel propio de significancia.

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	5.99520	1.99840	185.76	0.000
Lineal	2	5.99074	2.99537	278.43	0.000
Presion	1	0.13180	0.13180	12.25	0.003
Temperatura	1	5.85894	5.85894	544.61	0.000
Interacciones de 2 términos	1	0.00446	0.00446	0.41	0.529
Presion*Temperatura	1	0.00446	0.00446	0.41	0.529
Error	16	0.17213	0.01076		
Total	19	6.16733			

Figura 31: Análisis de Varianza  
Fuente: Elaboración Propia

En comparación con la Figura 32, encontramos que el valor p para los factores de "tiempo" y "presión" está por debajo de 0,05 lo que representa al nivel de significancia. Por ello apoyándonos al nivel de confianza de 95% se tiene que los factores son fundamentales y llegan a influir en la variable de respuesta, es así que se descarta la hipótesis nula.

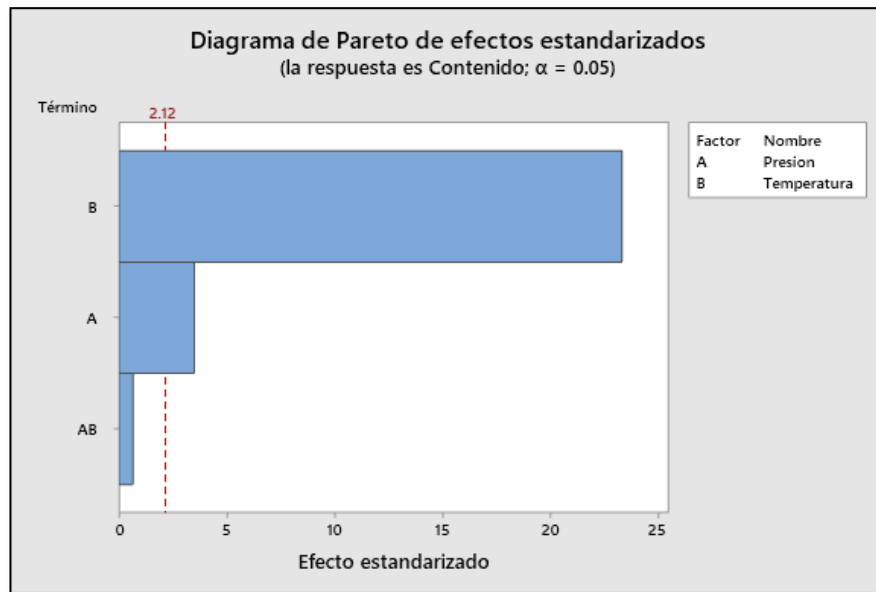


Figura 32: Pareto de efectos estandarizados  
Fuente: Elaboración Propia

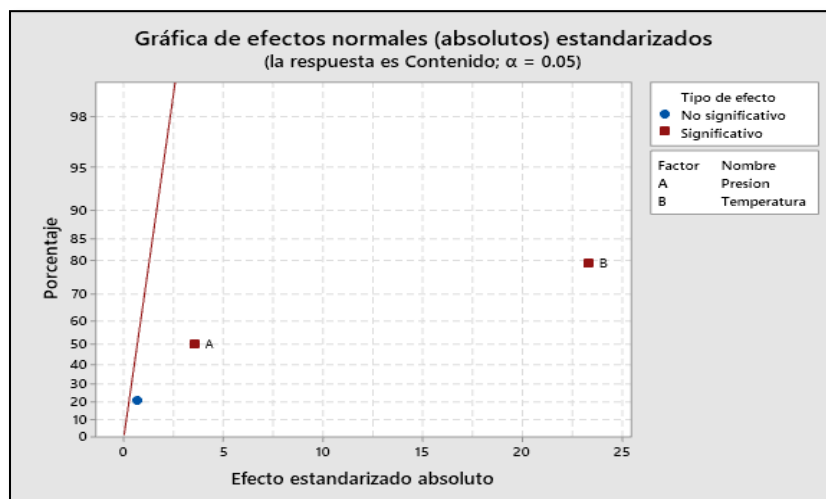


Figura 33: Gráfica Normal de Efectos  
Fuente: Elaboración Propia

Los gráficos de Pareto y Normal de los efectos de la normal absoluta se muestran en las Figuras 32 y 33, lo que nos permite ver qué variables (o factores) tienen un impacto en la variable de salida, así como algunas de sus iteraciones.

Adicionalmente, se realizó el análisis residual como se muestra en la Figura 34, y se obtuvo para finalizar a una serie de datos derivados durante el diseño del experimento lo que podrían ser validados.

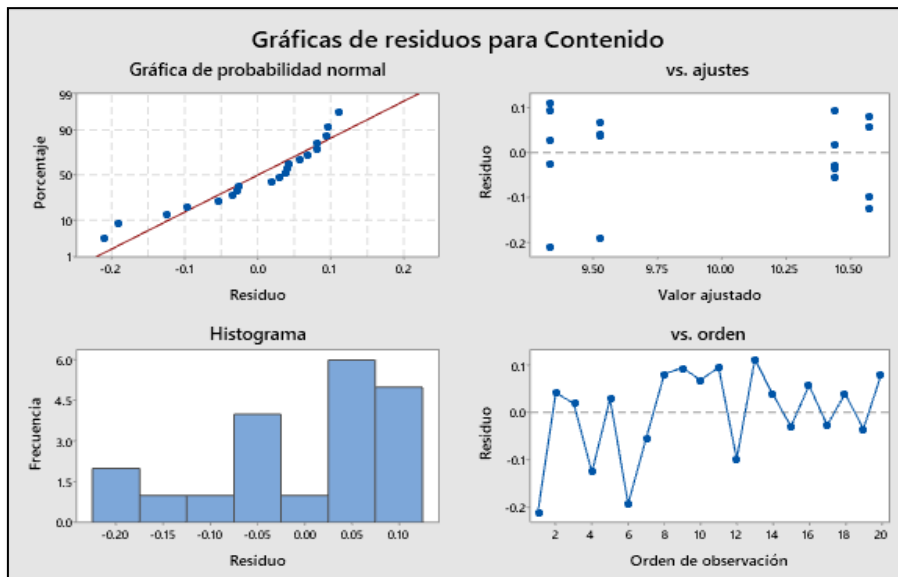


Figura 34: Análisis de residuales del diseño de experimento  
Fuente: Elaboración Propia

Para terminar, se conoce y considera a los factores siendo estos la presión (A) y el factor de Tiempo (B), es así que estos son fundamentales en la incidencia de la respuesta. Al respecto se expone una ecuación centrada en la regresión la cual toma en consideración a los coeficientes (factores) los que influyen en la variable (dependiente) de la Figura 35.

**Ecuación de regresión de unidades no codificadas**

$$\text{Contenido} = 2.14 + 0.0190\text{Presión} + 0.1689\text{Tiempo}$$

Figura 35: Ecuación de correlación  
Fuente: Elaboración Propia

### Optimización o Mejora del Diseño de Experimento

Usando el optimizador de MINITAB 19, tratamos de lograr los niveles correctos es decir óptimos pertenecientes a la variable de entrada (factores) los que llegan afectar a la salida es decir a la variable de contenido en este paso para que se alcance una meta de 10 kg.

Los niveles óptimos para cada factor se combinan en la siguiente figura 36 para lograr el valor objetivo del contenido de la variable, que es de 10 kg por balón.

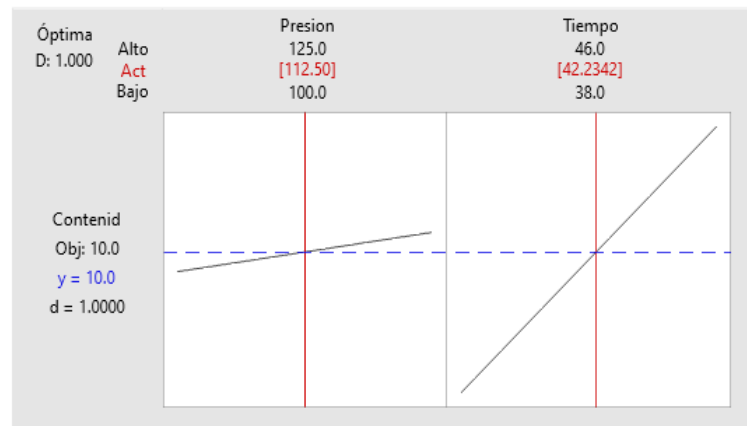


Figura 36: Optimización de Factores  
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 37 se expone, que para un balón de un total de 10 kilogramos se debe de considerar una presión de un total de 112.50 Psi mientras que un 42.23 segundos como parte del tiempo, lo que permite conocer una variable equivalente a la masa mencionada.

Factor	Óptimo
Presión	112.50 Psi
Tiempo	42.23 Seg

Figura 37: Condiciones óptimas para el llenado  
Fuente: Elaboración Propia

## Control

Con relación a las variables expuestas (presión y tiempo) se hizo un ajuste, con el propósito de recolectar nuevamente información para la variable “Contenido (masa)”.

Además, usando el programa MINITAB 19, se creó un gráfico XS de control como se muestra en la Figura 38 porque la variable dependiente (contenida) es continua. A partir de esto, podemos ver que la variable de salida está estadísticamente controlada.



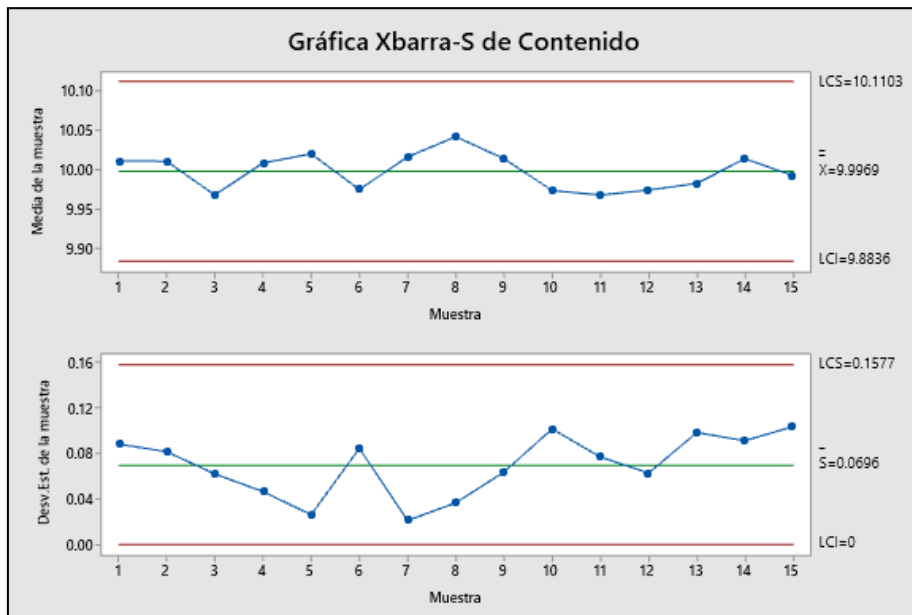


Figura 38: Gráfico de Control X-S para la variable contenido  
Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, se creó un nuevo gráfico correspondiente a la capacidad de proceso. Ello se observa en la Figura 39, donde se obtuvo un valor de 0,67 que representa a la variable dependiente es decir al “contenido”, además de un 45.017,20 como parte del valor ppm. Por lo expuesto, el proceso vinculado con el envasado es fundamental y permite lograr una satisfacción en cada uno de los clientes al momento de que estos hacen sus solicitudes.

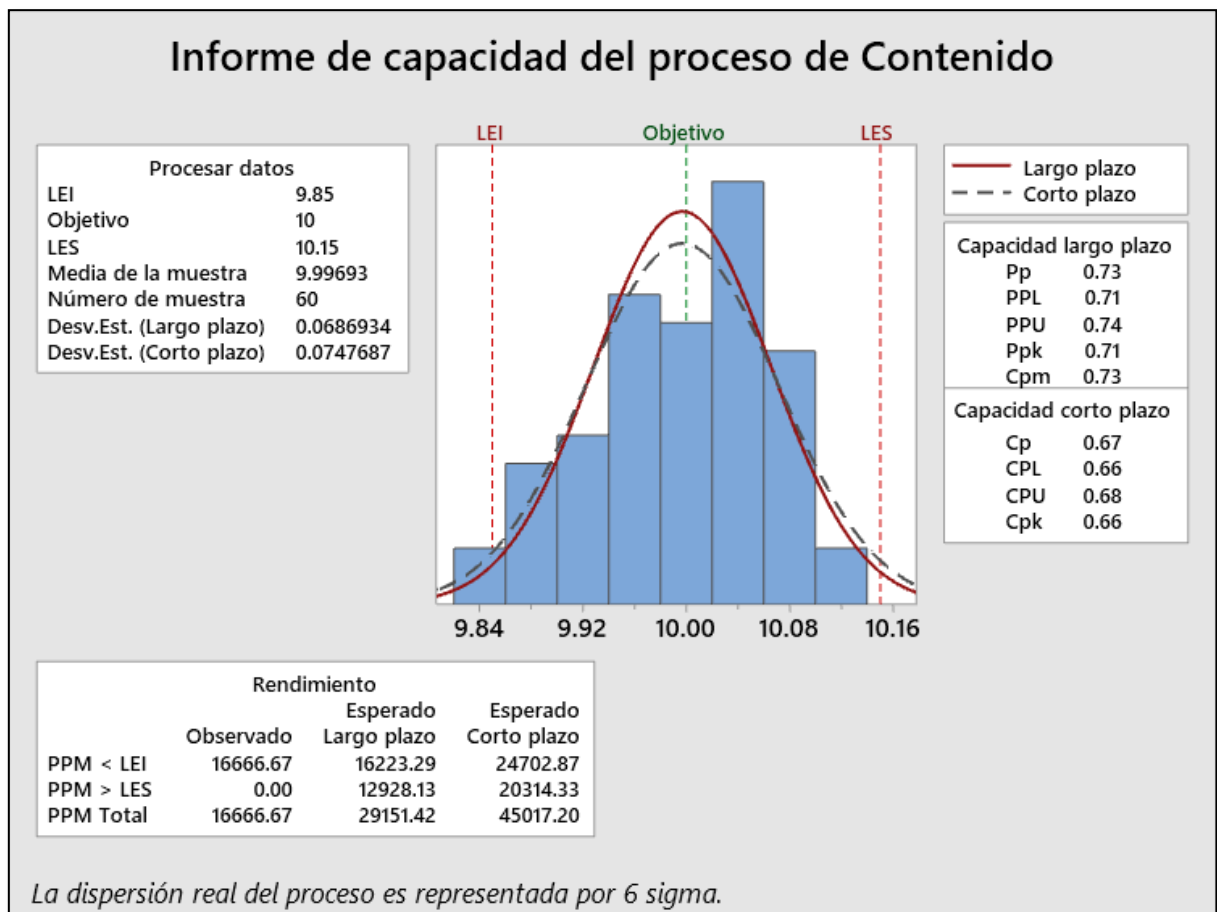


Figura 39: Grafico de Capacidad del proceso – variable contenido  
Fuente: Elaboración Propia

Será necesaria la instalación de instrumentos para la medición precisa de la presión y además del tiempo de llenado para garantizar la reducción continua de la variabilidad y la estabilidad del proceso como el tiempo de envasado. Por ello los barómetros será fundamentales como también los cronómetros automatizados.

### 4.3 Análisis Descriptivo

Se realizará en primer lugar el análisis descriptivo con el software SPSS 25.

#### Procesamiento de datos de la variable: Merma

En este apartado, se visualiza la cantidad de datos tratados y el porcentaje de clasificación de la variable merma.

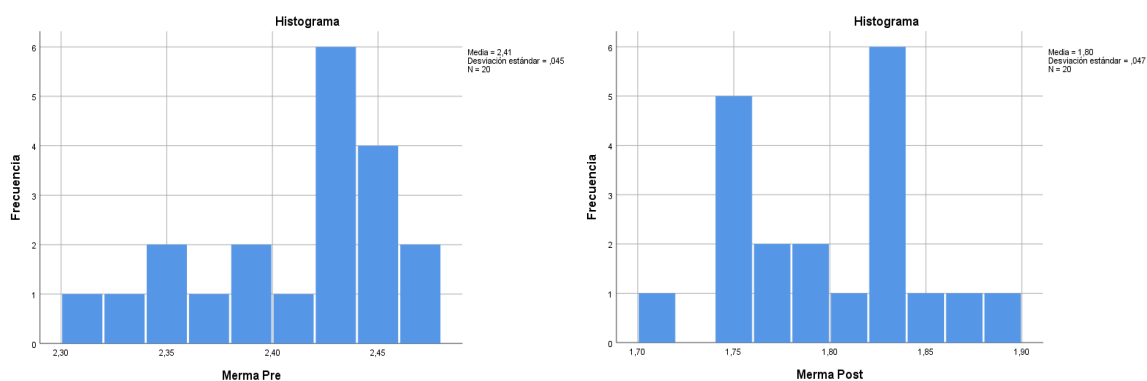
**Tabla 18.** Resumen del procesamiento de datos de la Merma

**Resumen de procesamiento de casos**

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Merma Pre	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%
Merma Post	20	100,0%	0	0,0%	20	100,0%

Fuente: Reporte de SPSS 25

Para el análisis descriptivo se utilizarán gráficos que permiten visualizar el comportamiento, así también se aprecia las medidas correspondientes a la tendencia central, además de la dispersión.



**Figura 40.** Histograma del antes y después de Merma

Fuente: Reporte de SPSS 25

**Interpretación:**

- La pérdida promedio fue 2.40 luego 1.79
- La mediana es 2,42 antes y 1,79 después.
- Los valores mínimo y máximo anteriores fueron 2,31 y 2,47 mientras que los valores mínimo y máximo fueron 1,71 y 1,88, respectivamente.
- La desviación estándar anterior es 0.45 mientras que la última es 0.47.

**4.4 Análisis Inferencial**

El análisis inferencial muestra que esta tesis describe variables fuera de las distribuciones y compara hipótesis generales y específicas con el fin de validar la hipótesis del investigador y rechazar la hipótesis nula.

## Análisis de la hipótesis general

**Hipótesis Alternativa (Ha):** La Implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.

### Regla de Decisión

- ✓ Si se tiene a un *Sig* mayor a 0.05, se considera como un comportamiento paramétrico ello en relación a los datos de la serie, mientras que si el *Sig* es menor igual 0.05 en los datos se daría un comportamiento no paramétrico

**Tabla 19.** Prueba de normalidad de la Merma

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Merma Pre	,226	20	,009	,909	20	,061
Merma Post	,145	20	,200*	,954	20	,424

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Reporte de SPSS 25

De la tabla 19, Conseguimos comprobar un valor de 0.061 como parte del nivel de significancia ello propio de la primera reducción, en cambio en la segunda se tiene el valor de 0.424 siendo estos datos mayores de 0,05; luego mediante la regla de decisión estudiada comprobamos que la hipótesis analítica de la varianza estadística es el parámetro, por lo que en este caso se le aplica la prueba t.

## Contrastación de la hipótesis general

**Hipótesis Nula (Ho):** La Implementación de la metodología Six Sigma no reduce significativamente la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.

**Hipótesis Alternativa (H<sub>a</sub>):** La Implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.

**Regla de Decisión**

$$H_0: \mu_{antes} \leq \mu_{después}$$

$$H_a: \mu_{antes} > \mu_{después}$$

Dónde

$\mu_{antes}$ : Es la media de la Merma Pre

$\mu_{después}$ : Es la media de la Merma Post

**Tabla 20.** Comparación de medias de la Merma de T-Student

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desy. Desviación	Desy. Error promedio
Par 1	Merma Pre	2,4055	20	,04513	,01009
	Merma Post	1,7960	20	,04717	,01055

Fuente: Reporte de SPSS 25

En la Tabla 20, se puede observar que la media de la merma antes de la implementación fue de 2,40 y es mayor que la media de la merma luego de la implementación de la mejora es 1,79 por lo tanto, no cumple  $H_0: \mu_{antes} \leq \mu_{después}$ . Es por eso que se con relación a las hipótesis se tiene que descartar la nula y en consecuencia aceptar la alterna, por lo que esto se aclara que la implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021

Para confirmar esta hipótesis se realiza un análisis más detallado de su validez, y se presentan estadísticas para la prueba T-Student para dos procesos de producción, tomando en cuenta:

**Regla de decisión**

- ✓ Si  $Sig \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula
- ✓ Si  $Sig > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla 21.** Estadístico de prueba T-Student para la merma

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Merma Pre - Merma Post	,60950	,06329	,01415	,57988	,63912	43,071	19	,000

Fuente: Reporte de SPSS 25

De la Tabla 21 se puede observar que la significancia de la prueba T-Student para muestras pareadas, aplicada a la variable de pérdida previa y previa, arroja un valor de 0.000, y, por tanto, de acuerdo con la regla de decisión estudiada previamente, la nula Se rechazó la hipótesis y se aceptó la hipótesis del investigador de que la aplicación del método Six Sigma reduce significativamente la merma en el proceso de llenado de GLP en una empresa de Hidrocarburos 2021.

## V.- DISCUSIÓN

La presente investigación denominada “Implementación de la Metodología Six Sigma para la reducción de merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de Hidrocarburos - Lima 2021”, en primer lugar, se identificó las voz del cliente (VOC), para determinar los CTQ (Critical to Quality) más importantes para el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo, se realizó la medición de la variable dependiente (masa) y se determinó las variables independientes (tiempo y presión) que generan la alta variabilidad en el proceso, por lo que se tuvo que buscar mediante un diseño de experimento los valores óptimos para el envasado, así también se conversó con la alta dirección y se capacito al personal, para indicar la importancia de la metodología Six Sigma y un entorno de calidad.

Esta investigación tuvo como **objetivo principal**, determinar el nivel de implementación de seis métodos SIGMA que reducen la merma del envasado de gas licuado en hidrocarburos - Lima 2021, obteniendo una reducción promedio de 2.40 en el nivel 1,79; Los resultados en comparación con Mallqui (2018), en la tesis denominados "aplicar seis métodos SIGMA para reducir los residuos de la producción de bolsas de polipropileno", para reducir para reducir el drenaje en el proceso de fabricación de procesos de fabricación. Bolsas de polipropileno. Al final, mejoré la prioridad total del nivel de riesgo (NPR) del proceso de extrusión disminuyó en un 80% (de 14 161 a 2 505) y el proceso textil cayó un 70%. (De 9.552 a 2,875) En ambos casos, los riesgos ocurren incidentes en cada proceso, por lo que se puede decir que la aplicación de seis métodos SIGMA puede reducir la reducción de desechos durante la producción de polipropileno, según lo indicado por el proceso de Gritrez (2009). de Gritrez (2009) "tiene la capacidad de respetar las especificaciones a corto plazo con  $ZC = 6$  o cuando se trata de  $ZL = 4.5$ , a corto plazo, en el corto plazo, significa  $CPK = 2$  y  $PPK$  a largo plazo = 1.5." (p. 111).

Así también, ABANTO (2016), en la tesis titulada “Mejora de la impresión en offset mediante métodos Six Sigma para reducir el número de productos incompatibles”, cuyo objetivo general es mejorar el proceso de impresión en offset de etiquetas, mediante la aplicación del método Six Sigma para reducir el número de productos

incompatibles. La cantidad de producto no es apropiada., el cual concluyó que se ha mejorado el número de etiquetas disconformes por registro y tono, y se ha reducido respectivamente de 458 a 299 y de 268 a 206 de una producción mensual aproximada de 38.232 piezas, por lo que se puede decir que la solicitud del método Six Sigma reduce el número de productos no conformes.

Al respecto al **primer objetivo específico**, calcular y analizar el nivel seis sigmas actuales del proceso de envasado, obteniéndose un aumento del nivel seis sigmas de 0.14 a 0.67, resultados comparados con BERNARDO (2016), en la tesis titulada “Aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de postulación en la Universidad Autónoma del Perú, el objetivo principal es aplicar la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de postulación en la Universidad Autónoma del Perú”, la investigadora llegó a la conclusión de que se puede Se verifica que al aplicar el método Six Sigma en el registro, el porcentaje aumenta por ciento, así como el nivel sigma inicial de 0.5 sigma y aumenta a 1.8 sigma, por lo tanto, se puede decir que el método de aplicación Six Sigma mejoró el proceso de puntuación. , en la Universidad Autónoma del Perú, en este caso, el investigador logró un mejor nivel de Six Sigma porque se redujo significativamente. La desviación estándar del proceso hace que el nivel Six Sigma aumente aún más.

Al respecto al **segundo objetivo específico**, determinar y ajustar las variables que causan variabilidad al proceso de envasado, el cual aumento de Cpk 0.11 a 0.66 comparados con ECHEVARRIA (2016), en la tesis titulada “Aplicación del método Six Sigma para mejorar la homogeneidad del producto final en una planta de llantas”, presentado al título de Ingeniero Industrial de la Universidad Mayor de San Marcos (Lima, Perú). El objetivo general es incrementar la productividad del proceso y mejorar la uniformidad del producto. Este estudio pertenece a la categoría de aplicaciones con enfoque Cualitativo y estimación cuasi-experimental. Se concluyó que la homogeneidad del producto mejoró cuando el valor de Cpk aumentó de 1.44 a 2.92. Por lo tanto, se puede decir que la aplicación de Six El método Sigma mejoró la consistencia del producto final en la planta de neumáticos.

La principal limitante para la ejecución de la presente investigación fue el reacio cambio por parte de los involucrados en la implementación de la solución y la



alta dirección, así también la empresa no recolectaba data importante del proceso de envasado lo cual es muy importante y necesaria para implementar de forma correcta la metodología Six Sigma, por lo que se tuvo que implementar los formatos y empezar a recolectar información necesaria del proceso de envasado. Por último, las variables críticas de entrada (Tiempo y Presión), son variables que pueden ser controladas de mejor forma automatizando el proceso de envasado de G.L.P., por lo que se estima que por dicha razón los resultados obtenidos mejoraron el proceso; pero no fueron los máximos esperados y se demuestra al comparar con otras investigaciones.

## VI.- CONCLUSIONES

De la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones.

1. Se concluye que la Implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021, lo cual se demostró con la disminución del promedio de la merma de 2.40 a 1.79 y que fue corroborado estadísticamente a través de la prueba de muestras emparejadas de T-Student aplicado a la variable merma y obteniendo una significancia de 0.00.
2. Se concluye que la implementación de la metodología Six Sigma mejora significativamente el nivel seis sigmas del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021, lo cual se demostró con el aumento del nivel seis sigmas de 0.14 a 0.67.
3. Se concluye que la implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la variabilidad del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021, lo cual se demostró con el aumento del Cpk de 0.11 a 0.66.

## VII.- RECOMENDACIONES

De la presente investigación se llegó a las siguientes recomendaciones.

1. Se recomienda a la alta dirección, continuar con una cultura de calidad integral para mantener en el tiempo la implementación realizada, así también efectuar las mejoras continuas para la obtención de mejores resultados.
2. Se recomienda controlar las variables críticas de entrada (Presión y Temperatura, mediante sensores de tal manera que los resultados esperados sean los mejor óptimos posibles.
3. Se recomienda, expandir la presente investigación y los resultados obtenidos a las demás plantas envasadoras que pertenecen a la compañía, de tal manera que también puedan lograr una reducción de la merma en su proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo.

## REFERENCIAS

- Antony, J. & Banuelas, R. (2002). Key Ingredients for the effective implementation of six sigma program. *Measuring Business Excellence*, 6 (4), 20-27.
- Atehortua, F. (2005). *Gestión y auditoria de la calidad para las organizaciones públicas*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Berenson, M. et al. (2006). *Estadística para la educación*. México: Pearson
- Burgos, F. et al. (1994). *Manual normas técnicas para la calidad de bienes y servicios*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carot, V. (1998). *Control Estadístico de la Calidad*. Valencia: Servicio de Publicaciones.
- Crosby, P. B. (1990). *Hablemos de Calidad*. México: McGraw-Hill.
- Chang, R.Y. & Niedzwiecki, J. G (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad*. Buenos Aires: Ediciones Granica.
- Cuatrecasas, L. (2005). *Gestión Integral de la Calidad: Implantación, control y certificación*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.
- Alcántara Lozano, Guillermo de Jesús (2017). *Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC (Tesis de bachiller)*. PUCP, PERU.
- Delgado, E. (2015). *Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plásticos (Tesis de maestría)*. PUCP, PERU.
- Deming, E. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis*. Madrid: Díaz de Santos.
- Down, Kerkstra, Cvetkovski and Benham (2005). *Manual Estadístico de Procesos*. EE. UU: AIAG.
- Eckes, G. (2004). *El Six Sigma para todos*. Colombia: Norma.
- Enrick, N. L. (1989). *Control de Calidad y beneficio empresarial*. México: Díaz de Santos.
- Evans, J. R. & Lindsay, W. M. (2008). *Administración y control de calidad*. México: Cengage Learning.

- Galgano, A. (1995). Los siete instrumentos de la calidad total. Madrid: Díaz de Santos.
- Gómez, F. et al. (2003). Seis Sigma. Madrid: Fundación Confemetal.
- Gopalakrishnan, N. (2012). Simplified six sigmas. Methodology, Tools, and Implementation. Nueva Dheli: PHI Learning private limited.
- Harris, B. (2002). Transactional six sigma and lean servicing. Estados Unidos: St. Lucie Press.
- Juran, J. M. (1990). Juran y el liderazgo para la Calidad. Madrid: Díaz de Santos.
- Juran, J. M. (1996). La Calidad por el diseño. Madrid: Díaz de Santos.
- Kalpakjian, S. & Schmid, S. R. (2002). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. México: Pearson Educación.
- McCarty, T. et al. (2005). The Six Sigma black belt handbook. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- McCarty, T., & Bremer, M., & Lorraine, D., & Praveen, G. (2004). Six Sigma Black Belt Handbook. EEUU: McGraw-Hill.
- Menéndez, F. et al. (2007). Formación superior en prevención de riesgos laborales. Valladolid: Lex Nova.
- Miranda, F. et al. (2006) Introducción a la Gestión de Calidad. Madrid: Delta Publicaciones.
- Montgomery, D. & Runger, G. (2008). Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. México: Limusa.
- Ordóñez, W. (2014). Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC (Tesis para bachiller). PUCP, PERU.
- Plaza, A. (2009). Apuntes teóricos y ejercicios de aplicación de gestión del mantenimiento industrial. México: Norma.
- Pyzdek, T. & Keller, P. (2009). The six-sigma handbook: the complete guide for green belts, and managers at all levels. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Pyzdek, T. (2003). The six-sigma handbook: revised and expanded. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Raisinghani, M.S. et al. (2005). Six sigmas: concepts, tools, and applications. Industrial Management & Data Systems, 106 (4), 491-505.

- Ranjan, N. (2004). Six Sigma: myths and realities. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 21 (6), 683-690.
- Reinoso, G. (2016). Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma (Tesis de maestría). PUCP, PERU.
- Saderra, L. (1993). El secreto de la calidad japonesa: el diseño de experimentos clásico. Barcelona: Marcombo.
- Serra, J.A. & Bugueño, G. (2004). Gestión de calidad en las pymes agroalimentarias. Valencia: Editorial de La UPV.
- Shankar, R. (2009). Process improvement using six. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Tovar, A. & Mota, A. (2007). CPMIC: Un modelo de administración por procesos. México: Panorama.
- Wilson, G. (2005). Six sigma and the product development cycle. Norfolk: Elsevier.
- Yang, K. (2003). Design for six sigmas: a roadmap for product development. New York: McGraw

# ANEXOS

**ANEXO I : Matriz de Correlación de Causas**

**MATRIZ DE CORRELACIÓN DE CAUSAS**

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	Puntaje	%
<b>C1</b>	X	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	6	9%
<b>C2</b>	0	X	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	6%
<b>C3</b>	1	1	X	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5%
<b>C4</b>	1	1	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3%
<b>C5</b>	1	1	0	0	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5%
<b>C6</b>	0	0	0	0	0	X	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2%
<b>C7</b>	1	1	0	0	0	1	X	1	1	1	0	0	1	0	1	1	9	14%
<b>C8</b>	1	1	1	0	0	1	1	X	1	1	0	0	0	0	1	1	9	14%
<b>C9</b>	1	1	1	0	0	0	0	1	X	0	0	0	0	0	0	0	4	6%
<b>C10</b>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	X	0	0	0	0	0	0	3	5%
<b>C11</b>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	X	0	0	0	1	1	5	8%
<b>C12</b>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	X	1	0	0	0	5	8%
<b>C13</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	0	0	0	2	3%
<b>C14</b>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	1	1	4	6%
<b>C15</b>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	X	0	3	5%
<b>C16</b>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	X	3	5%
																	66	100%



## ANEXO II: Matriz de Consistencia

Matriz de Consistencia				
Implementación de la Metodología Six Sigma para la reducción de merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.				
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Metodología
¿En qué medida la Implementación de la metodología Six Sigma reduce la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021?	Determinar la medida en qué la Implementación de la metodología Six Sigma reduce la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.	La Implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la merma en el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021.	Independiente Metodología Six Sigma Dimensiones DMAIC	<b>Según Enfoque:</b> Cuantitativa <b>Según el Corte:</b> Longitudinal <b>Según el tipo:</b> Explicativo <b>Técnicas de Recolección:</b> Observación <b>Instrumento de investigación:</b> Formulario de registro de datos <b>Diseño de la Investigación</b> Experimental <b>Procedimiento y Analisis de datos</b> Se utilizara el software de procesamiento de datos Minitab <b>Población:</b> Balones de 10 kg <b>Muestra:</b> Balones de 10kg llenados en un determinado tiempo
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variables	
¿Cuál es el nivel seis sigma actual del proceso de envasado?	Calcular y Analizar el nivel seis sigma actual del proceso de envasado	La implementación de la metodología Six Sigma mejora significativamente el nivel seis sigma del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021	Dependiente Reducción de Merma Dimensiones Merma Normal	
¿Cómo la metodología Six Sigma reduce la variabilidad del proceso?	Determinar y Ajustar las variables que causan variabilidad al proceso de envasado	La implementación de la metodología Six Sigma reduce significativamente la variabilidad del proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo en una empresa de hidrocarburos - Lima 2021		

### ANEXO III: Matriz de Operacionalidad

Matriz de Operacionalidad										
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Categorías o dimensiones	Definición de la categoría o dimensión	Indicador	Instrumento	Nivel de medición	Unidad de medida	Frecuencia	Tipo de Variable
Metodología Six Sigma	PEREZ (2010). Six Sigma es una metodología que consiste en eliminar y minimizar defectos de los productos. Centrándose en la variabilidad de este. Utiliza la estadística para el estudio de procesos, siempre y cuando estén dentro de los límites de exigencia del cliente.	Permite utilizar herramientas estadísticas para el estudio del proceso teniendo como meta reducir los defectos en la entrega del producto para la satisfacción de los clientes, entregándoles un producto de calidad.	Definir	Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores.	Necesidad del Cliente	VOC	N/A	N/A	N/A	N/A
			Medir	En esta etapa se recolecta datos, para determinar el comportamiento de la variable de salida, y así determinar la capacidad del proceso.	$C_p = (LCS-LCI)/6\sigma$	Formato de Recolección de datos	Razón	Escalar	Mensual	Cualitativa
			Analizar	Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC.	Análisis de Causa - Identificación de Causa Principal	Diagrama de Ishikawa - Pareto	N/A	N/A	N/A	N/A
			Implementar	Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso.	ANOVA - DOE	Formato de Recolección de datos	Razón	Escalar	Mensual	Cualitativa
			Controlar	Finalmente, una vez que encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo. Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente.	$DPMO = 1,000,000 * DPO$	Formato de Recolección de datos	Razón	Escalar	Mensual	Cualitativa
Merma	GONZALES (2011).La merma es la pérdida de valor de existencias consistente en la diferencia entre el stock de las mismas que aparece reflejado en la contabilidad y las existencias reales que hay en el almacén	Se considera merma la cantidad de producto que se pierde en el proceso productivo como resultado del mismo	Merma normal	Se genera por la naturaleza del proceso de producción.	1- (Balones envasados*10/Total Carga)*100	Formato de Recolección de datos	Razón	Escalar	Mensual	Cualitativa

## ANEXO IV: Validación de Instrumento – Especialista 1



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Metodología Six Sigma, Merma

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Definir							
1	Determinar la Necesidad del Cliente	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 2:</b> Medir							
2	Capacidad del Proceso: $C_p = (LCS-LCI) / 6\sigma$	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 3:</b> Analizar							
3	Análisis de Causa - Identificación de Causa Principal	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 4:</b> Implementar							
4	ANOVA - DOE	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 5:</b> Controlar							
5	DPMO = $1,000,000 * DPO$	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Merma Normal	Si	No	Si	No	Si	No	
6	1- (Balones envasados*10/Total Carga) *100	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **HAY SUFICIENCIA**

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [ X ]**            **Aplicable después de corregir [ ]**            **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: **Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo**            **DNI: 07500140**

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 16 de agosto del 2021

GUSTAVO ADOLFO  
MONTAYA CÁRDENAS  
INGENIERO INDUSTRIAL  
RNE: 144331

Firma del Experto Informante.

## ANEXO V: Validación de Instrumento – Especialista 2



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Metodología Six Sigma, Merma

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Definir</b>							
1	Determinar la Necesidad del Cliente	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 2: Medir</b>							
2	Capacidad del Proceso: $C_p = (LCS-LCI) / 6\sigma$	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 3: Analizar</b>							
3	Análisis de Causa - Identificación de Causa Principal	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 4: Implementar</b>							
4	ANOVA - DOE	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 5: Controlar</b>							
5	DPMO = 1,000,000*DPO	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 1: Merma Normal</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
6	1- (Balones envasados*10/Total Carga) *100	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **SI HAY SUFICIENCIA**

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [  ]        Aplicable después de corregir [  ]        No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: Percy Sixto Sunohara Ramirez        DNI: 40608759

Especialidad del validador: MSc. Dirección de TI, Ingeniero Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

30 de agosto del 2021

-----  
Firma del Experto Informante.

## ANEXO VI: Validación de Instrumento – Especialista 3



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: Metodología Six Sigma, Merma

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Definir</b>							
1	Determinar la Necesidad del Cliente	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 2: Medir</b>							
2	Capacidad del Proceso: $C_p = (LCS-LCI) / 6\sigma$	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 3: Analizar</b>							
3	Análisis de Causa - Identificación de Causa Principal	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 4: Implementar</b>							
4	ANOVA - DOE	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 5: Controlar</b>							
5	DPMO = $1,000,000 * DPO$	X		X		X		
	<b>DIMENSIÓN 1: Merma Normal</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
6	1- (Balones envasados*10/Total Carga) *100	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable [ X ]**        **Aplicable después de corregir [ ]**        **No aplicable [ ]**

Apellidos y nombres del juez validador. **Dr/ Mg: Augusto Paz Campaña**    **DNI: 07945812**

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo


<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

30 de agosto del 2021

Firma del Experto Informante.

## ANEXO VII: Instrumentos de Recolección de Datos

	<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1A</b>	Código: S01
		Versión: 00
Fecha : 17/03/2019		
MACROPROCESOS		Producción, Gestión de Calidad, Planeamiento y Control de la Producción
S01 Producción		

Nombre del responsable de recolección de datos:	
Fecha:	

N°	Contenido (kg)	Hora	Máquina	Operario
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Firma de Responsable de recolección de datos	
--	--

Elaborado por:	
Revisado por:	
Aprobado por:	



MACROPROCESOS

S01 Producción

### FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1B

Código: S01

Versión: 00

Fecha : 17/03/2019

Producción, Gestión de  
Calidad, Planeamiento y  
Control de la Producción

Nombre del responsable de  
recolección de datos:

Fecha:

N°	Contenido (kg)	Temperatura (T°)	Hora	Máquina	Operario
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Firma de Responsable de recolección de datos

Elaborado por:	
Revisado por:	
Aprobado por:	



MACROPROCESOS

S01 Producción

## FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1C

Código: S01

Versión: 00

Fecha : 17/03/2019

Producción, Gestión de  
Calidad, Planeamiento y  
Control de la Producción

Nombre del responsable de  
recolección de datos:

Fecha:

Nº	Contenido (kg)	Tiempo (Seg)	Hora	Máquina	Operario
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Firma de Responsable de  
recolección de datos

Elaborado por:

Revisado por:

Aprobado por:





MACROPROCESOS

S01 Producción

## FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1D

Código: S01

Versión: 00

Fecha : 17/03/2019

Producción, Gestión de  
Calidad, Planeamiento y  
Control de la Producción

Nombre del responsable de  
recolección de datos:

Fecha:

N°	Contenido (kg)	Presión (PSI)	Hora	Máquina	Operario
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Firma de Responsable de  
recolección de datos

Elaborado por:

Revisado por:

Aprobado por:



MACROPROCESOS

S01 Producción

## FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1E

Código: S01

Versión: 00

Fecha : 17/03/2019

Producción, Gestión de  
Calidad, Planeamiento y  
Control de la Producción

Nombre del responsable de  
recolección de datos:

Fecha:

N°	Cantidad de Balones	Carga Utilizada Teórica	Carga Utilizada Real	Productividad	Porcentaje de Merma
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Firma de Responsable de  
recolección de datos

Elaborado por:

Revisado por:

Aprobado por:

## ANEXO VIII: Autorización de la Empresa



### CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE DATOS DE LA EMPRESA

Yo JUAN RODOLFO WONG PERONE, identificado con DNI 08193602, en mi calidad de GERENTE GENERAL del área de la GERENCIA GENERAL de la empresa/institución EXTRAGAS S.A. con R.U.C N° 20174640514.

#### OTORGO LA AUTORIZACIÓN

Al señor CRISTIAN PATRICIO BAZAN identificado con DNI N°46336354, bachiller de la escuela profesional de ingeniería industrial; que utilice la siguiente información de la empresa:

- Datos Generales de la Empresa.
- Formularios, Registros y otros documentos de la empresa.
- Fotografías y alguna información adicional.

con la finalidad de que pueda desarrollar su taller de elaboración de tesis para optar el Título Profesional.

Con respecto al uso del nombre de la empresa, en mi calidad de representante legal, manifiesto que:

- ( ) Se debe mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
(X) Se puede mencionar el nombre de la empresa en la tesis.

Adjuntar a esta carta la siguiente información del representante legal (firmante):

- Vigencia de Poder o Ficha RUC o consulta RUC (para el caso de empresas privadas).
- ROF o MOF o Resolución de designación (para el caso de empresas públicas)
- Copia del DNI del Representante Legal (para validar su firma en el formato).

PLANTA ENVASADORA DE GLP  
EXTRA GAS S.A.  
.....  
JUAN RODOLFO WONG PERONE  
GERENTE GENERAL  
Firma y sello del Representante Legal  
DNI: 08193602

El Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el bachiller será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Firma del Bachiller  
DNI: 46336354



**FICHA RUC : 20174640514**  
**PLANTA ENVASADORA DE G.L.P.EXTRA GAS S.A**

Número de Transacción : 46782854  
CIR - Constancia de Información Registrada

**Información General del Contribuyente**

**Apellidos y Nombres ó Razón Social** : PLANTA ENVASADORA DE G.L.P.EXTRA GAS S.A  
**Tipo de Contribuyente** : 26-SOCIEDAD ANONIMA  
**Fecha de Inscripción** : 16/09/1993  
**Fecha de Inicio de Actividades** : 08/09/1993  
**Estado del Contribuyente** : ACTIVO  
**Dependencia SUNAT** : 0021 - INTENDENCIA LIMA  
**Condición del Domicilio Fiscal** : HABIDO  
**Emissor electrónico desde** : 04/01/2016  
**Comprobantes electrónicos** : FACTURA (desde 04/01/2016), (desde 06/01/2016),BOLETA (desde 08/01/2018)

**Datos del Contribuyente**

**Nombre Comercial** : EXTRA GAS  
**Tipo de Representación** : -  
**Actividad Económica Principal** : 4923 - TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA  
4661 - VENTA AL POR MAYOR DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y  
**Actividad Económica Secundaria 1** : GASEOSOS Y PRODUCTOS CONEXOS  
**Actividad Económica Secundaria 2** : 4510 - VENTA DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES  
**Sistema Emisión Comprobantes de Pago** : MANUAL  
**Sistema de Contabilidad** : COMPUTARIZADO  
**Código de Profesión / Oficio** : -  
**Actividad de Comercio Exterior** : **SIN ACTIVIDAD**  
**Número Fax** : - - 5776500  
**Teléfono Fijo 1** : 1 - 5776500  
**Teléfono Fijo 2** : 1 - 5776504  
**Teléfono Móvil 1** : - - 995710561  
**Teléfono Móvil 2** : -  
**Correo Electrónico 1** : administracion@extragas.net  
**Correo Electrónico 2** : contabilidad@extragas.net

**Domicilio Fiscal**

**Actividad Económica** : 4923 - TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA  
**Departamento** : PROV. CONST. DEL CALLAO  
**Provincia** : PROV. CONST. DEL CALLAO  
**Distrito** : CALLAO  
**Tipo y Nombre Zona** : URB. INDUSTRIAL OQUENDO  
**Tipo y Nombre Vía** : AV. NESTOR GAMBETTA  
**Nro** : -  
**Km** : 8.5  
**Mz** : B-U  
**Lote** : 11  
**Dpto** : -  
**Interior** : -  
**Otras Referencias** : AUTP. A VENTANILLA-PARADERO LUBRICANTES  
**Condición del inmueble declarado como Domicilio Fiscal** : ALQUILADO

**Datos de la Empresa**

**Fecha Inscripción RR.PP** : 06/06/1995  
**Número de Partida Registral** : -  
**Tomo/Ficha** : 7118  
**Folio** : -  
**Asiento** : -  
**Origen del Capital** : NACIONAL  
**País de Origen del Capital** : -

**Registro de Tributos Afectos**

Tributo	Afecto desde	Marca de Exoneración	Exoneración	
			Desde	Hasta
IGV - OPER. INT. - CTA. PROPIA	08/09/1993	-	-	-
IGV - PERCEPCION VENTA INTERNA	01/01/2005	-	-	-
RENTA-3RA. CATEGOR.-CTA.PROPIA	01/08/2017	-	-	-
RENTA 4TA. CATEG. RETENCIONES	01/03/2000	-	-	-
RENTA 5TA. CATEG. RETENCIONES	01/07/1999	-	-	-
RENTA 6TA. CATEG. RETENCIONES	01/07/1999	-	-	-

---

**Representantes Legales**

<b>Tipo y Número de Documento</b>	<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Cargo</b>	<b>Fecha de Nacimiento</b>	<b>Fecha Desde</b>	<b>Nro. Orden de Representación</b>
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -06450848	WONG PERONE MANUEL FERNANDO	DIRECTOR	10/01/1969	02/01/2001	-
	<b>Dirección</b>	<b>Ubigeo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>	
	URB. LA CALERA DE LA MERCED CAL. MARCO POLO 195(ALTURA CUADRA 41 DE AV. AVIACION)	LIMA LIMA SURQUILLO	15 - 4496796	-	
<b>Tipo y Número de Documento</b>	<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Cargo</b>	<b>Fecha de Nacimiento</b>	<b>Fecha Desde</b>	<b>Nro. Orden de Representación</b>
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -08193444	WONG PERONE NELLY ELENA	DIRECTOR	29/12/1959	12/08/1997	-
	<b>Dirección</b>	<b>Ubigeo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>	
	URB. LA CALERA DE LA MERCED CAL. MARCO POLO 195	LIMA LIMA SURQUILLO	15 - -	-	
<b>Tipo y Número de Documento</b>	<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Cargo</b>	<b>Fecha de Nacimiento</b>	<b>Fecha Desde</b>	<b>Nro. Orden de Representación</b>
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -08193602	WONG PERONE JUAN RODOLFO	GERENTE GENERAL	01/09/1961	02/01/2001	-
	<b>Dirección</b>	<b>Ubigeo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>	
	URB. LA CALERA DE LA MERCED CAL. MARCO POLO 195	LIMA LIMA SURQUILLO	15 - -	-	

---

**Otras Personas Vinculadas**

<b>Tipo y Nro.Doc.</b>	<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Vinculo</b>	<b>Fecha de Nacimiento</b>	<b>Fecha Desde</b>	<b>Origen</b>	<b>Porcentaje</b>
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -09298399	WONG PERONE CARLOS ALFREDO	SOCIO	25/05/1967	12/08/1997	-	15.000000000
	<b>Dirección</b>	<b>Ubigeo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>		
		- - -	- - -	-		
<b>Tipo y Nro.Doc.</b>	<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Vinculo</b>	<b>Fecha de Nacimiento</b>	<b>Fecha Desde</b>	<b>Origen</b>	<b>Porcentaje</b>
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -08201921	WONG PERONE JORGE GUILLERMO	SOCIO	17/11/1957	05/05/1994	-	35.000000000
	<b>Dirección</b>	<b>Ubigeo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>		
		- - -	- - -	-		

---

**Importante**

La SUNAT se reserva el derecho de verificar el domicilio fiscal declarado por el contribuyente en cualquier momento.

Documento emitido a través de SOL - SUNAT Operaciones en Línea, que tiene validez para realizar trámites Administrativos, Judiciales y demás

---

DEPENDENCIA SUNAT  
Fecha: 13/09/2021  
Hora: 22:47




# ANEXO IX: Toma de Datos

	<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1A</b>	Código: S01
		Versión: 00 Fecha : 17/03/2019 Producción, Gestión de Calidad, Planeamiento y Control de la Producción
MACROPROCESOS S01 Producción		

Nombre del responsable de recolección de datos:	Efraín Egusquiza Mabo
Fecha:	08/06/2021

N°	Contenido (kg)	Hora	Máquina	Operario
01	9,819	3:10 pm	1	Hector
02	9,729	3:20 pm	2	Juan
03	10,444	3:35 pm	3	Cesar
04	10,428	3:45 pm	4	Kaíl
05	10,777	4:10 pm	5	Tomás
06	9,711	4:20 pm	6	Germaín
07	9,981	4:35 pm	7	Marco
08	10,184	4:45 pm	8	Isidro
09	10,479	5:10 pm	1	Hector
10	9,935	5:20 pm	2	Juan
11	10,153	5:35 pm	3	Cesar
12	9,748	5:45 pm	4	Kaíl
13	9,882	6:10 pm	5	Tomás
14	10,211	6:20 pm	6	Germaín
15	9,971	6:35 pm	7	Marco
16	9,808	6:45 pm	8	Isidro
17	9,143	7:10 pm	1	Hector
18	10,065	7:20 pm	2	Juan
19	9,927	7:35 pm	3	Cesar
20	10,394	7:45 pm	4	Kaíl

Firma de Responsable de recolección de datos	
--	--

Elaborado por:	Cristian Patricio Bazan
Revisado por:	Ing. Jhonatan Rojas Polo
Aprobado por:	Juan Wong Peroné





**FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1B**

Código: S01  
 Versión: 00  
 Fecha : 17/03/2019  
 Producción, Gestión de Calidad, Planeamiento y Control de la Producción

Nombre del responsable de recolección de datos: Cristian Patricio Bazán  
 Fecha: 12/10/19

N°	Contenido (kg)	Temperatura (T°)	Hora	Máquina	Operario
01	10.21	-37,5	3:30 PM	1	Hector
02	10.01	-37,5	3:35 PM	2	Juan
03	10.12	-37,5	3:38 PM	3	Cesar
04	9.94	-37,5	3:39 PM	4	Raúl
05	10.23	-37,5	3:42 PM	5	Tomas
06	10.18	-35,6	3:46 PM	6	German
07	10.26	-35,6	3:47 PM	7	Marcos
08	10.01	-35,6	3:52 PM	8	Isidro
09	10.06	-35,6	3:55 PM	9	Hector
10	10.00	-35,6	3:58 PM	10	Juan
11	10.08	-34,8	4:00 PM	11	Cesar
12	10.04	-34,8	4:02 PM	12	Raúl
13	10.12	-34,8	4:04 PM	13	Tomas
14	9.96	-34,8	4:10 PM	14	German
15	10.17	-34,8	4:12 PM	15	Marcos
16	10.12	-33,4	4:15 PM	16	Isidro
17	10.07	-33,4	4:18 PM	17	Hector
18	9.98	-33,4	4:22 PM	18	Juan
19	9.81	-33,4	4:25 PM	19	Cesar
20	9.97	-33,4	4:28 PM	20	Raúl

Firma de Responsable de recolección de datos:

Elaborado por:	Cristian Patricio Bazan
Revisado por:	Ing. Jhonatan Rojas Polo
Aprobado por:	Juan Wong Peroné

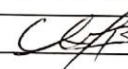




	<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1C</b>	Código: S01
		Versión: 00 Fecha : 17/03/2019 Producción, Gestión de Calidad, Planeamiento y Control de la Producción
<b>MACROPROCESOS</b> S01 Producción		

Nombre del responsable de recolección de datos:	Cristian Patricio Bazán
Fecha:	10/10/19

N°	Contenido (kg)	Tiempo (Seg)	Hora	Máquina	Operario
01	10.37	46	3:20 pm	1	Héctor
02	10.37	46	3:55 pm	2	Juan
03	10.15	46	4:16 pm	3	Cesar
04	10.11	46	4:26 pm	4	Raúl
05	10.24	46	4:48 pm	5	Tomás
06	10.12	44	4:56 pm	6	Germañ
07	10.06	44	5:10 pm	7	Marco
08	10.12	44	5:18 pm	8	Isidro
09	10.19	44	5:32 pm	1	Héctor
10	10.17	44	5:46 pm	2	Juan
11	10.09	42	5:58 pm	3	Cesar
12	9.96	42	6:12 pm	4	Raúl
13	9.94	42	6:19 pm	5	Tomás
14	9.98	42	6:31 pm	6	Germañ
15	10.01	42	6:52 pm	7	Marco
16	9.70	40	7:05 pm	8	Isidro
17	9.87	40	7:16 pm	1	Héctor
18	9.82	40	7:32 pm	2	Juan
19	9.74	40	7:44 pm	3	Cesar
20	9.61	40	7:52 pm	4	Raúl

Firma de Responsable de recolección de datos	
--	--

Elaborado por:	Cristian Patricio Bazán
Revisado por:	Ing. Jhonatan Rojas Polo
Aprobado por:	Juan Wong Peroné





MACROPROCESOS

501 Producción

### FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1D

Código: 501

Versión: 00

Fecha : 17/03/2019

Producción, Gestión de  
Calidad, Planeamiento y  
Control de la Producción

Nombre del responsable de  
recolección de datos:

Cristian Patricio Bazan

Fecha:

11/01/19

N°	Contenido (kg)	Presión (PSI)	Hora	Máquina	Operario
01	8.94	100	2:12 pm	1	Hector
02	8.79	100	3:21 pm	2	Juan
03	8.80	100	3:28 pm	3	Cesar
04	8.69	100	3:46 pm	4	Raúl
05	8.98	100	4:02 pm	5	Tomas
06	9.20	105	4:14 pm	6	Germán
07	9.35	105	4:26 pm	7	Marco
08	9.12	105	4:38 pm	8	Isidro
09	9.27	105	4:54 pm	1	Hector
10	9.36	105	4:58 pm	2	Juan
11	9.63	115	5:10 pm	3	Cesar
12	9.62	115	5:18 pm	4	Raúl
13	9.56	115	5:30 pm	5	Tomas
14	9.70	115	5:46 pm	6	Germán
15	9.73	115	6:10 pm	7	Marco
16	9.93	120	6:21 pm	8	Isidro
17	10.06	120	6:42 pm	1	Hector
18	10.01	120	6:54 pm	2	Juan
19	10.05	120	7:08 pm	3	Cesar
20	9.92	120	7:14 pm	4	Raúl

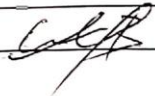
Firma de Responsable de  
recolección de datos

Elaborado por:	Cristian Patricio Bazan
Revisado por:	Ing. Jhonatan Rojas Polo
Aprobado por:	Juan Wong Peroné

	<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1E</b>	Código: S01
		Versión: 00
MACROPROCESOS		Fecha : 17/03/2019
S01 Producción		Producción, Gestión de Calidad, Planeamiento y Control de la Producción

Nombre del responsable de recolección de datos:	Cristian Patricio Bazan
Fecha:	10/08/19

N°	Cantidad de Balones	Carga Utilizada Teórica	Carga Utilizada Real	Productividad	Porcentaje de Merma
01	2929	29290	30000	0,9764	2,36
02	2927	29270	30000	0,9757	2,43
03	2930	29300	30000	0,9766	2,34
04	2928	29280	30000	0,9761	2,39
05	2931	29310	30000	0,9769	2,31
06	2927	29270	30000	0,9756	2,44
07	2927	29270	30000	0,9756	2,44
08	2926	29260	30000	0,9753	2,47
09	2928	29280	30000	0,9759	2,41
10	2929	29290	30000	0,9765	2,35
11	2927	29270	30000	0,9757	2,43
12	2928	29280	30000	0,9761	2,39
13	2926	29260	30000	0,9754	2,46
14	2928	29280	30000	0,9758	2,42
15	2928	29280	30000	0,9760	2,40
16	2927	29270	30000	0,9756	2,44
17	2927	29270	30000	0,9758	2,42
18	2928	29280	30000	0,9758	2,42
19	2927	29270	30000	0,9758	2,42
20	2930	29300	30000	0,9767	2,33

Firma de Responsable de recolección de datos	
--	--

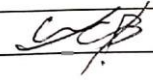
Elaborado por:	Cristian Patricio Bazan
Revisado por:	Ing. Jhonatan Rojas Polo
Aprobado por:	Juan Wong Peroné



 <b>MACROPROCESOS</b> S01 Producción	<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - 1E</b>	Código: S01 Versión: 00 Fecha : 17/03/2019 Producción, Gestión de Calidad, Planeamiento y Control de la Producción

Nombre del responsable de recolección de datos: Fecha:	Cristian Patricio Bazan 10/03/21
---	-------------------------------------

N°	Cantidad de Balones	Carga Utilizada Teórica	Carga Utilizada Real	Productividad	Porcentaje de Merma
01	2946	29460	30000	0,9821	1,79
02	2946	29460	30000	0,9821	1,79
03	2947	29470	30000	0,9825	1,75
04	2946	29460	30000	0,9820	1,80
05	2948	29480	30000	0,9825	1,75
06	2945	29450	30000	0,9817	1,83
07	2947	29470	30000	0,9823	1,77
08	2948	29480	30000	0,9826	1,74
09	2946	29460	30000	0,9818	1,82
10	2947	29470	30000	0,9824	1,76
11	2949	29490	30000	0,9829	1,71
12	2944	29440	30000	0,9812	1,88
13	2948	29480	30000	0,9825	1,75
14	2948	29480	30000	0,9825	1,75
15	2945	29450	30000	0,9817	1,83
16	2944	29440	30000	0,9813	1,87
17	2945	29450	30000	0,9815	1,85
18	2945	29450	30000	0,9817	1,83
19	2945	29450	30000	0,9818	1,82
20	2945	29450	30000	0,9817	1,83

Firma de Responsable de recolección de datos 
---

Elaborado por:	Cristian Patricio Bazan
Revisado por:	Ing. Jhonatan Rojas Polo
Aprobado por:	Juan Wong Peroné



