



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Aumento del rendimiento de jarabe en fábrica de bebidas  
gaseosas a través de la aplicación de la metodología Six Sigma  
(DMAIC)”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentada por:**

**Omar Valentin Malagón Gonzalez**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2023**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios porque siempre está conmigo y me da el entendimiento como la sabiduría en cada paso que doy.

A mis padres por su amor y apoyo incondicional desde el día en que nací.

A mi esposa e hijos a quienes amo tanto y son la razón de seguir cada día aprendiendo e implementando con pasión lo aprendido.

# DEDICATORIA

Dedicado a mi esposa Paola y mis amados hijos Milena, Lucas y Oliver.

A mis Padres Vicente y Rosa por su guía en todo momento de mi vida.

A mis hermanas Ari, Viví y Tati que siempre han estado conmigo apoyándome.

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN

---

**Ana Rivas F. Ph.D.  
DECANA DE LA FIMCP  
PRESIDENTE**

---

**Ma. Fernanda López S. M.sc.  
DIRECTORA DE PROYECTO**

---

**Marcos Buestán B. Ph.D.  
VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Omar Valentin Malagón  
González

## RESUMEN

Este proyecto se realizó en una fábrica productora de bebidas gaseosas en la ciudad de Guayaquil, en el área de envasado, porque durante el análisis se detectó pérdidas de rendimiento de jarabe en producción normal, tanto por fugas como por derrames, con un impacto de \$299.481 a los costos de la compañía.

El objetivo del proyecto era aumentar el rendimiento de jarabe de la fábrica al 99,3%, mejorando la rentabilidad de la compañía. Para lograr el objetivo se implementó la Metodología DMAIC, a través de cada una de sus fases: definir, medir, analizar, implementar y controlar.

En la primera etapa se priorizaron las pérdidas, donde el rendimiento de jarabe tenía el primer lugar de afectación de costos, luego se procedió a estratificar por cada una de las líneas, en la que se eligió las líneas L2 y L5 según análisis de Pareto, dejando como meta el 99,5% de rendimiento de jarabe para el 2022 en ambas líneas y como meta de fábrica el 99,3%.

En la etapa de medición se entendió las variables que impactan en el proceso y cuáles de ellas debían ser controlables en cada proceso productivo. Por último, de esta etapa, se definieron los problemas enfocados en los que se centra el proyecto.

En la etapa de análisis se empezó por determinar cuáles son las potenciales causas que impactan el rendimiento de jarabe en línea L2 y L5 respectivamente, y se determinaron las causas raíz de las desviaciones.

En la etapa de implementación de contramedidas se realizó en conjunto con el equipo con experiencia técnica, operación y coordinación el levantamiento de un plan de acción que ayude a solucionar y eliminar las causas raíz, es importante colocar un responsable y fechas a cada una de las contramedidas a implementar.

En la etapa de control se levantó un plan de monitoreo con frecuencia y responsable, que se unificó a la rutina del proceso para garantizar la obtención de los resultados y que las mejoras implementadas se mantengan en el tiempo.

Por último, se obtuvo un resultado de rendimiento de jarabe de 99,6% vs el objetivo establecido de 99,3% y un ahorro anual de \$151.831, cumpliendo así con el objetivo general del proyecto.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes y justificación.....	1
1.2 Objetivo general.....	2
1.3 Objetivos específicos.....	2
1.4 Marco teórico.....	2
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>2. Aplicación de la Metodología.....</b>	<b>5</b>
2.1. Fase Definición .....	5
2.1.1 Origen del proyecto.....	5
2.1.2 Descripción del problema .....	6
2.1.3 Alcance del proyecto .....	6
2.1.4 Información histórica.....	7
2.1.5 Establecimiento del objetivo del proyecto.....	8
2.1.2 Descripción del proble2.1.6 Objetivo SMART.....	9
2.1.7 Ahorro Projectado.....	10
2.1.8 Project Charter .....	13
2.1.9 Conformación de Equipos de Proyectos.....	13
22.1.10 Kick off de Proyectos.....	14
2.2 Fase de Medición.....	14
2.2.1 Diagrama de Flujo de Proceso.....	15
2.2.2 Restauración de condiciones básicas de los equipos .....	16
2.2.3 Plan de Medición.....	17
2.2.4 Datos históricos rendimiento por tamaño en Línea L2 y L5. ....	18
2.2.5 Prueba de Normalidad.....	20
2.2.6 Cartas de control para Rendimiento de jarabe por tamaño de bebida.....	22
2.2.7 Capacidad del proceso.....	26
2.2.8 Problemas enfocados .....	28
2.2.3 Plan de Medición.....	17
2.3- Fase de Análisis.....	29
2.3.1 Identificación de X Potenciales .....	29
2.3.2 Diagrama causa – efecto .....	29
2.3.3 Matriz de causa- efecto.....	30
2.3.4 Plan de verificación de X potenciales .....	31
2.3.5 Resultado de la verificación de X potenciales .....	60
2.3.6 Análisis por qué múltiple o 5 ¿Por qué?.....	61

<b>CAPITULO 3</b>	
<b>3. MEJORAMIENTO DEL PROCESO</b> .....	63
3.1 Mejorar.....	63
3.2 Plan de contramedidas.....	64
3.3 Desarrollo del plan de contramedidas.....	64
<b>CAPITULO 4</b>	
<b>4. RESULTADOS Y CONTROL</b> .....	73
4.1 Plan de Monitoreo.....	73
4.1.1 Tubos de venteo de línea L2 y L5.....	73
4.1.2 Contenido Neto 2000cc Línea L2 y 500cc Línea L5.....	75
4.1.3 Empuje Jarabe de Línea L2 y L5.....	76
4.1.4 Sellos de botella de Línea L2 y L5.....	79
4.1.5 Aplicación de estándares .....	80
4.2 Resultados.....	81
<b>CAPITULO 5</b>	
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	85
5.1 Conclusiones.....	85
5.2 Recomendaciones.....	86
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ABREVIATURAS

AMEF	Análisis del Modo y Efecto de Fallas
CD	Centro de Distribución
CP	Índice de capacidad potencial del proceso
CPK	Índice de capacidad real del proceso
CTQ	Critica para la Calidad
DMAIC	Definir, medir, analizar, implementar y controlar
KPIs	Key Performance Indicator (Indicador Clave de Desempeño)
L2	Línea 2
L5	Línea 5
OT	Orden de Trabajo
PCM	Plan de control de Mantenimiento
PDCA	Plan, Do, Check, Act/Adjust (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar o Ajustar)
PET	Envase de Polímero de Etileno
PP	Puntos Porcentuales
SAP	Sistema ERP para gestión de información
SIPOC	Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers (Proveedor, Entradas, Proceso, Salidas, Clientes)
SMART	Específico, Medible, Alcanzable, Realista, Temporal
SKU	Stock Keeping Unit (número de referencia único de un producto)
SOP	Standard Operation Procedure (Procedimiento Estándar de Operación)
VOC	Voice of Consumer (La Voz del Consumidor)
VS	Versus

## SIMBOLOGÍA

cc.	Centímetros cúbicos
cm.	Centímetros
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
H <sub>0</sub> :	Hipótesis Nula
H <sub>1</sub> :	Hipótesis Alterna

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1	Rendimiento de Jarabe durante el 2021..... 6
Figura 2.2	Pareto de líneas de producción por perdida de rendimiento de Jarabe..... 8
Figura 2.3	Rendimiento de jarabe del año 2021 para línea L2..... 9
Figura 2.4	Rendimiento de jarabe del año 2021 para línea L5..... 9
Figura 2.5	Proyección de línea L2 para el 2022..... 10
Figura 2.6	Proyección de línea L5 para el 2022..... 10
Figura 2.7	Meta y Ahorro Proyectado 2022..... 12
Figura 2.8	Project Charter del proyecto de aumento de rendimiento de jarabe para fábrica de bebidas..... 13
Figura 2.9	Conformación del Equipo de Trabajo ..... 14
Figura 2.10	Diagrama de flujo de proceso parte A de fábrica de bebidas Carbonatadas..... 15
Figura 2.11	Diagrama de flujo de proceso parte B de fábrica de bebidas carbonatadas ..... 16
Figura 2.12	Litros de bebida perdida por Tamaño línea L2..... 18
Figura 2.13	Grafico de cajas por tamaño línea L2..... 19
Figura 2.14	Pareto de perdida de rendimiento por Tamaños en línea L5..... 19
Figura 2.15	Grafico de cajas por tamaño línea L5..... 20
Figura 2.16	Prueba de Normalidad Línea L2 tamaño 2000cc ..... 21
Figura 2.17	Prueba de Normalidad Línea L5 tamaño 500cc ..... 22
Figura 2.18	I-MR Operador 1 para línea L2 2000cc ..... 23
Figura 2.19	I-MR Operador 2 para línea L2 2000cc ..... 23
Figura 2.20	I-MR Operador 3 para línea L2 2000cc..... 24
Figura 2.21	I-MR Operador 1 para línea L5 500cc ..... 25
Figura 2.22	I-MR operador 2 para línea L5 500cc ..... 25
Figura 2.23	I-MR Operador 3 para línea L5 500cc ..... 26
Figura 2.24	Capacidad de procesos línea L2 2000cc ..... 27
Figura 2.25	Capacidad de procesos línea L5 500cc ..... 27
Figura 2.26	lluvia de ideas de posibles causas para perdida de rendimiento de jarabe en Línea L2 y L5..... 29
Figura 2.27	Diagrama causa y efecto de perdida de rendimiento de jarabe en línea L2 ..... 29
Figura 2.28	Diagrama causa y efecto de perdida de rendimiento de jarabe en línea L5..... 30
Figura 2.29	Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 1,9cm línea L2..... 33
Figura 2.30	Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 2,0cm línea L2..... 34
Figura 2.31	Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 2,1cm línea L2..... 34
Figura 2.32	Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 2,3cm línea L2 ..... 35
Figura 2.33	Prueba de hipótesis de igual varianza 2,0cm vs 1,9cm..... 36
Figura 2.34	Prueba de hipótesis de igual varianza 2,1cm vs 1,9cm 500cc ..... 37
Figura 2.35	prueba de hipótesis de igual varianza 2,3cm vs 1,9cm ..... 38
Figura 2.36	Prueba de hipótesis de diferencia de medias tubo de venteo (1,9cm vs 2,0cm)..... 39
Figura 2.37	Prueba de hipótesis de diferencia de medias tubo de venteo

	(1,9cm vs 2,1cm).....	40
Figura 2.38	Prueba de hipótesis de diferencia de medias de venteo (1,9cm vs 2,3cm).....	40
Figura 2.39	Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 1,4cm línea L5.....	42
Figura 2.40	Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 1,5cm línea L5.....	42
Figura 2.41	I Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 1,7cm línea L5.....	43
Figura 2.42	Prueba de hipótesis de varianzas Tubo de venteo (diámetro 1,4cm vs 1,5cm) 500cc .....	44
Figura 2.43	Prueba de hipótesis de varianzas Tubo de venteo (diámetro 1,4cm vs 1,7cm).....	45
Figura 2.44	Prueba de hipótesis de diferencia de medias de venteo (1,4cm vs 1,5cm).....	46
Figura 2.45	I Prueba de hipótesis de diferencia de medias de venteo (1,4cm vs 1,7cm).....	47
Figura 2.46	Medición y verificación de sellos de botella .....	47
Figura 2.47	Medición y verificación de sellos de Válvula .....	49
Figura 2.48	Evaluación de campo operador línea L2.....	52
Figura 2.49	Evaluación de campo operador línea L5.....	53
Figura 2.50	Resumen estadístico litros de bebida derramada operador 1 línea L2.....	53
Figura 2.51	Resumen estadístico litros de bebida derramada operador 2 línea L2.....	54
Figura 2.52	resumen estadístico litros de bebidas derramadas operador 3 línea L2.....	54
Figura 2.53	Resumen estadístico litros de bebidas derramadas operador 1 línea L5.....	55
Figura 2.54	resumen estadístico litros de bebidas derramadas operador 2 línea L5.....	56
Figura 2.55	resumen estadístico litros de bebidas derramadas operador 3 línea L5.....	56
Figura 2.56	Control de producción vs descarte de producto por tiempo máximo superado en líneas L2 y L5.....	57
Figura 3.1	LUP verificación Tubo de venteo físico en Línea L2.....	65
Figura 3.2	LUP verificación Tubo de venteo físico en Línea L5.....	66
Figura 3.3	Creación de número de parte de tubos de venteo según Estándar.....	69
Figura 3.4	Sirena en control de procesos para empuje de aguas de Enjuague.....	70
Figura 3.5	LUP arranque en línea L2.....	71
Figura 3.6	LUP arranque en línea L5.....	71
Figura 3.7	Avisos T3 subidos al sistema para validación periódica revisión y cambios de sellos.....	72
Figura 4.1	LUP revisión de cumplimiento de estándar de tubos de venteo .....	74
Figura 4.2	Orden de trabajo inspección técnica tubos de venteo .....	74
Figura 4.3	Evidencia de Mejora del envasado de contenido neto en línea L2 después de contramedidas implementadas.....	75
Figura 4.4	Evidencia de Mejora del envasado de contenido neto en línea L5 después de contramedidas implementadas en tamaño 500cc.....	76
Figura 4.5	Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L2 Operador 1 después de contramedidas implementadas .....	76

Figura 4.6	Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L2 Operador 2 después de contramedidas implementadas .....	77
Figura 4.7	Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L2 Operador 3 después de contramedidas implementadas .....	77
Figura 4.8	Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L5 Operador 1 después de contramedidas implementadas.....	78
Figura 4.9	Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L5 Operador 2 después de contramedidas implementadas.....	78
Figura 4.10	Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L5 Operador 3 después de contramedidas implementadas.....	79
Figura 4.11	Auditoria validación de daños en sellos y medición .....	79
Figura 4.12	Orden de trabajo inspección técnica llenadores y sellos .....	80
Figura 4.13	Mejora indicador Rendimiento de jarabe en línea L2.....	81
Figura 4.14	Mejora indicador Rendimiento de jarabe en línea L5.....	82
Figura 4.15	evidencia de mejora del rendimiento de Jarabe 2022.....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Árbol de perdida de costos en Fábrica de bebidas..... 5
Tabla 2	Declaración del problema a través del uso de la herramienta 4w+1H..... 6
Tabla 3	SIPOC fábrica de bebidas carbonatadas ..... 7
Tabla 4	Costo asociado al rendimiento de Jarabe en Línea 2..... 11
Tabla 5	Costo asociado al rendimiento de Jarabe en Línea 5..... 11
Tabla 6	Ahorro al final del proyecto..... 12
Tabla 7	Restauración de condiciones básicas líneas L2 y L5..... 16
Tabla 8	Plan de medición para la línea L2 y L5..... 16
Tabla 9	Problema enfocado 1 para línea L2..... 28
Tabla 10	Problema enfocado 2 para línea L5..... 28
Tabla 11	Ponderación de x potenciales del problema enfocado 1..... 30
Tabla 12	Ponderación de x potenciales del problema enfocado 2..... 30
Tabla 13	Plan de verificación de X potenciales para problema enfocado 1 y 200..... 32
Tabla 14	Tubos de venteo fuera de estándar..... 33
Tabla 15	Tubos de venteo Línea L5 fuera de estándar de 1,4cm diámetro. 41
Tabla 16	Validación de medidas de sellos de botella línea L2..... 48
Tabla 17	validación de medidas de sellos de botella línea L5..... 49
Tabla 18	Validación de medidas de sellos de válvula línea L2..... 50
Tabla 19	Validación de medidas de sellos de válvula línea L5..... 51
Tabla 20	Validación de conocimiento de operación L2..... 51
Tabla 21	Validación de conocimiento de operación L5..... 52
Tabla 22	Validación de estatus de sellos de válvula línea L2..... 58
Tabla 23	Validación de estatus de sellos de válvula línea L5..... 58
Tabla 24	Validación de estatus de sellos de Botellas línea L2..... 59
Tabla 25	Validación de estatus de sellos de botella línea L5..... 60
Tabla 26	Resultados del plan de verificación..... 61
Tabla 27	Análisis del 5 ¿por qué?..... 62
Tabla 28	Matriz de Esfuerzo e Impacto de contramedidas..... 63
Tabla 29	Plan de contramedidas realizadas Línea L2 y L5..... 64
Tabla 30	Revisión de tubos de venteo fuera de estándar línea L2..... 68
Tabla 31	Luego de implementación de contramedida de tubos de venteo de 1,9cm en línea L2..... 68
Tabla 32	Revisión de tubos de venteo fuera de estándar línea L5..... 69
Tabla 33	Luego de implementación de contramedida de tubos de venteo de 1,4cm en línea L5..... 69
Tabla 34	Plan de Control y Monitoreo..... 73
Tabla 35	Plan de auditoría por línea ..... 81
Tabla 36	Costos de rendimientos de jarabe del 2022 para la línea L2..... 82
Tabla 37	Costos de rendimientos de jarabe del 2022 para la línea L5..... 83
Tabla 38	Ahorro total del proyecto por los resultados obtenidos en línea L2 y L5..... 83

# CAPITULO 1

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### 1.1 Antecedentes y justificación

La compañía cuenta con 5 fábricas en todo el Ecuador, pero el proyecto se realizó en la fábrica de Guayaquil, la cual cuenta con 230 colaboradores, 160 SKU activos, 103 son de bebidas gaseosas y 57 de bebidas isotónicas. La fábrica de Guayaquil produce al año alrededor de 14'000.000 de cajas para ser vendidas en territorio nacional en las diferentes regiones y ciudades de nuestro país, con miras a la exportación de bebidas isotónicas; esta fábrica produce productos de marca propias como marcas de una multinacional conocida. Esta fábrica cuenta con 3 áreas principales: área de jarabe o procesos, área de envasado y Centro de Distribución CD producto terminado.

Durante el 2021 se analizó las principales pérdidas dentro de la fábrica, siendo la pérdida de rendimiento de jarabe, la de mayor impacto para los costos de fabricación con un valor anual de \$ 299.481 y un porcentaje de 98,76%. Por lo tanto, el proyecto está enfocado en encontrar los factores que impactan el rendimiento de jarabe e identificar y proponer las soluciones adecuadas.

El proceso de producción comienza con el requerimiento de producción de jarabe, se solicita los ingredientes y componentes a bodega de concentrados a través de una requisición de material, donde se detallan los componentes y cantidades a solicitar de acuerdo con las unidades a preparar y esto en base a una fórmula ya estandarizada por el dueño de la marca. Una vez recibido los ingredientes por parte de bodega de concentrados, se verifican e inicia el proceso de preparación, el cual consiste en dos fases:

-Dilución de componentes sólidos, el cual se realiza en tanque de sales y luego se envía a tanque de preparación

-Adición de componentes líquidos este se realiza en el tanque de preparación.

Una vez los componentes sólidos y líquidos estén mezclados en el tanque de preparación se afora con agua tratada según la fórmula. Es importante que durante la adición de cada componente se mantenga la agitación.

Una vez finalizado la preparación, se agita durante 20 minutos, se toma una muestra del jarabe y se entregada al departamento de calidad para análisis fisicoquímicos y sensoriales, y su posterior liberación. A partir de aquí inicia el tiempo de vida útil del jarabe el cual varía de acuerdo con el sabor.

Dentro de las principales causas de pérdidas de jarabe, se visualiza pérdidas en las siguientes áreas:

- Área de Proceso de Jarabes: Por derrames en tanques, fugas en tuberías o bombas y mezclas no adecuadas fuera de los parámetros de calidad, el cual puede desencadenar en descarte de producto durante la producción.

- Área de Packaging: Mal embotellado de botellas lo cual provoca que la línea rechace este defecto de calidad (todo producto rechazado no puede ser reprocesado, se debe descartar), problemas en válvulas de llenado donde pueden existir fugas o sobrellenado de producto, defectos en botellas de productos, fugas en sistema o tubería.

A nivel regional se espera subir en un 0,3 Puntos Porcentuales de rendimiento, debido a que en el proceso intervienen múltiples factores que afectan el rendimiento es complejo a partir del 99% subir el rendimiento de jarabe, en algunos casos se necesitara rediseño del proceso ya que durante los arranques algunas líneas realizan descarte de producto.

## **1.2 Objetivo general.**

Aumentar el rendimiento de jarabe en fábrica de bebidas gaseosas a través de la aplicación de la metodología Six Sigma (DMAIC), con la finalidad de reducir el costo perdido que en el 2021 fue de \$299.481

## **1.3 Objetivos específicos**

1. Garantizar que el sistema y procedimiento de recolección de datos sea preciso y veras.
2. Validar los análisis de la información obtenida con el fin de encontrar las causas que reducen el rendimiento de jarabe.
3. Levantar las contramedidas para cada causa encontrada.
4. Controlar que los cambios implementados y las mejoras realizadas se mantengan en el tiempo.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Metodología DMAIC**

La metodología aplicar para la resolución del problema es Six Sigma (DMAIC), esta metodología nace en Motorola en el año de 1986, en sus inicios solo se aplicaba a procesos manufactureros, pero hoy en día se aplica a cualquier unidad de negocio.

Six Sigma nació en Motorola en 1986 como una iniciativa de mejora de la calidad para eliminar los defectos de producción por medio de la eliminación de la variación de los procesos (Cole, 2011; Corbett, 2011).

Las letras determinan las 5 fases de la mejora de Seis Sigma. Fase 1: Define (definir), Fase 2: measure (medir), Fase 3: analyze (analizar), Fase 4: improve (mejorar) y Fase 5: control (controlar). Estas fases cumplen el mismo ciclo de mejora que lleva el círculo de Deming.

“Constituye una metodología sistemática para reducir errores, concentrándose en la mejora de procesos, el trabajo en equipo y con una gran implicación por parte de la dirección” (de Benito, 2000; Membrado, 2004; Harris y Schroeder 2004).

En cuanto al inicio del proyecto se debe formar y capacitar al equipo de trabajo “antes de que un equipo Six Sigma aborde el ciclo de la mejora, han desarrollarse una serie de actividades necesarias para el éxito del proyecto: (1) Identificación y Selección del proyecto (2) Constitución del equipo (3) Definición del proyecto (4) formación de los miembros del equipo (5) ejecución del proyecto de DMAIC y (6) Extensión de la solución” (Yepes Víctor, 2017)

Para Gygi & Williams (2012), Six Sigma es la metodología de solución de problemas más eficiente para mejorar el rendimiento de una organización.

#### Define (Define)

En primer lugar, se define cuál es el problema para resolver, entender la situación. Esto es importante, ya que será difícil continuar si se falla en este primer paso. La definición es fundamental para establecer correctos KPIs. Que permitan tener un mejor conocimiento de la situación. En esta etapa durante el proyecto se utilizará: Diagrama de Flujo, SIPOC, Diagrama de Gantt, VOC, Critica para la Calidad (CTQ).

“Después de seleccionar un proyecto Six Sigma, el primer paso consiste en definir el problema con claridad. (..) Primero se debe describir el problema en términos operativos que faciliten un análisis posterior” (Yepes Víctor, 2017)

#### Medir (Measure)

Se debe medir estos indicadores y establecer una ruta de seguimiento que permita más adelante poder analizar la situación. Y de esta manera saber si hemos llegado al objetivo. En esta etapa durante el proyecto se utilizará: Gráficos y Estadísticas proporcionadas por la fábrica.

#### Analiza (Analyze)

Con los datos recogidos se debe realizar un análisis, para determinar y analizar las razones por las que se tiene una pérdida o una falla, a través de esto se generan acciones que deben implementarse para poder corregir el problema y mejorar los indicadores que se han establecido. En esta etapa durante el proyecto se utilizará: Diagrama de Pareto, Histogramas, Diagrama Ishikawa, 5 Por qué, Plan de Verificación de Causas, AMEF

#### Mejora (Improve)

En esta fase se generan soluciones potenciales, seleccionando y priorizando soluciones de gran impacto, se aplican las mejores prácticas de Lean/Six Sigma, se realiza el análisis de riesgos, administramos y se ejecuta la solución. Es importante validar cada Acción realizada para ver si se logra el objetivo deseado. En esta etapa durante el proyecto se utilizará: Kaizen, Poka Yoke, Ciclo PDCA, lluvia de ideas.

#### Controlar (Control)

En esta última fase se lleva un control sobre las acciones implementadas para asegurar de que se ejecutaron correctamente, y de que los objetivos se cumplieron, en esta fase será importante colocar graficas de control, documentar a través de procedimientos y estándares de operación. En esta etapa durante el proyecto se utilizará: Graficas de Control, Plan de control, SOP, Dashboards.

Para Gygi & Williams (2012), Six Sigma es la metodología de solución de problemas más eficiente para mejorar el rendimiento de una organización. El concepto y la forma de ver esta metodología varía según el nivel de la organización en el que se aplique y del rol, o grupo de tareas sobre las que recae. Por ejemplo, su aplicación a nivel administrativo no es igual a su aplicación a nivel del área de producción (Harry, Hodgins, Hulbert, Lacke, & Mann, 2011).

## CAPITULO 2

### 2. Aplicación de la Metodología

#### 2.1. Fase Definición

##### 2.1.1 Origen del proyecto

En la Tabla 1 se registran las siguientes pérdidas por costos de las ineficiencias dentro del proceso de la fábrica del 2021

Tabla 1  
Árbol de pérdida de costos en Fábrica de bebidas  
**Árbol de Pérdidas por costos de Ineficiencias**

Rendimiento de Jarabe	\$ 299.481
Horas extras	\$ 93.888
CO2	\$ 70.831
Energía Eléctrica	\$ 52.512
Bunker	\$ 28.644
Agua	\$ 21.744
Preservantes	\$ 18.516
Rendimiento Envases	\$ 12.624
Edulcorante	\$ 11.892
Rendimiento Tapa	\$ 10.956
Rendimiento Fill Strech	\$ 1.488
	\$ 622.576

Fuente: Autor

La pérdida por rendimiento de Jarabe representa el 48,1% del árbol de pérdidas de los costos por ineficiencias en la fábrica. Por lo tanto, el proyecto estará enfocado en encontrar los factores que impactan el rendimiento de jarabe e identificar y proponer las soluciones adecuadas. Se muestra en la figura 2.1 el rendimiento de Jarabe del 2021



**Figura 2.1 Rendimiento de Jarabe durante el 2021**

Fuente: Autor

### 2.1.2 Descripción del problema

En la Tabla 2 se utiliza la herramienta 4W+1H, para hacer la descripción del problema.

**Tabla 2**  
**Declaración del problema a través del uso de la herramienta 4w+1H**

Declaración del problema	
<b>Proyecto:</b>	Aumento del rendimiento de jarabe en fábrica de bebidas gaseosas a través de la aplicación de la metodología Six Sigma (DMAIC)
<b>¿Qué?</b>	Bajo rendimiento de Jarabe durante la producción de Bebidas Gaseosas
<b>¿Dónde?</b>	En fábrica Guayaquil. (Proceso de Jarabes, Líneas de envasado)
<b>¿Cuándo?</b>	Durante producción normal del 2021
<b>¿Cuánto?</b>	rendimiento de 98,76%
<b>¿Cómo lo sé?</b>	La meta de la compañía es de 99,3% ((Unidades Reales de Jarabes consumidos / Unidades Teóricas Consumidas)*100)
<b>Declaración del Problema</b>	Bajo rendimiento de Jarabe durante la producción de Gaseosas en fábrica Guayaquil durante la producción normal del 2021 dan un rendimiento de 98,76% versus la meta de la compañía es de 99,3%.

Fuente: Autor

### 2.1.3 Alcance del proyecto

Uso de la herramienta SIPOC explicada en la Tabla 3, para determinar el alcance del proceso en el cual se realiza el estudio de aumento de rendimiento de jarabe.

**Tabla 3**  
**SIPOC fábrica de bebidas carbonatadas**

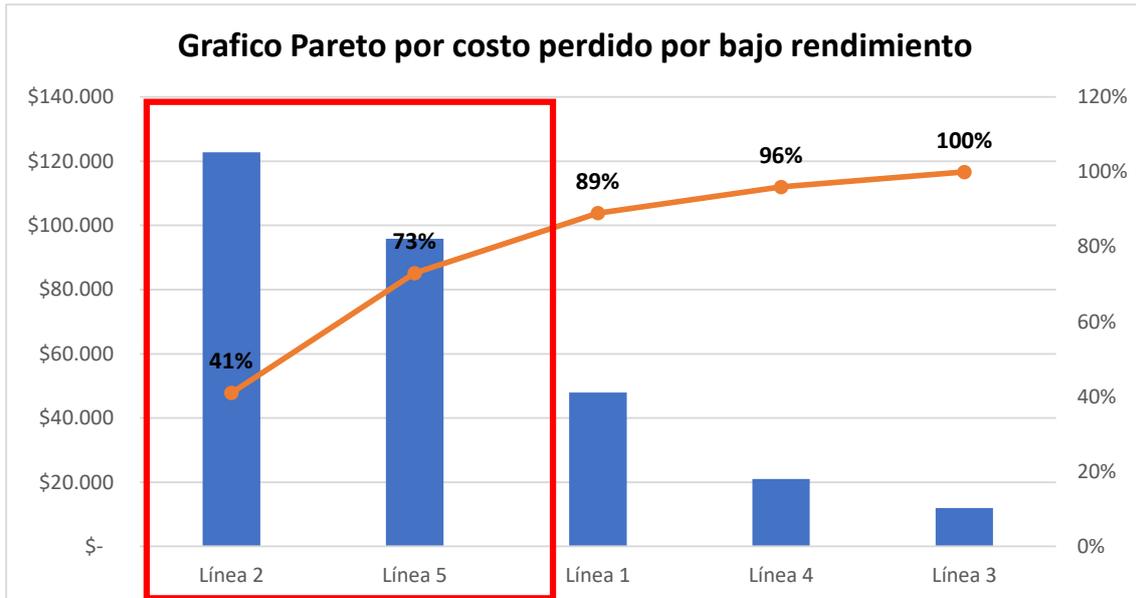
S	I	P	O	C
Tuberías Planificación Empresa eléctrica Potabilizador Calderos Compresores de aire Sistema de Frio Sopladoras Tanques de CO2	Jarabe Terminado Orden de producción Luz Agua Vapor Aire comprimido Amoniaco Envases PET CO2	Proceso Mezcla Jarabes	Jarabe Terminado	Envasado
Materias primas Planificación Empresa eléctrica Potabilizador Calderos Compresores de aire Sistema de Frio Sopladoras	Tapas Orden de producción Luz Agua Vapor Aire comprimido Amoniaco Envases PET	Envasado	Dosificación de bebida con CO2 terminada	Proceso Termo encogible y Paletizado
Proveedor de Termo Empresa eléctrica Compresores de aire	Termo envolvedor Luz Aire comprimido	Proceso Termo encogible y Paletizado	paletizado final de producto	CD Clientes

Fuente: Autor

El proyecto se centra en el análisis al proceso de envasado de bebida terminada.

#### 2.1.4 Información histórica

El área de envasado cuenta con 5 líneas de envasado de bebidas carbonatadas e isotónicas, para desarrollo del proyecto se identificarán las líneas en orden numérico de la 1 a la 5. A continuación, se muestra en la figura 2.2 los costos perdidos por bajo rendimiento de jarabe del año 2021.



**Figura 2.2 Pareto de líneas de producción por pérdida de rendimiento de Jarabe**

Fuente: Autor

Existen 2 líneas que representan el 73% de la pérdida del costo por bajo rendimiento, las líneas 2 y 5 respectivamente.

La compañía crea 2 equipos de trabajo multidisciplinario para la implementación de la metodología DMAIC. Se conforman con equipos multidisciplinario entre operadores de esta área, técnicos especializados y coordinadores de producción, calidad e ingeniería.

- Línea 2: Proyecto Turbo
- Línea 5: Proyecto La Potencia

Las líneas 2 y 5 son líneas de PET, de envasado plástico, cuentan con su propia sopladora, envasadora, etiquetadora, túnel termo encogible y por último, sus robots paletizadores. Para las demás líneas se replicarán las mejoras realizadas durante la realización del proyecto.

### 2.1.5 Establecimiento del objetivo del proyecto.

Se obtiene los datos del 2021 para las líneas 2 y 5. En la figura 2.3 se visualiza en una serie de tiempo el rendimiento de la línea L2, el resultado en promedio del rendimiento de Jarabe de los últimos 6 meses en línea 2 es de 98,79%, mientras que el acumulado del 2021 es de 98,9%



**Figura 2.3 Rendimiento de jarabe del año 2021 para línea L2**

Fuente: Autor

En la figura 2.4 se visualiza en una serie de tiempo el rendimiento de la línea L5, el resultado en promedio del rendimiento de Jarabe de los últimos 6 meses en línea 5 es de 98,77%, mientras que el acumulado del 2021 es de 98,83%.



**Figura 2.4 Rendimiento de jarabe del año 2021 para línea L5**

Fuente: Autor

- De acuerdo con el presupuesto de la compañía la meta para las líneas 2 y 5 es del 99,5%.

### 2.1.6 Objetivo SMART

Aumentar el rendimiento de jarabe en las líneas 2 y 5 en un 44% teniendo un porcentaje acumulado durante el 2021 de 98,7% y llevándolo al 99,5% en ambas líneas, con la finalidad que la fábrica termine en 99,3%

En la siguiente Figura 2.5 se coloca las metas de aumento de rendimiento de jarabe planteadas para la línea L2, con la finalidad de llegar a la meta a diciembre del 2022



**Figura 2.5 Proyección de línea L2 para el 2022**

Fuente: Autor

En la Figura 2.6 se coloca las metas de aumento de rendimiento de jarabe planteadas para la línea L5, con la finalidad de llegar a la meta a diciembre del 2022



**Figura 2.6 Proyección de línea L5 para el 2022**

Fuente: Autor

### 2.1.7 Ahorro Projectado

Debido a que son 2 líneas que están en el proyecto se debe utilizar el volumen de envasado durante los meses del 2021 y su respectivo rendimiento de Jarabe. Usamos un costo estándar de \$0,35 por litros de bebida perdida, con esto calculamos el costo

asociado a la pérdida de rendimiento de jarabe de cada línea al multiplicar los litros perdidos por bajo rendimiento por el costo estándar.

En la tabla 4 se muestra la proyección mensual del ahorro estimado en la línea L2 durante el año 2022.

**Tabla 4**  
**Costo asociado al rendimiento de Jarabe en Línea 2**

Línea 2	Cajas producidas	Jarabe real usado	Jarabe teórico envasado	Rendimiento litros	Costo merma	Rendimiento Línea 2
ENERO	445.479	2.476.703	2.488.149	11.445	4.062	99,54%
FEBRERO	532.548	2.519.380	2.539.953	20.574	7.302	99,19%
MARZO	469.228	2.944.936	2.946.999	2.063	732	99,93%
ABRIL	474.806	2.413.504	2.459.497	45.993	16.324	98,13%
MAYO	391.736	2.300.866	2.335.667	34.801	12.352	98,51%
JUNIO	321.545	2.064.228	2.093.963	29.734	10.553	98,58%
JULIO	359.415	2.232.129	2.262.216	30.087	10.679	98,67%
AGOSTO	514.451	2.826.425	2.867.429	41.004	14.553	98,57%
SEPTIEMBRE	567.377	3.181.741	3.220.060	38.319	13.600	98,81%
OCTUBRE	523.027	2.837.599	2.868.289	30.691	10.893	98,93%
NOVIEMBRE	496.220	2.882.053	2.916.468	34.414	12.214	98,82%
DICIEMBRE	495.160	2.434.616	2.461.446	26.830	9.522	98,91%
ACUMULADO	5.590.993	31.114.180	31.460.136	345.956	\$ 122.787	98,90%
				Costo Estándar	0,35	

Fuente: Autor

En la Tabla 5 se muestra la proyección mensual del ahorro estimado en la línea L5 durante el año 2022.

**Tabla 5**  
**Costo asociado al rendimiento de Jarabe en Línea 5**

Línea 5	Cajas producidas	Jarabe real usado	Jarabe teórico envasado	Rendimiento litros	Costo merma	Rendimiento Línea 5
ENERO	331.016	1.847.354	1.848.833	1.479	525	99,92%
FEBRERO	351.662	1.806.797	1.840.290	33.493	11.888	98,18%
MARZO	416.594	2.497.852	2.537.694	39.842	14.141	98,43%
ABRIL	340.812	1.978.557	1.998.341	19.784	7.022	99,01%
MAYO	255.222	1.609.334	1.627.398	18.064	6.411	98,89%
JUNIO	232.011	1.428.846	1.444.446	15.600	5.537	98,92%
JULIO	243.448	1.535.312	1.550.037	14.725	5.226	99,05%
AGOSTO	368.727	2.206.306	2.216.948	10.641	3.777	99,52%
SEPTIEMBRE	396.164	2.349.400	2.362.868	13.468	4.780	99,43%
OCTUBRE	371.904	2.034.573	2.091.461	56.888	20.191	97,28%
NOVIEMBRE	368.924	2.088.366	2.113.089	24.723	8.775	98,83%
DICIEMBRE	330.463	1.734.560	1.760.618	26.057	9.248	98,52%
ACUMULADO	4.006.946	23.117.257	23.392.022	274.765	\$ 95.834	98,83%
				Costo Estándar	0,35	

Fuente: Autor

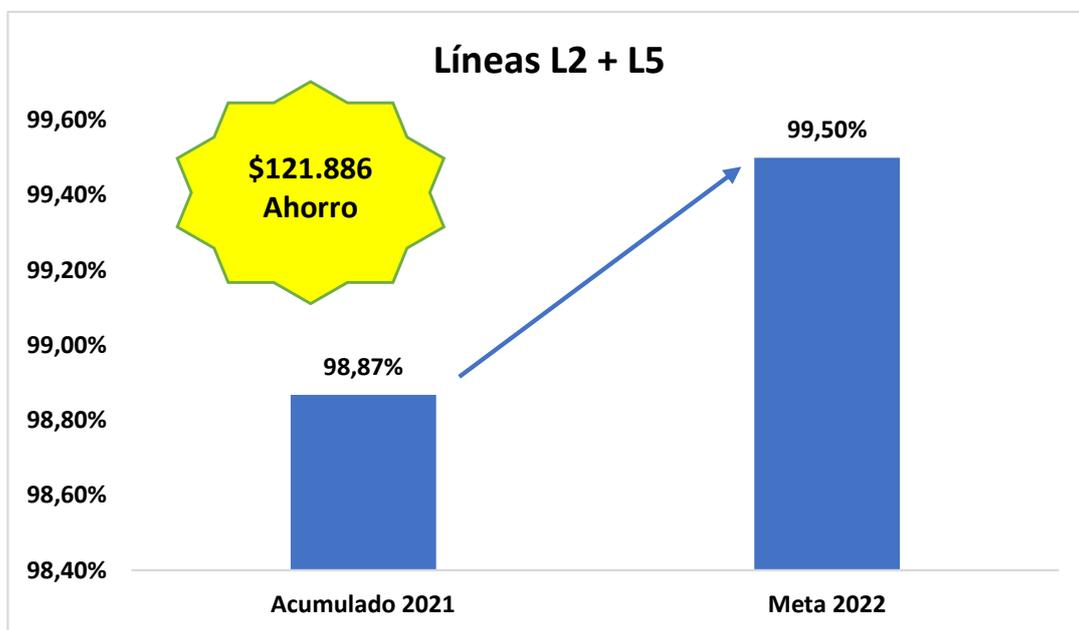
Luego que se tiene ambas proyecciones de ahorro, en la Tabla 6 se suma el ahorro total que debe generar el proyecto.

**Tabla 6**  
**Ahorro al final del proyecto**

<b>Costo Total de la Perdida</b>	<b>\$ 218.621</b>
<b>Porcentaje Rendimiento Jarabe L2 + L5</b>	<b>98,87%</b>
<b>Meta</b>	<b>99,50%</b>
<b>Costo perdido al 99,5%</b>	<b>\$ 96.735</b>
<b>Ahorro total proyecto</b>	<b>\$ 121.886</b>

Fuente: Autor

Por último, en la figura 2.7 se muestra la meta para la línea L2 y L5 del rendimiento de jarabe y el ahorro proyectado a generar.

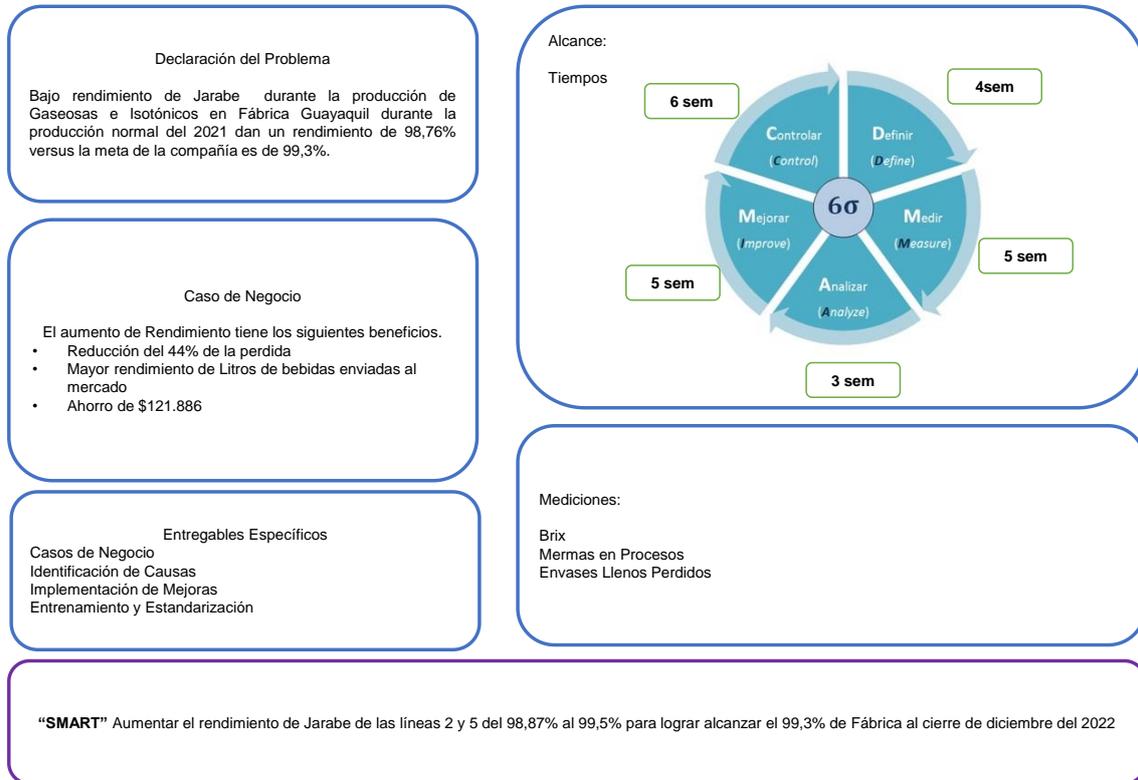


**Figura 2.7 Meta y Ahorro Proyectado 2022**

Fuente: Autor

## 2.1.8 Project Charter

En la figura 2.8 se muestra el Project Charter



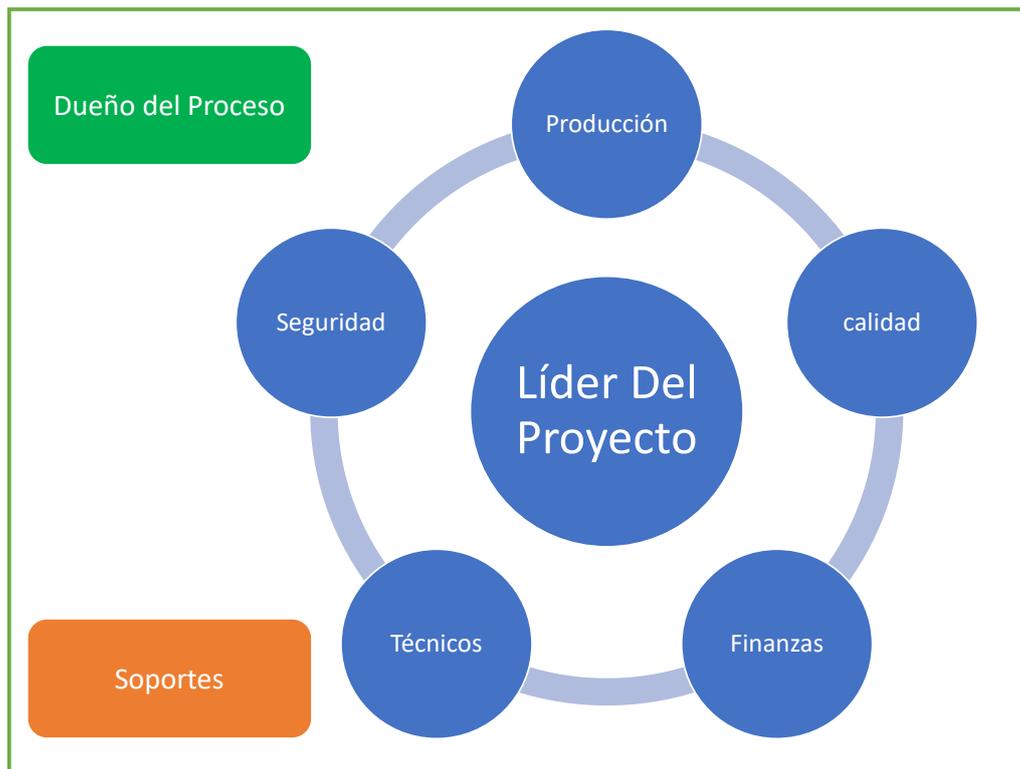
**Figura 2.8 Project Charter del proyecto de aumento de rendimiento de jarabe para fábrica de bebidas**

Fuente: Autor

## 2.1.9 Conformación de Equipos de Proyectos

Se designa el equipo para los proyectos Turbo y la Potencia, conformados de la siguiente manera

- Producción: Operadores de la línea L2 y L5, operadores del área de jarabe, coordinador de línea.
- Calidad: Analista de calidad
- Técnicos: Técnico mecánico, técnico eléctrico y técnico de automatización
- Seguridad: Coordinador de seguridad
- Finanzas: Especialista de costo de Fábrica
- Líder y Coach: Gerente de Fábrica
- Dueño del proceso: jefe de manufactura
- Soportes: jefe de Ingeniería, jefe de calidad, coordinador de ingeniería y coordinador de calidad



**Figura 2.9 Conformación del Equipo de Trabajo**

Fuente: Autor

### 2.1.10 Kick off de Proyectos

El líder del proyecto realiza la reunión de lanzamiento de los proyectos Turbo y La potencia, en esta reunión se motiva y compromete a todo el equipo de trabajo, la finalidad es que a través de esta reunión cada uno de los integrantes se motive a ser parte activa del proyecto y que puedan interactuar en cada etapa del proyecto.

Uno de los puntos importantes es que la gerencia y jefaturas estén motivadas y comprometidas con el proyecto para que se lleven a cabo cada una de las etapas. El éxito del proyecto depende que se mantenga la energía, la disciplina y la motivación de los integrantes del proyecto.

### 2.2 Fase de Medición.

Esta etapa es importante porque a través de ella se logra obtener más detalles de la variable que se está estudiando, para nuestro proyecto de mejora del rendimiento de jarabe.

Para lograr nuestro objetivo debemos conocer el flujo de proceso; es de suma importancia que cada integrante conozca y comprenda el flujo del proceso, y cada una de las etapas a analizar.

## 2.2.1 Diagrama de Flujo de Proceso

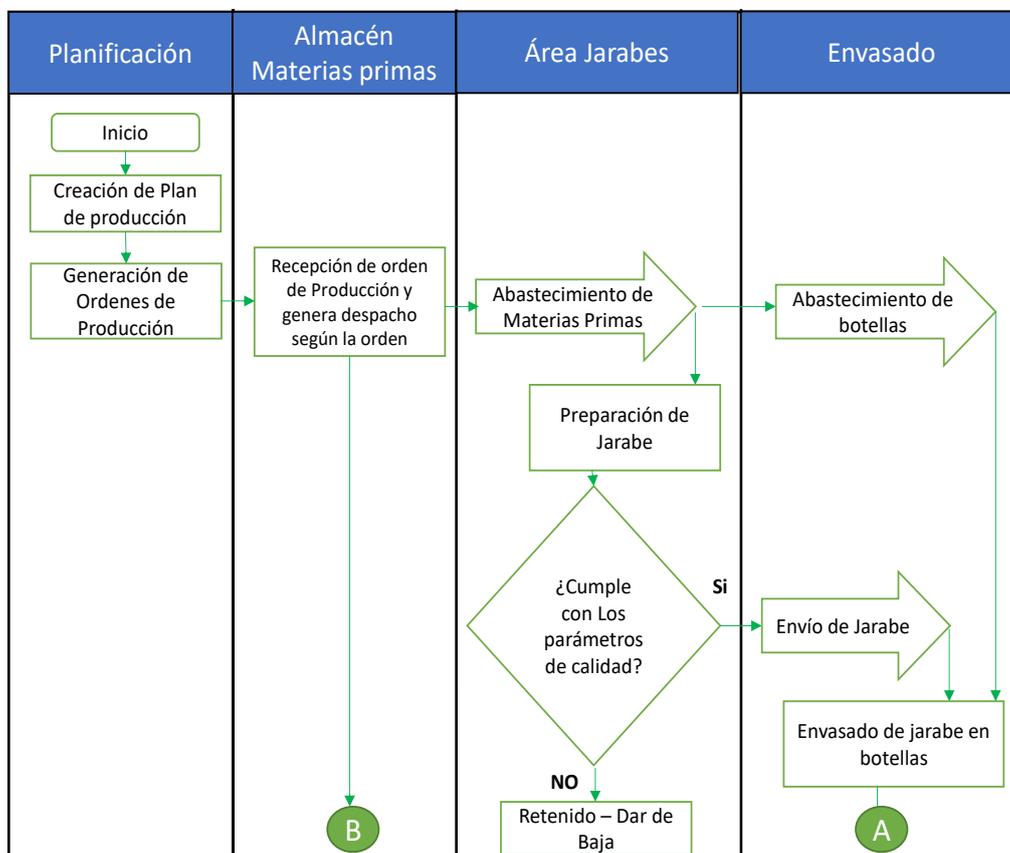
En las figuras 2.10 y 2.11, se detalla el diagrama del flujo de proceso desde la materia prima hasta la caja final de botellas llenas, para las líneas L2 y L5, las cuales manejan el mismo flujo.

Se tienen 3 Procesos:

Proceso de jarabes. - Preparación del jarabe base a través del mezclado de materias primas.

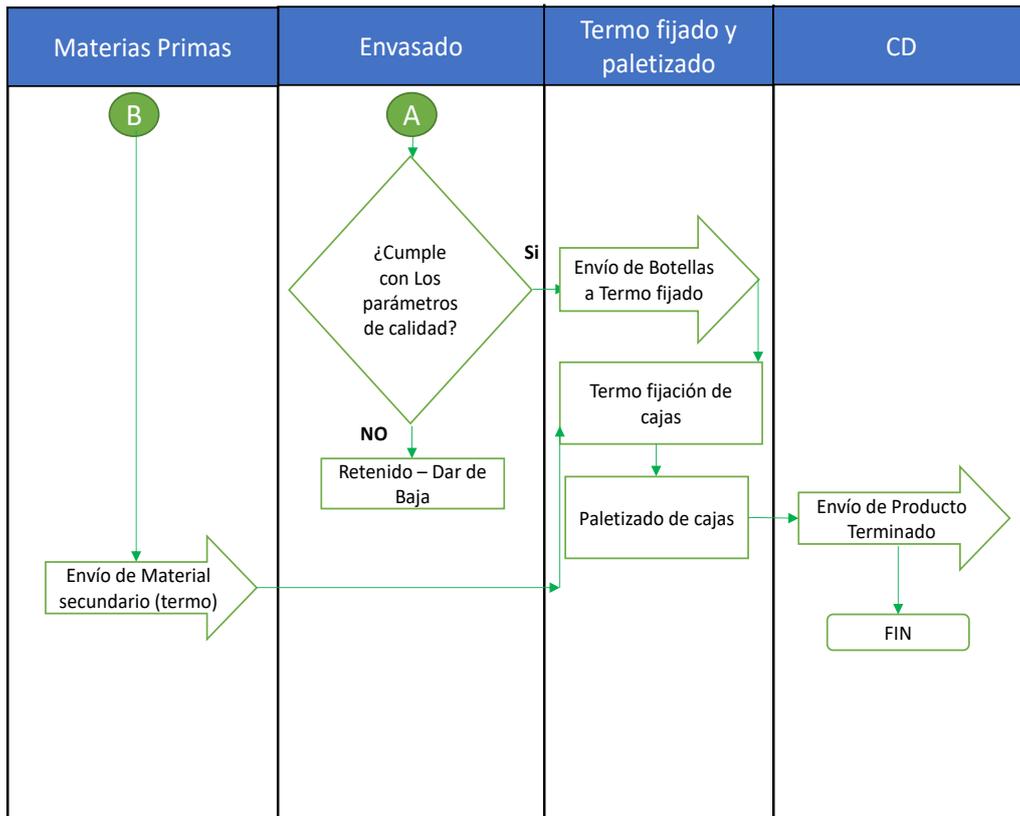
Proceso de Envasado. – Llenado de botellas con jarabe y CO<sub>2</sub> de ser necesario

Proceso de Termofijado y paletizado. - Se conforma la caja de producto por 6, 12 o 24 botellas de ser necesario y se paletiza para su envío final.



**Figura 2.10 Diagrama de flujo de proceso parte A de fábrica de bebidas carbonatadas**

Fuente: Autor



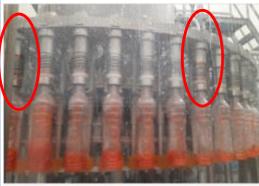
**Figura 2.11 Diagrama de flujo de proceso parte B de fábrica de bebidas carbonatadas**

Fuente: Autor

### 2.2.2 Restauración de condiciones básicas de los equipos

Es importante restaurar las condiciones básicas de los equipos antes de iniciar con el plan de medición. En la tabla 7 se muestra el resultado de la inspección del coordinador de producción, técnicos y operadores de las condiciones básicas de los siguientes componentes: válvulas de dosificación, cabezales de capsuladores

**Tabla 7**  
**Restauracion de condiciones basicas lineas L2 y L5**

Hallazgo	Observación	Hallazgo	Observación
	Se presenta deformación en 3 capsuladores de la línea L2. Se debe restaurar la condición básica del componente		Se presenta deformación en 5 válvulas agrietadas en línea L5. Se debe restaura la condición básica del componente.
Hallazgo	Observación		
	Se presenta desviación y daño en 3 parantes y Válvulas de llenado en L2. Se debe restaurar la condición básica de los componente		

Fuente: Autor

### 2.2.3 Plan de Medición

El plan de medición se determina en reunión de trabajo con equipos La Potencia y Turbo, se coloca las variables importantes a medir y como debe ser la recolección de datos. Es importante que el equipo se encuentre involucrado en todas las etapas de proceso de esta manera podrán identificar a tiempo mejoras o correcciones durante la toma de los datos; además, se debe garantizar la confiabilidad de los datos, debido a que a partir de estos se tomaran acciones.

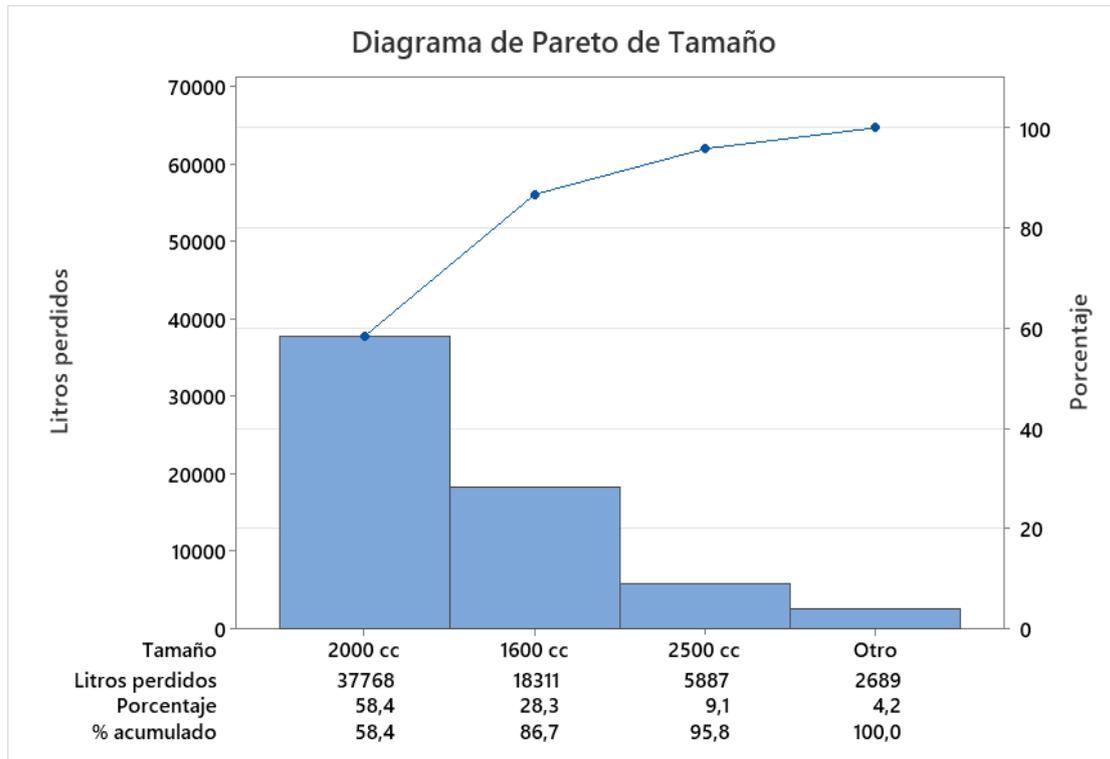
**Tabla 8**  
**Plan de medición para la línea L2 y L5**

Que	Tipos de Datos	Como medir	Razón	Condiciones relacionadas	Notas de Muestreo	Como / Donde Registrar
Rendimiento de Jarabe por tamaño	Continuo	Datos Procesos	Determinar en que tamaño se tiene el rendimiento mas bajo	Que: Rendimiento Tamaño Donde: Línea L2 Cuando: Agosto - Enero 2022 Quien: En todos los turnos	Todos los datos registrados de Agosto del 2021 a Enero 2022	Datos en Formato Excel
Rendimiento de Jarabe por tamaño	Continuo	Datos Procesos	Determinar en que tamaño se tiene el rendimiento mas bajo	Que: Rendimiento Tamaño Donde: Línea L5 Cuando: Agosto - Enero 2022 Quien: En todos los turnos	Todos los datos registrados de Agosto del 2021 a Enero 2022	Datos en Formato Excel

Fuente: Autor

## 2.2.4 Datos históricos rendimiento por tamaño en Línea L2 y L5

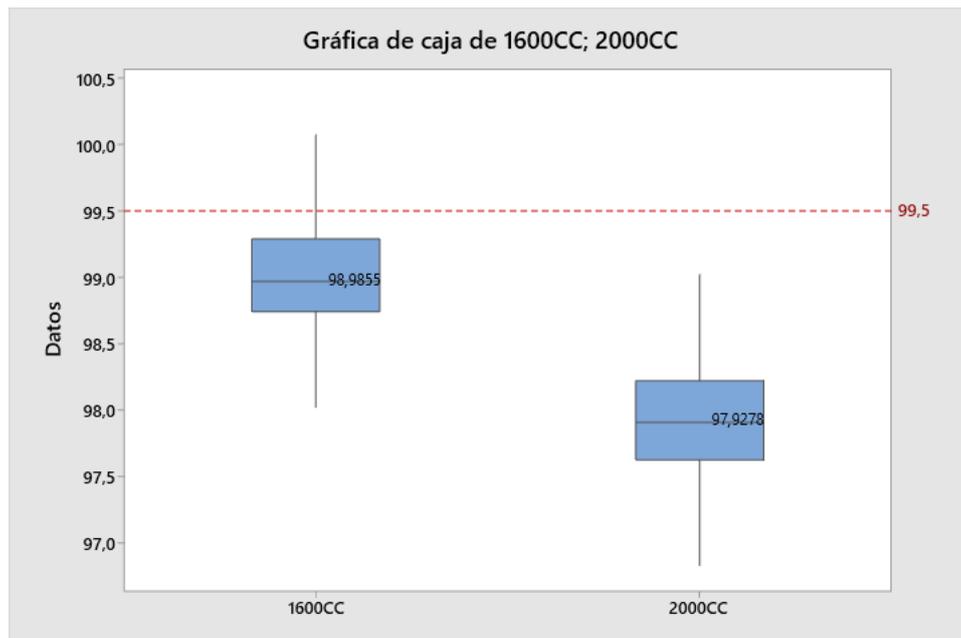
En la figura 2.12 podemos notar que en litros de bebidas perdidas para la línea L2, se tiene como mayor impacto el tamaño de 2000cc y 1600cc (86,7%) de la pérdida. Se realizará un diagrama de cajas para mayor análisis de estos dos tamaños.



**Figura 2.12 litros de bebida perdida por Tamaño línea L2**

Fuente: Autor

En la figura 2.13 se visualiza el diagrama de cajas, donde podemos ver que el tamaño de 2000cc tiene un 97,93% de rendimiento, mientras que el de 1600cc es de 98,99%, con este resultado se tomara para el proyecto el tamaño de 2000cc para seguir con el análisis.

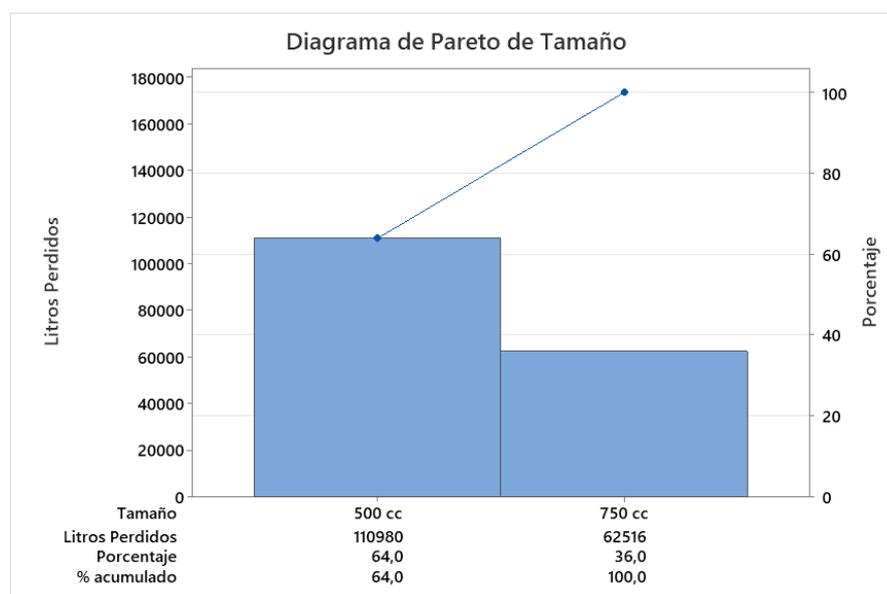


**Figura 2.13 Gráfico de cajas por tamaño línea L2**

Fuente: Autor

### Línea L5 Tamaños

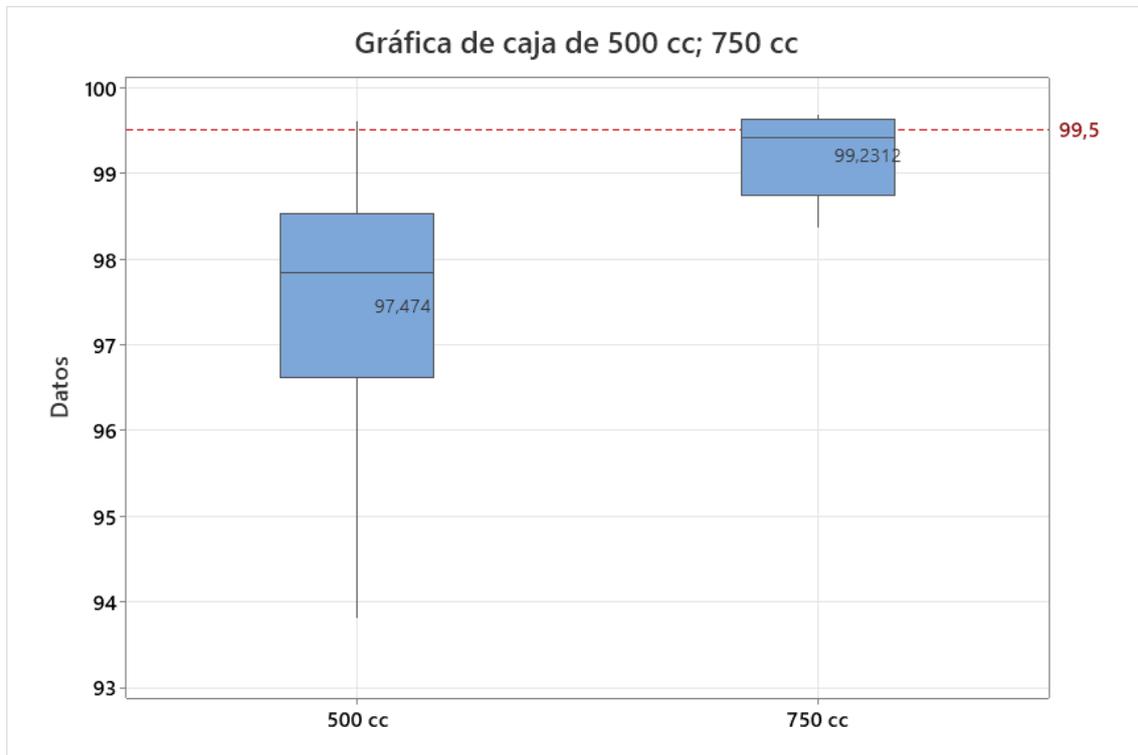
En la figura 2.14 podemos verificar que el tamaño con mayores litros de bebidas perdidas en la línea L5 es el de 500cc, se procede a realizar un gráfico de cajas para los dos tamaños y tener un mejor análisis del rendimiento.



**Figura 2.14 Pareto de perdida de rendimiento por Tamaños en línea L5**

Fuente: Autor

En la figura 2.15 de cajas podemos evaluar que el rendimiento en el tamaño de 500cc es el que tiene mayor GAP, se encuentra en un promedio de 97,5 vs una meta para el proyecto La Potencia de 99,5.



**Figura 2.15 Grafico de cajas por tamaño línea L5**

Fuente: Autor

Luego de este análisis se determina para la línea L2 se debe tomar el tamaño de 2000cc y para la línea L5 el tamaño de 500cc

## 2.2.5 Prueba de Normalidad

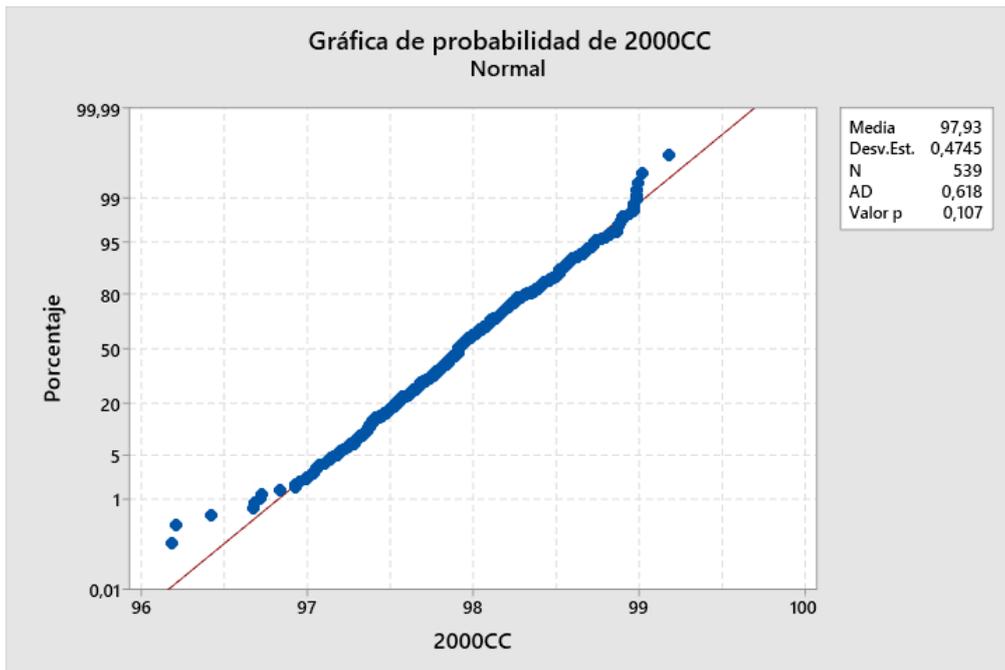
### Línea L2

Se realiza la prueba de hipótesis de la distribución de los datos ingresados para validar si estos datos siguen una distribución normal para la línea L2 tamaño 2000cc

$H_0$ : La distribución de la variable rendimiento de jarabe de acuerdo con el tamaño no tiene una distribución normal.

$H_1$ : La distribución de la variable rendimiento de jarabe de acuerdo con el tamaño es distinta a la distribución normal.

En la figura 2.16 el resultado es un Valor P de 0,107 por lo que se concluye que no existe evidencia estadística para rechazar  $H_0$  es decir que la distribución de probabilidad de los datos tiene una distribución normal.



**Figura 2.16 Prueba de Normalidad Línea L2 tamaño 2000cc**

Fuente: Autor

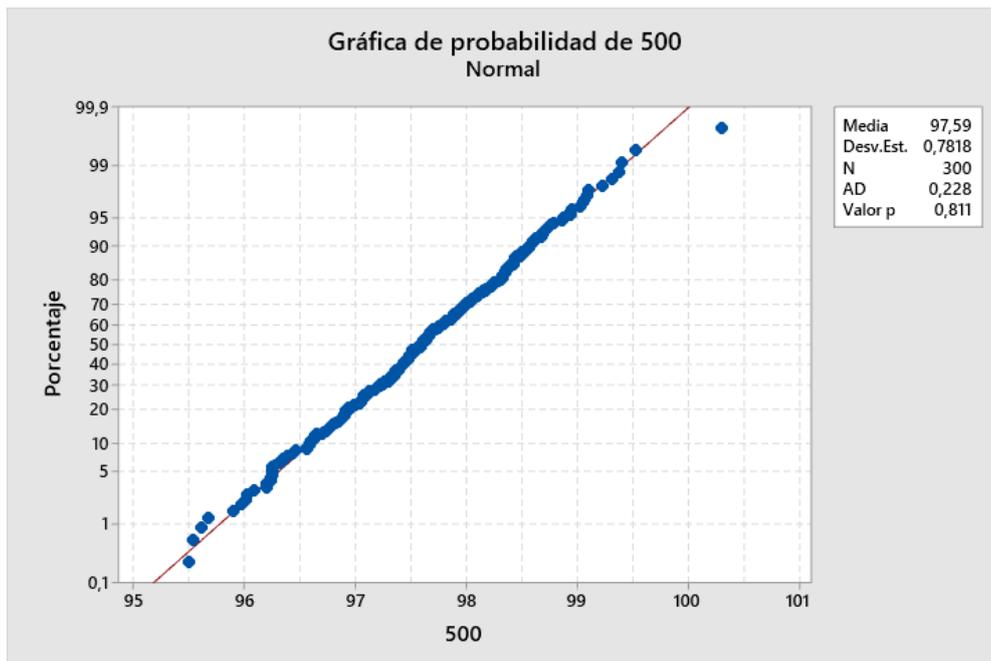
### Línea L5

Se realiza la prueba de hipótesis de la distribución de los datos ingresados para validar si estos datos siguen una distribución normal para la línea L5 tamaño 500cc

$H_0$ : La distribución de la variable rendimiento de jarabe de acuerdo con el tamaño no tiene una distribución normal.

$H_1$ : La distribución de la variable rendimiento de jarabe de acuerdo con el tamaño es distinta a la distribución normal.

En la figura 2.17 el resultado es un Valor P de 0,811 por lo que se concluye que no existe evidencia estadística para rechazar  $H_0$  es decir que la distribución de probabilidad de los datos tiene una distribución normal.



**Figura 2.17 Prueba de Normalidad Línea L5 tamaño 500cc**

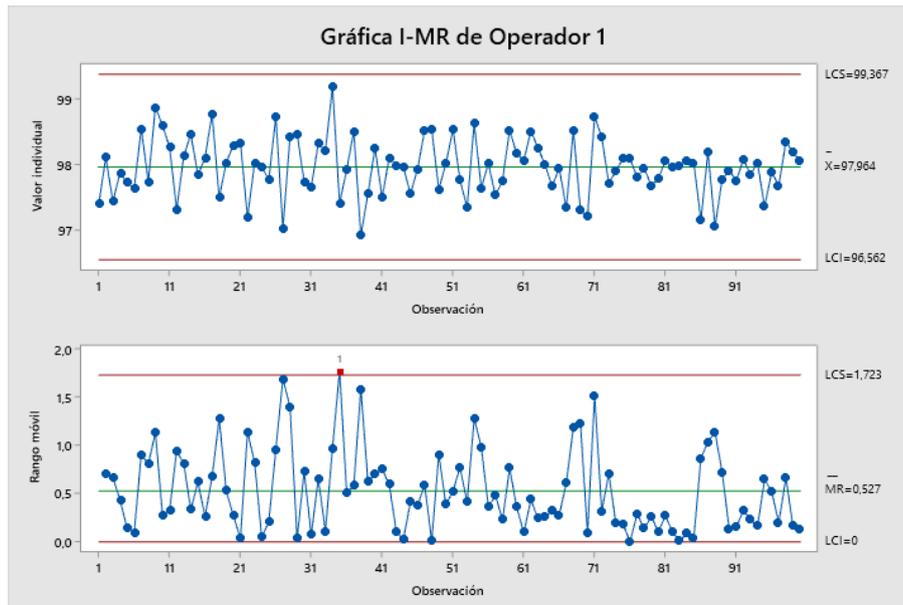
**Fuente: Autor**

Para los análisis en adelante se tomará que los datos siguen una distribución Normal en el tamaño 2000c línea L2 y 500cc línea L5.

### **2.2.6 Cartas de control para Rendimiento de jarabe por tamaño de bebida.**

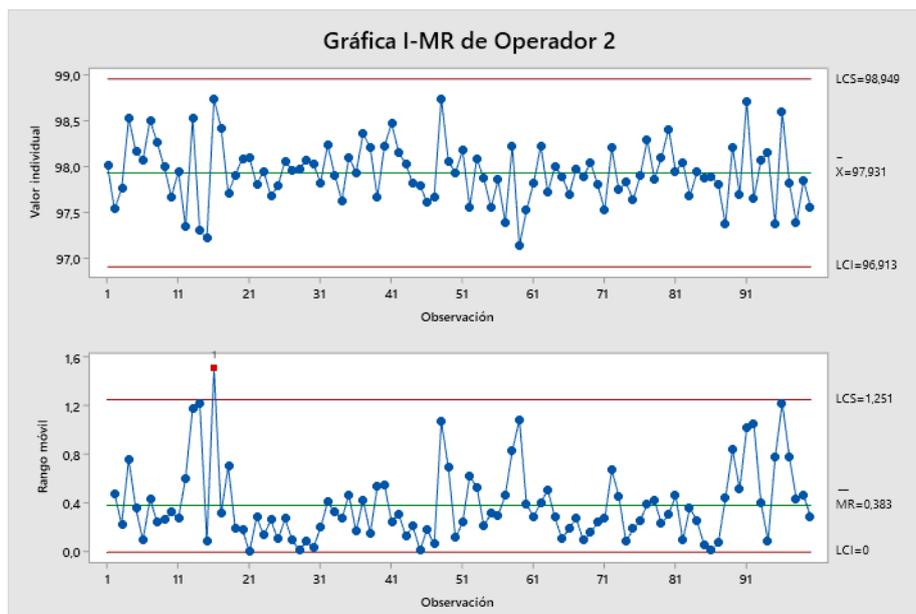
Se realiza la carta de control I-MR que sirve para monitorear la variación y la media del proceso, esta grafica permite que se determine la estabilidad de dosificación de bebida en el área de envasado.

En las figuras 2.18, 2.19 y 2.20 se muestran las cartas de control I-MR por operador en los que se tomaron 100 observaciones por operador 1, operador 2 y operador 3 del tamaño de 2000cc de la línea L2



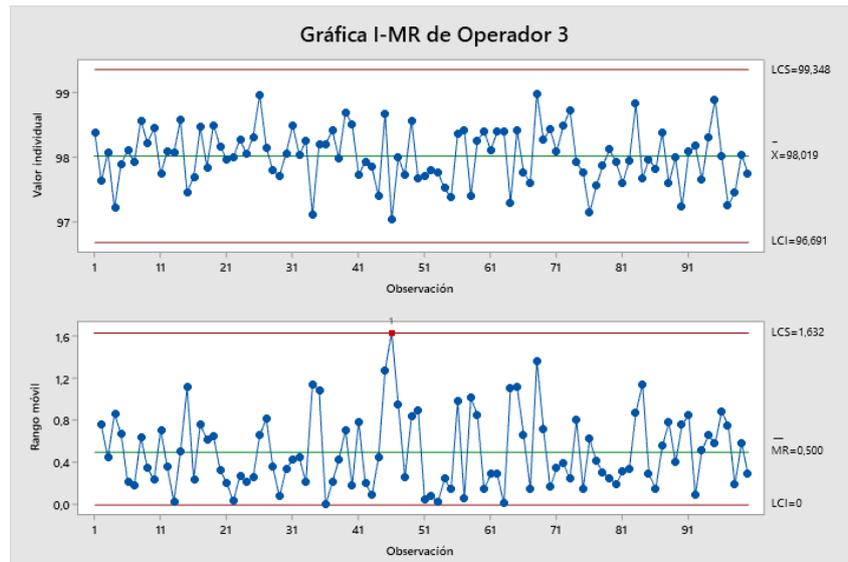
**Figura 2.18 I-MR Operador 1 para línea L2 2000cc**

Fuente: Autor



**Figura 2.19 I-MR Operador 2 para línea L2 2000cc**

Fuente: Autor



**Figura 2.20 I-MR Operador 3 para línea L2 2000cc**

Fuente: Autor

De las gráficas de control se visualiza las siguientes pruebas fallidas.

Operador 1: 35

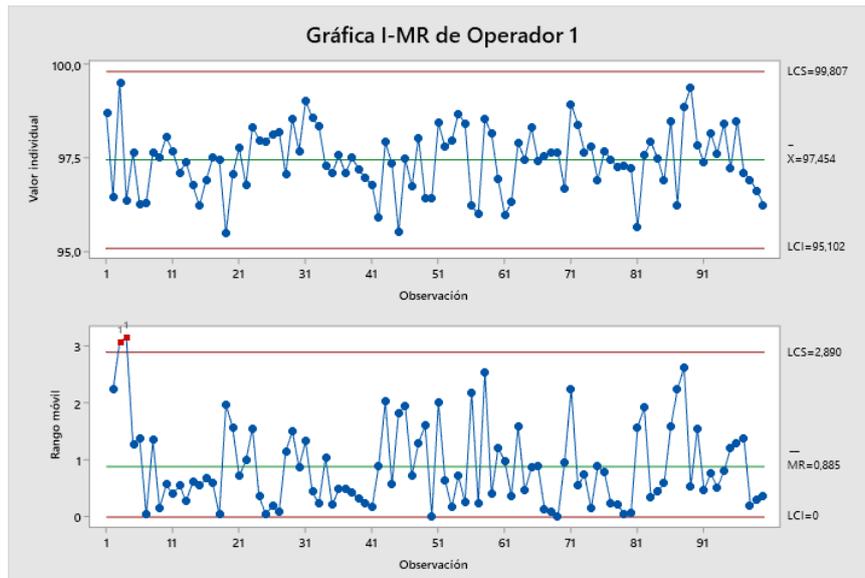
Muestreo 2: 16

Muestreo 3: 46

Con esto podemos concluir que la perdida de rendimiento de jarabe no varía entre operadores de la línea L2

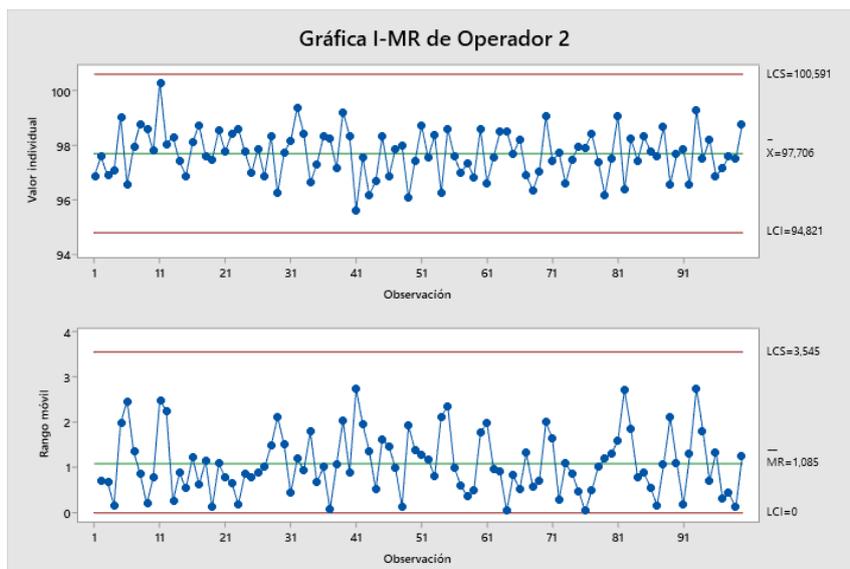
### Línea L5

En las Figuras 2.21, 2.22 y 2.23 se realizan las cartas de control I-MR para el tamaño de 500cc Línea L5. Se toman 100 observaciones por operador, la línea tiene 3 operadores.



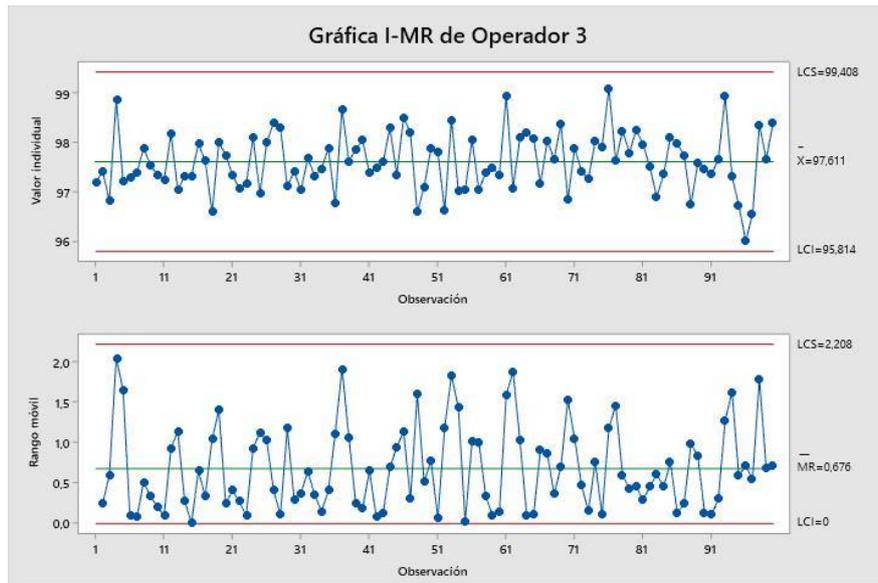
**Figura 2.21 I-MR Operador 1 para línea L5 500cc**

Fuente: Autor



**Figura 2.22 I-MR operador 2 para línea L5 500cc**

Fuente: Autor



**Figura 2.23 I-MR Operador 3 para línea L5 500cc**

Fuente: Autor

De las gráficas de control se visualiza las siguientes pruebas fallidas.

Muestreo 1: 3, 4

Muestreo 2: No existen Pruebas Fallidas

Muestreo 3: No existen Pruebas fallidas

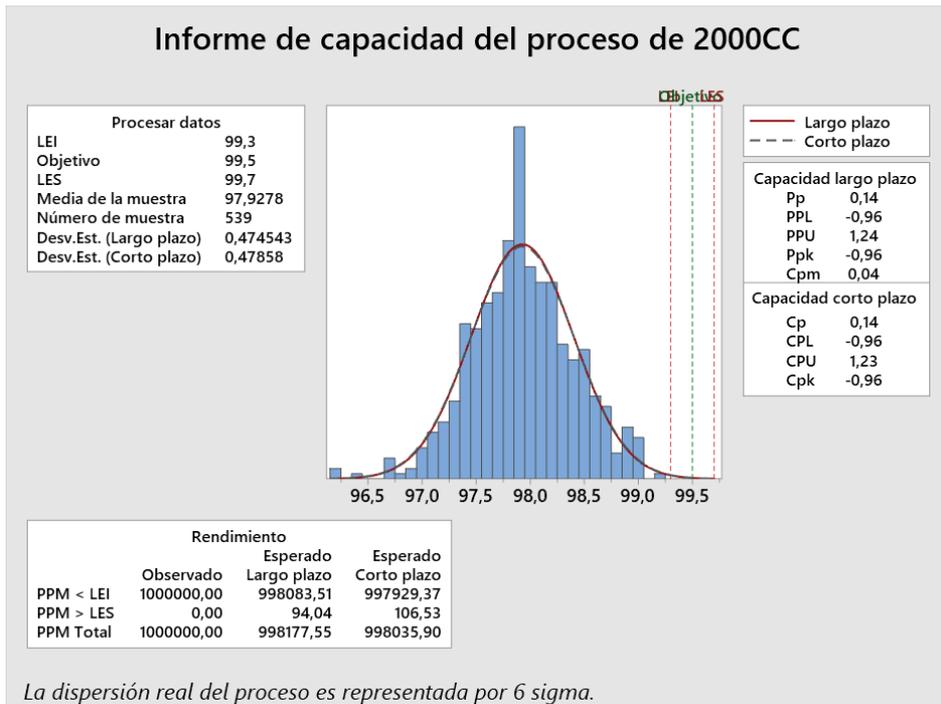
Con esto podemos concluir que la perdida de rendimiento de jarabe no varía entre operadores de la línea L5.

Esta prueba indica que el proceso de envasado de bebida está fuera de control estadístico, por lo que se procede a realizar un análisis de causa especiales, que deben ser identificadas en el siguiente paso.

### 2.2.7 Capacidad del proceso

Como se determinó el proceso de envasado de bebida esta fuera de control estadístico, sin embargo a pesar de que esta fuera de control se realizará un análisis de capacidad referencial. Se toman los datos de los tamaños 2000cc para la línea L2 y datos de tamaño 500cc para la línea L5. Ambos datos son tomados del rendimiento de bebida envasado vs tanque preparado.

En la figura 2.24 siguiente se realiza análisis de capacidad, para calcular el CP y CPK del rendimiento de jarabe en la línea L2 tamaño 2000c.

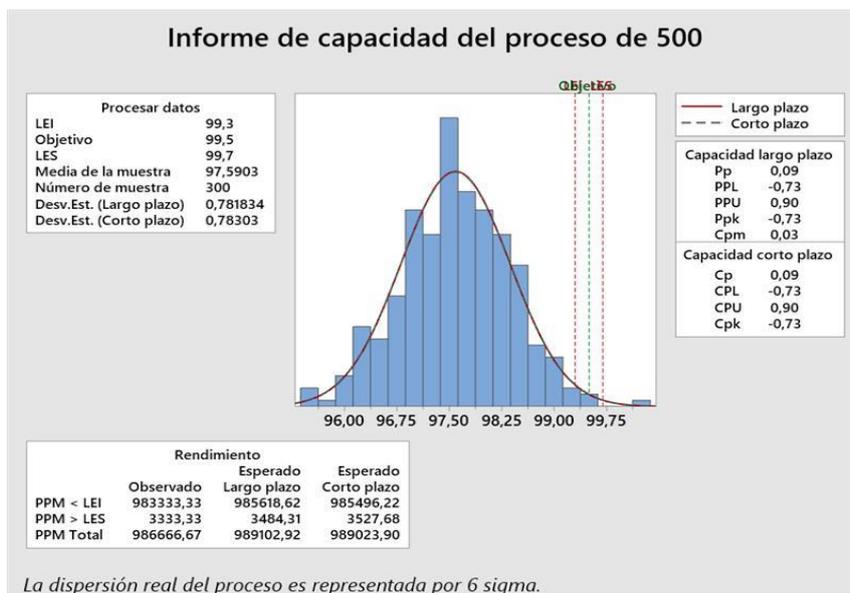


**Figura 2.24 capacidad de procesos línea L2 2000cc**

Fuente: Autor

Se obtuvo un valor de CP de 0,14 y un CPK de -0,96 con estos resultados, se concluye que el proceso no es capaz de cumplir con los límites colocados de acuerdo con las metas establecidas para la línea L2.

En la figura 2.25 se realiza análisis de capacidad, para calcular el CP y CPK del rendimiento de jarabe en la línea L5 tamaño 500c.



**Figura 2.25 Capacidad de procesos línea L5 500cc**

Fuente: Autor

Se obtuvo un valor de CP de 0,09 y un CPK de -0,73 con estos resultados, se concluye que el proceso no es capaz de cumplir con los límites colocados de acuerdo con las metas establecidas para la línea L5.

### 2.2.8 Problemas enfocados

A partir del análisis de la sección anterior se define 2 problemas enfocados para los tamaños seleccionados para el estudio.

**Tabla 9**  
**Problema enfocado 1 para línea L2**

Problemas Enfocado 1	
¿Qué? ¿Qué está pasando?	Rendimiento de Jarabe fuera de meta en tamaño 2000cc
¿Cómo? ¿Cómo está ocurriendo el problema?	Problemas en proceso de envasado
¿Cuál? ¿Hacia dónde va?	97,9% del rendimiento de jarabe
¿Cuándo? ¿Cuándo se presenta el problema?	En operación normal durante todos los turnos
¿Dónde? ¿Dónde ocurre el problema?	en línea L2
¿Quién? ¿El problema se relaciona a alguna persona o proveedor en particular?	No depende de la habilidad del operador
Descripción del fenómeno	Problemas en proceso de envasado provoca Rendimiento de Jarabe fuera de meta en tamaño 2000cc, con 97,9% del rendimiento de jarabe, el problema se da en operación normal durante todos los turnos en línea L2 y no depende de la habilidad del operador

Fuente: Autor

**Tabla 10**  
**Problema enfocado 2 para línea L5**

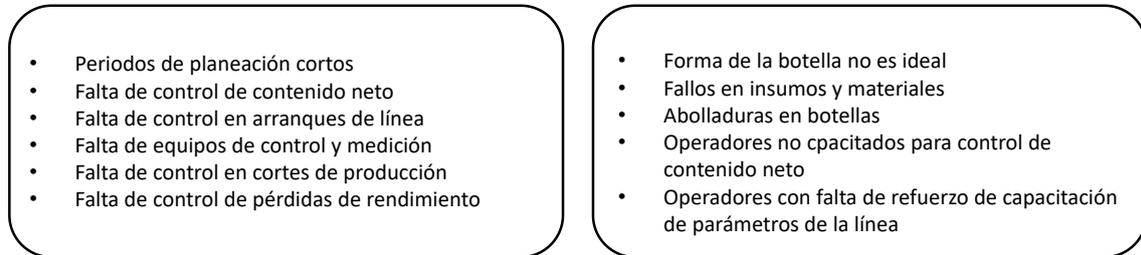
Problemas Enfocado 2	
¿Qué? ¿Qué está pasando?	Rendimiento de Jarabe fuera de meta en tamaño 500cc
¿Cómo? ¿Cómo está ocurriendo el problema?	Problemas en proceso de envasado
¿Cuál? ¿Hacia dónde va?	97,47% del rendimiento de jarabe
¿Cuándo? ¿Cuándo se presenta el problema?	En operación normal durante todos los turnos
¿Dónde? ¿Dónde ocurre el problema?	en línea L5
¿Quién? ¿El problema se relaciona a alguna persona o proveedor en particular?	No depende de la habilidad del operador
Descripción del fenómeno	Problemas en proceso de envasado provoca Rendimiento de Jarabe fuera de meta en tamaño 500cc, con 97,47% del rendimiento de jarabe, el problema se da en operación normal durante todos los turnos en línea L5 y no depende de la habilidad del operador

Fuente: Autor

## 2.3- Fase de Análisis

### 2.3.1 Identificación de X Potenciales

El equipo la Potencia y Turbo en taller levanta a través de una lluvia de ideas las posibles causas a ser analizadas,

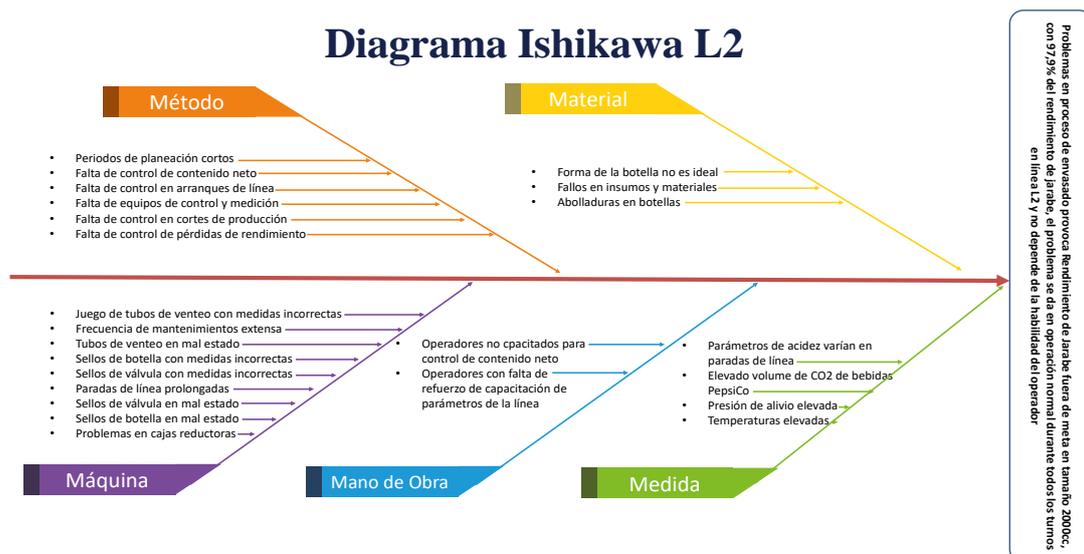


**Figura 2.26 Lluvia de ideas de posibles causas para perdida de rendimiento de jarabe en Línea L2 y L5**

Fuente: Autor

### 2.3.2 Diagrama causa – efecto

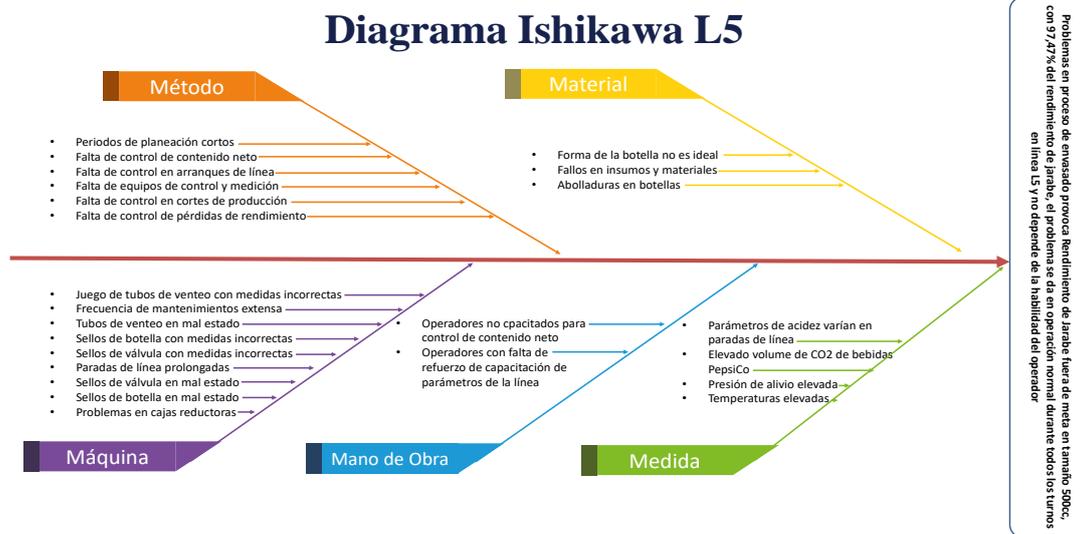
Se desarrolla el diagrama causa – efecto para el problema enfocado #1, se colocan cada una de las hipótesis potencias según las 4: Mano de obra, Material, Maquina y Método.



**Figura 2.27 Diagrama causa y efecto de perdida de rendimiento de jarabe en línea L2**

Fuente: Autor

Se desarrolla el diagrama causa – efecto para el problema enfocado #2, Maquina y Método.



**Figura 2.28 Diagrama causa y efecto de pérdida de rendimiento de jarabe en línea L5**

Fuente: Autor

### 2.3.3 Matriz de causa- efecto

Para el problema enfocado #1 y el problema enfocado #2 se tienen las mismas hipótesis potenciales se procede a realizar la ponderación de ambas de acuerdo con la experiencia del equipo de trabajo, esta tabla consiste en una ponderación con la siguiente puntuación. 1 baja relación/ninguna relación, 3 media relación y 9 alta relación por cada uno de los diagramas causa y efecto de los problemas enfocados

En la tabla 11 se procede a realizar la ponderación de las variables x para el problema enfocado 1.

**Tabla 11**  
**Ponderación de x potenciales del problema enfocado 1**

Matriz Causa - Efecto	Variable de Salida Y's		Total	
	Bajo Rendimiento de Jarabe Linea 2 tamaño 2000CC			
Tubos de venteo con medidas incorrectas (tamaño 2000cc)	9	90	90	X Alta potencial
Sellos de botella con medidas incorrectas (tamaño 2000cc)	9	90	90	X Medio Potencial
Sellos de válvula con medidas incorrectas (tamaño 2000cc)	9	90	90	X Descartadas
Operadores con falta de refuerzo de capacitación de parámetros de la línea L2	3	30	30	
Falta de control en arranques de línea L2	3	30	30	
Paradas de línea prolongadas (tamaño 2000cc)	3	30	30	
Sellos de válvula en mal estado (tamaño 2000cc)	3	30	30	
Sellos de botella en mal estado (tamaño 2000cc)	3	30	30	
Problemas en cajas reductoras línea L2	1	10	10	
Forma de la botella no es ideal (tamaño 2000cc)	1	10	10	
Fallos en insumos y materiales Línea L2	1	10	10	
Abolladuras en botellas (tamaño 2000cc)	1	10	10	

Fuente: Autor

En la tabla 12 se procede a realizar la ponderación de las variables x para el problema enfocado 2.

**Tabla 12**  
**Ponderación de x potenciales del problema enfocado 2**

Matriz Causa - Efecto	Variable de Salida Y's		Total		
	Bajo Rendimiento de Jarabe Linea L5 tamaño 500CC				
Variable de la entrada X's	Tubos de venteo con medidas incorrectas (tamaño 500cc)	9	90	X	Alta potencial
	Sellos de botella con medidas incorrectas (tamaño 500cc)	9	90	X	Medio Potencial
	Sellos de válvula con medidas incorrectas (tamaño 500cc)	9	90	X	Descartadas
	Operadores con falta de refuerzo de capacitación de parámetros de la línea L5	3	30		
	Falta de control en arranques de línea L5	3	30		
	Paradas de línea prolongadas (tamaño 500cc)	3	30		
	Sellos de válvula en mal estado (tamaño 500cc)	3	30		
	Sellos de botella en mal estado (tamaño 500cc)	3	30		
	Problemas en cajas reductoras línea L5	1	10		
	Forma de la botella no es ideal (tamaño 500cc)	1	10		
	Fallos en insumos y materiales Linea L5	1	10		
	Abolladuras en botellas (tamaño 500cc)	1	10		

Fuente: Autor

Luego de la ponderación se valida que las x potenciales a verificar para el problema enfocado 1 y el problema enfocado 2 son similares por lo que se procede a unificar los planes de verificación en adelante.

### 2.3.4 Plan de verificación de X potenciales

En la tabla 13 se presenta el plan de verificación de cada una de las causas potenciales. En esta tabla se coloca el plan de las causas ponderadas con alta relación con resultado de 90, las de media relación con valor total de 30. En cuanto a las variables de baja relación/ninguna relación se descartó del plan de verificación.

**Tabla 13**  
**Plan de verificación de X potenciales para problema enfocado 1 y 2**

<b>Causa Potencial</b>	<b>Teoría (Relación de X con respecto a Y)</b>	<b>¿Cómo se verificara la causa?</b>
Tubos de venteo con medidas incorrectas (2000cc)	Tubos de venteo con medidas incorrectas genera mayor dosificación de bebida por botella, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L2	Revisión técnica con calibrador Vernier
Tubos de venteo con medidas incorrectas (500cc)	Tubos de venteo con medidas incorrectas genera mayor dosificación de bebida por botella, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L5	Revisión técnica con calibrador Vernier
Sellos de botella con medidas incorrectas (2000cc)	Sellos de botella pueden provocar fuga durante el proceso de envasado, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L2	Inspección Visual técnico vs estándar
Sellos de botella con medidas incorrectas (500cc)	Sellos de botella pueden provocar fuga durante el proceso de envasado, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L5	Inspección Visual técnico vs estándar
Sellos de válvula con medidas incorrectas (2000cc)	Sellos de Válvulas pueden provocar fuga durante el proceso de envasado, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L2	Inspección Visual técnico vs estándar
Sellos de válvula con medidas incorrectas (500cc)	Sellos de Válvulas pueden provocar fuga durante el proceso de envasado, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L5	Inspección Visual técnico vs estándar
Operadores con falta de refuerzo de capacitación de parámetros de la línea L2	Prueba a operadores de control de parámetros en campo y teórico, mala operación puede impactar en la reducción del rendimiento de jarabe de la Línea L2	Validación de Coordinador de línea junto a personal
Operadores con falta de refuerzo de capacitación de parámetros de la línea L5	Prueba a operadores de control de parámetros en campo y teórico, mala operación puede impactar en la reducción del rendimiento de jarabe de la Línea L5	Validación de Coordinador de línea junto a personal
Falta de control en arranque de línea L2	En arranques de líneas durante el empuje de bebida se puede derramar mas producto del estándar y reducir el rendimiento de jarabe de la línea L2	Prueba de hipótesis de comparación de medias
Falta de control en arranques de línea L5	En arranques de líneas durante el empuje de bebida se puede derramar mas producto del estándar y reducir el rendimiento de jarabe de la línea L5	Prueba de hipótesis de comparación de medias
Paradas de línea prolongadas en L2 y L5	Tiempos mayores a 8 horas en un turno pueden provocar descarte de producto de las tuberías de las líneas L2 y L5	Revisión de histórico de coordinador de línea
Sellos de válvula en mal estado de las líneas L2 y L5	Sellos de válvula en mal estado pueden provocar fuga durante el proceso de envasado y reducir el rendimiento de jarabe de la línea L2 y L5	Inspección Visual técnico vs estándar
Sellos de botella en mal estado de las Líneas L2 y L5	Sellos de botella en mal estado pueden provocar fuga durante el proceso de envasado y reducir el rendimiento de jarabe de la línea L2 y L5	Inspección Visual técnico vs estándar

Fuente: Autor

### 2.3.5 Validación de X potenciales

#### 1.- Tubos de venteo con medidas incorrectas (2000cc)

Como se muestra en la tabla 14 de validación de tubos de venteo para la línea L2 existen tubos de venteo con diferentes diámetros; se encuentran tubos de venteo con diámetros de 1,9cm (según estándar medida para 2000cc); 2,0cm; 2,1cm y 2,3cm.

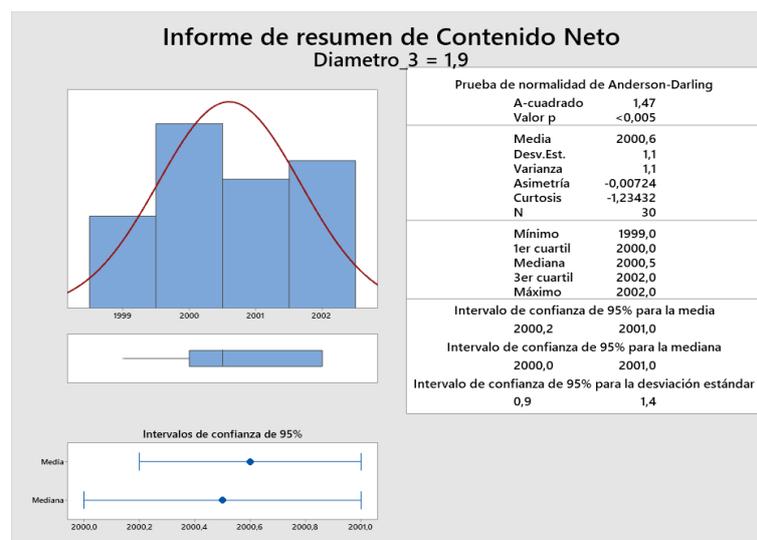
**Tabla 14**  
**Tubos de venteo fuera de estándar**

Tubos de venteo Línea L2									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	NOK	31	NOK	41	OK
2	NOK	12	OK	22	NOK	32	NOK	42	OK
3	NOK	13	NOK	23	NOK	33	NOK	43	OK
4	OK	14	OK	24	NOK	34	NOK	44	OK
5	NOK	15	NOK	25	OK	35	NOK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	NOK	17	NOK	27	NOK	37	NOK	47	OK
8	NOK	18	NOK	28	NOK	38	NOK	48	OK
9	NOK	19	OK	29	NOK	39	NOK	49	NOK
10	NOK	20	NOK	30	NOK	40	NOK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	NOK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	NOK	82	OK		
53	NOK	63	OK	73	NOK	83	NOK		
54	NOK	64	OK	74	NOK	84	NOK		
55	OK	65	NOK	75	OK	85	NOK		
56	OK	66	NOK	76	OK	86	OK		
57	NOK	67	NOK	77	NOK	87	NOK		
58	NOK	68	NOK	78	NOK	88	NOK		
59	NOK	69	OK	79	NOK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	NOK	90	NOK		

Fuente: Autor

Se realiza una prueba de hipótesis para validar si esta diferencia de medidas tiene impacto en el contenido neto envasado, se tomaron 30 muestras en tres tubos de venteo diferente a la medida estándar de 1,9 cm que debe tener según fabricante original.

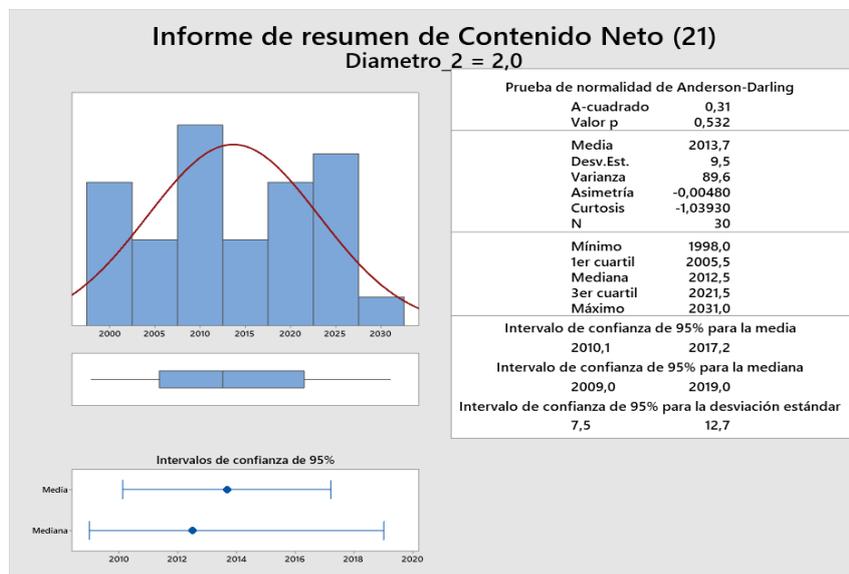
En la figura 2.29 se muestra el resumen estadístico del contenido neto de la dosificación con tubos de venteo con diámetro de 1,9cm para 2000cc



**Figura 2.29** Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 1,9cm línea L2

Fuente: Autor

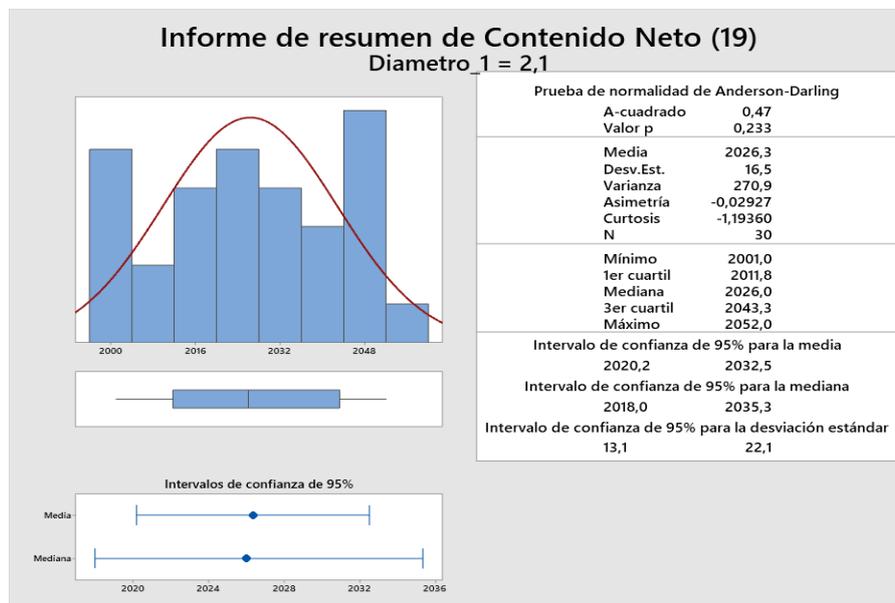
En la figura 2.30 se muestra el resumen estadístico del contenido neto de la dosificación con tubos de venteo con diámetro de 2,0cm para 2000cc



**Figura 2.30 Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 2,0cm línea L2**

Fuente: Autor

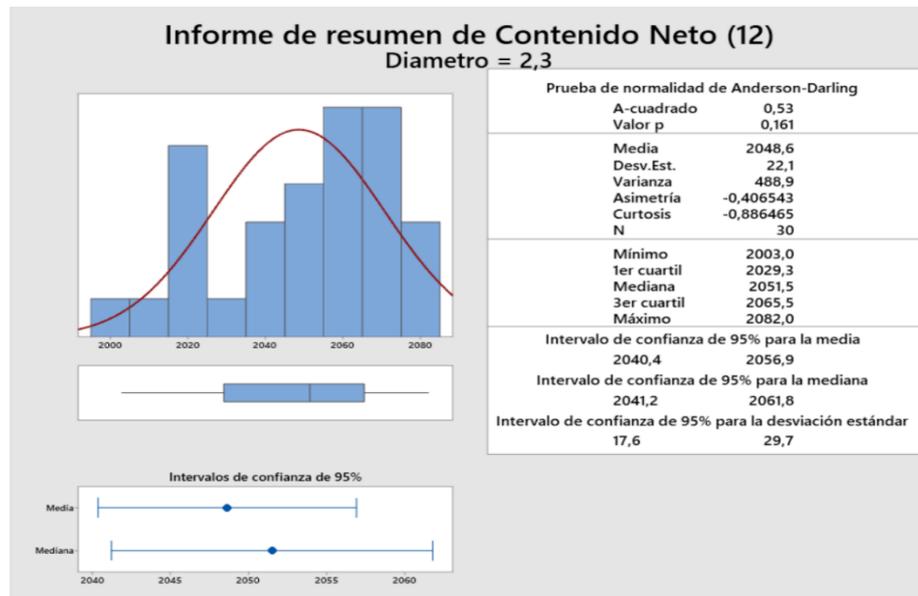
En la figura 2.31 se muestra el resumen estadístico del contenido neto de la dosificación con tubos de venteo con diámetro de 2,1cm para 2000cc



**Figura 2.31 Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 2,1cm línea L2**

Fuente: Autor

En la figura 2.32 se muestra el resumen estadístico del contenido neto de la dosificación con tubos de venteo con diámetro de 2,3cm para 2000cc



**Figura 2.32 Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 2,3cm línea L2**

Fuente: Autor

En el tubo de Venteo de diámetro 1,9cm la media fue de 2000,6cc con una desviación estándar de 1,1cc.

En el tubo de Venteo de diámetro 2,0cm la media fue de 2013cc con una desviación estándar de 9,5cc.

En el tubo de Venteo de diámetro 2,1cm la media fue de 2026cc con una desviación estándar de 16,5cc.

En el tubo de Venteo de diámetro 2,3cm la media fue de 2048cc con una desviación estándar de 22,1cc.

Con estos datos se valida, que se tiene un contenido neto mayor según aumenta el diámetro de los tubos de venteo, esta diferencia de diámetro es imperceptible por lo que se necesita de un calibrador Vernier para realizar la medición y descartes de tubos de venteo mayor a 1,9cm de diámetro.

Antes de realizar la prueba de diferencia de medias, se realiza prueba de hipótesis de varianzas de las muestras.

### **Prueba de hipótesis de varianzas para tubos de venteo (diámetro 2,0cm vs 1,9cm)**

Con un intervalo del 95% de confianza y un valor p de 0 se rechaza  $H_0$ , por lo tanto, las varianzas son distintas para los tubos de venteo de diámetros 2,0cm vs 1,9cm, como se puede ver en la figura 2.33.

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$

Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

### Estadística

**Método de prueba** GL1 GL2 Valor p

F 78,27 29 29 0,000

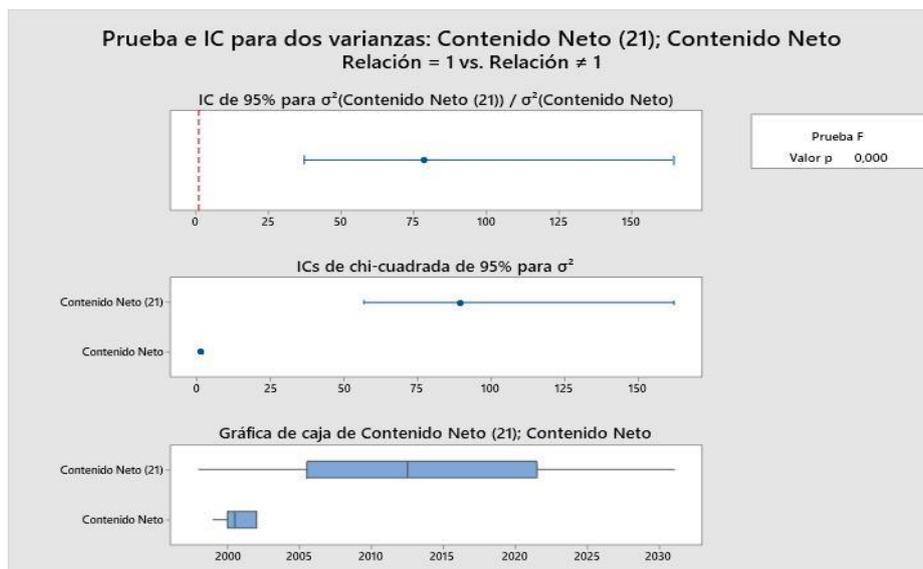


Figura 2.33 Prueba de hipótesis de igual varianza 2,0cm vs 1,9cm

Fuente: Autor

## Prueba de hipótesis de varianzas para tubos de venteo (diámetro 2,1cm vs 1,9cm)

Con un intervalo del 95% de confianza y un valor p de 0 se rechaza  $H_0$ , por lo tanto, las varianzas son distintas para los tubos de venteo de diámetros 2,1cm vs 1,9cm, como se puede ver en la figura 2.34.

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$

Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

### Estadística

**Método de prueba** GL1 GL2 Valor p

F 236,59 29 29 0,000

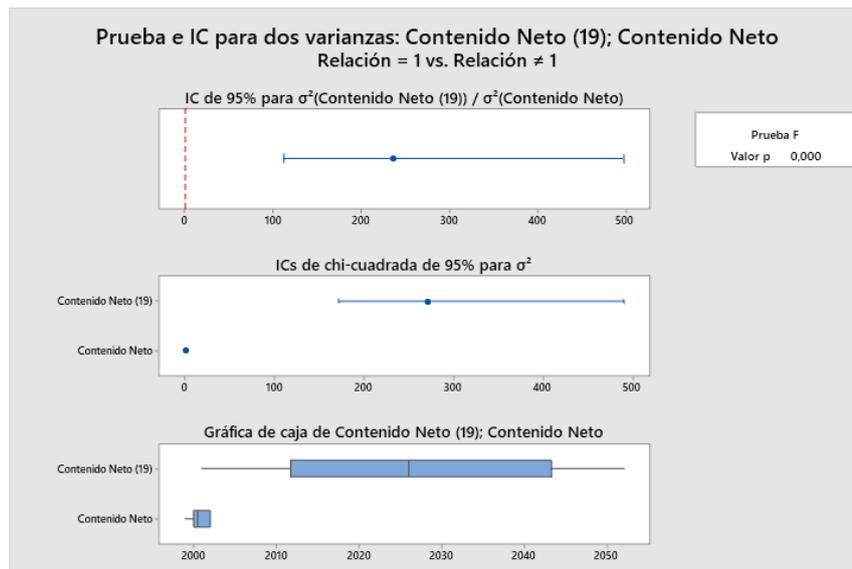


Figura 2.34 Prueba de hipótesis de igual varianza 2,1cm vs 1,9cm

Fuente: Autor

### Prueba de hipótesis de varianzas para tubos de venteo (diámetro 2,3cm vs 1,9cm)

Con un intervalo del 95% de confianza y un valor p de 0 se rechaza  $H_0$ , por lo tanto, las varianzas son distintas para los tubos de venteo de diámetros 2,3cm vs 1,9cm, como se puede ver en la figura 2.35.

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$

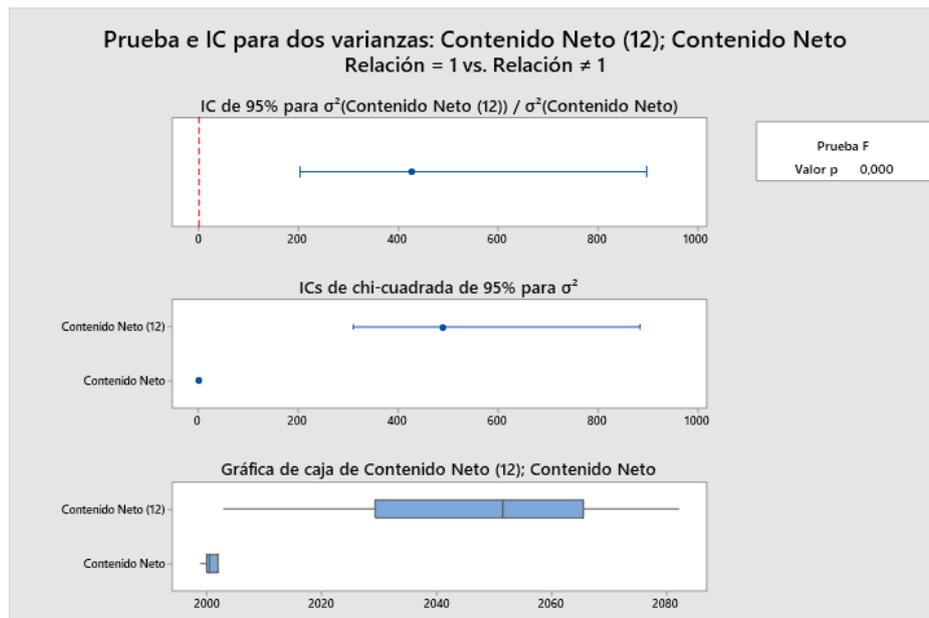
Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

#### Estadística

Método de prueba GL1 GL2 Valor p

F 427,08 29 29 0,000



**Figura 2.35 prueba de hipótesis de igual varianza 2,3cm vs 1,9cm**

Fuente: Autor

### Prueba de hipótesis de diferencia de medias de venteo (1,9cm vs 2,0cm)

$H_0$ : la media del contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,9cm es igual a la media del tubo de venteo diámetro 2,0cm

Vs

$H_1$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,9cm no es igual a la media del tubo de venteo diámetro 2,0cm

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-7,51 29 0,000

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Contenido Neto	30	2000,60	1,07	0,20
Contenido Neto (21)	30	2013,67	9,47	1,7

**Figura 2.36 Prueba de hipótesis de diferencia de medias tubo de venteo (1,9cm vs 2,0cm)**

Fuente: Autor

Con un intervalo de confianza del 95% y un valor P igual a 0, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que con el tubo de venteo de diámetro 2,0cm se envasa mayor contenido neto con afectación al rendimiento de jarabe, por lo tanto, esta causa queda verificada.

### **Prueba de hipótesis de diferencia de medias tubo de venteo (1,9cm vs 2,1cm)**

$H_0$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,9cm es igual a la media del tubo de venteo diámetro 2,1cm

Vs

$H_1$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,9cm no es igual a la media del tubo de venteo diámetro 2,1cm

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-8,55 29 0,000

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Contenido Neto	30	2000,60	1,07	0,20
Contenido Neto (19)	30	2026,3	16,5	3,0

**Figura 2.37 Prueba de hipótesis de diferencia de medias tubo de venteo (1,9cm vs 2,1cm)**

Fuente: Autor

Con un intervalo de confianza del 95% y un valor P igual a 0, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que con el tubo de venteo de diámetro 2,1cm se envasa mayor contenido neto con afectación al rendimiento de jarabe, por lo tanto, esta causa queda verificada.

### Prueba de hipótesis de diferencia de medias de venteo (1,9cm vs 2,3cm)

$H_0$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,9cm es igual a la media del tubo de venteo diámetro 2,3cm

Vs

$H_1$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,9cm no es igual a la media del tubo de venteo diámetro 2,3cm

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-11,88 29 0,000

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Contenido Neto	30	2000,60	1,07	0,20
Contenido Neto (12)	30	2048,6	22,1	4,0

**Figura 2.38 Prueba de hipótesis de diferencia de medias de venteo (1,9cm vs 2,3cm)**

Fuente: Autor

Con un intervalo de confianza del 95% y un valor P igual a 0, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que con el tubo de venteo de diámetro 2,3cm se envasa mayor contenido neto con afectación al rendimiento de jarabe, por lo tanto, esta causa queda verificada.

## 2.- Tubos de venteo con medidas incorrectas (500cc)

Como se muestra en la tabla 15 de validación de tubos de venteo para la línea L5, si existen tubos de venteo con diferentes diámetros; se encuentran tubos de venteo con diámetros de 1,4cm (según estándar medida para 500cc); 1,5cm y 1,7cm

**Tabla 15**

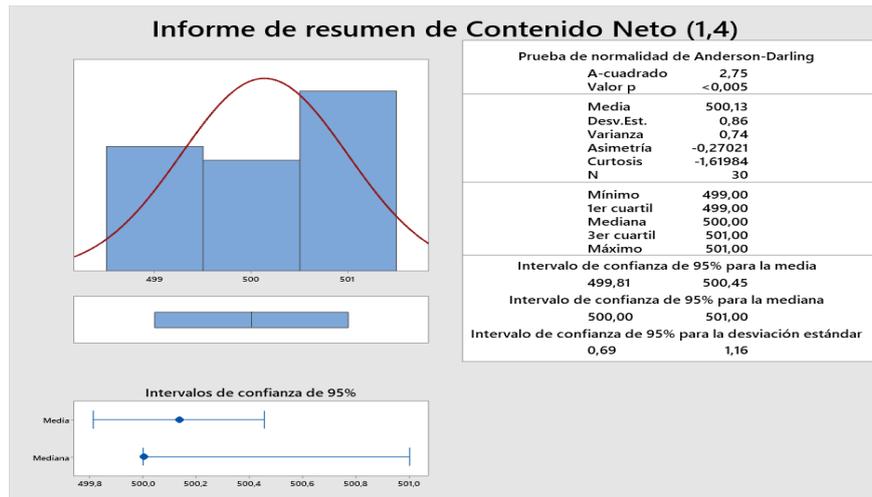
### Tubos de venteo Línea L5 fuera de estándar de 1,4cm diámetro

Tubos de Venteo Línea L5									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	NOK	11	NOK	21	OK	31	OK	41	NOK
2	OK	12	NOK	22	OK	32	NOK	42	NOK
3	OK	13	OK	23	OK	33	NOK	43	NOK
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	NOK
5	OK	15	NOK	25	NOK	35	NOK	45	OK
6	OK	16	NOK	26	OK	36	OK	46	NOK
7	NOK	17	NOK	27	OK	37	OK	47	NOK
8	OK	18	OK	28	NOK	38	NOK	48	NOK
9	NOK	19	NOK	29	NOK	39	NOK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	NOK	50	NOK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	NOK	71	NOK	81	OK		
52	NOK	62	NOK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	NOK	74	OK	84	OK		
55	NOK	65	NOK	75	NOK	85	NOK		
56	NOK	66	NOK	76	OK	86	OK		
57	NOK	67	NOK	77	NOK	87	NOK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	NOK	69	NOK	79	NOK	89	OK		
60	NOK	70	OK	80	NOK	90	NOK		

Fuente: Autor

Se debe realizar una prueba de hipótesis para validar si esta diferencia de medidas tiene impacto en el contenido neto envasado, se tomaron 30 muestras en tubos de venteo diferente a la medida estándar de 1,4 cm que debe tener según fabricante original.

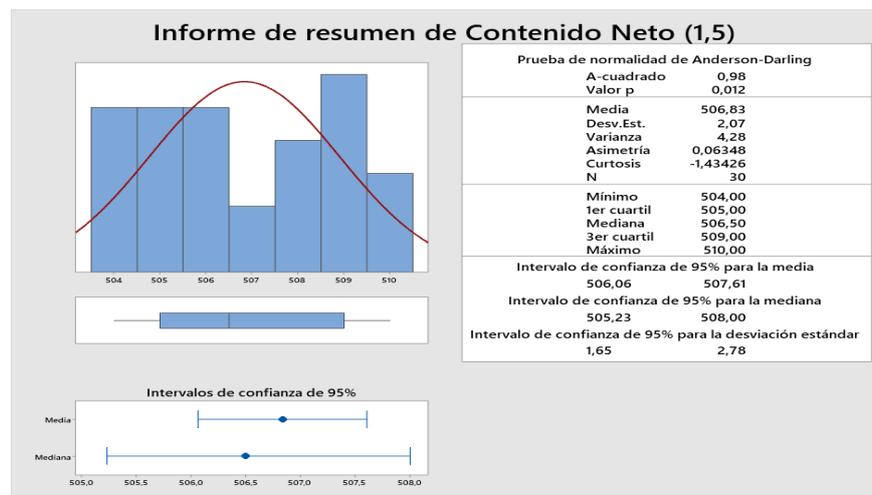
En la figura 2.39 se muestra el resumen estadístico del contenido neto del tubo de venteo de 1,4cm de diámetro (Dentro de estándar según manual del fabricante); la media fue de 500,13cc con una desviación estándar de 0,86cc



**Figura 2.39 Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 1,4cm línea L5**

Fuente: Autor

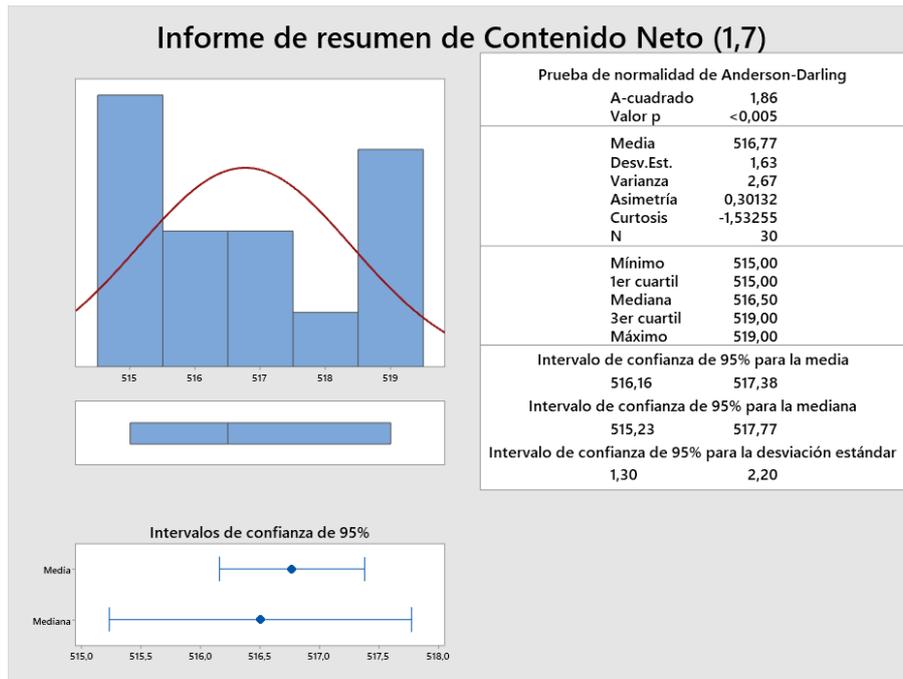
En la figura 2.40 se muestra el resumen estadístico del contenido neto del tubo de venteo de 1,5cm de diámetro, la media fue de 506,83cc con una desviación estándar de 2,07cc



**Figura 2.40 Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 1,5cm línea L5**

Fuente: Autor

En la figura 2.41 se muestra el resumen estadístico del contenido neto del tubo de venteo de 1,7cm de diámetro, la media fue de 516,77cc con una desviación estándar de 1,63cc



**Figura 2.41 Resumen estadístico del contenido neto con tubo de venteo de 1,7cm línea L5**

Fuente: Autor

Con estos datos se verifica que se tiene un contenido neto mayor según aumenta el diámetro de los tubos de venteo, esta diferencia de diámetro es imperceptible por lo que se necesita de un calibrador Vernier para realizar la medición y descartes de tubos de venteo mayor a 1,4cm de diámetro

Antes de realizar la prueba de diferencia de medias, se realiza prueba de hipótesis de varianzas de las muestras.

### **Prueba de hipótesis de varianzas de tubos de venteo (diámetro 1,4cm vs 1,5cm)**

En la figura 2.42 se visualiza que con un intervalo del 95% de confianza y un valor p de 0 se rechaza la hipótesis, por lo tanto, las varianzas de contenido neto de tubo de venteo de 1,4cm vs 1,5cm de diámetro, son distintas.

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$

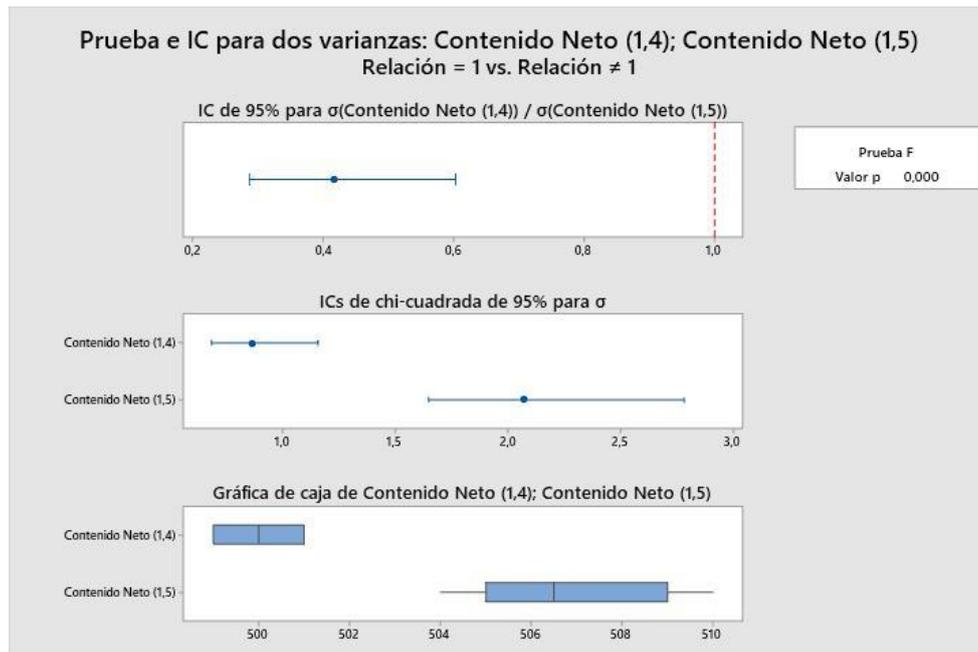
Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Estadística

Método de prueba GL1 GL2 Valor p

F 0,17 29 29 0,000



**Figura 2.42 Prueba de hipótesis de varianzas Tubo de venteo (diámetro 1,4cm vs 1,5cm)**

Fuente: Autor

## Prueba de hipótesis de varianzas de tubos de venteo (diámetro 1,4cm vs 1,7cm)

En la figura 2.43 se visualiza que con un intervalo del 95% de confianza y un valor p de 0 se rechaza la hipótesis, por lo tanto, las varianzas de contenido neto de tubo de venteo de 1,4cm vs 1,7cm de diámetro, son distintas.

## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$

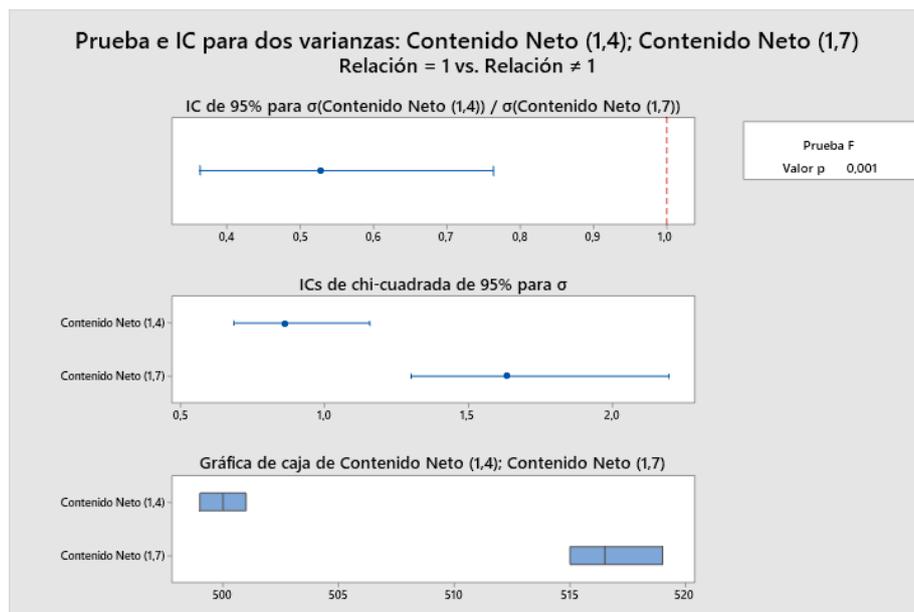
Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Estadística

Método de prueba GL1 GL2 Valor p

F 0,28 29 29 0,001



**Figura 2.43 Prueba de hipótesis de varianzas Tubo de venteo (diámetro 1,4cm vs 1,7cm)**

Fuente: Autor

## Prueba de hipótesis de diferencia de medias de tubos de venteo (1,4cm vs 1,5cm)

$H_0$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,4cm es igual a la media del tubo de venteo de diámetro 1,5cm

Vs

$H_1$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,4cm no es igual a la media del del tubo de venteo diámetro 1,5cm

<b>Método</b>				
$\mu_1$ : media de Contenido Neto (1,4)				
$\mu_2$ : media de Contenido Neto (1,5)				
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$				
<i>No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.</i>				
<b>Estadísticas descriptivas</b>				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Contenido Neto (1,4)	30	500,133	0,860	0,16
Contenido Neto (1,5)	30	506,83	2,07	0,38
<b>Estimación de la diferencia</b>				
IC de 95% para				
<u>Diferencia la diferencia</u>				
-6,700 (-7,528; -5,872)				
<b>Prueba</b>				
Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$				
Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$				
<u>Valor T GL Valor p</u>				
-16,38 38 0,000				

**Figura 2.44 Prueba de hipótesis de diferencia de medias de venteo (1,4cm vs 1,5cm)**

Fuente: Autor

Con un intervalo de confianza del 95% y un valor P igual a 0, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que con el tubo de venteo de diámetro 1,5cm se envasa mayor contenido neto con afectación al rendimiento de jarabe, por lo tanto, esta causa queda verificada.

### **Prueba de hipótesis de diferencia de medias para contenido neto de tubos de venteo (1,4cm vs 1,7cm)**

$H_0$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,4cm es igual a la media del tubo de venteo de diámetro 1,7cm

Vs

$H_1$ : La media de contenido neto del tubo de venteo diámetro 1,4cm no es igual a la media del del tubo de venteo diámetro 1,7cm

<b>Método</b>				
$\mu_1$ : media de Contenido Neto (1,4)				
$\mu_2$ : media de Contenido Neto (1,7)				
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$				
<i>No se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.</i>				
<b>Estadísticas descriptivas</b>				
Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Contenido Neto (1,4)	30	500,133	0,860	0,16
Contenido Neto (1,7)	30	516,77	1,63	0,30
<b>Estimación de la diferencia</b>				
IC de 95% para				
<u>Diferencia</u>	<u>la diferencia</u>			
-16,633	(-17,313; -15,954)			
<b>Prueba</b>				
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$			
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$			
<u>Valor T</u>	<u>GL</u>	<u>Valor p</u>		
-49,35	43	0,000		

**Figura 2.45 Prueba de hipótesis de diferencia de medias de venteo (1,4cm vs 1,7cm)**

Fuente: Autor

Con un intervalo de confianza del 95% y un valor P igual a 0, se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que con el tubo de venteo de diámetro 1,7cm se envasa mayor contenido neto con afectación al rendimiento de jarabe, por lo tanto, esta causa queda verificada.

### 3.- Sellos de botella con medidas incorrectas (2000cc)



**Figura 2.46 Medición y verificación de sellos de botella**

Fuente: Autor

En la tabla 16 se muestra la validación de los sellos de botella y se puede evidenciar que los sellos de botella se encuentran con medidas correctas, por lo que se descarta esta Hipótesis para la línea L2.

**Tabla 16**  
**Validación de medidas de sellos de botella línea L2**

Sellos Botella Línea L2									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	OK	31	OK	41	OK
2	OK	12	OK	22	OK	32	OK	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	OK
5	OK	15	OK	25	OK	35	OK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	OK
8	OK	18	OK	28	OK	38	OK	48	OK
9	OK	19	OK	29	OK	39	OK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	OK		
55	OK	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	OK	69	OK	79	OK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

Esta causa queda verificada y descartada.

#### 4.- Sellos de botella con medidas incorrectas (500cc)

En la tabla 17 se muestra la validación de los sellos de botella y se puede evidenciar que los sellos de botella se encuentran con medidas correctas, por lo que se descarta esta Hipótesis para la línea L5.

**Tabla 17**  
**Validación de medidas de sellos de botella línea L5**

Sellos Botella Línea L5									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	OK	31	OK	41	OK
2	OK	12	OK	22	OK	32	OK	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	OK
5	OK	15	OK	25	OK	35	OK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	OK
8	OK	18	OK	28	OK	38	OK	48	OK
9	OK	19	OK	29	OK	39	OK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	OK		
55	OK	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	OK	69	OK	79	OK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

### 5.- Sellos de válvula con medidas incorrectas (2000cc)



**Figura 2.47 Medición y verificación de sellos de válvula**

Fuente: Autor

En la tabla 18 se muestra la verificación de los sellos de válvula y se puede validar que todos los sellos se encuentran dentro de la medida, por lo que se descarta esta hipótesis para la Línea L2.

**Tabla 18**  
**Validación de medidas de sellos de válvula línea L2**

Sellos Valvula Linea L2									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	OK	31	OK	41	OK
2	OK	12	OK	22	OK	32	OK	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	OK
5	OK	15	OK	25	OK	35	OK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	OK
8	OK	18	OK	28	OK	38	OK	48	OK
9	OK	19	OK	29	OK	39	OK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	OK		
55	OK	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	OK	69	OK	79	OK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

## 6.- Sellos de válvula con medidas incorrectas (500cc)

En la tabla 19 se muestra la verificación de los sellos de válvula y se puede validar que todos los sellos se encuentran dentro de la medida, por lo que se descarta esta hipótesis para la Línea L5.



En la figura 2.48 se muestra una evaluación operativa de proceso de llenado a operador.

**Manufactura**  
**Llenadora**

TURNO A

TURNO # 1

PRESENTACIÓN: 2000 ml  
HORA INICIAL: 07:00  
HORA FINAL: 18:00

PARAMETROS	ESTÁNDAR	Registrar cada hora																							
		7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00
Velocidad máquina	Registrar valor	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300	11300
Puertas cerradas del Área	Correcto (Si o No)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Tubos de viento completos	Correcto (Si o No)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Equipo	Correcto (Si o No)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Transportes	Correcto (Si o No)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Equipo y formatos	Correcto (Si o No)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Área	Correcto (Si o No)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Aire Principal	5 - 8 bares	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
Entrada bebida	4 a 4.8 bares	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
CO2	10 a 12 bares	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Temperatura	12 a 15 °C	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Nivel de bebida en la taza	80 - 150 litros	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
VALVULAS	Contenido Neto	Volúmen según presentación																							
	No llenan	-																							
	No Válvula	-																							
	valeta completa	-																							
CONTENIDO NETO PROMEDIO		-																							
INSPECCIÓN DEL FILTRO DE LLENADORA	SEMANAL	-																							
		CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO				SANEAMIENTO DE LLENADORA		FECHA:		HORA:		SANEAMIENTO DE LLENADORA		FECHA:		HORA:									
		CON TIERRA 1 CON PELUSAS 3																							
		CON CAUCHOS 2 LIMPIO 4																							

OBSERVACIONES:

J. AVILA C. OPERADOR 1 (nombre y firma)      S. AVILA OPERADOR 2 (nombre y firma)      C. AVILA COORDINADOR 1 (nombre y firma)      P. AVILA COORDINADOR 2 (nombre y firma)

ELABORADO POR: COORDINADOR DE PRODUCCION      REVISADO POR: JEFE DE PRODUCCION      FECHA: abr-17

Figura 2.48 Evaluación de campo operador línea L2

Fuente: Autor

### 8.- Operadores con falta de refuerzo de capacitación de parámetros de la línea L5

En la tabla 21 se muestran los resultados de las Pruebas de ingreso de rango de parámetros para los 3 operadores.

Tabla 21  
Validación de conocimiento de operación L5

Línea L5		
#	Campo	Teórico
Operador 4	OK	OK
Operador 5	OK	OK
Operador 6	OK	OK

Fuente: Autor

Debido a los resultados donde cada uno de los operadores tanto en las pruebas de campo como teóricas aprobaron se descarta esta hipótesis en línea L5.

En la figura 2.49 se muestra una evaluación operativa de proceso de llenado a operador.

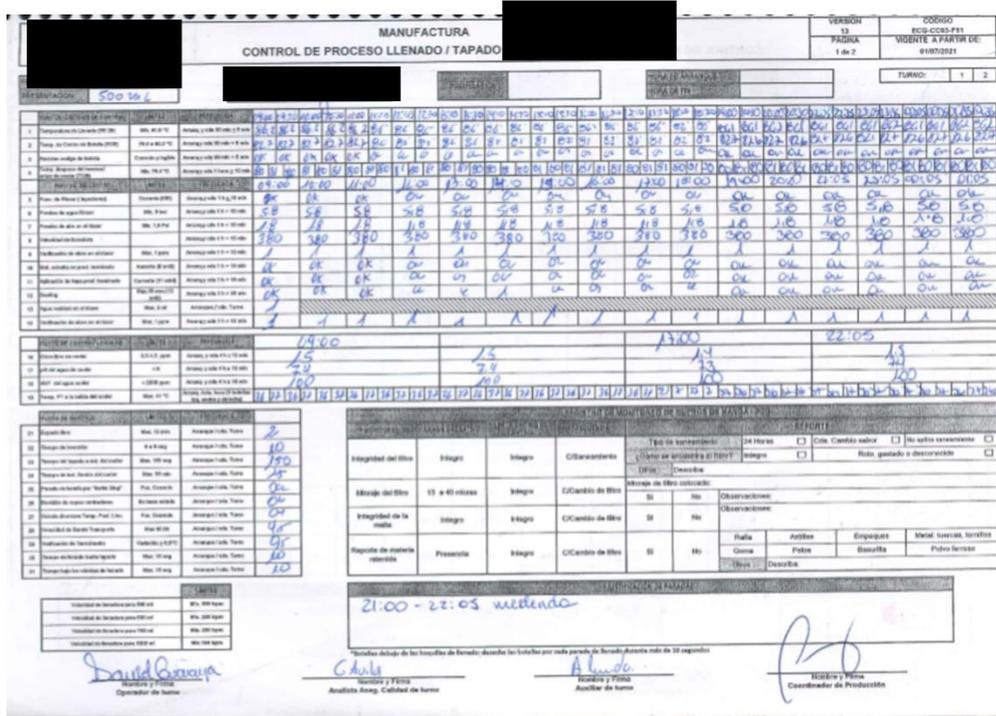


Figura 2.49 Evaluación de campo operador línea L5

Fuente: Autor

### 9.- Falta de control en arranque de línea L2

Durante el arranque de las líneas debe existir un control en el momento de realizar el empuje de aguas de enjuague hasta que el producto este dentro de los rangos de calidad, esto se realiza de manera manual en cada una de las líneas y con estándares de tiempo distintos. Por lo que, durante el empuje se puede llegar a derramar mucho más de lo recomendado, en línea L2 se tiene un estándar promedio de 200 Litros por arranque.

En la figura 2.50 se muestra el resumen estadístico de los datos tomados de litros de bebida derrama producto del empuje de aguas de enjuague de la línea L2 operador 1.

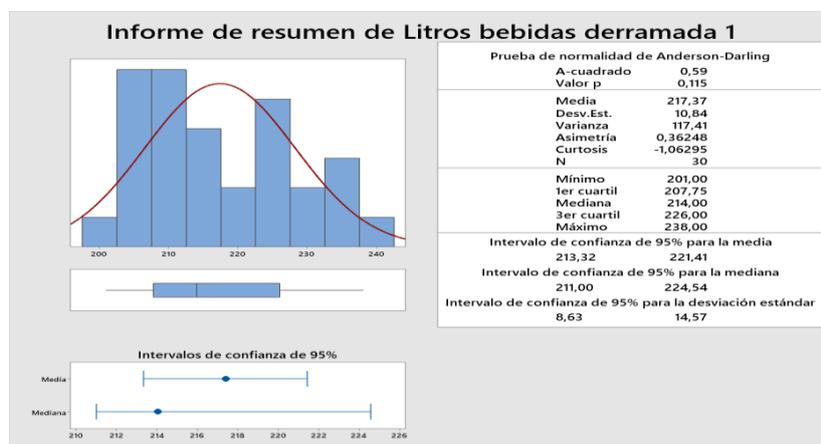
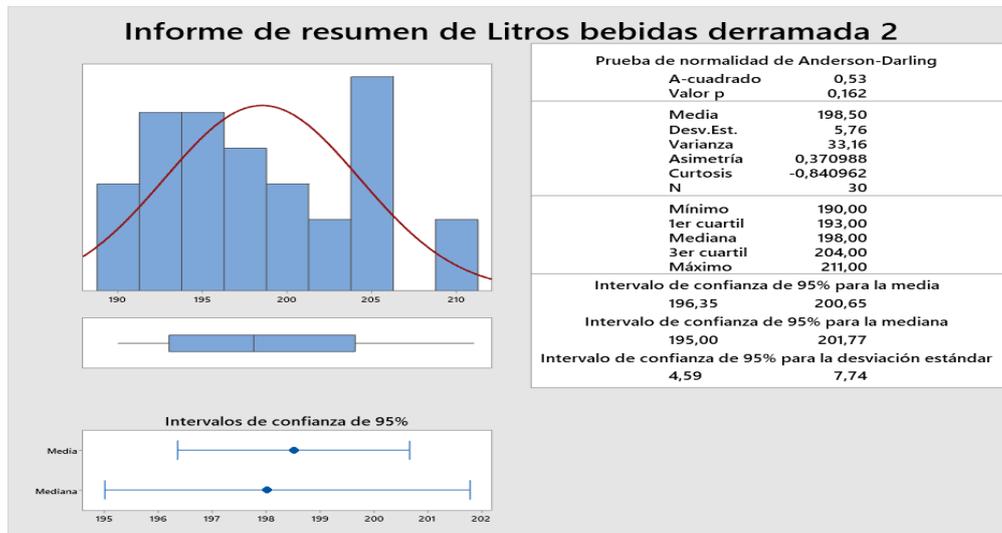


Figura 2.50 Resumen estadístico litros de bebida derramada operador 1 línea L2

Fuente: Autor

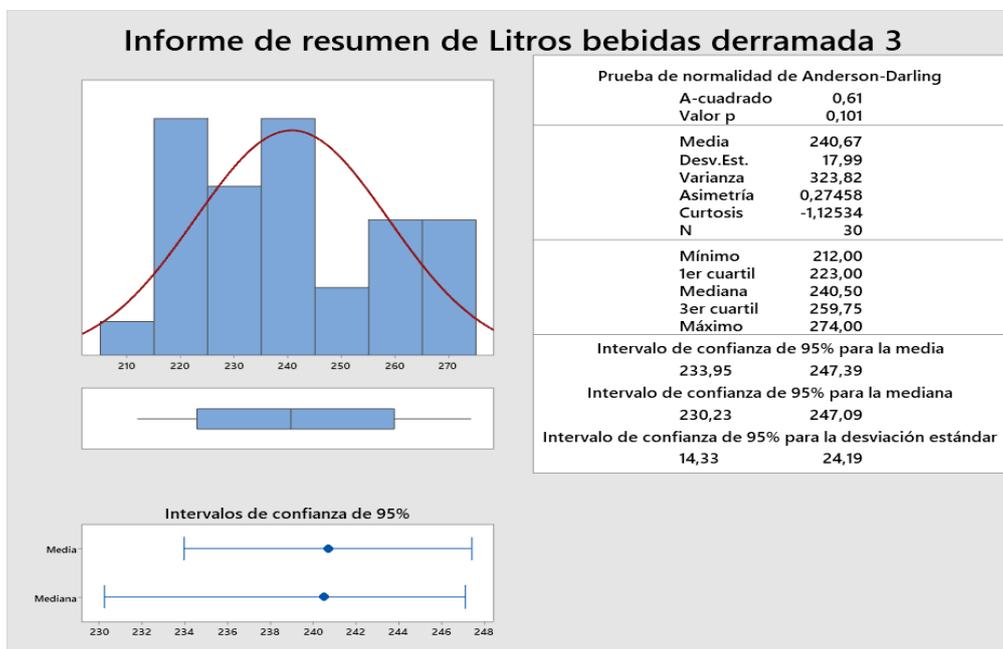
En la figura 2.51 se muestra el resumen estadístico de los datos tomados de litros de bebida derrama producto del empuje de aguas de enjuague de la línea L2 del operador 2.



**Figura 2.51 Resumen estadístico litros de bebida derramada operador 2 línea L2**

Fuente: Autor

En la figura 2.52 se muestra el resumen estadístico de los datos tomados de litros de bebida derrama producto del empuje de aguas de enjuague de la línea L2 del operador 3.



**Figura 2.52 resumen estadístico litros de bebidas derramadas operador 3 línea L2**

Fuente: Autor

Operador 1 en línea L2 se encuentra fuera de estándar con una media de 217,37 y desviación estándar de 10,84.

Operador 2 en línea L2 se encuentra dentro de estándar con una media de 198,5 y desviación estándar de 5,76.

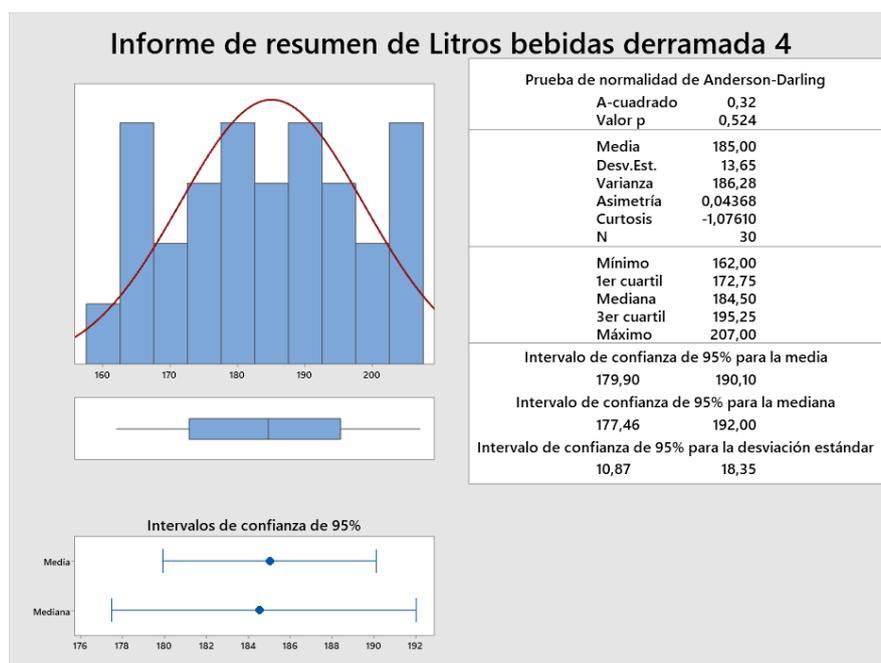
Operador 3 en línea L2 se encuentra fuera de estándar con una media de 240,67 y desviación estándar de 17,99.

Con este Análisis queda verificado que el control operativo tiene impacto en el derrame de mayor cantidad de jarabe durante el empuje de aguas de enjuague por ende tiene injerencia en el rendimiento de jarabe de la línea L2.

## 10.- Falta de control en arranque de línea L5

Durante el empuje se puede llegar a derramar mucho más de lo recomendado, en línea L5 se tiene un estándar promedio de 160 Litros por arranque.

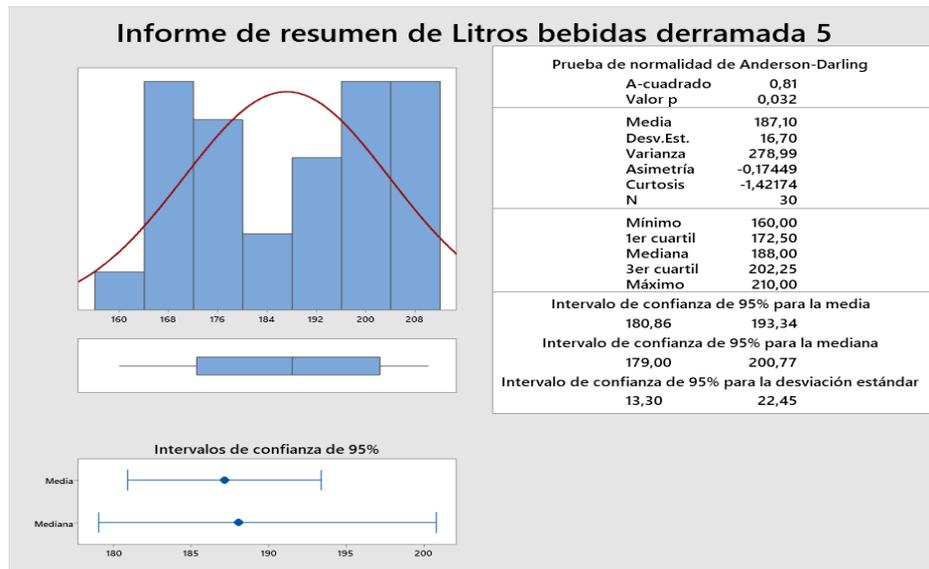
En la figura 2.53 se muestra el resumen estadístico de los datos tomados de litros de bebida derrama producto del empuje de aguas de enjuague de la línea L5 del operador 1.



**Figura 2.53 Resumen estadístico litros de bebidas derramadas operador 1 línea L5**

Fuente: Autor

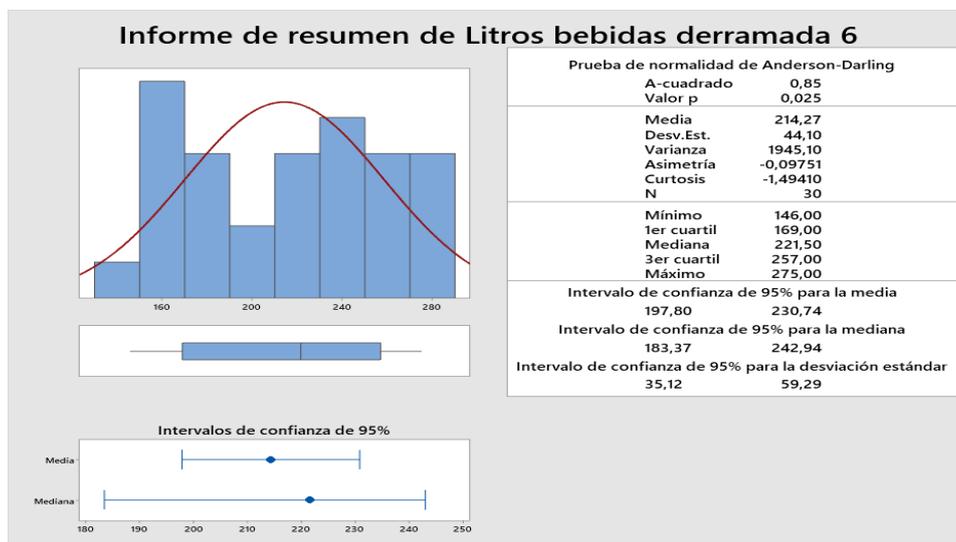
En la figura 2.54 se muestra el resumen estadístico de los datos tomados de litros de bebida derrama producto del empuje de aguas de enjuague de la línea L5 del operador 2.



**Figura 2.54 resumen estadístico litros de bebidas derramadas operador 2 línea L5**

Fuente: Autor

En la figura 2.55 se muestra el resumen estadístico de los datos tomados de litros de bebida derrama producto del empuje de aguas de enjuague de la línea L5 del operador 3.



**Figura 2.55 resumen estadístico litros de bebidas derramadas operador 3 línea L5**

Fuente: Autor

Operador 1 en línea L5 se encuentra fuera de estándar con una media de 185 y desviación estándar de 13,65.

Operador 2 en línea L5 se encuentra fuera de estándar con una media de 187,1 y desviación estándar de 16,7.

Operador 3 en línea L5 se encuentra fuera de estándar con una media de 214,27 y desviación estándar de 44,1.

Con este análisis se verifica que el control operativo tiene impacto en el derrame de mayor cantidad de jarabe durante el empuje de aguas de enjuague por ende tiene injerencia en el rendimiento de jarabe de la línea L5.

## 11.- Paradas de línea prolongadas en L2 y L5

Se realiza verificación por parte del coordinador de línea y no se encuentran dentro del histórico de paradas que se haya derramado jarabe por tiempo de maduración de jarabe. Por lo que se, descarta esta hipótesis.

En la figura 2.56 se muestra el archivo de pérdidas del 2021 de línea L2 y L5 donde se verificó que no existen perdidas con descarte de producto.

Fecha	Día	Semana	Rela	Descarte	Cumplimiento
1/1/2021	VIERNES	Semana 1	16688	0	0%
2/1/2021	SÁBADO	Semana 1	12000	0	0%
3/1/2021	DOMINGO	Semana 1	12000	0	0%
4/1/2021	LUNES	Semana 1	12000	0	0%
5/1/2021	MARTES	Semana 1	12000	0	0%
6/1/2021	MIÉRCOLES	Semana 1	0	0	0%
7/1/2021	JUEVES	Semana 1	9500	0	0%
8/1/2021	VIERNES	Semana 1	10000	0	0%
9/1/2021	SÁBADO	Semana 1	12000	0	0%
10/1/2021	DOMINGO	Semana 1	6000	0	0%
11/1/2021	LUNES	Semana 2	11000	0	0%
12/1/2021	MARTES	Semana 2	11000	0	0%
13/1/2021	MIÉRCOLES	Semana 2	0	0	0%
14/1/2021	JUEVES	Semana 2	10000	0	0%
15/1/2021	VIERNES	Semana 2	12000	0	0%
16/1/2021	SÁBADO	Semana 2	12000	0	0%
17/1/2021	DOMINGO	Semana 2	6000	0	0%
18/1/2021	LUNES	Semana 3	12000	0	0%
19/1/2021	MARTES	Semana 3	11816	0	0%
20/1/2021	MIÉRCOLES	Semana 3	12000	0	0%
21/1/2021	JUEVES	Semana 3	12000	0	0%
22/1/2021	VIERNES	Semana 3	11000	0	0%
23/1/2021	SÁBADO	Semana 3	11000	0	0%
24/1/2021	DOMINGO	Semana 3	12000	0	0%
25/1/2021	LUNES	Semana 4	10000	0	0%
26/1/2021	MARTES	Semana 4	11500	0	0%
27/1/2021	MIÉRCOLES	Semana 4	12000	0	0%

Figura 2.56 Control de producción vs descarte de producto por tiempo máximo superado en líneas L2 y L5

Fuente: Autor

## 12.- Sellos de válvula en mal estado de las líneas L2 y L5

Al validar los sellos de botella de la línea L2 y L5 se tienen los siguientes resultados presentados en las tablas 22 y 23.

**Tabla 22**  
**Validación de estatus de sellos de válvula línea L2**

Sellos Valvula Linea L2									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	OK	31	OK	41	OK
2	OK	12	OK	22	OK	32	OK	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	OK
5	OK	15	OK	25	OK	35	OK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	OK
8	OK	18	OK	28	OK	38	OK	48	OK
9	OK	19	OK	29	OK	39	OK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	OK		
55	OK	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	OK	69	OK	79	OK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

**Tabla 23**  
**Validación de estatus de sellos de válvula línea L5**

Sellos Valvula Linea L5									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	OK	31	OK	41	OK
2	OK	12	OK	22	OK	32	OK	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	OK
5	OK	15	OK	25	OK	35	OK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	OK
8	OK	18	OK	28	OK	38	OK	48	OK
9	OK	19	OK	29	OK	39	OK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	OK		
55	OK	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	OK	69	OK	79	OK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

Los sellos de válvula tanto para la línea L2 y línea L5 luego de la inspección técnica se encuentran en perfectas condiciones, por lo que, se descarta esta hipótesis.

### 13.- Sellos de botella en mal estado de las Líneas L2 y L5

Al validar los sellos de botella para la línea L2 y L5 se puede evidenciar que los siguientes no cumplen con la medida correcta según las tablas 24 y 25.

**Tabla 24**  
**Validación de estatus de sellos de Botellas línea L2**

Sellos botella Línea L2									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	FAIL	31	OK	41	FAIL
2	OK	12	OK	22	OK	32	FAIL	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	FAIL	34	OK	44	FAIL
5	OK	15	OK	25	OK	35	FAIL	45	OK
6	OK	16	FAIL	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	FAIL
8	FAIL	18	OK	28	OK	38	FAIL	48	OK
9	OK	19	OK	29	FAIL	39	OK	49	OK
10	FAIL	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	FAIL	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	FAIL		
55	FAIL	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	FAIL		
59	OK	69	FAIL	79	FAIL	89	FAIL		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

**Tabla 25**  
**Validación de estatus de sellos de botella línea L5**

Sellos botella Línea L5									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	OK	31	OK	41	OK
2	OK	12	OK	22	OK	32	OK	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	OK	34	FAIL	44	OK
5	OK	15	OK	25	OK	35	OK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	OK
8	OK	18	OK	28	OK	38	OK	48	OK
9	OK	19	OK	29	OK	39	OK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	OK		
55	OK	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	OK	69	OK	79	OK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

### 2.3.5 Resultado de la verificación de X potenciales

En la tabla 26 se presenta el resultado del plan de verificación de las causas potenciales. Las variables que tuvieron un resultado en pérdida de producto y esto impacta al rendimiento de jarabe se distingue con color rojo, y en color verde colocamos las variables que no tuvieron ninguna incidencia ni evidencia alguna.

**Tabla 26**  
**Resultados del plan de verificación**

Causa Potencial	Teoría (Relación de X con respecto a Y)	¿Cómo se verificara la causa?	Resultado
Tubos de venteo con medidas incorrectas (2000cc)	Tubos de venteo con medidas incorrectas genera mayor dosificación de bebida por botella, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L2	Revisión técnica con calibrador Vernier	
Tubos de venteo con medidas incorrectas (500cc)	Tubos de venteo con medidas incorrectas genera mayor dosificación de bebida por botella, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L5	Revisión técnica con calibrador Vernier	
Sellos de botella con medidas incorrectas (2000cc)	Sellos de botella pueden provocar fuga durante el proceso de envasado, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L2	Inspección Visual técnico vs estándar	
Sellos de botella con medidas incorrectas (500cc)	Sellos de botella pueden provocar fuga durante el proceso de envasado, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L5	Inspección Visual técnico vs estándar	
Sellos de válvula con medidas incorrectas (2000cc)	Sellos de Válvulas pueden provocar fuga durante el proceso de envasado, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L2	Inspección Visual técnico vs estándar	
Sellos de válvula con medidas incorrectas (500cc)	Sellos de Válvulas pueden provocar fuga durante el proceso de envasado, reduciendo el rendimiento de jarabe en línea L5	Inspección Visual técnico vs estándar	
Operadores con falta de refuerzo de capacitación de parámetros de la línea L2	Prueba a operadores de control de parámetros en campo y teórico, mala operación puede impactar en la reducción del rendimiento de jarabe de la Línea L2	Validación de Coordinador de línea junto a personal	
Operadores con falta de refuerzo de capacitación de parámetros de la línea L5	Prueba a operadores de control de parámetros en campo y teórico, mala operación puede impactar en la reducción del rendimiento de jarabe de la Línea L5	Validación de Coordinador de línea junto a personal	
Falta de control en arranque de línea L2	En arranques de líneas durante el empuje de bebida se puede derramar mas producto del estándar y reducir el rendimiento de jarabe de la línea L2	Prueba de hipótesis de comparación de medias	
Falta de control en arranques de línea L5	En arranques de líneas durante el empuje de bebida se puede derramar mas producto del estándar y reducir el rendimiento de jarabe de la línea L5	Prueba de hipótesis de comparación de medias	
Paradas de línea prolongadas en L2 y L5	Tiempos mayores a 8 horas en un turno pueden provocar descarte de producto de las tuberías de las líneas L2 y L5	Revisión de histórico de coordinador de línea	
Sellos de válvula en mal estado de las líneas L2 y L5	Sellos de valvula en mal estado pueden provocar fuga durante el proceso de envasado y reducir el rendimiento de jarabe de la línea L2 y L5	Inspección Visual técnico vs estándar	
Sellos de botella en mal estado de las Líneas L2 y L5	Sellos de botella en mal estado pueden provocar fuga durante el proceso de envasado y reducir el rendimiento de jarabe de la línea L2 y L5	Inspección Visual técnico vs estándar	

Fuente: Autor

### 2.3.6 Análisis por qué múltiple o 5 ¿Por qué?

Se deben elegir las causas que influyen en el rendimiento del jarabe para realizar el análisis del por qué múltiple o 5 por que para poder definir las causas raíz del problema. Es importante determinar cada una de las causas raíz las cuales en la fase de Mejora se colocará un plan de acción de contramedida. En la etapa de verificación pudimos validar que tanto para la línea L2 y para la Línea L5 las variables x son iguales para ambos casos con las mismas incidencias. Por lo que en el análisis del por qué múltiple las uniremos para encontrar la causa raíz.

Tabla 27

## Análisis del 5 ¿por qué?

Análisis 5 por que? Y por que multiple es para alcanzar la causa raiz de los problemas									
1ro Por qué?	Causa Raiz?	2do Por qué?	Causa Raiz?	3ro Por qué?	Causa Raiz?	4to Por qué?	Causa Raiz?	5to Por qué?	Causa Raiz?
Tubos de venteo con medidas incorrectas en Linea L2 y L5	No	Se adecuaron tubos de venteo para sacar las producciones sin seguir un estandar	No	En bodega no se tienen tubo de venteo originales por tamaño de envase	No	No se tenia conocimiento claro de parte tecnica y operativa y se tomaba tubos de cualquier tamaño	No	Porque no existe un estandar de tubo de venteos por tamaño de botella	Si
				En el Mantenimiento planeado no se tiene revision de medidas de tubos de venteo	Si				
				Los pedidos de tubos de venteo se estaban realizando a un fabricante Local sin estandar alguno	Si				
Falta de control en arranques de línea L2 y L5	No	El operador no lleva control de tiempo de derrame	No	La tarea es manual y esto puede tener equivocaciones del operador	Si				
				El operador esta realizando otras tareas y se puede olvidar del tiempo de empuje	No	No hay un indicador o sirena que indique el tiempo de empuje para que el operador cierre valvula	Si		
				El operador para estar seguro que los parametros de calidad estan dentro espera mas tiempo de empuje	No	No tiene un estandar confiable de tiempo de empuje por sabor	Si		
Sellos de botella en mal estado en linea L2 y L5	No	daño por vida util	No	el material no es el adecuado debido a que es fabricacion Local	Si				
				Frecuencia de cambio debe ser menor debido al cambio de la vida util	Si				

Fuente: Autor

# CAPITULO 3

## 3. MEJORAMIENTO DEL PROCESO

### 3.1 Mejorar

En esta fase se trabaja en la reducción de la variación que se encontró en el proceso durante los análisis. Del análisis del 5 por qué se sacan las causas raíz y con el equipo de trabajo se determinan las principales contramedidas para atacar la causa raíz y a su vez estas contramedidas se evalúan en una matriz de esfuerzo e impacto tanto a nivel de costo vs complejidad de implementar la contramedida a fin de determinar las acciones claves a realizar.

En la tabla 28 se determina las contramedidas para cada una de las causas raíz y se determinan por cuadrantes según sea la complejidad de la implementación. En el cuadrante de color verde se colocan las acciones de fácil implementación y de un costo menor a \$5.000, en cuadrante de color amarillo las contramedidas con un valor mayor a \$5.000 y de alto impacto, en el cuadrante de color anaranjado las contramedidas que no tienen impacto sobre la variable pero que son de bajo costo (< \$5.000) y por último en el cuadrante rojo las contramedidas de costo mayor a \$5.000 y que son de bajo impacto en la variable de rendimiento bajo

Con esta matriz podemos calificar el costo asociado a la contramedida y el impacto sobre la variable. De esta tabla podemos concluir las contramedidas a trabajar: 1.- Adquirir tubos de venteo del proveedor original de la línea L2 y L5; 2.- Creación de estándar de tubos de venteo por tamaño Línea L2 y L5; 3.- Capacitación de estándar de tubo de venteos a Técnicos y operadores; 4.- Creación de números de parte de tubo de venteos en área de repuesto línea L2 y L5; 5.- Orden de trabajo para revisión de medidas de tubo de venteo en caso de desviación de contenido neto Línea L2 y L5; 6.- Colocación de sirena que indique tiempo de empuje de agua de enjuague en línea L2 y L5; 7.- Creación de estándar de tiempo de empuje en arranques de Línea L2 y L5; 8.- compra de sello de botellas originales para Línea L2 y L5; 9.- Cambio de frecuencia de cambio en plan SAP por cambio de material en línea L2 y L5

**Tabla 28**  
**Matriz de Esfuerzo e Impacto de contramedidas**

		Mariz Esfuerzo - Impacto		
I m p a c t o	Adquirir tubos de venteo del proveedor de la línea	Creacion de estandar de tubos de venteo por tamaño	Capacitacion de estandar de tubo de venteos a Tecnicos y operadores	
	Creacion de numeros de parte de tubo de venteos en area de repuesto	Orden de trabajo para revision de medidas de tubo de venteo en caso de desviacion de contenido neto	Pedido local bajo estandar de tubo de venteo por emergencia	
	Colocacion de sirena que indique tiempo de empuje de agua de enjuague	Creacion de estandar de tiempo de empuje por sabor	compra de sello de botellas originales	Automatizar sistema de empuje de agua de enjuague
	cambio de frecuencia de cambio en plan SAP por cambio de material			
	Colocar pateadora de botella para descartar bajo contenido neto		Cambio de sistema de tubos de venteo por sensores electronicos	
		Esfuerzo		

Fuente: Autor

### 3.2 Plan de contramedidas

En la tabla 29 se muestra el plan de contramedidas para lograr el aumento del rendimiento de jarabe en las líneas L2 y L5. El líder del proyecto debe realizar el seguimiento de la implementación de cada contramedida, donde se detalla el qué, por qué, cómo, dónde, quien, cuánto cuesta y cuando se lo debe realizar.

**Tabla 29**  
**Plan de contramedidas realizadas Línea L2 y L5**

Que	Por qué	Cómo	Dónde	Quién	Cuánto	Cuándo	Estado
1.- Adquirir tubos de venteo del proveedor original de la línea L2 y L5	Porque las del proveedor original cumplen con el material y con las medidas estándar	Solicitud de pedido de tubos de venteo	En el proceso de solicitud de repuesto	Coordinador de Mantenimiento	4200	12/5/2022	OK
2.- Creación de estándar de tubos de venteo por tamaño Línea L2 y L5	Conocimiento de operador y técnico, prevenir futuros montajes erróneos	Lección de un punto	En la Línea L2 y L5	Técnico Mecánico	sin costo	6/5/2022	OK
3.- Capacitación de estándar de tubo de venteos a Técnicos y operadores	Conocimiento de operador y técnico, prevenir futuros montajes erróneos	Lección de un punto	En la Línea L2 y L5	Técnico Mecánico	sin costo	10/5/2022	OK
4.- Creación de números de parte de tubo de venteos en área de repuesto línea L2 y L5	Para adquirir repuestos a nivel local o del dueño de marca	Creación de parte en SAP para pedido de bodega de repuesto	En el proceso de solicitud de repuesto	Coordinador de Mantenimiento	sin costo	6/5/2022	OK
5.- Orden de trabajo para revisión de medidas de tubo de venteo en caso de desviación de contenido neto Línea L2 y L5	Para garantizar que los tubos de venteo están dentro de estándar y cambiar los que se encuentran fuera	Orden de trabajo en SAP	En proceso de planificación de PCM	Planificador de Mantenimiento	sin costo	10/5/2022	OK
6.- Colocación de sirena que indique tiempo de empuje de agua de enjuague en línea L2 y L5	Para reducir litros de bebidas derramado por falta de control en empuje de agua de enjuague en línea L2 y L5	Colocación mecánica de alarma de sonido al transcurrir el tiempo	En la Línea L2 y L5	Coordinador de Mantenimiento	\$3.200	20/6/2022	OK
7.- Creación de estándar de tiempo de empuje en arranques de Línea L2 y L5	Para reducir litros de bebidas derramado por falta de control en empuje de agua de enjuague en línea L2 y L5	SOP de tiempo de empuje	En la Línea L2 y L5	Coordinador de producción	sin costo	15/5/2022	OK
8.- compra de sello de botellas originales para Línea L2 y L5	Reducción de fugas de bebida en líana L2 y L5	Solicitud de pedido de sellos de botella a proveedor de la marca	En el proceso de solicitud de repuesto	Coordinador de Mantenimiento	1200	10/6/2022	OK
9.- Cambio de frecuencia de cambio en plan SAP por cambio de material en línea L2 y L5	Reducción de fugas de bebida en líana L2 y L5	Cambio de frecuencia de cambio de sellos de proveedor Local hasta llegada de originales	En proceso de planificación de PCM de línea L2 y L5	Planificador de Mantenimiento	sin costo	10/5/2022	OK

Fuente: Autor

### 3.3 Desarrollo del plan de contramedidas

#### 1.- Adquirir tubos de venteo del proveedor original de la línea L2 y L5

Para la línea L2 se solicita al proveedor de la marca 70 tubos de venteo con diámetro de 1,9 cm para tamaño de 2000cc.

Los 70 tubos requeridos se determinan del literal 3.3.5 Orden de trabajo para revisión de medidas de tubo de venteo en caso de desviación de contenido neto

Para la línea L5 se solicita al proveedor de la marca 65 tubos de venteo con diámetro de 1,4 cm para tamaño de 500cc.

Los 65 tubos requeridos se determinan del literal 3.3.5 Orden de trabajo para revisión de medidas de tubo de venteo en caso de desviación de contenido neto

## 2.- Creación de estándar de tubos de venteo por tamaño línea L2 y L5

Se requiere la creación de lecciones de un punto para el estándar de tubo de venteo, y transferir a través de esto, conocimiento a operadores y técnicos de la importancia de respetar el estándar a nivel de medidas de los tubos de venteo y como estos pueden dar variabilidad al contenido neto de la botella y por consiguiente afectar el rendimiento de jarabe.

Lección de Un Punto (LUP)					
<b>Área:</b>	Aseguramiento de Calidad	<b>Tipo de LUP:</b>	Calidad	<b>Número:</b>	1
<b>Elaborado por:</b>	Cindy Cantos	<b>Aprobado por:</b>			
<b>Fecha elaboración:</b>	6/5/2022	<b>Fecha aprobación:</b>			
<b>Enfoque LUP:</b>	<input type="checkbox"/> Seguridad y Ambiente <input type="checkbox"/> Calidad e Inocuidad <input checked="" type="checkbox"/> Producción				
<b>Título:</b>	Funcionamiento de tubos de venteo				
<b>Objetivo:</b>	Conocer la manera correcta de realizar una colocación de tubos de venteo con la finalidad de evitar caídas en proceso.				

<b>1</b>		<b>2</b>	
	Mantener sumergidos previo a su uso los tubos de venteo correspondientes a las válvulas de llenado en agua clorada a 7 ppm.		Con el uso de guante de latex retirar los tubos de venteo del formato anterior con la ayuda de un soporte plástico ejerciendo una presión leve en el porta tulipas de cada válvula de llenado. Con calibrador Vernier garantizar el diametro del tubo 1,9cm
<b>3</b>		<b>4</b>	
	Colocar los tubos de venteo del nuevo formato ejerciendo una presión leve en el porta tulipas de cada válvula de llenado.		Para asegurar que los tubos se encuentren bien sujetos, se ejerce una presión leve hacia abajo del tubo para verificar que se encuentre bien sujeto a la válvula.
<b>5</b>		<b>6</b>	
	Una vez listo el cambio de tubos se procede con la limpieza de llenadora.		Validar el funcionamiento de los tubos de venteo en cada válvula de llenado.

Figura 3.1 LUP verificación Tubo de venteo físico en Línea L2

Fuente: Autor

Lección de Un Punto (LUP)					
<b>Área:</b>	Aseguramiento de Calidad	<b>Tipo de LUP:</b>	Calidad	<b>Número:</b>	1
<b>Elaborado por:</b>	Cindy Cantos	<b>Aprobado por:</b>			
<b>Fecha elaboración:</b>	6/5/2022	<b>Fecha aprobación:</b>			
<b>Enfoque LUP:</b>	<input type="checkbox"/> Seguridad y Ambiente <input type="checkbox"/> Calidad e Inocuidad <input checked="" type="checkbox"/> Producción				
<b>Título:</b>	Funcionamiento de tubos de venteo				
<b>Objetivo:</b>	Conocer la manera correcta de realizar una colocación de tubos de venteo con la finalidad de evitar caídas en proceso.				

<b>1</b>		<b>2</b>	
	Mantener sumergidos previo a su uso los tubos de venteo correspondientes a las válvulas de llenado en agua clorada a 7 ppm.		Con el uso de guante de latex retirar los tubos de venteo del formato anterior con la ayuda de un soporte plástico ejerciendo una presión leve en el porta tulipas de cada válvula de llenado. Con calibrador Vernier garantizar el diametro del tubo 1,4cm
<b>3</b>		<b>4</b>	
	Colocar los tubos de venteo del nuevo formato ejerciendo una presión leve en el porta tulipas de cada válvula de llenado.		Para asegurar que los tubos se encuentren bien sujetos, se ejerce una presión leve hacia abajo del tubo para verificar que se encuentre bien sujeto a la válvula.
<b>5</b>		<b>6</b>	
	Una vez listo el cambio de tubos se procede con la limpieza de llenadora.		Validar el funcionamiento de los tubos de venteo en cada válvula de llenado.

**Figura 3.2 LUP verificación Tubo de venteo físico en Línea L5**

Fuente: Autor

### 3.- Capacitación de estándar de tubo de venteos a Técnicos y operadores

Es importante capacitar en los estándares de las maquinas o en repuestos que requieren de gran precisión, de esta forma se puede prevenir a través del conocimiento futuros errores en la adquisición y montaje de repuestos con medidas erradas o que difieren en los estándares.

Se procede a la capacitación de operadores de línea L2 y L5, técnicos Mecánicos y coordinadores de producción y mantenimiento. Al final de la capacitación se toma una prueba de validación de conocimiento donde el personal aprueba con un porcentaje mínimo del 80%.

### 4.- Creación de números de parte de tubo de venteos en área de repuesto línea L2 y L5

Es importante para que en futuros eventos con problemas de contenido neto por daño de tubo de venteo se cuente con un número de parte asociado a este repuesto de esta manera se podrá solicitar el repuesto de manera rápida y no se tendrán que llegar a solicitudes con proveedores donde se puedan tener errores en los estándares de medidas de los tubos de venteo.

En la figura 3.3 se muestra una evidencia de la creación de numero de partes en Sistema SAP y automáticamente estos migran al sistema de solicitudes ARIBA.

<b>Visualizar stocks en almacén por material</b>					
Material	Texto breve de material	Grupo art.	UMB	Libre utiliz. <sup>Ⓜ</sup>	Valor total
353581	TUBO DE VENTEO HK 113/44	MRE542	UN	0	0.00
376130	TUBO D/VENTEO 128MM HK FORMATO 300CC		UN	0	0.00
391639	TUBO DE VENTEO 124MM LLENADO HK/7012		UN	0	0.00
358474	TUBO VENTEO INOX 5/16"*4 1/2" SAN MARTIN	MRE550	UN	9	269.63
367643	TUBO DE VENTEO 5/16" X 180MM		UN	0	0.00
372065	TUBO D/VENTEO 8MM X 124MM FRUT.		UN	0	0.00
390996	TUBO D/VENTEO FORMATO 750ML		UN	0	0.00
391847	TUBO DE VENTEO FORMATO 360ML		UN	0	0.00
3345120	TUBO DE VENTEO 107525/9 355ML		UN	60	1,710.00
3345121	TUBO DE VENTEO 107525/9 400ML		UN	60	1,710.00
3346241	TUBO DE VENTEO 107525/9 1000ML		UN	60	1,710.00
					<b>5,399.63</b>

Figura 3.3 creación de número de parte de tubos de venteo según estándar

Fuente: Autor

### 5.- Orden de trabajo para revisión de medidas de tubo de venteo en caso de desviación de contenido neto Línea L2 y L5

#### Línea L2

Se debe realizar inspecciones cada vez que se encuentren desviaciones en los contenidos netos de la botella para verificar si el problema radica en que un tubo de venteo se encuentra dañado o no está dentro del estándar correcto.

En este caso se encuentra 53 tubos de venteo que se deben de cambiar por temas de daño o medidas incorrectas en Línea L2 tamaño 2000cc.

**Tabla 30**  
**Revisión de tubos de venteo fuera de estándar línea L2**

Tubos de venteo Línea L2									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	Fail	31	Fail	41	OK
2	Fail	12	OK	22	Fail	32	Fail	42	OK
3	Fail	13	Fail	23	Fail	33	Fail	43	OK
4	OK	14	OK	24	Fail	34	Fail	44	OK
5	Fail	15	Fail	25	OK	35	Fail	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	Fail	17	Fail	27	Fail	37	Fail	47	OK
8	Fail	18	Fail	28	Fail	38	Fail	48	OK
9	Fail	19	OK	29	Fail	39	Fail	49	Fail
10	Fail	20	Fail	30	Fail	40	Fail	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	Fail	81	OK		
52	OK	62	OK	72	Fail	82	OK		
53	Fail	63	OK	73	Fail	83	Fail		
54	Fail	64	OK	74	Fail	84	Fail		
55	OK	65	Fail	75	OK	85	Fail		
56	OK	66	Fail	76	OK	86	OK		
57	Fail	67	Fail	77	Fail	87	Fail		
58	Fail	68	Fail	78	Fail	88	Fail		
59	Fail	69	OK	79	Fail	89	OK		
60	OK	70	OK	80	Fail	90	Fail		

Fuente: Autor

Se realiza un pedido de 70 tubos de venteo para el cambio de 53 y respetando el máximo y mínimo de stock de repuesto.

**Tabla 31**  
**Luego de implementación de contramedida de tubos de venteo de 1,9cm en línea L2**

Tubos de venteo Línea L2									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	OK	31	OK	41	OK
2	OK	12	OK	22	OK	32	OK	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	OK
5	OK	15	OK	25	OK	35	OK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	OK
8	OK	18	OK	28	OK	38	OK	48	OK
9	OK	19	OK	29	OK	39	OK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	OK		
55	OK	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	OK	69	OK	79	OK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

Se realiza cambio de todos los tubos no conformes de la línea L2.

## Línea L5

En el caso de la línea L5 para el tamaño de 500cc se tienen 47 tubos de venteo diferentes.

**Tabla 32**  
**Revisión de tubos de venteo fuera de estándar línea L5**

Tubos de Venteo Línea L5									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	Fail	11	Fail	21	OK	31	OK	41	Fail
2	OK	12	Fail	22	OK	32	Fail	42	Fail
3	OK	13	OK	23	OK	33	Fail	43	Fail
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	Fail
5	OK	15	Fail	25	Fail	35	Fail	45	OK
6	OK	16	Fail	26	OK	36	OK	46	Fail
7	Fail	17	Fail	27	OK	37	OK	47	Fail
8	OK	18	OK	28	Fail	38	Fail	48	Fail
9	Fail	19	Fail	29	Fail	39	Fail	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	Fail	50	Fail
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	Fail	71	Fail	81	OK		
52	Fail	62	Fail	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	Fail	74	OK	84	OK		
55	Fail	65	Fail	75	Fail	85	Fail		
56	Fail	66	Fail	76	OK	86	OK		
57	Fail	67	Fail	77	Fail	87	Fail		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	Fail	69	Fail	79	Fail	89	OK		
60	Fail	70	OK	80	Fail	90	Fail		

Fuente: Autor

Se realiza un pedido de 65 tubos de venteo para el cambio de 47 y respetando el máximo y mínimo de stock de repuesto.

**Tabla 33**  
**Luego de implementación de contramedida de tubos de venteo de 1,4cm en línea L5**

Tubos de Venteo Línea L5									
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado
1	OK	11	OK	21	OK	31	OK	41	OK
2	OK	12	OK	22	OK	32	OK	42	OK
3	OK	13	OK	23	OK	33	OK	43	OK
4	OK	14	OK	24	OK	34	OK	44	OK
5	OK	15	OK	25	OK	35	OK	45	OK
6	OK	16	OK	26	OK	36	OK	46	OK
7	OK	17	OK	27	OK	37	OK	47	OK
8	OK	18	OK	28	OK	38	OK	48	OK
9	OK	19	OK	29	OK	39	OK	49	OK
10	OK	20	OK	30	OK	40	OK	50	OK
#	Estado	#	Estado	#	Estado	#	Estado		
51	OK	61	OK	71	OK	81	OK		
52	OK	62	OK	72	OK	82	OK		
53	OK	63	OK	73	OK	83	OK		
54	OK	64	OK	74	OK	84	OK		
55	OK	65	OK	75	OK	85	OK		
56	OK	66	OK	76	OK	86	OK		
57	OK	67	OK	77	OK	87	OK		
58	OK	68	OK	78	OK	88	OK		
59	OK	69	OK	79	OK	89	OK		
60	OK	70	OK	80	OK	90	OK		

Fuente: Autor

Se realiza cambio de todos los tubos no conformes de la línea L5.

### **6.- Colocación de sirena que indique tiempo de empuje de agua de enjuague en línea L2 y L5**

Se procede a colocar sirena que se activa cuando se ha derramado 190 litros de jarabe en línea L2 y 150 litros en la línea L5. Debido que en cada línea en el momento del arranque se debe descartar 10 litros más.



**Figura 3.4 Sirena en control de procesos para empuje de aguas de enjuague**

Fuente: Autor

El operador debe parar el proceso de empuje inmediatamente escuche la alarma y proceder al llenado del mixer.

### **7.- Creación de estándar de tiempo de empuje en arranques de línea L2 y L5**

En la figura 3.5 se presenta la LUP para arranque dentro de estándar en línea L2

Lección de Un Punto (LUP)					
<b>Área:</b>	Packaging	<b>Tipo de LUP:</b>	Calidad	<b>Número:</b>	1
<b>Elaborado por:</b>	Cristhian Aviles	<b>Aprobado por:</b>			
<b>Fecha elaboración:</b>	15/5/2022	<b>Fecha aprobación:</b>			
<b>Enfoque LUP:</b>	<input type="checkbox"/> Seguridad y Ambiente <input type="checkbox"/> Calidad e Inocuidad <input checked="" type="checkbox"/> Producción				
<b>Título:</b>	Arranque y empuje de Aguas de enjuague con producto terminado				
<b>Objetivo:</b>	Arranque de línea con menor desperdicio de jarabe				
<p><b><u>Arranque Línea L2 – Operador 2</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Solicitar al personal de procesos conectar jarabe a la línea.</li> <li>2.Se procede con el empuje de agua que se encuentre en tubería. (190 Litros jarabe perdido)</li> <li>3.Operador debe apagar el empuje al escuchar encendido de la sirena.</li> <li>4.Previo a la preparación se realiza una purga para eliminar remante de agua generando un aproximado de desperdicio de 10 litros de jarabe.</li> <li>5.Para el arranque se requiere 250 litros de jarabe para diluir la bebida.</li> </ol> <p>Nota: el equipo le permite un máximo de 420 litros de preparación y en caso de encontrarse alguna inconformidad en el arranque le permite el equipo agregar más jarabe y ajustar.</p>					

**Figura 3.5 LUP arranque en línea L2**

Fuente: Autor

En la figura 3.6 se presenta la LUP para arranque dentro de estándar en línea L5.

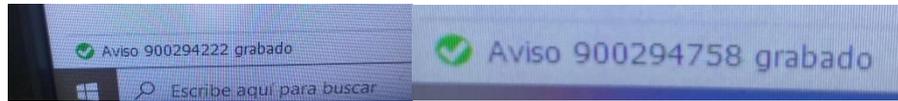
Lección de Un Punto (LUP)					
<b>Área:</b>	Packaging	<b>Tipo de LUP:</b>	Calidad	<b>Número:</b>	1
<b>Elaborado por:</b>	Cristhian Aviles	<b>Aprobado por:</b>			
<b>Fecha elaboración:</b>	15/5/2022	<b>Fecha aprobación:</b>			
<b>Enfoque LUP:</b>	<input type="checkbox"/> Seguridad y Ambiente <input type="checkbox"/> Calidad e Inocuidad <input checked="" type="checkbox"/> Producción				
<b>Título:</b>	Arranque y empuje de Aguas de enjuague con producto terminado				
<b>Objetivo:</b>	Arranque de línea con menor desperdicio de jarabe				
<p><b><u>Arranque Línea L5 – Operador 3</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Solicitar al personal de procesos conectar jarabe a la línea.</li> <li>2.Se procede con el empuje de agua que se encuentre en tubería. (150 Litros jarabe perdido)</li> <li>3.Operador debe apagar el empuje al escuchar encendido de la sirena.</li> <li>4.Previo a la preparación se realiza una purga para eliminar remante de agua generando un aproximado de desperdicio de 10 litros de jarabe.</li> <li>5.Para el arranque se requiere 200 litros de jarabe para diluir la bebida.</li> </ol> <p>Nota: el equipo le permite un máximo de 400 litros de preparación y en caso de encontrarse alguna inconformidad en el arranque le permite el equipo agregar más jarabe y ajustar.</p>					

**Figura 3.6 LUP arranque en línea L5**

Fuente: Autor

## 8.- Cambio de frecuencia de cambio en plan SAP por cambio de material en línea L2 y L5.

Se procede a cambiar en Plan PCM en SAP las frecuencias establecidas para cambios de sellos debido a que por el momento se encuentran solo las de material local. En el momento que llegue las originales, se debe analizar el tiempo de vida útil del repuesto. Esto se realiza a través de avisos en sistema.



**Figura 3.7 Avisos T3 subidos al sistema para validación periódica revisión y cambios de sellos**

Fuente: Autor

## CAPITULO 4

### 4. RESULTADOS Y CONTROL

Este último paso de la metodología DMAIC nos ayuda a validar y sostener el éxito de las soluciones implementadas en un futuro, en este paso el equipo debe crear un plan de monitoreo para reevaluar los impactos de las contramedidas implementadas. En esta etapa cada punto establecido debe mantenerse dentro de una rutina de trabajo con rigor y disciplina.

Es importante la creación de estándares y documentos que permitan que los dueños de proceso mantengan las mejoras aun cuando el proyecto haya concluido, adicional que servirá como base para transmitir el conocimiento a personal nuevo en el área o proceso.

#### 4.1 Plan de Monitoreo

En esta fase de control se crea un plan de monitoreo periódico para los dueños de área o procesos, a estas acciones se les coloca un responsable y frecuencia, pasando a formar parte de la rutina del control de proceso

El plan de acción se describe en la tabla 34.

**Tabla 34**  
**Plan de Control y Monitoreo**

Proceso: Envasado de bebidas Línea L2 y L5				
Proyecto: Aumento de rendimiento de jarabe en línea L2 y L5			Líder del Proyecto: Omar Malagon	
Diseño del Proceso: Operador			Fecha 01/06/2022	
Qué?	Cómo?	Quien?	Frecuencia	Reacción
Tubos de venteo de línea L2 y L5	Inspección	Técnico Línea	Mensual	Inspeccionar diámetros y daños en los tubos de venteo para cambio
Contenido Neto 2000cc Línea L2 y 500cc Línea L5	Grafica I-MR	Técnico Calidad	Hora	Medición de contenido neto en laboratorio
Empuje Jarabe de Línea L2 y L5	Grafica I-MR	Coordinador Línea	Cada Arranque	Inspeccionar cantidad de jarabe derramado por empuje de aguas de enjuague y validar programación
Sellos de botella de Línea L2 y L5	Inspección	Técnico Línea	Cada PCM	Validación de estatus de sellos de botella para cambios.
Aplicación de estándares	Auditoria	Líder del proyecto	Mensual	Entrenamiento

Fuente: Autor

### 4.1.1 Tubos de venteo de línea L2 y L5

Inspeccionar diámetros y daños en los tubos de venteo para cambio con frecuencia Mensual.

Lección de Un Punto (LUP)					
Área:	Aseguramiento de Calidad	Tipo de LUP:	Calidad	Número:	1
Enfoque LUP:	<input type="checkbox"/> Seguridad y Ambiente <input type="checkbox"/> Calidad e Inocuidad <input checked="" type="checkbox"/> Producción				
Título:	Funcionamiento de tubos de venteo				
Objetivo:	Conocer la manera correcta de realizar una colocación de tubos de venteo con la finalidad de evitar caídas en proceso.				



Validación de daño de cada uno de los tubos de venteo y toma de medición en caso se hayan cambiado sin previo aviso y no respetando el estandar de medida.

Figura 4.1 LUP revisión de cumplimiento de estándar de tubos de venteo

Fuente: Autor

En la figura 4.2 se muestra una orden de trabajo bajada del SAP para técnico de mantenimiento a realizar durante el PCM de la línea L2 o L5

Área: EC-02-0562 N° Equipo: 7075616 Denom Equipo: Llenadora Inventario: LLENADORA 01 Denomin Tipo: VarioJet Orden N°: 80132407 Tipo de Orden: ZM01 Centro de Costo: EC01010102	PLMtro: 3533 Gr.PL: EG2 HRIEG562013 Aviso: Clase de Actividad: Inspección Reserva:
---	---

NOTA DE SEGURIDAD. NO INTERVENGA MAQUINARIA EN MOVIMIENTO. SIGA PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO Y ETIQUETADO DE ENERGÍA SI APLICA. UTILICE EPP SEGÚN LA TAREA QUE ESTÉ REALIZANDO. ASEGÚRESE DE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEL PERMISO DE SEGURIDAD ASOCIADO. VERIFIQUE EL ESTADO DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR Y QUE LA MISMA SE ENCUENTRE LIMPIA Y EN CONDICIONES DE USO. INFORME AL RESPONSABLE DEL EQUIPO O ÁREA SOBRE LA ACTIVIDAD QUE REALIZARÁ. NOTA DE MEDIO AMBIENTE. RECUERDE GARANTIZAR QUE NINGÚN EQUIPO PRESENTE FUGAS O DERRAMES DE AGUA O QUÍMICOS AL TERMINAR LOS TRABAJOS. TODOS LOS MATERIALES QUE FUERON IMPACTADOS CON GRASAS Y ACEITES SE DEBEN DEPOSITAR EN LOS RECIPIENTES IDENTIFICADOS, NO UTILIZAR CARTÓN U OTRO MATERIAL RECICLABLE PARA ABSORBER HIDROCARBUROS.

Actividades						
Operación	Pto de Trabajo	Descripción	Duración	Dur. Real	Hora Inicio	Hora Fin
0010	Operador	Inspeccion de tuvos de Venteo			00:00:00	24:00:00
Inspeccion de tuvos de Venteo						
formatos:						
		1000ml				
		1600ml				
		2000ml				
		3000ml				
0010		verificar estado de aro difusor				
Inspeccion de tuvos de Venteo						
formatos:						
		1000ml				
		1600ml				
		2000ml				
		3000ml				
0010		Verificacion de fisuras / Rayaduras				
Inspeccion de tuvos de Venteo						
formatos:						

Figura 4.2 Orden de trabajo inspección técnica tubos de venteo

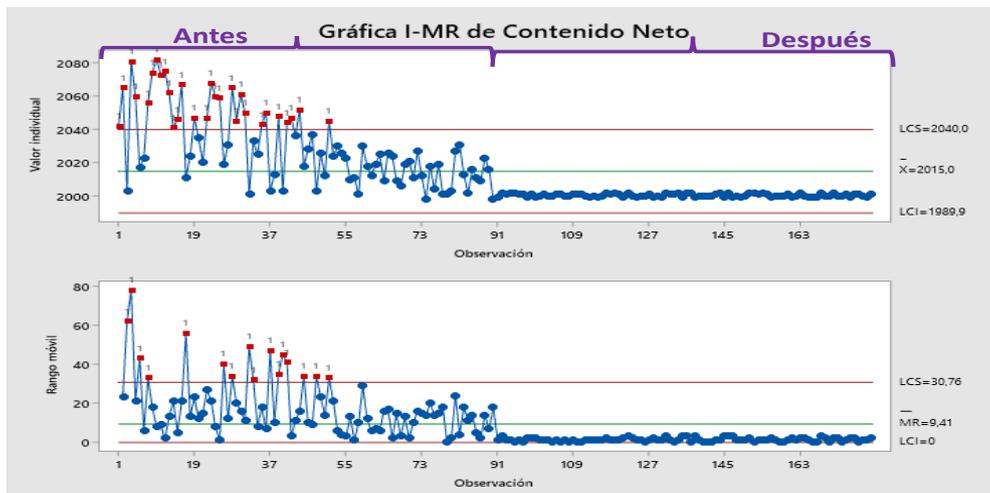
Fuente: Autor

#### 4.1.2 Contenido Neto 2000cc Línea L2 y 500cc Línea L5

El técnico de calidad debe pasar por la línea retirando 4 muestras aleatorias para validar el contenido neto de las botellas envasadas, tal como lo indica el plan de monitoreo

El técnico de calidad debe registrar en Minitab y validar el promedio de contenido neto dosificado, cada vez que la tendencia sea hacia el límite superior debe verificar en proceso de envasado fugas a nivel de sellos y daños en tubos de venteo.

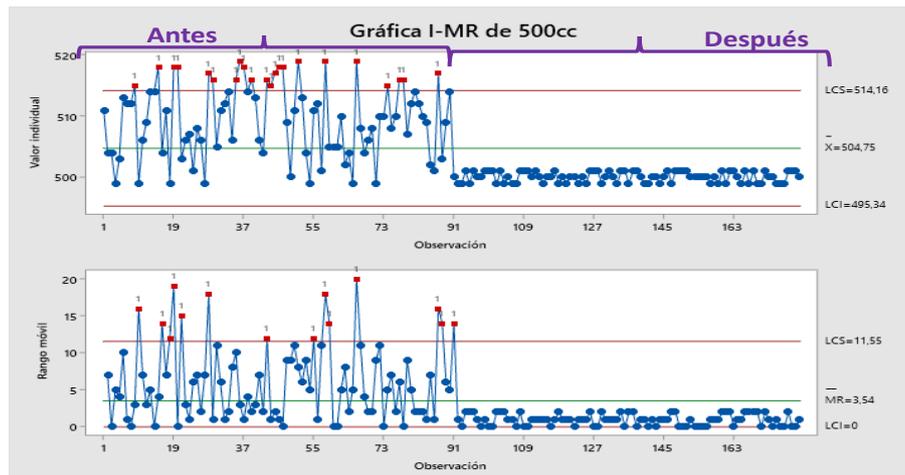
En la figura 4.3 se observa los resultados obtenidos en línea L2 en tamaño 2000cc, donde se visualiza la mejora de dosificación de contenido neto luego de la implementación de las contramedidas.



**Figura 4.3 Evidencia de Mejora del envasado de contenido neto en línea L2 después de contramedidas implementadas**

Fuente: Autor

En la figura 4.4 se observa los resultados obtenidos en línea L5 en tamaño 500cc, donde se visualiza la mejora de dosificación de contenido neto luego de la implementación de las contramedidas.



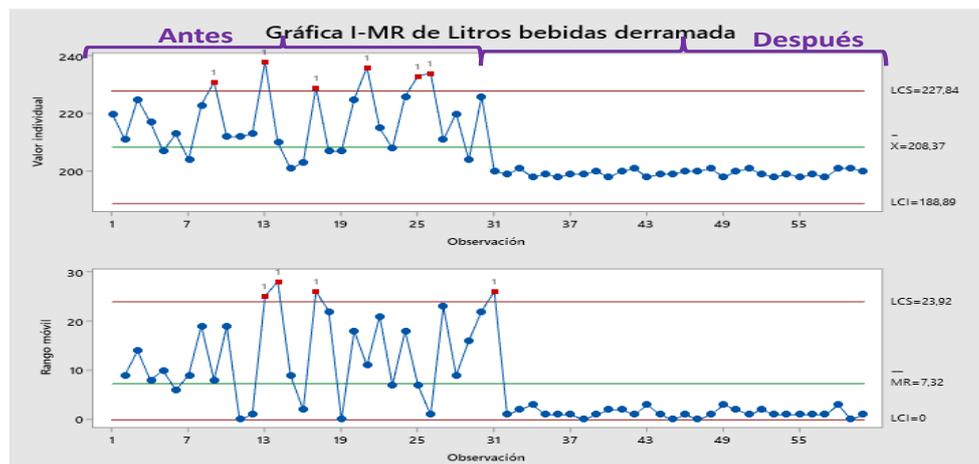
**Figura 4.4 Evidencia de Mejora del envasado de contenido neto en línea L5 después de contramedidas implementadas en tamaño 500cc**

Fuente: Autor

#### 4.1.3 Empuje Jarabe de Línea L2 y L5

El coordinador en conjunto con el operador de turno de la línea deberá tomar el registro de los litros de bebidas derramadas en cada arranque para la línea L2 y L5 luego de la implementación del control a través de la sirena (alarma sonora) por cada uno de los operados en línea

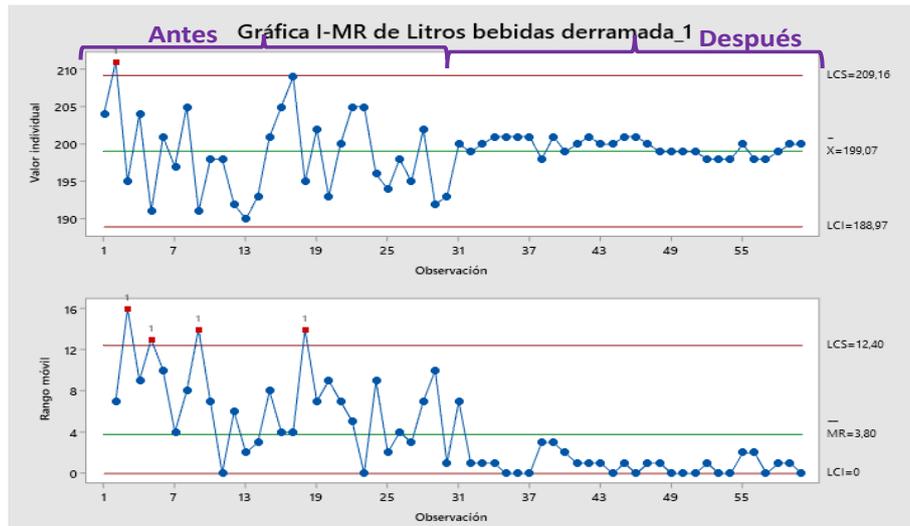
En la figura 4.5 se observa los resultados obtenidos por derrame de jarabe en el proceso de empuje por el operador 1 en línea L2, donde se visualiza la mejora de dosificación de contenido neto luego de la implementación de las contramedidas.



**Figura 4.5 Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L2 Operador 1 después de contramedidas implementadas**

Fuente: Autor

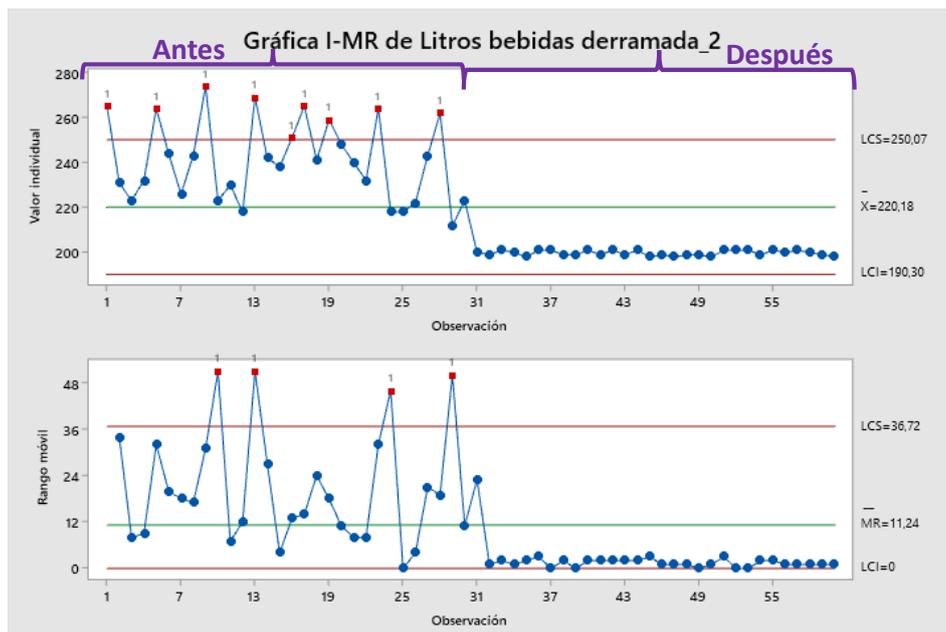
En la figura 4.6 se observa los resultados obtenidos por derrame de jarabe en el proceso de empuje por el operador 2 en línea L2, donde se visualiza la mejora de dosificación de contenido neto luego de la implementación de las contramedidas.



**Figura 4.6 Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L2 Operador 2 después de contramedidas implementadas**

Fuente: Autor

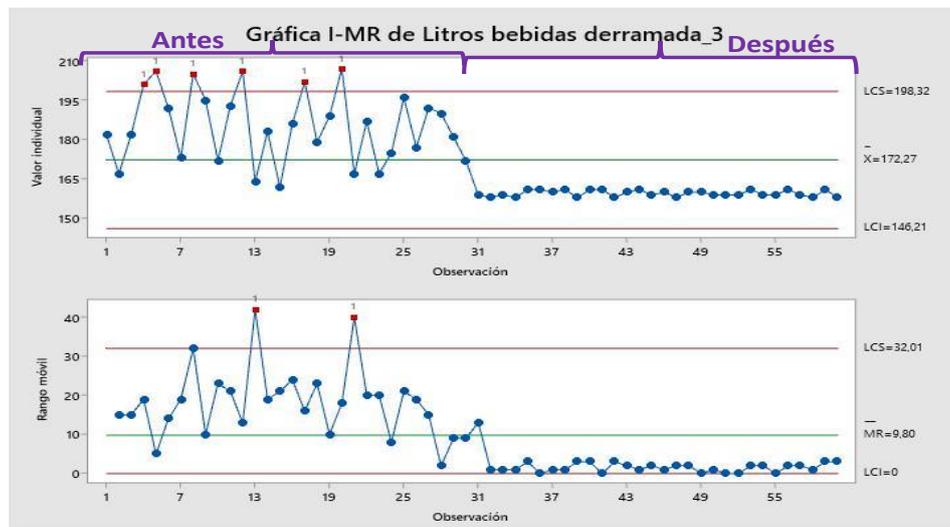
En la figura 4.7 se observa los resultados obtenidos por derrame de jarabe en el proceso de empuje por el operador 3 en línea L2, donde se visualiza la mejora de dosificación de contenido neto luego de la implementación de las contramedidas.



**Figura 4.7 Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L2 Operador 3 después de contramedidas implementadas**

Fuente: Autor

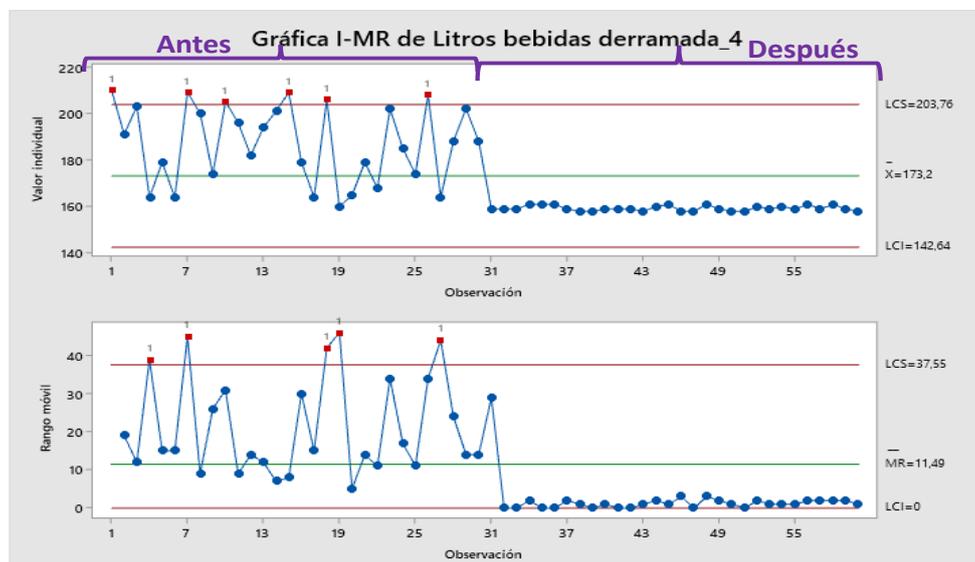
En la figura 4.8 se observa los resultados obtenidos por derrame de jarabe en el proceso de empuje por el operador 1 en línea L5, donde se visualiza la mejora de dosificación de contenido neto luego de la implementación de las contramedidas.



**Figura 4.8 Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L5 Operador 1 después de contramedidas implementadas**

Fuente: Autor

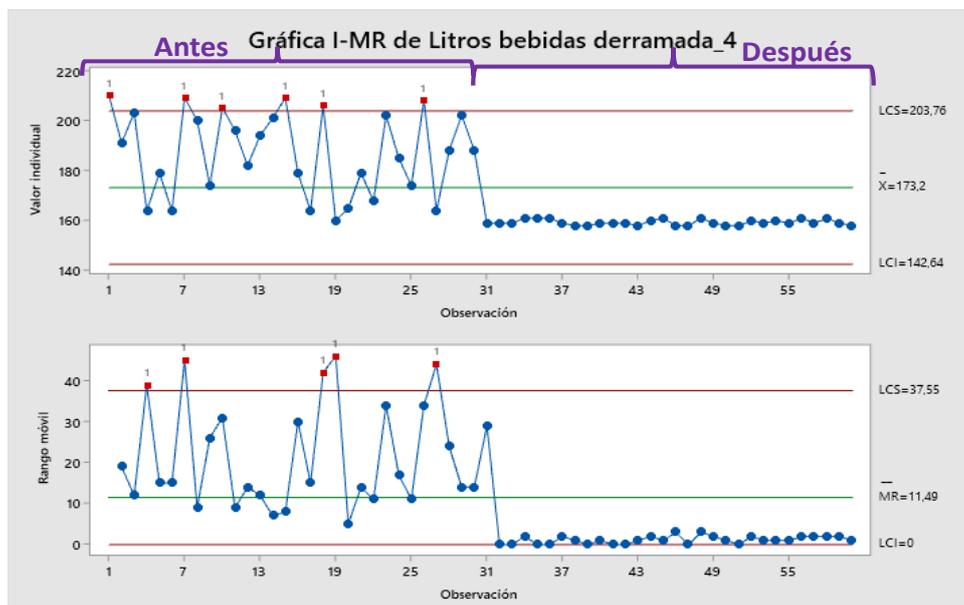
En la figura 4.9 se observa los resultados obtenidos por derrame de jarabe en el proceso de empuje por el operador 2 en línea L5, donde se visualiza la mejora de dosificación de contenido neto luego de la implementación de las contramedidas.



**Figura 4.9 Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L5 Operador 2 después de contramedidas implementadas**

Fuente: Autor

En la figura 4.10 se observa los resultados obtenidos por derrame de jarabe en el proceso de empuje por el operador 3 en línea L5, donde se visualiza la mejora de dosificación de contenido neto luego de la implementación de las contramedidas.



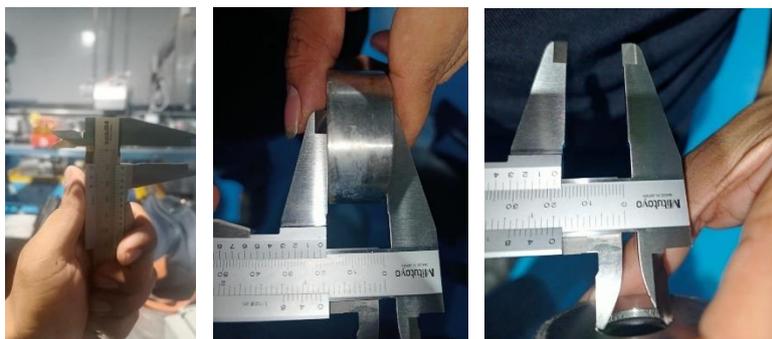
**Figura 4.10 Evidencia de Mejora en la reducción de derrame de bebida terminada línea L5 Operador 3 después de contramedidas implementadas**

Fuente: Autor

#### 4.1.4 Sellos de botella de Línea L2 y L5

Inspeccionar sellos de botellas en cada PCM correspondientes a las líneas L2 y L5 para validación de daños en los sellos y cambio de estos. Técnico de línea debe garantizar a través de la OT de inspección que se realiza la tarea y se levanta cualquier anomalía encontrada.

En la figura 4.11 se muestra la manera correcta de medición de sellos de botella.



**Figura 4.11 Auditoria validación de daños en sellos y medición**

Fuente: Autor

En la figura 4.12 se muestra orden de trabajo de componentes de la llenadora y ajustes de sellos de botella.

Area: EC-02-0563 N° Equipo: 7076430 Denom Equipo: Sistema llenado Inventario: Denomin Tipo: Llenadora Orden N°: 801322876 Tipo de Orden: ZM01 Centro de Costo: EC01010105	PLMtto: 2794 Gr.PL: EG3 HR:EG563005 Aviso: Clase de Actividad: Inspección Reserva:
--	---

NOTA DE SEGURIDAD. NO INTERVENGA MAQUINARIA EN MOVIMIENTO. SIGA PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO Y ETIQUETADO DE ENERGÍA SI APLICA. UTILICE EPP SEGÚN LA TAREA QUE ESTÉ REALIZANDO. ASEGÚRESE DE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEL PERMISO DE SEGURIDAD ASOCIADO. VERIFIQUE EL ESTADO DE LA HERRAMIENTA A UTILIZAR Y QUE LA MISMA SE ENCUENTRE LIMPIA Y EN CONDICIONES DE USO. INFORME AL RESPONSABLE DEL EQUIPO O ÁREA SOBRE LA ACTIVIDAD QUE REALIZARÁ. NOTA DE MEDIO AMBIENTE: RECUERDE GARANTIZAR QUE NINGÚN EQUIPO PRESENTE FUGAS O DERRAMES DE AGUA O QUÍMICOS AL TERMINAR LOS TRABAJOS, TODOS LOS MATERIALES QUE FUERON IMPACTADOS CON GRASAS Y ACEITES SE DEBEN DEPOSITAR EN LOS RECIPIENTES IDENTIFICADOS, NO UTILIZAR CARTÓN U OTRO MATERIAL RECICLABLE PARA ABSORBER HIDROCARBUROS.

Actividades						
Operación	Pto de Trabajo	Descripción	Duración	Dur. Real	Hora Inicio	Hora Fin
0010	Angel Castillo	Inspeccion de Aguja de valvula			00:00:00	24:00:00
0010		Desmontaje de Valvula				
0010		Retirar perno de sujecion				
0010		Inspeccion de fisura en boquilla				
0010		verificacion de orin de sellado				
0010		Estado de desgaste de la guja				

Detalle del Servicio Realizado:

Hora Inicio Real: _____	Hora Finalización Real: _____	EMERG-Tiempo de paro en maquina(Horas): _____
-------------------------	-------------------------------	---

INVENTARIO DE PIEZAS Y HERRAMIENTAS. AL REALIZAR EL TRABAJO COLOQUE PIEZAS DESMONTABLES EN UN LUGAR ESPECÍFICO. AL TERMINAR DE ENSAMBLAR VERIFIQUE QUE NO HAYAN QUEDADO PIEZAS Y HERRAMIENTAS

**Figura 4.12 Orden de trabajo inspección técnica llenadores y sellos**

Fuente: Autor

#### 4.1.5 Aplicación de estándares

En la tabla 35 se muestra el plan de auditoria para la revisión de seguimiento estándares en línea L2 y L5.

**Tabla 35**  
**Plan de auditoría por línea**

Auditoría de estandar de inspeccion en PCM				
Responsable: lider del proyecto Omar Malagon				
Línea L2	1er PCM	2do PCM	3er PCM	4to PCM
Tubos de Venteo	Martes 1Sem	Martes 2Sem	Martes 3Sem	Martes 4Sem
del 1- 22				
Del 23 - 44				
Del 45 - 66				
del 66 - 90				
Línea L5	1er PCM	2do PCM	3er PCM	4to PCM
Tubos de Venteo	Jueves 1Sem	Jueves 2Sem	Jueves 3Sem	Jueves 4Sem
del 1- 22				
Del 23 - 44				
Del 45 - 66				
del 66 - 90				

Fuente: Autor

En caso de que no se encuentre las OT y la realización de la inspección correctamente se deben tomar acciones inmediatas que permitan el cumplimiento del plan de acción de monitoreo.

## 4.2 Resultados

En la Figura 4.13, se muestran los resultados de la línea L2 desde el inicio del proyecto. En esta línea la meta trazada era de 99,5% con el fin que apalanque el resultado final de la fábrica, que tenia de meta 99,3%. En el acumulado total año la línea termina con un acumulado de 99,64%.



**Figura 4.13 Mejora indicador Rendimiento de jarabe en línea L2**

Fuente: Autor

Para la línea 5 se presentan los resultados en la figura 4.14, el resultado acumulado de rendimiento de jarabe para la línea L5 es de 99,66% superando la meta establecida para la línea de 99,5%.



**Figura 4.14 Mejora indicador Rendimiento de jarabe en línea L5**

Fuente: Autor

En la tabla 36 podemos apreciar el costo 2022 por el nuevo rendimiento de jarabe de la línea L2 con un total de \$38.405 perdidos por rendimiento de Jarabe.

**Tabla 36**  
**Costos de rendimientos de jarabe del 2022 para la línea L2**

Linea 2	Cajas producidas	Jarabe real usado	Jarabe teórico envasado	Rendimiento litros	Costo merma	Rendimiento Linea 2
ENERO	445.479	2.463.018	2.488.149	24.876	8.829	98,99%
FEBRERO	532.548	2.506.934	2.539.953	32.590	11.567	98,70%
MARZO	469.228	2.916.350	2.946.999	30.330	10.765	98,96%
ABRIL	474.806	2.437.853	2.459.497	21.453	7.614	99,12%
MAYO	391.736	2.320.252	2.335.667	15.314	5.435	99,34%
JUNIO	321.545	2.091.659	2.093.963	2.301	817	99,89%
JULIO	359.415	2.262.443	2.262.216	(226)	(80)	100,01%
AGOSTO	514.451	2.868.863	2.867.429	(1.434)	(509)	100,05%
SEPTIEMBRE	567.377	3.221.026	3.220.060	(966)	(343)	100,03%
OCTUBRE	523.027	2.882.344	2.868.289	(14.123)	(5.013)	100,49%
NOVIEMBRE	496.220	2.917.634	2.916.468	(1.167)	(414)	100,04%
DICIEMBRE	495.160	2.462.184	2.461.446	(739)	(262)	100,03%
ACUMULADO	5.590.993	31.350.561	31.460.136	108.208	\$ 38.405	99,64%
				Costo Estandar	0,35	

Fuente: Autor

En la tabla 37 se aprecia el costo 2022 por el nuevo rendimiento de jarabe de la línea L5 con un total de \$28.385 perdidos por rendimiento de Jarabe.

**Tabla 37**  
**Costos de rendimientos de jarabe del 2022 para la línea L5**

Línea 5	Cajas producidas	Jarabe real usado	Jarabe teórico envasado	Rendimiento litros	Costo merma	Rendimiento Línea 5
ENERO	331.016	1.827.201	1.848.833	21.378	7.588	98,83%
FEBRERO	351.662	1.822.071	1.840.290	18.039	6.402	99,01%
MARZO	416.594	2.515.362	2.537.694	22.135	7.856	99,12%
ABRIL	340.812	1.985.951	1.998.341	12.313	4.370	99,38%
MAYO	255.222	1.620.237	1.627.398	7.129	2.530	99,56%
JUNIO	232.011	1.442.713	1.444.446	1.731	614	99,88%
JULIO	243.448	1.549.262	1.550.037	775	275	99,95%
AGOSTO	368.727	2.217.834	2.216.948	(887)	(315)	100,04%
SEPTIEMBRE	396.164	2.363.577	2.362.868	(709)	(252)	100,03%
OCTUBRE	371.904	2.092.298	2.091.461	(837)	(297)	100,04%
NOVIEMBRE	368.924	2.113.300	2.113.089	(211)	(75)	100,01%
DICIEMBRE	330.463	1.761.498	1.760.618	(881)	(313)	100,05%
ACUMULADO	4.006.946	23.311.305	23.392.022	79.975	\$ 28.385	99,66%
				Costo Estandar	0,35	

Fuente: Autor

En el 2021 se tenía un costo perdido en línea L2 de \$122.787 y al término de 2022 de \$28.385, para la línea L5 en el 2021 el costo perdido fue de \$95.834 y al término del 2022 de \$38.405. Con estos datos se procede al cálculo del ahorro total por el proyecto mostrado en la Tabla 39, con un total de \$151.831 ahorrados, es decir, por encima del objetivo propuesto al arranque del proyecto.

**Tabla 39**  
**Ahorro total del proyecto por los resultados obtenidos en línea L2 y L5**

	Línea L2	Línea L5
Costo 2021	\$ 122.787	\$ 95.834
Costo 2022	\$ 38.405	\$ 28.385
Ahorro L2 y L5	\$ 84.382	\$ 67.449
<b>Ahorro total Proyecto</b>	<b>\$ 151.831</b>	

Fuente: Autor

En la tabla 4.15 se muestra el resultado del rendimiento de jarabe del año 2022, con lo que podemos validar que se cumplió con la meta de fábrica de 99,3% con un resultado acumulado de 99,60%.



**Figura 4.15 evidencia de mejora del rendimiento de Jarabe 2022**

Fuente: Autor

## CAPITULO 5

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones.

1. Se cumplió con el objetivo del proyecto de aumentar el rendimiento de jarabe en fábrica de bebidas, a través de las mejoras del rendimiento de las líneas L2 y L5. La fábrica paso de un rendimiento en el 2021 de 98,76% a un rendimiento de jarabe del 99,6% en el 2022
2. Se logra ahorro de \$151.831 por encima de la meta inicial de ahorro de \$121.886.
3. Se logran los objetivos específicos, el primero de garantizar que el sistema y procedimiento de recolección de datos sea preciso y veras; a través de la implementación de la metodología DMAIC, se validaron los análisis de la información obtenida con el fin de encontrar las causas que reducen el rendimiento de jarabe que son las siguientes:
  - a. Tubos de venteo con medidas incorrectas genera mayor dosificación de bebida por botella en línea L2 en tamaño de 2000cc y en línea L5 en tamaño de 500cc
  - b. Falta de control en arranques de líneas L2 y L5, durante el empuje de bebida se puede derramar más producto del estándar
  - c. Sellos de botella en mal estado de la línea L2 y L5, pueden provocar fuga durante el proceso de envasado
4. El objetivo de levantamiento de las contramedidas para cada causa encontrada se ejecutó en el capítulo, donde a cada contramedida se designó fecha y responsable de ejecución, según la matriz de ponderación realizada.
5. El objetivo de controlar que los cambios implementados y las mejoras realizadas se mantengan en el tiempo se realizó en el capítulo 4; a través del plan de monitoreo se dio seguimiento a cada una de las contramedidas realizadas y se colocó una auditoria mensual para garantizar el correcto seguimiento de los estándares establecidos.
6. Luego de la implementación de las contramedidas y el control de seguimiento se logró el aumento del rendimiento de las líneas L2 y L5. En la línea L2 aumento de 98,9% en el 2021 a 99,64% en el 2022 y en la línea L5 paso del 98,83% en el 2021 al 99,66% al 2022.

## 5.2. Recomendaciones

1. Se debe automatizar el proceso de empuje, debido a que, a pesar de la sirena de control, el apagado del equipo aún se realiza de forma manual por parte del operador y el proceso puede tener errores humanos.
2. Es importante el cumplimiento del contenido neto para evitar problemas legales por bajo contenido, por lo que se debe garantizar que las medidas de los tubos de venteo sean 1,9cm de diámetro para la línea L2 en tamaño de 2000cc y de 1,4cm de diámetro para la línea L5 en tamaño de 500cc y se debe verificar que no existan daños durante el envasado.
3. Se recomienda cambiar los sellos de botella por los originales, los cuales pueden durar por más de un año y traer ahorros en la compañía por gasto de consumibles, el nivel máximo y mínimo de dichos sellos debe cambiar debido a que estos son importados.
4. Por último, es importante que desde las gerencias se encuentren involucrados en el proyecto, que cada uno del equipo cumpla a cabalidad su rol y que todas las decisiones sean tomadas bajo un análisis estadístico y de búsqueda de causa raíz; que las contramedidas que se planifiquen sean realizadas a cabalidad y en tiempo, para la obtención de los resultados finales. No se puede esperar que los resultados se mantengan sin tener un plan de control en la rutina y que este sea actualizado al menos 2 veces al año.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baleiron, H. M. (2021, noviembre 26). *Introducción a DMAIC*. LinkedIn.com. <https://es.linkedin.com/pulse/introducci%C3%B3n-dmaic-hernan-mario-baleiron>
- de Mantenimiento, C., & Confiabilidad-LATAM. (2021, julio 21). *DMAIC: Una guía completa*. cmc-latam.com. <https://cmc-latam.com/2021/07/21/dmaic-una-guia-completa/>
- De Postgrados, D., Maestrias, Y., & Morel, E. (s/f). *DIRECCION DE POSTGRADOS Y MAESTRIAS*. Windows.net. Recuperado el 23 de enero de 2023, de [https://bibliotecaunapec.blob.core.windows.net/tesis/TPG\\_CI\\_MGP\\_83\\_2009\\_AV1776.pdf](https://bibliotecaunapec.blob.core.windows.net/tesis/TPG_CI_MGP_83_2009_AV1776.pdf)
- DMAIC process: Define, Measure, Analyze, Improve, Control*. (s/f). Asq.org. Recuperado el 23 de enero de 2023, de <https://asq.org/quality-resources/dmaic>
- Ebrahimzadeh, A., Addeh, J., & Ranaee, V. (2013). Recognition of control chart patterns using an intelligent technique. *Applied Soft Computing*, 13(5), 2970–2980. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2012.02.019>
- Luna, M. M. (2018, mayo 9). *¿En qué consiste la metodología DMAIC?* Club Responsables de Calidad. <https://clubresponsablesdecalidad.com/en-que-consiste-la-metodologia-dmaic/>
- Research, O., Laosirihongthong, T., & Saykhun, K. (s/f). *Critical factors for successful six-sigma implementation: an analytical Critical factors for successful six-sigma implementation: an analytical hierarchy process (AHP) based hierarchy process (AHP) based*. Edu.au. Recuperado el 23 de enero de 2023, de <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=3421&context=commpapers>
- Six sigma aplicado a empresas manufactureras para mejora DE procesos DE producción*. (s/f). 1Library.Co. Recuperado el 23 de enero de 2023, de <https://1library.co/document/qmjgg04q-six-sigma-aplicado-empresas-manufactureras-mejora-procesos-produccion.html>