

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

“Aumento de eficiencia y rendimiento en la línea de líquidos orales”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniería Industrial**

Presentado por:

Bryan Alberto Del Pezo Nieto

Shariz Mariana Panchano Cedeño

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

## DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres que me han apoyado sin recriminar y no dejar que problemas externos interfieran en mis objetivos.

A mi hermano por estar dispuesto a ayudarme en todo y querer seguir el mismo camino profesional que mi padre y yo seguimos. A mis tías y primas que mantuvieron la fe en mí en todo momento.

A mis mascotas que han sido mis fuentes de alegrías, y especialmente a dos que partieron antes de concluir este proyecto. Y a mi abuela, aunque ya no esté con nosotros la tenemos presente, en recuerdos y pensamientos.

Att: Bryan Del Pezo Nieto

# DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico primeramente a Luciana, que ha sido mi fuente de motivación, mi inspiración conjuntamente con mis padres que me trasladan a la luz en mis días más oscuros.

A mis hermanos, como símbolo de que todo en la vida se puede, y del mismo modo podrán transmitir a las generaciones siguientes esa fortaleza.

A mis tías, en especial a mi tía Bertha, Kariny y Xenia que me han acompañado en los momentos más críticos de la vida.

A mis abuelitos, Aura y Walter, que, aunque él ya no esté siempre lo llevaré en mi corazón.

Y a todas las personas que han sido parte de este proceso, mis amigos, psicólogo y a todas las personas que han sido una fuente importante en este camino.

Att: Shariz Panchano Cedeño

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, quien me ha guiado hasta el lugar en donde estoy. A mi compañera de proyecto quien estuvo pendiente para que diera lo mejor de mí.

A la empresa donde actualmente trabajo que en su momento fue mi Colegio por darme las facilidades en la gestión de permisos por canjes de horarios. A mis compañeros de trabajo que me motivaron a seguir en cada paso del proyecto.

Y especialmente, a mi jefe que me permitió proseguir con el proyecto sin ningún impedimento y tratando con positivismo mis actividades de la Universidad.

Att: Bryan Del Pezo Nieto

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios que siempre me dio señales de continuar, conservando una frase muy permanente en mi vida “Mientras hay vida, hay esperanzas”.

A mis padres que siempre estuvieron conmigo fortaleciéndome desde el inicio del camino.

A mis hermanos que siempre confiaron en mí.

A mi hija Luciana, mi mayor fuente de motivación.

A mi tía Kariny que siempre llevaré en mi mente y en mi corazón la representación de sus acciones, y por transmitir esa energía positiva.

A mis profesores, en especial al Ing.Marcos Buestan, que fue parte de este camino como consejero y como tutor.

Att. Shariz Panchano Cedeño

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Shariz Mariana Panchano Cedeño y Bryan Alberto Del Pezo Nieto y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

*Bryan Del Pezo*

---

Bryan Alberto Del Pezo  
Nieto

*Shariz Panchano*

---

Shariz Mariana  
Panchano Cedeño

## EVALUADORES

.....  
**Denise Rodríguez Z.,M.Sc.**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Marcos Buestán B.,Ph.D.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Los procesos en cada empresa son medidos bajo indicadores de rendimiento que permiten proyectar que tan eficiente y sostenible es para la parte operativa, no solo en las máquinas, sino que también afecta de manera directa a los operadores, ya que, en la mayoría de los casos, son ellos quienes llevan a cabo la ejecución del proceso, y puede que un mal procedimiento genere actividades que no agregan valor, además que se desfasa del objetivo planteado.

El proyecto a presentar implementa la creación de varios sistemas de control, mejora y optimización de recursos, con el objetivo de incrementar la eficiencia de la línea de líquidos orales, desde parametrizar el uso de la maquinaria en la línea de empaquetado en base al tipo de material a usar, la generación de tiempos estándares para las tareas del proceso y el balanceo de personal que permita cumplir con la demanda al menor coste de producción, mientras se incrementa el *throughput* hasta superar al menos el 11%.

Para lograr ello, se usó la metodología DMAIC, la cual está constituida de cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar, además de otras herramientas Lean Six Sigma, como la voz del cliente (VOC), Ishikawa, análisis estadístico, y gráfica de procesos, además del software *Flexsim* para simular el proceso mejorado.

Los resultados que se obtuvieron durante las tres primeras semanas después de la implementación fueron trascendentales, cabe mencionar que las soluciones están contempladas bajo objetivos sostenibles, por este motivo en la parte ambiental se mejoró en 5% la cantidad de etiquetas dañadas por lote, en la parte social se mejoró entre el 20 y 40% la satisfacción de los empleados en la línea, finalmente en la parte económica, el incremento de productividad proyecta un ingreso estimado de más de dos millones, esto es un 37% de aumento respecto a la situación actual. Estas soluciones con el correcto cumplimiento al mediano y largo plazo lograrán una sostenibilidad que podrá replicarse en las demás líneas operativas.

**Palabras Clave:** Throughput, Flexsim, Procesos.



## **ABSTRACT**

*The processes in each company are measured under performance indicators that allow projecting how efficient and sustainable it is for the operational part, not only in the machines, but also directly affects the operators, since, in most of the cases, they are the ones who carry out the execution of the process, and a bad procedure may generate activities that do not add value, in addition to being out of step with the proposed objective.*

*The project to be presented implements the creation of various control systems, improvement and optimization of resources, with the aim of increasing the efficiency of the line of oral liquids, from parameterizing the use of machinery in the packaging line based on the type of material to use, the generation of standard times for the tasks of the process and the balancing of personnel that allows meeting the demand at the lowest production cost, while increasing the throughput to exceed at least 11%.*

*To achieve this, the DMAIC methodology was used, which is made up of five stages: Define, Measure, Analyze, Implement and Control, in addition to other Lean Six Sigma tools, such as the voice of the customer (VOC), Ishikawa, statistical analysis, and process graphics, as well as Flexsim software to simulate the improved process.*

*The results that were obtained during the first three weeks after the implementation were transcendental, it is worth mentioning that the solutions are contemplated under sustainable objectives, for this reason in the environmental part the number of damaged labels per batch was improved by 5%, in the The social part improved between 20 and 40% the satisfaction of the employees in the line, finally in the economic part, the increase in productivity projects an estimated income of more than two million, this is a 37% increase compared to the situation Current. These solutions with the correct compliance in the medium and long term will achieve sustainability that can be replicated in the other operational lines.*

**Keywords:** *Throughput, Flexsim, Processes.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XIV
CAPÍTULO 1 .....	15
1.    Introducción.....	15
1.1    Descripción del problema .....	16
1.2    Justificación del problema.....	17
1.3    Objetivos.....	18
1.3.1    Objetivo General.....	18
1.3.2    Objetivos Específicos .....	18
1.4    Alcance del proyecto.....	19
1.5    Diagrama de Gantt.....	19
1.6    Grupo de trabajo .....	20
1.7    Marco Teórico.....	20
1.7.1    DMAIC .....	20
1.7.2    VOC .....	21
1.7.3    SIPOC .....	22
1.7.4    CTQ.....	22
1.7.5    Diagrama de flujo de procesos .....	22
1.7.6    Diagrama de operaciones (OPERIN) .....	22
1.7.7    Empaquetamiento .....	23

1.7.8	Ibuprofeno en líquido.....	23
1.7.9	Eficiencia.....	23
1.7.10	Rendimiento.....	24
1.7.11	Industria farmacéutica.....	24
1.7.12	Proceso de etiquetado .....	24
CAPÍTULO 2.....		25
2.	Metodología .....	25
2.1	Definición.....	25
2.1.1	VOC .....	25
2.1.2	CTQ.....	26
2.1.3	Planteamiento del problema .....	27
2.1.4	Restricciones .....	28
2.1.5	Pilares de la sostenibilidad.....	28
2.2	Medición .....	29
2.2.1	Diagrama de procesos .....	29
2.2.2	Diagrama de proceso .....	31
2.2.3	Plan de recolección de datos.....	32
2.2.4	Tamaño mínimo de muestra .....	34
2.2.5	Estratificación del problema.....	34
2.2.6	Problema enfocado .....	36
2.2.7	Confiabledad de los datos .....	37
2.2.8	Análisis de capacidad.....	38
2.3	Análisis .....	40
2.3.1	Análisis de causas.....	40
2.4	Mejora.....	70
2.4.1	Análisis de costos para las mejoras. ....	71
2.4.2	Plan de implementación para las mejoras.....	82

2.5	Implementación .....	88
2.5.1	Soluciones implementadas .....	88
CAPÍTULO 3 .....		102
3.	Resultados Y ANÁLISIS .....	102
.....		102
3.1	Gráfica de control y prueba de normalidad .....	103
3.2	Análisis de Capacidad.....	104
3.2.1	Triple Bottom Line .....	107
3.3	Control .....	112
3.3.1	Plan de Control.....	112
CAPÍTULO 4 .....		114
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	114
4.1	Conclusiones.....	114
4.2	Recomendaciones.....	114
BIBLIOGRAFÍA .....		115
APÉNDICES .....		117

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
VOC	Voice of Customer (Voz del cliente)
SIPOC	Suppliers, Input, Process, Outputs, Customers
CTQ	Critical To Quality o crítico para la calidad
OPERIN	Diagrama de operaciones
AV	Actividades que agregan valor
ANV	Actividades que no agregan valor
ANVN	Actividades que agregan valor pero no son necesarias
PP	Puntos porcentuales

## SIMBOLOGÍA

ml	Mililitros
L	Litros
seg	Segundos
%	Porcentaje

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Serie de tiempo del proceso de empaquetamiento (horas/lote).....	16
Figura 1.2. Línea base del tiempo de empaquetamiento durante el año 2022 .....	18
Figura 1.3. SIPOC- Proceso de empaquetamiento del Kroxifeno de 100 ml .....	19
Figura 1.4. Cronograma de actividades del proyecto integrador .....	20
Figura 1.5. Etapas DMAIC.....	21
Figura 2.1 Herramienta VOC del proceso de empaquetamiento .....	26
Figura 2.2. CTQ Tree.....	27
Figura 2.3. Herramienta 3W+2H .....	28
Figura 2.4. Pilares de sostenibilidad .....	29
Figura 2.5. Actividades que agregan valor pero son necesarias, actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor .....	30
Figura 2.6. Porcentajes de las AV, NAVN y NAV .....	30
Figura 2.7. Diagrama de proceso.....	31
Figura 2.8. Cuellos de botella y fábricas ocultas durante el proceso .....	32
Figura 2.9. Distribución de las horas productivas e improductivas en porcentaje .....	35
Figura 2.10. Pareto de eventualidades en horas improductivas .....	35
Figura 2.11. Herramienta 5W+1H Problema enfocado 1 .....	36
Figura 2.12. Herramienta 5W+1H Problema enfocado 2 .....	37
Figura 2.13 Prueba de normalidad del proceso actual.....	38
Figura 2.14 Gráfica de control I-MR del proceso actual.....	39
Figura 2.15 Informe de capacidad del proceso actual.....	40
Figura 2.16. Colaborador realizando lluvia de ideas .....	41
Figura 2.17. Diagrama Ishikawa problema enfocado 1 .....	42

Figura 2.18. Diagrama Ishikawa problema enfocado 2.....	42
Figura 2.19. Jefa de producción calificando matriz causa-efecto .....	45
Figura 2.20. Auxiliar calificando matriz causa-efecto .....	46
Figura 2.21 Diagrama de Pareto del problema enfocado 1 .....	47
Figura 2.22 Diagrama de Pareto del problema enfocado 2 .....	48
Figura 2.23 Prueba de normalidad de etiquetas correctas .....	51
Figura 2.24 Prueba de normalidad de etiquetas incorrectas .....	52
Figura 2.25 Prueba T de student de causa 1 .....	52
Figura 2.26 Boxplot de causa “Selección de etiqueta no adecuada”.....	53
Figura 2.27 Prueba de normalidad de botellas sin ampollas .....	54
Figura 2.28 Prueba de normalidad de botellas con ampollas .....	54
Figura 2.29 Prueba T de student de causa 2 .....	55
Figura 2.30 Boxplot de causa “formación de ampollas” .....	55
Figura 2.31 Prueba de normalidad de tiempos con máquina en desajuste .....	56
Figura 2.32 Regresión lineal de causa 3 .....	57
Figura 2.33 Gráfica de regresión lineal de causa 3.....	57
Figura 2.34 Prueba de normalidad con cajas correctas.....	58
Figura 2.35 Prueba de normalidad con cajas incorrectas .....	59
Figura 2.36 Prueba T de student de causa 4 .....	59
Figura 2.37 Boxplot de causa “cajas diseñadas para movimientos lentos y no para movimientos rápidos”.....	60
Figura 2.38 Prueba de normalidad con personal completo .....	61
Figura 2.39 Prueba de normalidad con personal incompleto.....	61
Figura 2.40 Prueba T de student de causa 5 .....	62
Figura 2.41 Boxplot de causa “falta de disponibilidad del personal necesario” .....	62



Figura 2.42 Prueba de normalidad con personal en pico de rendimiento .....	63
Figura 2.43 Prueba de normalidad con personal en valle de rendimiento .....	64
Figura 2.44 Prueba T de student de causa “disminución de velocidad del personal” ....	64
Figura 2.45 Boxplot de causa “disminución de velocidad del personal” .....	65
Figura 2.46. Causas significativas .....	70
Figura 2.47. Posibles mejoras .....	70
Figura 2.48. Ventajas de las mejoras.....	80
Figura 2.49. Matriz de esfuerzo impacto para las mejoras .....	81
Figura 2.50. Diagrama de Gantt Mejora 1 .....	83
Figura 2.51. Diagrama de Gantt mejora 2 .....	84
Figura 2.52 Diagrama de Gantt mejora 3 .....	85
Figura 2.53. Diagrama de Gantt de la mejora 4 .....	87
Figura 2.54. Manual de operaciones de la máquina etiquetadora.....	88
Figura 2.55 Capacitación al personal.....	89
Figura 2.56 Requerimientos técnicos de etiqueta 1 .....	89
Figura 2.57 Requerimientos técnicos de etiqueta 2 .....	90
Figura 2.58 Requerimientos técnicos de etiqueta 3 .....	90
Figura 2.59 Cantidad de operarios durante un periodo de tiempo .....	91
Figura 2.60 Operarios promedio en la línea de empaquetamiento.....	91
Figura 2.61 Gráfica OBC previa implementación .....	92
Figura 2.62 Balanceo de línea, tiempos de actividades.....	93
Figura 2.63 Balanceo de línea, gráfica comparativa de tareas.....	93
Figura 2.64 Balanceo de línea, operarios óptimos .....	94
Figura 2.65 Simulación del proceso de empaquetado .....	94

Figura 2.66 Comparativo de los indicadores operacionales .....	95
Figura 2.67 Movimientos y posiciones de los operarios.....	96
Figura 2.68 Logros obtenidos de la estandarización.....	96
Figura 2.69 Entrenamientos con las estandarizaciones.....	97
Figura 2.70. Resumen de la estandarización de tiempos y secuencia de tareas .....	100
Figura 3.1. Trazabilidad de las soluciones implementadas .....	102
Figura 3.2 Gráfica de control de proceso - Mejorado.....	103
Figura 3.3 Gráfica de normalidad del proceso – Mejorado .....	104
Figura 3.4. Análisis de capacidad del proceso – Antes de la aplicación de las mejoras .....	105
Figura 3.5 Análisis de capacidad del proceso – Mejorado.....	105
Figura 3.6. Prueba T de student - Pilar económico .....	106
Figura 3.7 Boxplot de los tiempos de empaquetado - Actual y Mejorado .....	106
Figura 3.8. Situación actual del desperdicio de etiquetas .....	107
Figura 3.9 Resultados del pilar ambiental.....	108
Figura 3.10 Prueba T de student del impacto ambiental.....	108
Figura 3.11 Boxplot del impacto ambiental.....	109
Figura 3.12 Encuestas de satisfacción laboral .....	109
Figura 3.13 Niveles de la encuesta.....	110
Figura 3.14 Resultados de encuesta – ejemplo .....	110
Figura 3.15 Porcentaje de mejora en cada pregunta de la encuesta .....	111
Figura 3.16. Especificaciones técnicas de etiqueta.....	113

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Plan de recolección de Datos .....	33
Tabla 2.2. Posibles causas problema enfocado 1 .....	43
Tabla 2.3. Posibles causas problema enfocado 2 .....	43
Tabla 2.4. Matriz Causa-Efecto problema enfocado 1 .....	44
Tabla 2.5. Matriz Causa-Efecto problema enfocado 2 .....	45
Tabla 2.6. Ponderación para las posibles causas.....	46
Tabla 2.7 Causas del problema enfocado 1 .....	46
Tabla 2.8 Causas del problema enfocado 2 .....	47
Tabla 2.9 Plan de verificación de causas del problema enfocado 1 .....	49
Tabla 2.10 Plan de verificación de causas del problema enfocado 2.....	50
Tabla 2.11. Resumen de causas significativas .....	65
Tabla 2.12 “5 por qué” de causa significativa 1 .....	67
Tabla 2.13 “5 por qué” de causa significativa 2.....	68
Tabla 2.14 “5 por qué” de causa significativa 3.....	69
Tabla 2.15. Costos para la Implementación de un manual de uso detallado.....	72
Tabla 2.16. Costos para la Implementación de un manual de uso detallado.....	73
Tabla 2.17. Costos para la determinación de las especificaciones técnicas de la etiqueta .....	74
Tabla 2.18. Costos para la determinación de las especificaciones técnicas de la etiqueta .....	75
Tabla 2.19. Costos para el plan de asignación del personal.....	76
Tabla 2.20. Costos para el plan de asignación del personal.....	77

Tabla 2.21. Costos que involucran la estandarización de actividades y tiempos operativos .....	78
Tabla 2.22. Costos que involucran la estandarización de actividades y tiempos operativos .....	79
Tabla 2.23. Ponderaciones .....	81
Tabla 2.24. Resultado de los análisis.....	81
Tabla 2.25. Plan de Implementación para la causa desajuste máquina etiquetadora....	82
Tabla 2.26. Plan de Implementación para el plan de asignación del personal .....	85
Tabla 2.27. Plan de Implementación para la estandarización de actividades y tiempos	86
Tabla 2.28 Factor de nivelación ingreso de jarabes a la línea de empaquetado.....	98
Tabla 2.29 Factor de nivelación colocar tapa dosificadora.....	98
Tabla 2.30 Factor de nivelación encajonado .....	98
Tabla 2.31 Factor de nivelación embalado .....	99
Tabla 2.32 Holguras.....	99
Tabla 2.33 Tiempos estándares del proceso.....	100
Tabla 3.1. Cuadro Comparativo Situación Actual Vs Mejorada.....	112

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tamaño mínimo de muestra.....	34
Ecuación 2. Problema enfocado 1.....	36
Ecuación 3. Problema enfocado 2.....	37
Ecuación 4. Cálculo para determinar objetivo cumplido.....	37
Ecuación 5. Takt time.....	92
Ecuación 6. Tamaño mínimo de muestra estandarización.....	97

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio está conectado directamente con los altos tiempos desperdiciados en una empresa de manufactura farmacéutica con fines de consumo humano. Dentro de esta industria farmacéutica, se registran tiempos que no están adecuadamente aprovechados y que inciden notablemente en el aumento de tiempos de la operación de empaquetamiento. Para desarrollar el estudio, se realizó el acercamiento directo a las actividades operacionales, al registro y a las estadísticas, que, mediante la segmentación y análisis de cada una de ellas, dan como resultado valores no positivos para el proceso, específicamente en el de empaquetamiento del jarabe Kroxifeno de 100 ml en la línea de líquidos orales en suspensión no estériles.

La característica principal del estudio de esta operación es darle una protección de manera unitaria y colectiva al lote de jarabes. De este modo, se tendrá la garantía de que el producto a pesar de que se mantendrá dinámico durante el proceso y después de este llegará a manos del consumidor adecuadamente. Pero, antes de la obtención de este resultado, el jarabe tendrá que ser ingresado a la línea de líquidos orales de manera manual o automática, para luego pasar por las actividades de etiquetado, colocación de tapas dosificadoras y por último empaquetar el lote de jarabes.

Para analizar esta problemática, es necesario tomar en cuenta las causas que generan altos tiempos en el área de empaquetamiento. Una de ellas y posiblemente la principal, es la falta de aplicación de políticas internas. Se entiende por esto, que cada participante de la actividad se apropia de su tiempo y de la técnica para realizar individualmente cada actividad del proceso.

El estudio se realizó con el interés de tomar como oportunidades las causas que generan el alto tiempo de empaquetamiento. Para ello fue necesario utilizar herramientas de mejora continua. Dentro de nuestro estudio hemos implementado DMAIC, que consiste en cinco etapas: Definir, mejorar, analizar, mejorar y controlar, con la finalidad de aumentar la eficiencia y rendimiento del proceso de empaquetamiento que se deriva en la disminución del tiempo total de empaquetamiento.

### 1.1 Descripción del problema

Tomando como referencia el año 2022 a partir del mes de febrero se han obtenido datos muy fluctuantes generados durante la operación del jarabe Kroxifeno de 100mL en la línea de líquidos orales en suspensión no estériles. Actualmente se estima un promedio equivalente a 15,45 (Horas/Lote) en el proceso de empaquetamiento del jarabe Kroxifeno de 100 ml para lotes de 3000 L equivalentes a 30 000 jarabes.

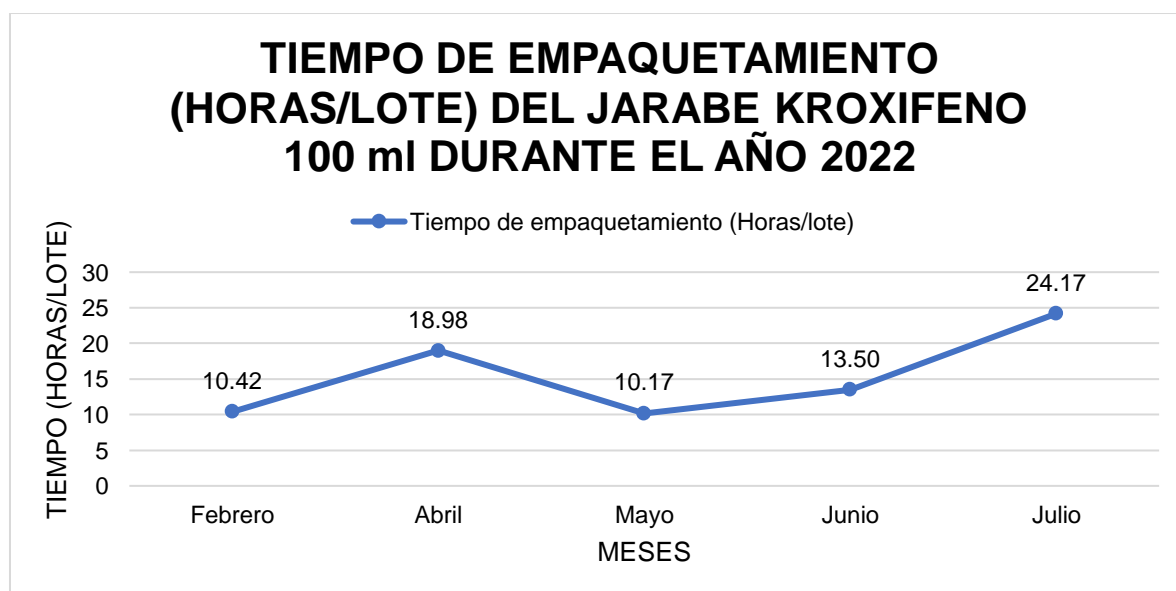


Figura 1.1. Serie de tiempo del proceso de empaquetamiento (horas/lote)

Fuente: [Empresa]

Es notable que durante el año 2022 el tiempo del proceso de empaquetamiento del jarabe Kroxifeno de 100 ml no ha mantenido una consistencia a lo largo de la serie

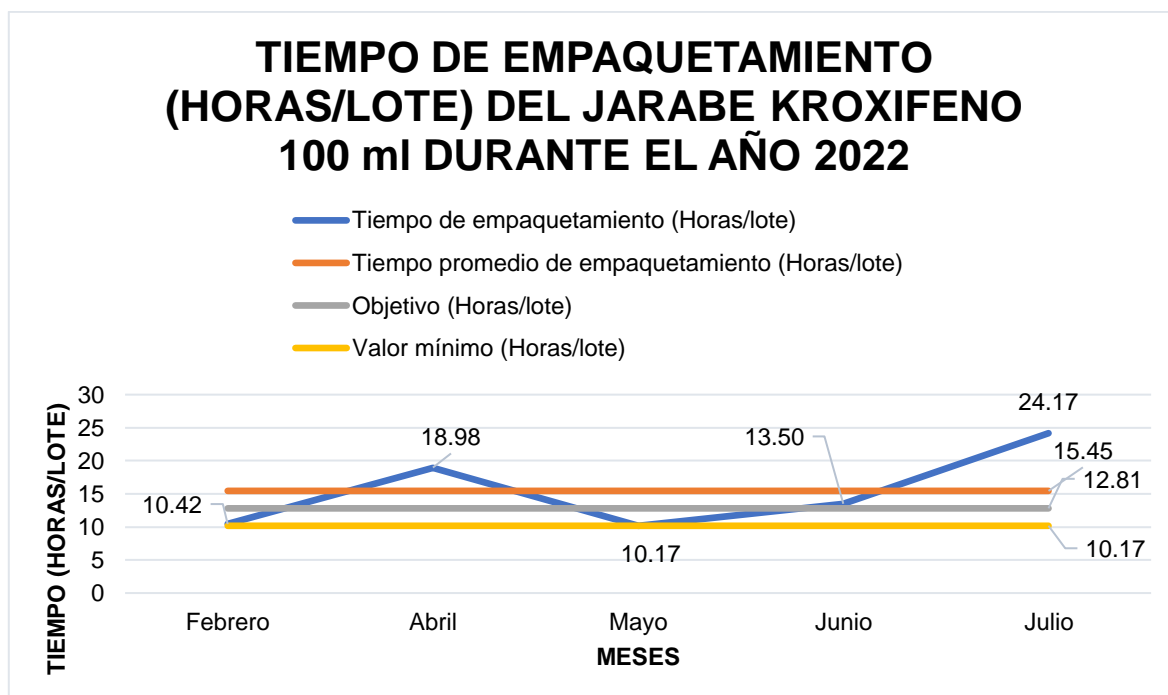
de tiempo derivando a tener una desviación estándar equivalente a 6.03. La descripción de las actividades del proceso conjunto a su tiempo se encuentra detalladas en el diagrama de operación del proceso en sus condiciones óptimas en la figura 2.7, sin embargo, es evidente observar los cuellos de botella que se generan durante el proceso.

## **1.2 Justificación del problema**

La tendencia en el tiempo de empaquetamiento no tiende a decrecer o crecer de manera constante, es decir, tiene muchas fluctuaciones sin opción a predecir cuál será el comportamiento de la curva en el lapso de los meses. El incremento del tiempo afecta de manera directa la parte operativa del proceso. Como se observa en la figura 1.2 el promedio es equivalente a 15,45 (Horas/Lote) tomando datos del mes de febrero del año 2022.

Es evidente que existen problemas que generan estas variaciones en los distintos intervalos del tiempo del proceso de empaquetamiento para el jarabe Kroxifeno de 100 ml. Por esta razón existe la necesidad de reducir los tiempos de empaquetamiento sin afectar el resultado final.





**Figura 1.2. Línea base del tiempo de empaquetamiento durante el año 2022**

Fuente: [Elaboración propia]

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

Reducir el tiempo del proceso de empaquetamiento de 15,45 (Horas/Lote) a 12,81 (Horas/Lote) en el área de empaquetamiento de la línea de producción de líquidos orales de suspensión del jarabe Kroxifeno de 100 ml en una fábrica farmacéutica.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Validar la información emitida por la empresa con la información obtenida a través de la observación.
2. Identificar las actividades que conforman el proceso de empaquetamiento de inicio a fin, conjunto a su respectivo tiempo.
3. Identificar y condensar los problemas que se generan durante todo el proceso en cada lote.

4. Establecer alternativas de mejora que permitan darle una solución en la reducción del tiempo del proceso de empaquetamiento y cumplir con los requerimientos planeados.

### 1.4 Alcance del proyecto

Se utilizó el diagrama SIPOC para detallar de principio a fin el proceso. Se detallan los recursos que se utilizan durante la ejecución de este. El proyecto se ajusta a los requerimientos y recursos de la empresa.



Figura 1.3. SIPOC- Proceso de empaquetamiento del Kroxifeno de 100 ml

Fuente: [Elaboración propia]

### 1.5 Diagrama de Gantt

En el siguiente diagrama se describen las actividades en función del tiempo durante la ejecución del cronograma de actividades. Cabe recalcar que las actividades que se describen están siendo ejecutadas de semana a semana de acuerdo con la etapa que se vaya desarrollando.

	Fecha Inicio	Duración (días)	Fecha fin		
1.1	Company Background	7/20/2022	1	7/20/2022	1 Define: Company Background
1.2	Project team	7/20/2022	1	7/20/2022	1 Define: Project team
1.3	Voice of customers	18/10/2022	3	20/10/2022	1 Define: Voice of customers
1.4	Affinity diagram	20/10/2022	4	23/10/2022	1 Define: Affinity diagram
1.5	CTQ tree	20/10/2022	4	23/10/2022	1 Define: CTQ tree
1.6	SUPC	22/10/2022	3	23/10/2022	1 Define: SUPC
1.7	Y Definition	22/10/2022	2	23/10/2022	1 Define: Y Definition
1.8	Problem Statement	23/10/2022	4	26/10/2022	1 Define: Problem Statement
1.9	Baseline	23/10/2022	4	26/10/2022	1 Define: Baseline
1.10	General Objective	23/10/2022	4	26/10/2022	1 Define: General Objective
1.11	Specific Objective	23/10/2022	4	26/10/2022	1 Define: Specific Objective
1.12	Triple bottom line metrics	23/10/2022	4	26/10/2022	1 Define: Triple bottom line metrics
1.13	Work plan	24/10/2022	3	25/10/2022	1 Define: Work plan
1.14	Meeting + Review 1	26/10/2022	2	27/10/2022	1 Define: Meeting + Review 1
1.15	Submit executive presentation	28/10/2022	1	28/10/2022	1 Define: Submit executive presentation
1.16	Executive presentation #1	28/10/2022	1	28/10/2022	1 Define: Executive presentation #1
2.1	Feedback previous Step 1	28/10/2022	3	30/10/2022	2 Measure: Feedback previous Step 1
2.2	Process mapping	31/10/2022	4	3/11/2022	2 Measure: Process mapping
2.3	Data collection	3/11/2022	8	9/11/2022	2 Measure: Data collection
2.4	Meeting 2	10/11/2022	1	10/11/2022	2 Measure: Meeting 2
2.5	Verification of data reliability	13/11/2022	4	14/11/2022	2 Measure: Verification of data reliability
2.6	Capability analysis and focused problem	13/11/2022	4	14/11/2022	2 Measure: Capability analysis and focused problem
2.7	Meeting + Review 3	15/11/2022	3	17/11/2022	2 Measure: Meeting + Review 3
2.8	Submit executive presentation	18/11/2022	1	18/11/2022	2 Measure: Submit executive presentation
2.9	Executive presentation #2	18/11/2022	1	18/11/2022	2 Measure: Executive presentation #2
3.1	Feedback previous Step 2	18/11/2022	3	20/11/2022	3 Analyze: Feedback previous Step 2
3.2	Brainstorming causes	21/11/2022	4	24/11/2022	3 Analyze: Brainstorming causes
3.3	Ishikawa diagram	24/11/2022	4	27/11/2022	3 Analyze: Ishikawa diagram
3.4	Meeting 4	28/11/2022	1	28/11/2022	3 Analyze: Meeting 4
3.5	Root cause verification	29/11/2022	4	3/12/2022	3 Analyze: Root cause verification
3.6	5 Whys	2/12/2022	4	5/12/2022	3 Analyze: 5 Whys
3.7	Meeting + Review 5	6/12/2022	3	8/12/2022	3 Analyze: Meeting + Review 5
3.8	Submit executive presentation	9/12/2022	1	9/12/2022	3 Analyze: Submit executive presentation
3.9	Executive presentation #3	9/12/2022	1	9/12/2022	3 Analyze: Executive presentation #3
4.1	Feedback previous Step 3	9/12/2022	3	11/12/2022	4 Improve: Feedback previous Step 3
4.2	Brainstorming solutions	13/12/2022	7	18/12/2022	4 Improve: Brainstorming solutions
4.3	Meeting 6	18/12/2022	1	18/12/2022	4 Improve: Meeting 6
4.4	Solution evaluation	20/12/2022	3	22/12/2022	4 Improve: Solution evaluation
4.5	Solution prioritization	20/12/2022	3	22/12/2022	4 Improve: Solution prioritization
4.6	Meeting 7	23/12/2022	1	23/12/2022	4 Improve: Meeting 7
4.7	Action plan with SW2H	23/12/2022	6	28/12/2022	4 Improve: Action plan with SW2H
4.8	Meeting + Review 8	29/12/2022	8	5/1/2023	4 Improve: Meeting + Review 8
4.9	Submit executive presentation	6/1/2023	1	6/1/2023	4 Improve: Submit executive presentation
4.10	Executive presentation #4	6/1/2023	1	6/1/2023	4 Improve: Executive presentation #4
5.1	Feedback previous Step 4	6/1/2023	3	8/1/2023	5 Control: Feedback previous Step 4
5.2	Implementation of the solutions	9/1/2023	11	19/1/2023	5 Control: Implementation of the solutions
5.3	Before and after data	16/1/2023	4	19/1/2023	5 Control: Before and after data
5.4	Meeting 9	20/1/2023	1	20/1/2023	5 Control: Meeting 9
5.5	Control plan	23/1/2023	3	23/1/2023	5 Control: Control plan
5.6	Meeting + Review 10	24/1/2023	3	26/1/2023	5 Control: Meeting + Review 10
5.7	Submit executive presentation	27/1/2023	1	27/1/2023	5 Control: Submit executive presentation
5.8	Executive presentation #5	27/1/2023	1	27/1/2023	5 Control: Executive presentation #5

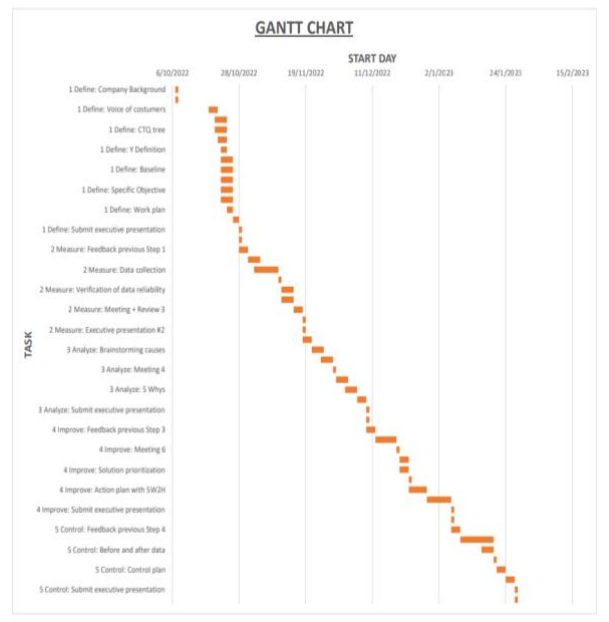


Figura 1.4. Cronograma de actividades del proyecto integrador

Fuente: [Elaboración propia]

## 1.6 Grupo de trabajo

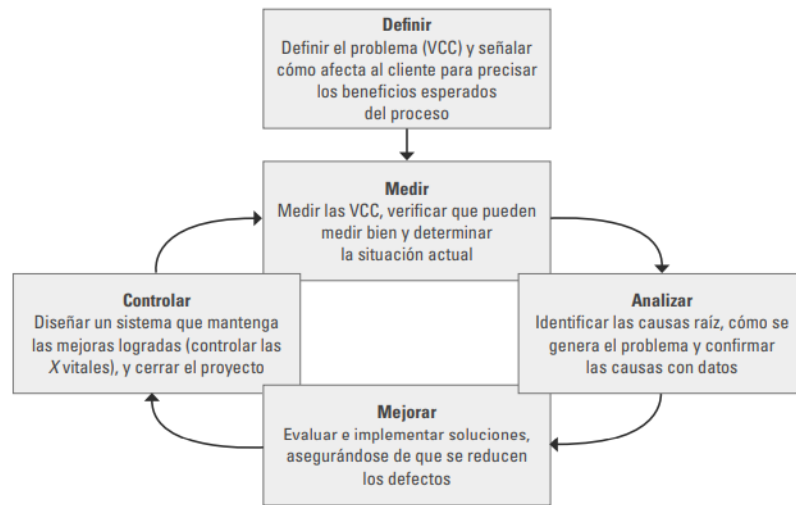
- El grupo de trabajo está conformado por:
- Jefa de producción de la industria farmacéutica.
- Auxiliar de producción de la industria farmacéutica.
- Gerente general de la industria farmacéutica.
- Operadores de producción de la industria farmacéutica.
- Tutor del proyecto: Ph.D. Marcos Buestán.

## 1.7 Marco Teórico

### 1.7.1 DMAIC

Es la metodología Six Sigma utilizada en la resolución de problemas, en donde ya se han realizado acciones o análisis antes, pero sin resultado significativos. El objetivo es reducir la variación en los procesos, especialmente en producción. Se perfeccionaron en la práctica y están basados en conocimientos ingenieriles tanto en la parte estadística como de calidad. La metodología va por etapas (Definición-Medición-Análisis-Mejora-Control) y en cada una cuenta con varias técnicas. Clasificados por el comportamiento de los datos, los resultados permiten centrarse

en causas raíz y no especiales; como también en soluciones de gran impacto para el proceso, manteniéndose con el paso del tiempo (De Mast & Lokkerbol, 2012).



**Figura 1.5. Etapas DMAIC**

Fuente: [Gutiérrez Pulido, 2010]

No en todos los procesos se puede implementar ya que es necesario hacer un análisis de selección de proyectos. Los criterios son los siguientes: proceso relacionado a algún factor fundamental del negocio, la recolección de información es relativamente fácil y sin ningún percance, alta prioridad al proyecto por parte de la directiva, identificación visible del inicio y fin del proceso.

### 1.7.2 VOC

Paso fundamental para efectuar la propuesta de la variable “Y” en la etapa de Definición, hace referencia a los requisitos del cliente teniendo en cuenta información de entrada del producto y/o servicio. Gestionadas en base a métodos de contacto: grupos focales, entrevistas cara a cara, encuestas, entre otros. Los resultados permiten la toma de decisiones de las necesidades, deseos, y preferencias del cliente almacenados en una variable cuantitativa de salida (Aguwa, Monplaisir, & Turgut, 2012).

### **1.7.3 SIPOC**

Es una herramienta para representar todos los elementos clave que influyen en el proceso: Proveedor, Entrada, Proceso, Salida, Cliente. Utilizado como alcance de proyecto en la etapa de Definición. Los 5 elementos trabajan de manera conjunta, no separados por actividad (Marques & Requeijo, SIPOC: A Six Sigma Tool Helping on ISO 9000 Quality Management Systems, 2009).

### **1.7.4 CTQ**

Son parámetros cuantificables, medibles y significativas de las necesidades del cliente, obtenidas de las características del VOC (Voz del Cliente), con el objetivo de comprender la situación actual, y garantizando que se mitigue el problema y la presencia en procesos futuros (Sawalakhe, 2020).

### **1.7.5 Diagrama de flujo de procesos**

Es una representación gráfica del proceso de forma secuencial, se manejan con los elementos: Inicio-Fin, Operación, Toma de decisión, Dirección de flujo. En Operaciones, puede estar incluidos acciones como las inspecciones, esperas, envíos, y almacenamiento. El objetivo es identificar y analizar el comportamiento del proceso, las relaciones directas entre actividades y la presencia de fábricas ocultas (Gutiérrez Pulido, 2010).

### **1.7.6 Diagrama de operaciones (OPERIN)**

Es una representación gráfica del proceso que considera las actividades de operación, inspección, almacenamiento, entradas y salidas de recursos de forma secuencial. Utilizado especialmente en ámbitos industriales porque trabajan por componentes y conforme van pasando actividades, se ensamblan hasta lograr el producto terminado (Kiran, 2019).

### **1.7.7 Empaquetamiento**

Es el proceso que salvaguarda la integridad y facilita el manejo, envío y almacenamiento del producto. Interactúan varios sistemas: primarios, secundarios y terciarios. El primario tiene contacto directo con el producto, el secundario contiene a varios primarios y el terciario contiene varios secundarios (Silva & Pålsson, 2022).

En el proceso de Líquidos Orales, el sistema de empaque primario es la caja quien contiene a la botella con el líquido en suspensión. En el empaque secundario, es el cartón quien dentro lleva las cajas de aproximadamente 90 cajas por cartón. Y el terciario, es el embalaje con varios de su mismo tipo en pallets para ser transportado a su destino.

### **1.7.8 Ibuprofeno en líquido**

Es un fármaco que con el correcto uso cumple con la función de reducir fiebres, dolores de cabeza, irritaciones de garganta, e hinchazón. Si en el caso de ser usada de manera excesiva, puede ocasionar eventualidades en la salud (MedlinePlus, 2020).

Al ser de compraventa libre, no es necesario tener una receta de un médico para conseguirla (Healthy Children, 2021). En este caso, la empresa hace este producto con el nombre comercial de Kroxifeno, contando con varias presentaciones.

### **1.7.9 Eficiencia**

Permite medir que tan adecuado se desenvuelve una maquinaria al momento de estar operativa (Nicholas, 2018).

### **1.7.10 Rendimiento**

Es un indicador que mide cualquier parte o recurso del proceso, tomando en cuenta el tiempo que funciona y el tiempo que está operativo, para identificar eventualidades y atacar de manera preventiva o correctiva. Tener más rendimiento, inclusive al borde del límite, ocasiona la necesidad de aplicar una tecnología o manera de hacer nueva “innovación” (Nicholas, 2018).

### **1.7.11 Industria farmacéutica**

Es una de las industrias más complejas en temas de investigación, y que ha producido nuevos descubrimientos logrando salvar millones de vidas y mejorar la calidad de vida de las personas (Scherer, 2000).

Por otro lado, son muy conservadores para los cambios, especialmente en operaciones técnicas porque están regidos bajos estándares de calidad definidos por autoridades sanitarias. Incluir al proceso tecnologías modernas o nuevas técnicas podría ser un proceso muy complicado (Liesum, Kummlí, Peinado, & McDowall, 2018).

### **1.7.12 Proceso de etiquetado**

Consiste en adherir al producto una etiqueta impresa con información única para identificación. Colocadas mediante máquinas especializadas llamadas Etiquetadoras y están disponible en diferentes formas y configuraciones. Los datos fundamentales que deben constatar son los siguientes: Ingredientes del cual se componen, Usos, Directrices, Advertencias, Datos adicionales (Cumbreño & Pérez, 2004).

Al ser semiautomática la máquina de la empresa, hay personal que se encarga de mover los frascos de las gavetas a la etiquetadora para luego seguir con el proceso.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Este proyecto fue desarrollado bajo la metodología DMAIC, la cual se divide en cinco etapas: definición, medición, análisis, mejora y control. Las cuáles se detallan conforme se realice el proyecto.

### 2.1 Definición

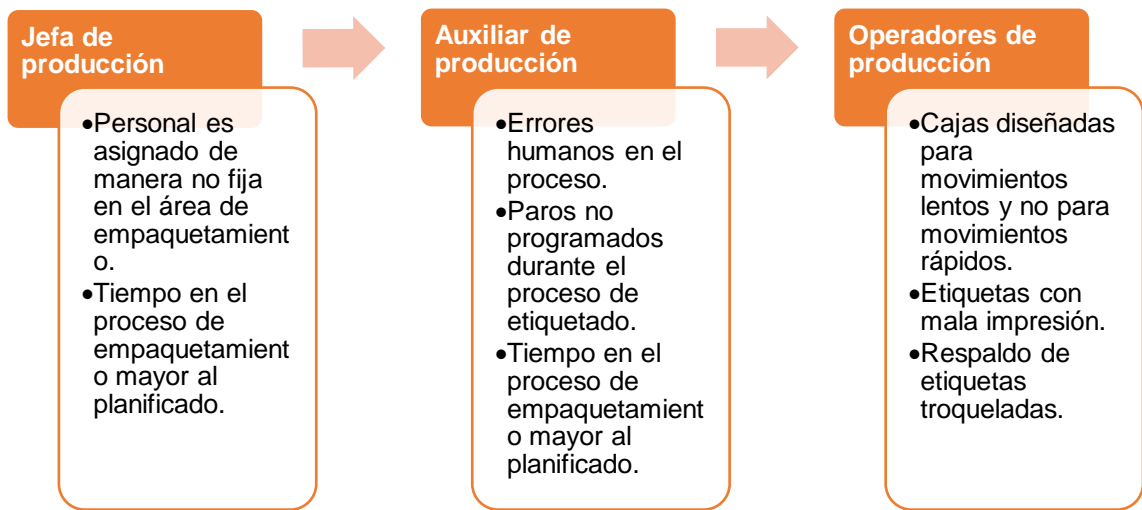
Para empezar, se socializó el proceso de empaquetamiento como primer paso mediante una reunión conjunta con el personal de la fábrica farmacéutica, es decir, con el gerente general, gerente de recursos humanos, jefa de producción y supervisora de producción quienes fueron instructores del proceso. Luego de la primera reunión mediante registros se logró obtener nuestra variable “Y” del proceso que fue el requerimiento de nuestro cliente que consiste en el tiempo de empaquetamiento del Kroxifeno de 100 ml. Cabe recalcar que la “Y” es el indicador que hay que mejorar.

La variable “Y” que consiste en el tiempo de empaquetamiento se mide durante todo el proceso de inicio a fin. Como primera instancia los datos que nos servirán para esta etapa serán los que se encuentran en las hojas de registros elaboradas por la empresa farmacéutica.

#### 2.1.1 VOC

Para empezar, se entrevistan a aquellas personas que forman parte del proceso de empaquetamiento, para después analizar los requerimientos que serán traducidos en necesidades. Por esta razón, esta herramienta esclarece más a profundidad las necesidades y expectativas de la industria farmacéutica en la línea de líquidos orales, en este caso el Kroxifeno de 100 ml. La información se detalla en la Figura 2.1.



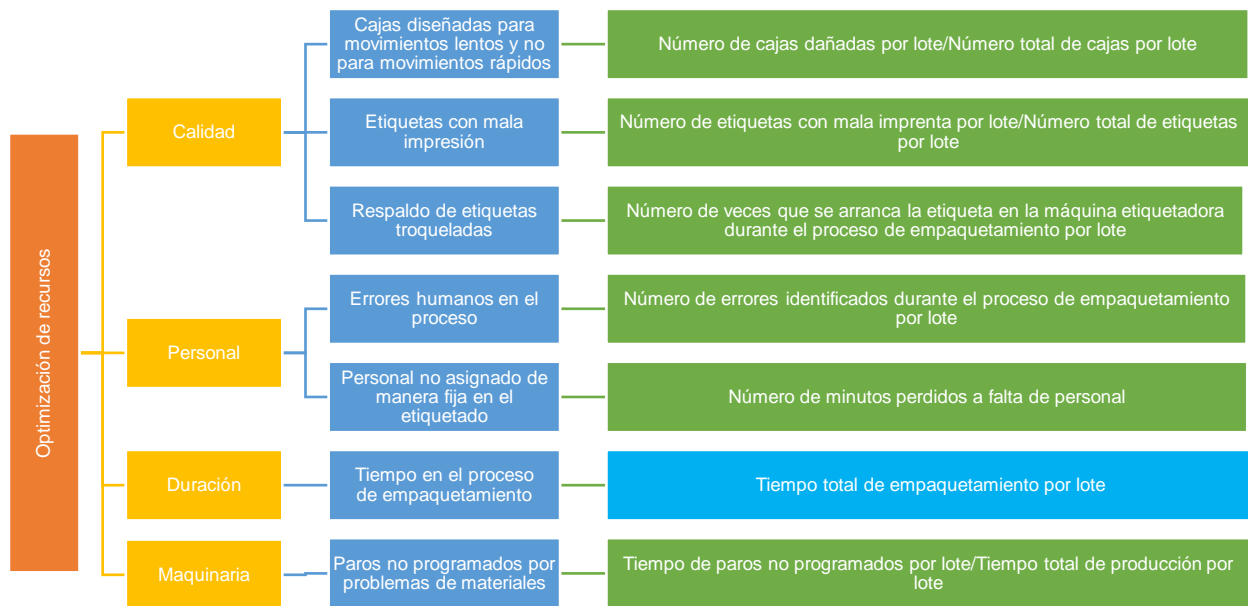


**Figura 2.1 Herramienta VOC del proceso de empaquetamiento**

Fuente: [Empresa]

### 2.1.2 CTQ

Luego de hacer un diagnóstico cualitativo se procedió a traducir las variables producto de la voz del cliente en requerimiento que permitan medirlas. El CTQ queda detallado en la Figura 2.2.



**Figura 2.2. CTQ Tree**

Fuente: [Elaboración propia]

### 2.1.3 Planteamiento del problema

Se utilizó la herramienta 3W+2H para formalizar y plasmar la variable de estudio “Y”. De manera que se puede centralizar y especificar la problemática del proyecto. Se puede evidenciar en la Figura 2.3.

¿Qué?	•Excesivo tiempo del proceso de empaquetamiento (Horas/Lote).
¿Dónde?	•Área de empaquetamiento de la línea de producción de líquidos orales de suspensión en una fabrica farmacéutica de la ciudad de Guayaquil.
¿Cuándo?	•Desde Febrero del 2022.
¿Qué tanto?	•En promedio 15,45 Horas/Lote.
¿Cómo lo sé?	•Se ha alcanzado valore mínimo de 10,17 (Horas/Lote).

**Figura 2.3. Herramienta 3W+2H**

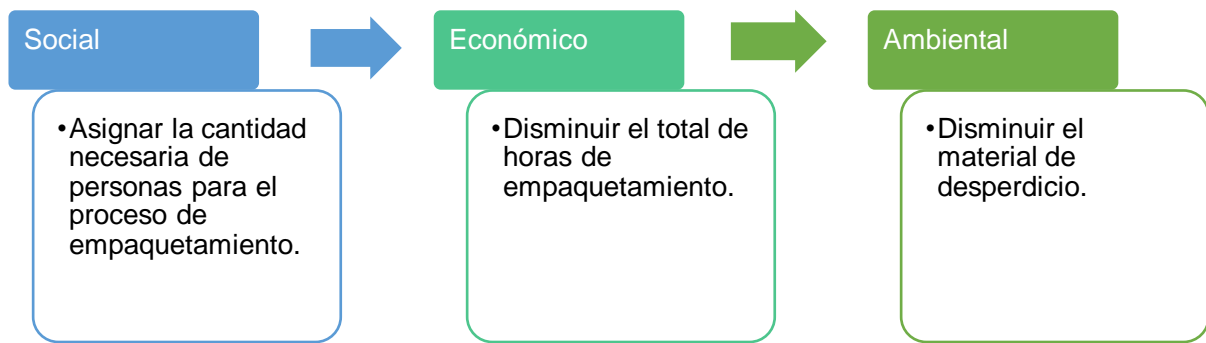
Fuente: [Elaboración propia]

#### 2.1.4 Restricciones

- Limitado número de trabajadores que son compartidos entre varias áreas.
- Throughput de 60 jarabes/min en la línea de empaquetamiento
- Jornada de 8 horas 5 días a la semana, con extensión acorde a la demanda.

#### 2.1.5 Pilares de la sostenibilidad

La esencia de los pilares consiste en sostener una empresa sin tener que renunciar al medio ambiente interactuando con la parte social y económica, las cuales se describen en la Figura 2.4.



**Figura 2.4. Pilares de sostenibilidad**

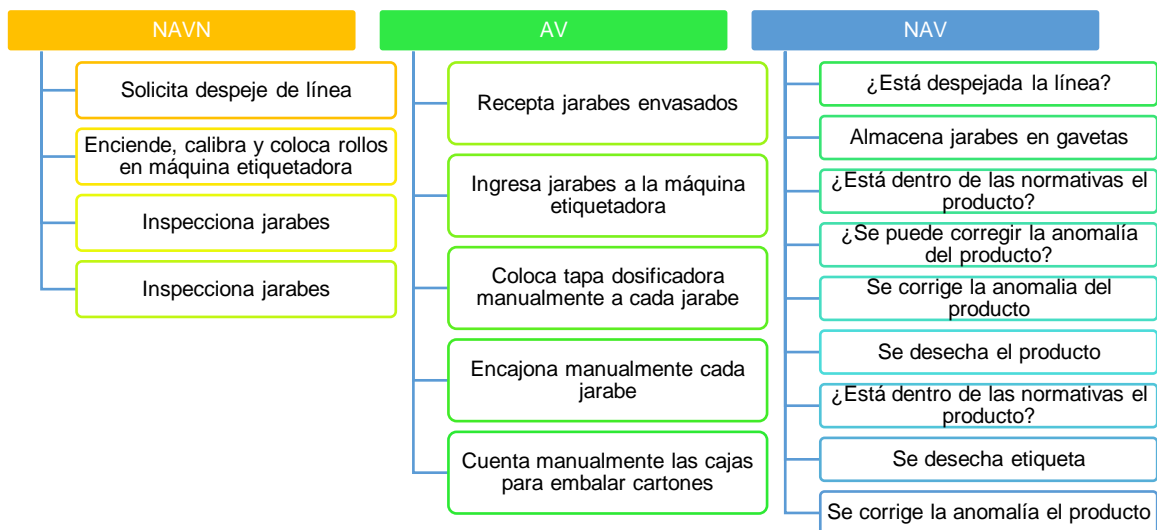
Fuente: [Elaboración propia]

## 2.2 Medición

Con la ayuda del cronometro se midieron todas las actividades y tareas que conforman el proceso de inicio a fin. En esta etapa se encontró el tamaño y alcance del proyecto. A través de la observación se pudo levantar el proceso, describir y hacer un esquema de las actividades que se ejecutan durante el proceso de empaquetamiento. Del mismo modo se elaboró un plan de recopilación de datos para segmentar el proceso. Las herramientas y pasos para desarrollar esta etapa quedan descritas a continuación.

### 2.2.1 Diagrama de procesos

Para la segmentación de las actividades que AV, NAV y NAVN se acudió al diagrama APENDICE A, de tal manera que se clasificó de la siguiente manera Figura 2.5.

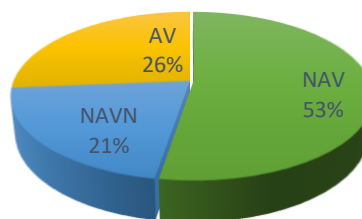


**Figura 2.5. Actividades que agregan valor pero son necesarias, actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor**

Fuente: [Empresa]

Del mismo modo se ha obtenido el porcentaje para la distribución de la figura 2.5 mediante la Figura 2.6.

### Resultados % AV, NAVN y NAV

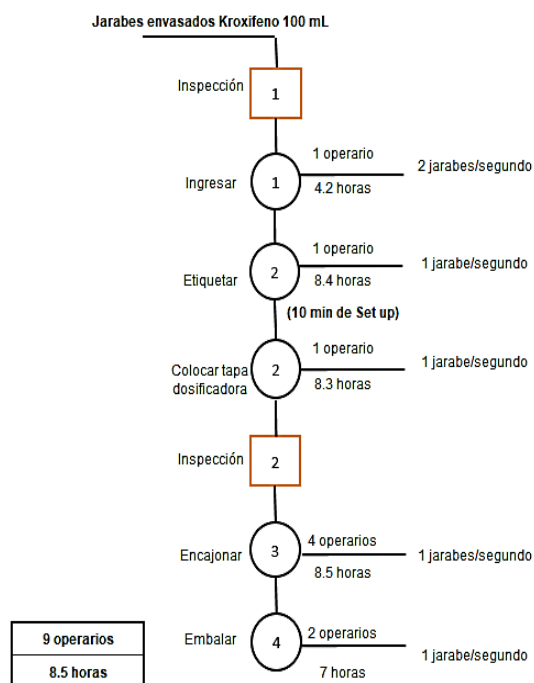


**Figura 2.6. Porcentajes de las AV, NAVN y NAV**

Fuente: [Elaboración propia]

## 2.2.2 Diagrama de proceso

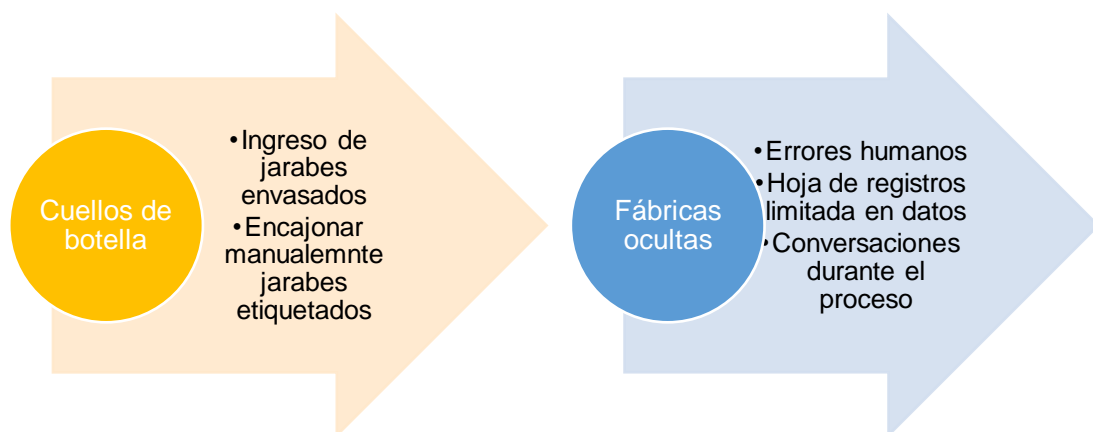
Se elaboró un diagrama de proceso para las condiciones óptimas del mismo sin tomar en cuenta las 7 mudas, es decir, se tomaron los tiempos en condiciones óptimas. Se incluyó las paras programadas que corresponden a la calibración de la máquina. Cabe recalcar que la suma del proceso en condiciones óptimas es de 8,5 (Horas/Lote). Los valores que incluye el diagrama de flujo se obtuvieron mediante un cronometro. Este diagrama se encuentra reflejado en la Figura 2.7.



**Figura 2.7. Diagrama de proceso**

Fuente: [Empresa]

Por otro lado, se midieron en distintas fechas el proceso de empaquetamiento dando como resultado los cuellos de botella y las fábricas ocultas como se representa en la Figura 2.8.



**Figura 2.8. Cuellos de botella y fábricas ocultas durante el proceso**

Fuente: [Empresa]

### 2.2.3 Plan de recolección de datos

Para el plan de recolección de datos es necesario sesgar parámetros necesarios para obtener la información más acertada. En nuestro caso se tomaron en cuenta las siguientes variables representadas en la Tabla 2.1.

**Paradas programadas**, son aquellos tiempos que forman parte de las paradas y que no se pueden excluir, es decir, la calibración de máquina etiquetadora.

**Paros de la máquina etiquetadora**, son aquellos tiempos en que la máquina se para por alguna avería, ya sea de tipo de fallo de máquina por alguna de sus piezas en este caso los rodillos de tensión, o problemas como tal de la misma.

**Variación de velocidad**, son aquellos tiempos en que baja el rendimiento del personal y no mantienen un tiempo constante.

**Tiempo muerto**, son aquellos tiempos en que el proceso está detenido, ya sea por conversación del personal, o por problemas de línea.

**Defectos de etiqueta**, es el tiempo que forma parte de las paradas por problemas de la etiqueta, es decir, arranque de la etiqueta durante el proceso.

**Tabla 2.1. Plan de recolección de Datos**

¿Qué?				¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Quién?
Código	Variable	Unidad de medida	Tipo de datos	¿Dónde recoger?	¿Cuándo recoger?	Método de recolección	¿Por qué recolectar?	Persona encargada
x1	Paradas programadas	Horas/Lote	Cuantitativos-Continuos	Hoja de registro	Durante la fase de medición	Gemba Walk	Para obtener el tiempo de paros programados	Shariz - Bryan
x2	Paros de la máquina etiquetadora	Horas/Lote	Cuantitativos-Continuos	Hoja de registro	Durante la fase de medición	Gemba Walk	Para obtener el tiempo en qué se detuvo la máquina etiquetadora	Shariz - Bryan
x3	Variación del personal	Horas/Lote	Cuantitativos-Continuos	Hoja de registro	Durante la fase de medición	Gemba Walk	Para obtener el tiempo en que se disminuyó la velocidad	Shariz - Bryan
x4	Tiempo muerto	Horas/Lote	Cuantitativos-Continuos	Hoja de registro	Durante la fase de medición	Gemba Walk	Para obtener los tiempos en el que no hubo actividad durante el proceso	Shariz - Bryan
x5	Defectos de etiqueta	Horas/Lote	Cuantitativos-Continuos	Hoja de registro	Durante la fase de medición	Gemba Walk	Para determinar el tiempo de paros por defectos de la etiqueta	Shariz - Bryan

Fuente: [Empresa]



#### 2.2.4 Tamaño mínimo de muestra

Para obtener una muestra inicial, se debió tomar 10 datos como plan piloto y poder calcular el tamaño mínimo de muestra, pero por falta de demanda durante esta etapa se optó por tomar los datos históricos y calcular la muestra con la ecuación 1. Los parámetros de error permisible se incrementaron de 0.05 a 0.10 para que el tamaño de la muestra sea el menor posible considerando que, ese valor en horas no sea muy elevado, y el valor t toma el dato de la tabla T Student considerando el número de datos y el nivel de significancia. El valor promedio y desviación muestral son datos obtenidos de la muestra. La ecuación 1 es:

$$n = \left( \frac{S \times t_{n-1, \alpha}}{k \times \bar{x}} \right)^2$$
$$n = \left( \frac{2.77 \times 1.476}{0.1 \times 13.37} \right)^2$$
$$n = 9$$

**Ecuación 1. Tamaño mínimo de muestra**

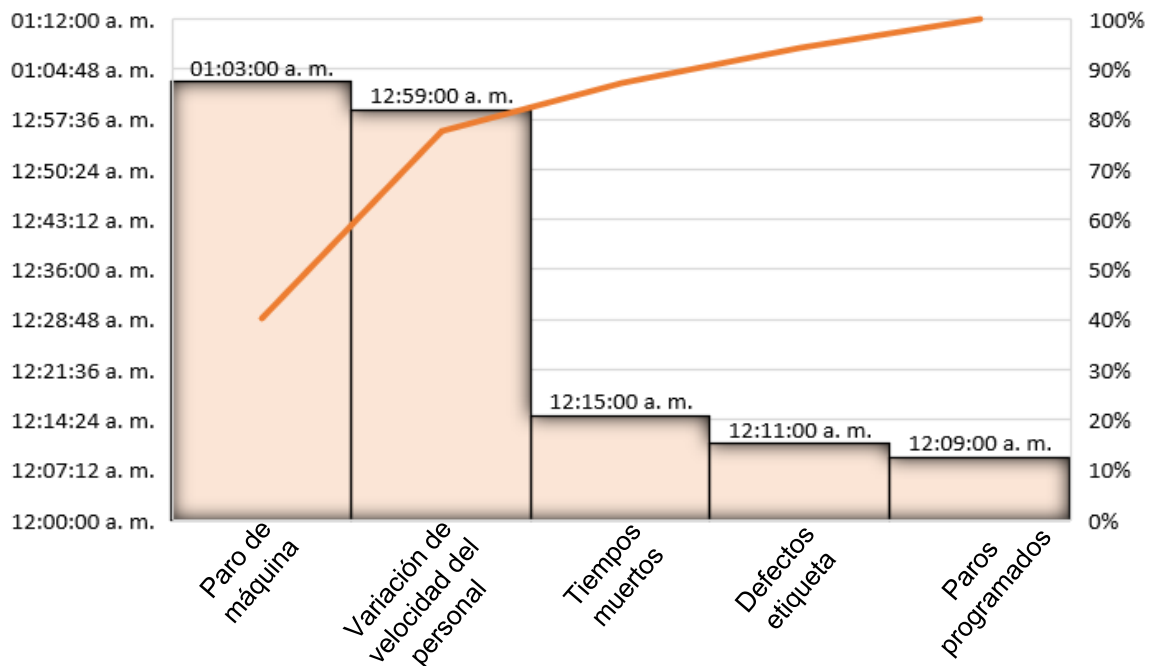
#### 2.2.5 Estratificación del problema

Se sesgaron los tiempos productivos, y no productivo Figura 2.9 y 2.10. Las variables para considerar los tiempos no productivos se encuentran mejor detallados en la Tabla 2.1. Cabe recalcar que la variable de las paras programadas no forman parte de la normalidad del proceso. Los resultados porcentuales son equivalentes en los tiempos productivos a 73% traducidos en 6 horas con 56 minutos y los tiempos no productivos a un 27% traducidos en 2 horas 37 minutos.



**Figura 2.9. Distribución de las horas productivas e improductivas en porcentaje**

Fuente: [Empresa]



**Figura 2.10. Pareto de eventualidades en horas improductivas**

Fuente: [Empresa]

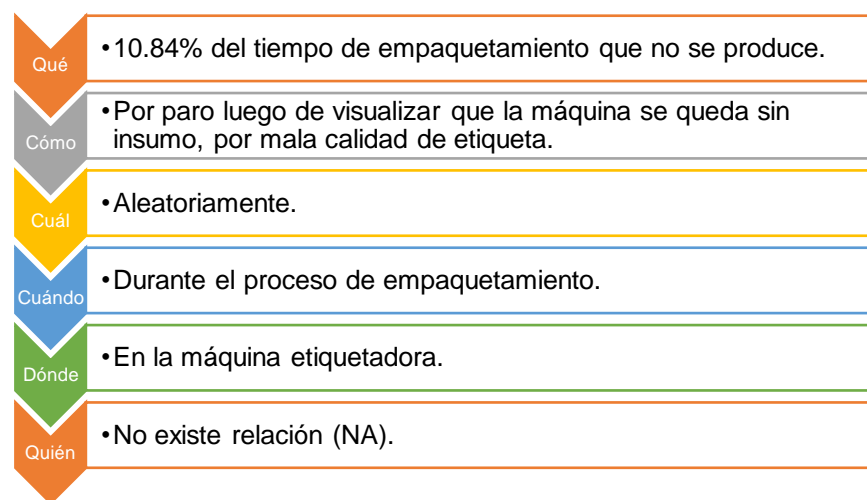
## 2.2.6 Problema enfocado

### 2.2.6.1 Problema enfocado 1

Aumento de tiempo de inproductividad generados por el paro de la máquina etiquetadora Figura 2.11.

*Problema enfocado 1:  $27\% \times 40.13\% = 10.84\%$*

#### **Ecuación 2. Problema enfocado 1**



**Figura 2.11. Herramienta 5W+1H Problema enfocado 1**

Fuente: [Empresa]

### 2.2.6.2 Problema enfocado 2

Aumento de tiempo por tiempo inproductivo generados de la variación de velocidad de los recursos involucrados (personal, máquinas y materiales) Figura 2.12.

Problema enfocado 2:  $27\% \times 37.58\% = 10.15\%$

### Ecuación 3. Problema enfocado 2

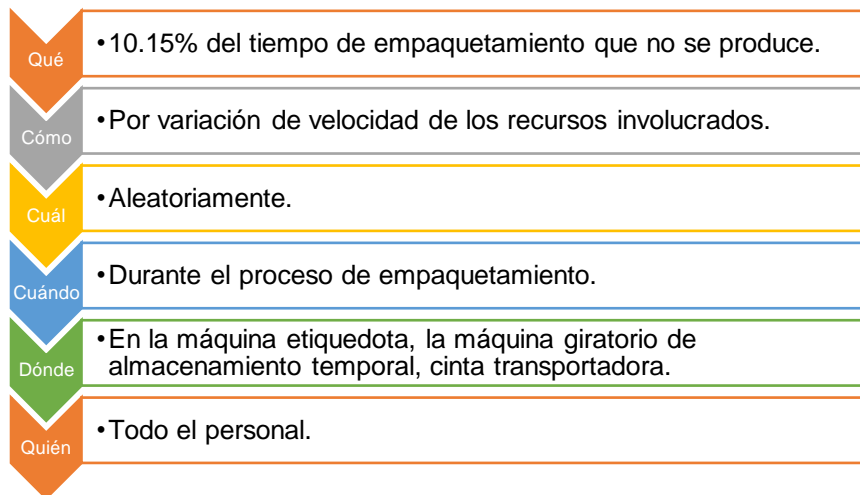


Figura 2.12. Herramienta 5W+1H Problema enfocado 2

Fuente: [Empresa]

Teniendo en cuenta los porcentajes de los problemas enfocados calculados en las Ecuaciones 2 y 3, se realiza la comparación entre el objetivo y la suma total del problema enfocado aterrizado en unidades horas/lote, este último basado en la sumatoria de ambos problemas enfocados con el fin de determinar si se logró alcanzar el objetivo superándolo, o si se encuentra próximo a llegar. El cálculo se determinó mediante la Ecuación 4.

Promedio: 15,45 (horas/lote)

Objetivo: 12,81 (horas/lote)

Sumatoria de problemas enfocados:  $10.84\% + 10.15\% = 20.99\%$

Sumatoria de problemas enfocados en (horas/lote):

$$15.45 \text{ (horas/lote)} - 15.45 \text{ (horas/lote)} \times 20.99\% = 12.21 \text{ (horas/lote)}$$

### Ecuación 4. Cálculo para determinar objetivo cumplido

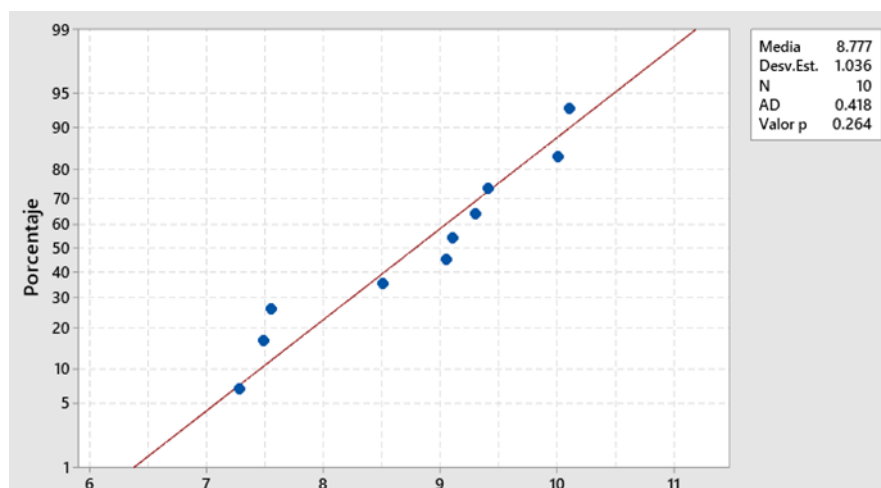
#### 2.2.7 Confiabilidad de los datos

Para el apartado de confiabilidad se tomó la información levantada de un dato y se cotejó una hoja de registro que maneja la empresa, con el fin de ver que tan similar son los datos arrojados entre ambas partes. En este caso como se muestra en el

Apéndice C se puede observar que el tiempo total en horas que tardó todo el proceso de empaquetamiento es de 13.17 y 12.95 (Horas/Lote) respectivamente. Teniendo una inexactitud aproximadamente del 2%. Por otro lado, datos esenciales como descripción del producto solo se muestra en las hojas de registro y con respecto a tiempo, solo inicio y fin y las horas que se hicieron las submuestras para calidad. Mientras que, los datos tomados se consideraron los factores de estratificación como las horas productivas e improductivas y dentro de este último, los paros programados y los defectos/variación de los recursos. Este formato APENDICE B se otorgará para que sea implementado en sus registros y pueden llevar un control de manera más enfocada de sus eventualidades presentadas.

### 2.2.8 Análisis de capacidad

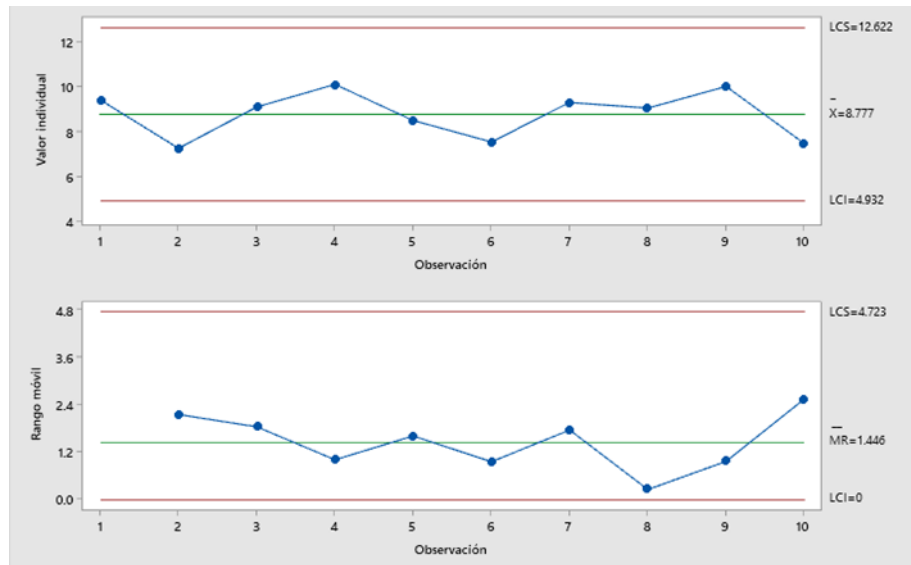
Como primer paso se procede a identificar si los datos siguen una distribución normal como se muestra en la Figura 2.13. Para este caso el valor de probabilidad es 0.264 siendo mayor a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) demostrando que los valores siguen una distribución normal para el tiempo de empaquetamiento.



**Figura 2.13 Prueba de normalidad del proceso actual**

Fuente: [Elaboración propia]

Como se observa en la Figura 2.14 los valores que involucran el tiempo de empaquetamiento se encuentran dentro de los límites naturales, esto quiere decir que se encuentran bajo control estadístico, así como la variabilidad de mismo.

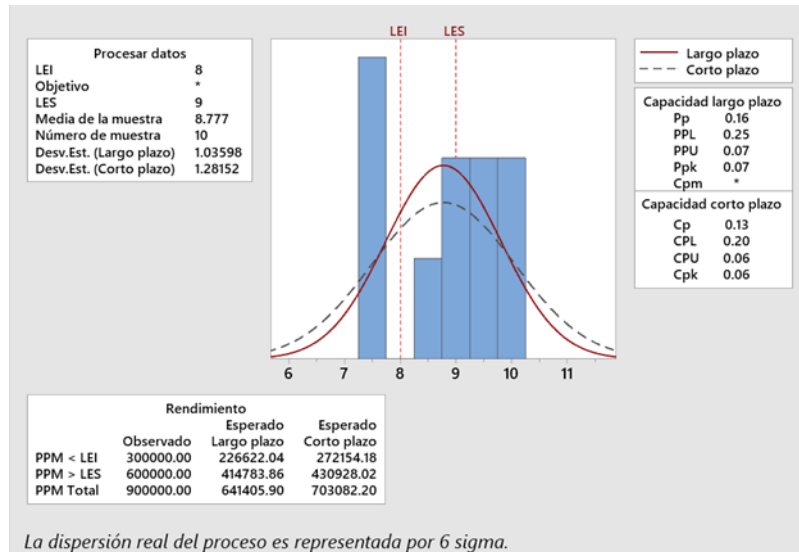


**Figura 2.14 Gráfica de control I-MR del proceso actual**

Fuente: [Elaboración propia]

En la Figura 2.16 el valor del Cpk es menor que el valor del Cp ( $0.06 < 0.13$ ) lo que implica que existen un problema de localización del proceso, es decir los datos están sesgados hacia la derecha, por cada tiempo obtenido por lote aproximadamente el 70% será mayor al límite superior establecido, donde acorde a políticas de la empresa estos deben encontrarse entre 8 horas y 9 horas, para lotes de 30000 unidades empaquetadas.

Pero existe otro problema el cual es de variabilidad del proceso, dado que el valor del Cp es menor que 1.3, por lo tanto, al tener un valor de 0.13 el proceso no es capaz de cumplir con las funciones de crear un producto eficiente.



**Figura 2.15 Informe de capacidad del proceso actual**

Fuente: [Elaboración propia]

## 2.3 Análisis

En esta etapa se encontraron las causas raíz del problema, con ayuda de metodologías que permitieron filtrar los problemas iniciales generados con el equipo del proyecto, esta fase fue importante dado que ayudó a encontrar las causas que ocasionan el problema y posteriormente poder crear posibles soluciones.

### 2.3.1 Análisis de causas

#### 2.3.1.1 Lluvia de ideas

En conjunto con el equipo del proyecto se realizó una reunión para poder discutir y recabar información de las posibles causas que generan ambos problemas enfocados determinados en la sección anterior, con ayuda del *brainstorming* se logró plasmar lo definido por el auxiliar de producción, supervisor de producción y operador de área.



**Figura 2.16. Colaborador realizando lluvia de ideas**

Fuente: [Empresa]

Posterior a ello se agrupó la información en el diagrama de Ishikawa a través de la metodología de las 6M (Máquina, medio ambiente, método, material, medición, mano de obra), para cada problema.

### **2.3.1.2 Diagrama Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa o espina de pescado es la herramienta que permite darle un orden a las ideas previamente obtenidas eliminando las que tienen un concepto similar enfocándonos en un grupo minoritario pero preciso, en la Figura 2.17 y Figura 2.18 se muestran los diagramas.



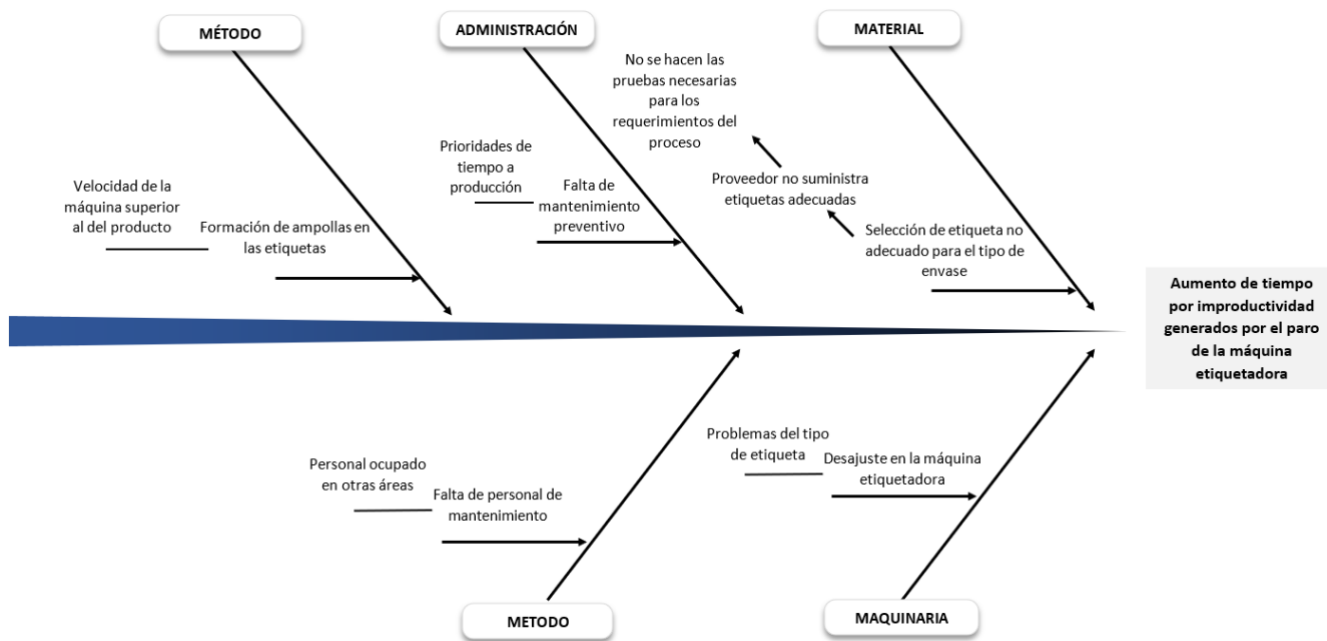


Figura 2.17. Diagrama Ishikawa problema enfocado 1

Fuente: [Empresa]

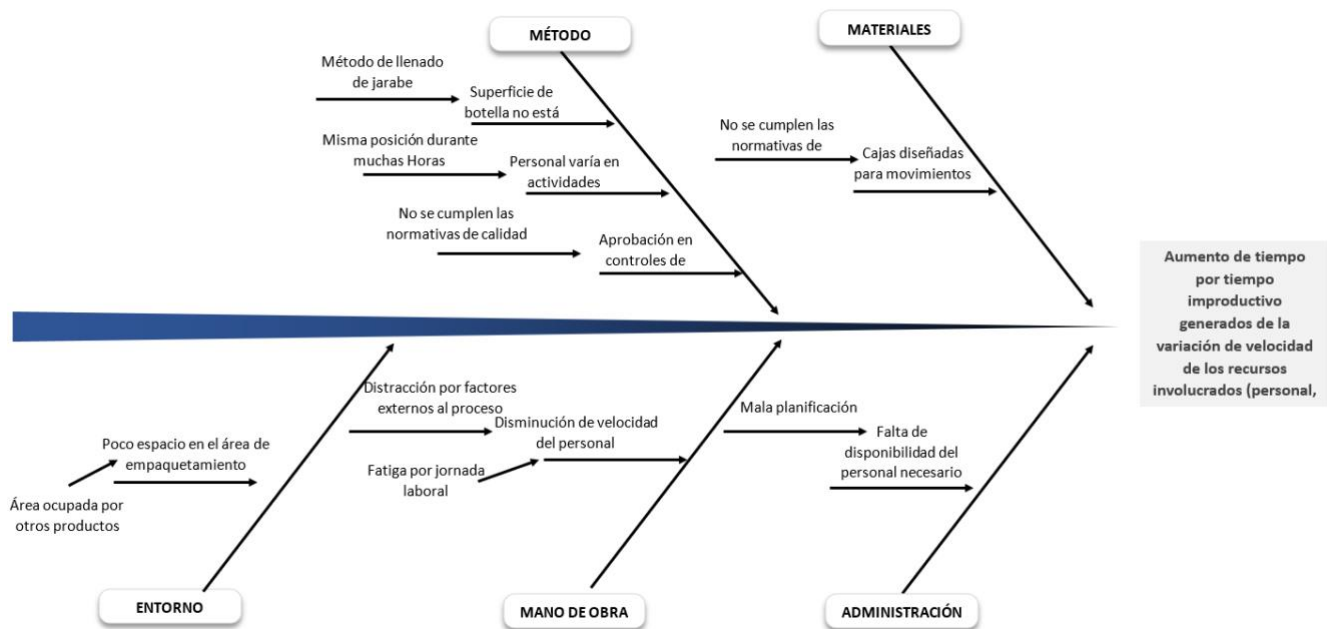


Figura 2.18. Diagrama Ishikawa problema enfocado 2

Fuente: [Empresa]

Para el problema enfocado 1 se tienen las siguientes causas como se representa en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2. Posibles causas problema enfocado 1**

Causa
Selección de etiqueta no adecuado para el tipo de envase
Formación de ampollas en las etiquetas
Falta de personal de mantenimiento
Falta de mantenimiento preventivo
Desajuste en la máquina etiquetadora

Fuente: [Elaboración propia]

Mientras que, para el problema enfocado 2 las causas como se representa en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3. Posibles causas problema enfocado 2**

Causas
Cajas diseñadas para movimientos lentos y no para movimientos rápidos
Superficie de botella no está limpia
Personal varía en actividades
Aprobación en controles de procesos
Falta de disponibilidad del personal necesario
Disminución de velocidad del personal
Poco espacio en el área de empaquetamiento

Fuente: [Elaboración propia]

### **2.3.1.3 Matriz Causa-Efecto**

A partir de los diagramas se generó la matriz causa-efecto, esta pondera a cada causa en 0, 1, 3 y 9, como medidas exponenciales respecto al impacto que tienen sobre la variable respuesta. Esto fue realizado por las tres personas del área involucradas, teniendo su puntuación de manera independiente, a raíz de ello se obtuvo la moda en cada causa ponderada para poder manejar un tipo de calificación que represente el impacto de cada idea.

En la Tabla 2.4 y Tabla 2.5, se observan las ponderaciones realizadas por el equipo de proyecto de la empresa, mientras que en la Tabla 2.6 se observa el concepto de cada ponderación.

**Tabla 2.4. Matriz Causa-Efecto problema enfocado 1**

<b>Variable Y: Aumento de tiempo por improductividad generados por el paro de la máquina etiquetadora</b>					
<b>Matriz Causa - Efecto</b>		<b>Auxiliar de producción</b>	<b>Jefe de producción</b>	<b>Operadores</b>	<b>TOTAL</b>
<b>VARIABLES X</b>	<b>MATERIAL</b>				
	<b>Selección de etiqueta no adecuado para el tipo de envase</b>	9	9	9	9
	<b>MÉTODO</b>				
	<b>Formación de ampollas en las etiquetas</b>	9	9	9	9
	<b>Falta de personal de mantenimiento</b>	3	3	3	3
	<b>ADMINISTRACIÓN</b>				
	<b>Falta de mantenimiento preventivo</b>	3	3	3	3
	<b>MAQUINARIA</b>				
	<b>Desajuste en la máquina etiquetadora</b>	9	9	9	9

Fuente: [Elaboración propia]

**Tabla 2.5. Matriz Causa-Efecto problema enfocado 2**

Variable Y: Aumento de tiempo por tiempo improductivo generados de la variación de velocidad de los recursos involucrados (personal y máquinas)					
Matriz Causa - Efecto		Auxiliar de producción	Jefe de producción	Operadores	TOTAL
<b>VARIABLES X</b>	<b>MATERIALES</b>				
	Cajas diseñadas para movimientos lentos y no para movimientos rápidos	9	9	9	9
	<b>MÉTODO</b>				
	Superficie de botella no está limpia	3	3	1	3
	Personal varía en actividades	9	3	3	3
	Aprobación en controles de procesos	3	3	3	3
	<b>ADMINISTRACIÓN</b>				
	Falta de disponibilidad del personal necesario	9	9	9	9
	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Disminución de velocidad del personal	9	9	9	9
	<b>ENTORNO</b>				
	Poco espacio en el área de empaquetamiento	9	9	1	9

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.19. Jefa de producción calificando matriz causa-efecto**

Fuente: [Empresa]



**Figura 2.20. Auxiliar calificando matriz causa-efecto**

Fuente: [Empresa]

**Tabla 2.6. Ponderación para las posibles causas**

0	Ningún impacto
1	Impacto débil
3	Impacto medio
9	Alto impacto

Fuente: [Elaboración propia]

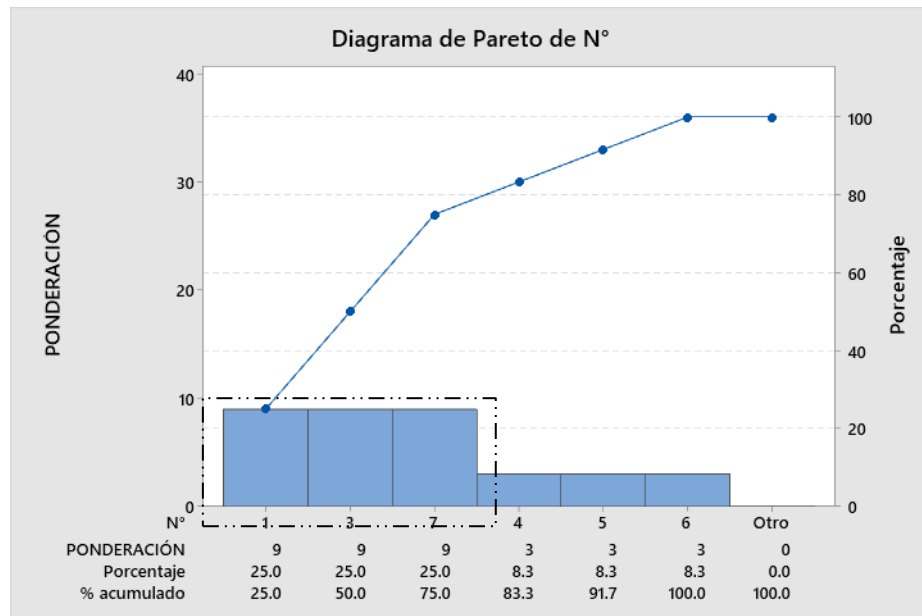
Para el problema enfocado 2 se tienen las siguientes causas:

**Tabla 2.7 Causas del problema enfocado 1**

N°	CAUSA
1	Selección de etiqueta no adecuado para el tipo de envase
2	Paradas programadas
3	Formación de ampollas en las etiquetas
4	Falta de personal de mantenimiento
5	Falta de mantenimiento preventivo
6	Demoras tiempos de Setup
7	Desajuste en la máquina etiquetadora

Fuente: [Elaboración propia]

Con el Pareto obtenido se filtran las causas potenciales en este caso la 1, 3 y 7, como se observa en la Figura 2.21.



**Figura 2.21 Diagrama de Pareto del problema enfocado 1**

Fuente: [Elaboración propia]

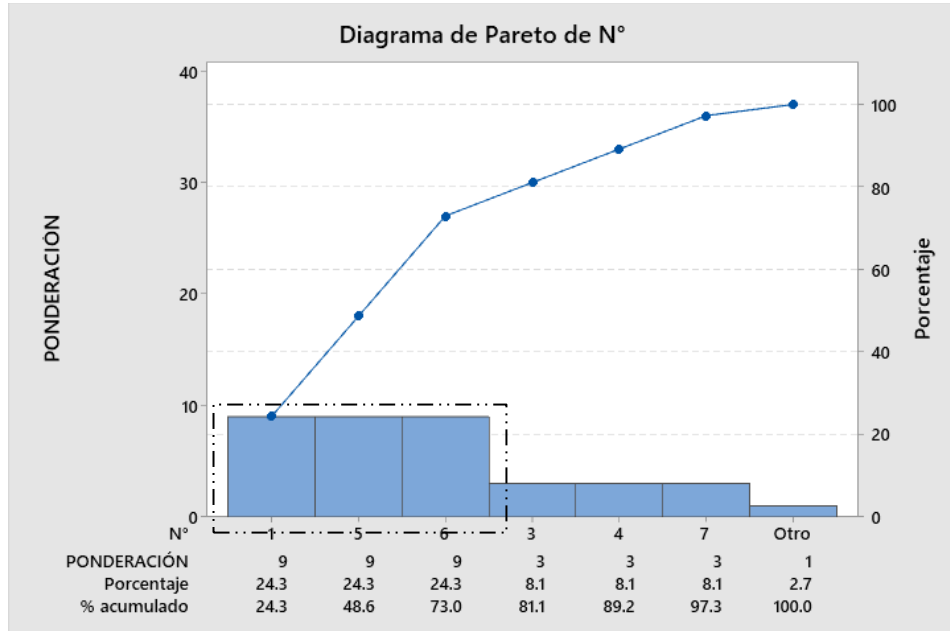
Para el problema enfocado 2 se tienen las siguientes causas:

**Tabla 2.8 Causas del problema enfocado 2**

N°	CAUSA
1	Cajas diseñadas para movimientos lentos y no para movimientos rápidos
2	Superficie de botella no está limpia
3	Personal varía en actividades
4	Aprobación en controles de procesos
5	Falta de disponibilidad del personal necesario
6	Disminución de velocidad del personal
7	Poco espacio en el área de empaquetamiento

Fuente: [Elaboración propia]

Con el Pareto obtenido se filtran las causas potenciales en este caso la 1, 3 y 7, como se observa en la Figura 2.22.



**Figura 2.22 Diagrama de Pareto del problema enfocado 2**

Fuente: [Elaboración propia]

#### **2.3.1.4 Plan de Verificación de las causas**

Con las causas potenciales determinadas para cada problema enfocado se realiza el plan de verificación de causas el cual ayuda a observar cómo impacta de manera directa cada causa sobre la variable respuesta y además responde como se validará cada una de ellas para determinar si son significativas. El plan de verificación de causas queda descrito en las Tabla 2.9 y 2.10.

**Tabla 2.9 Plan de verificación de causas del problema enfocado 1**

<b>X's</b>	<b>Causas potenciales X's</b>	<b>Teoría del impacto</b>	<b>Cómo se verifica</b>	<b>Estado</b>
<b>1</b>	Selección de etiqueta no adecuada para el tipo de envase	La incorrecta selección de etiqueta para el tipo de envase reduce la eficiencia de la línea de líquido oral	Boxplot, t de 2 muestras (se tomaron 10 muestras de tiempos de empaque para lotes de 20 unidades cuando las etiquetas se ajustaban a los envases y otra muestra cuando las etiquetas presentaban problemas con los envases)	EN PROCESO
<b>2</b>	Formación de ampollas en las etiquetas	La formación en las etiquetas reduce la eficiencia de la línea de líquido oral	Boxplot, t de 2 muestras (se tomaron 10 muestras de tiempos de empaque para lotes de 20 unidades cuando las etiquetas ampollaron los envases y otra muestra cuando las etiquetas no ampollaron los envases)	EN PROCESO
<b>3</b>	Desajuste en la máquina etiquetadora	El desajuste en la máquina etiquetadora reduce la eficiencia de la línea de líquido oral	Regresión lineal (se tomaron 10 muestras de tiempos de empaque cuando el lote tuvo un desajuste provocando paradas en la máquina, durante periodos de una hora)	EN PROCESO

Fuente: [Elaboración propia]



**Tabla 2.10 Plan de verificación de causas del problema enfocado 2**

<b>X's</b>	<b>Causas potenciales X's</b>	<b>Teoría del impacto</b>	<b>Cómo se verifica</b>	<b>Estado</b>
<b>1</b>	Cajas diseñadas para movimientos lentos y no para movimientos rápidos	El inadecuado diseño de cajas reduce la eficiencia de la línea de líquido oral	Boxplot, t de 2 muestras (se tomaron 10 muestras de tiempos de empaque para lotes de 20 unidades cuando se contaba con cajas adecuadas para el producto manejado y cuando no se contaba con la caja acorde al producto en uso)	EN PROCESO
<b>2</b>	Falta de disponibilidad del personal necesario	La disponibilidad en el personal reduce la eficiencia de la línea de líquido oral	Boxplot, t de 2 muestras (se tomaron 10 muestras de tiempos de empaque para lotes de 20 unidades cuando las etiquetas ampollo los envases y otra muestra cuando las etiquetas no ampollo los envases)	EN PROCESO
<b>3</b>	Disminución de velocidad del personal	La disminución de velocidad del personal reduce la eficiencia de la línea de líquido oral	Boxplot, t de 2 muestras (se tomaron 10 muestras de tiempos de empaque, en el horario de 10:00 am a 11:00 am (periodo con más alto rendimiento) y otra muestra en el horario de 14:00 a 16:00 (periodo de bajo rendimiento))	EN PROCESO

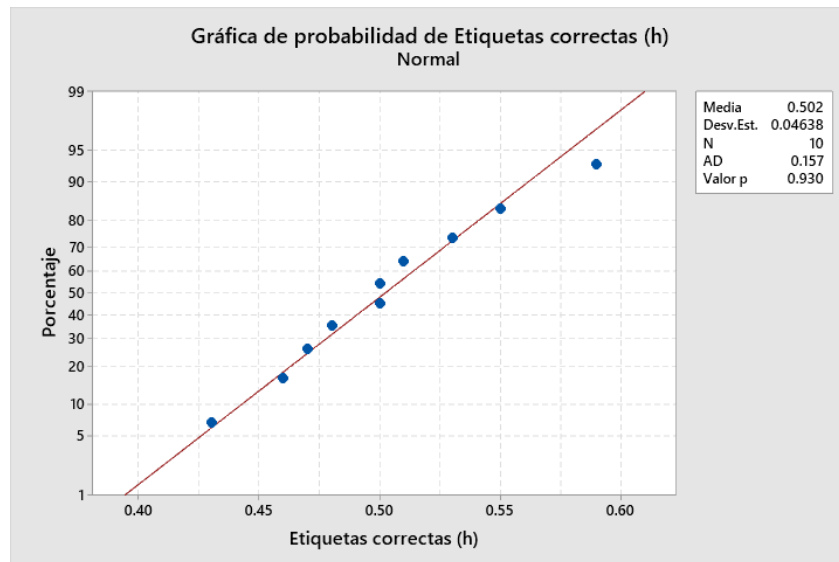
Fuente: [Elaboración propia]

En el plan se detalló la forma como se validó cada causa como la herramienta usada, a continuación, se explicará cada una de ellas.

- **Selección de etiqueta no adecuada para el tipo de envase**

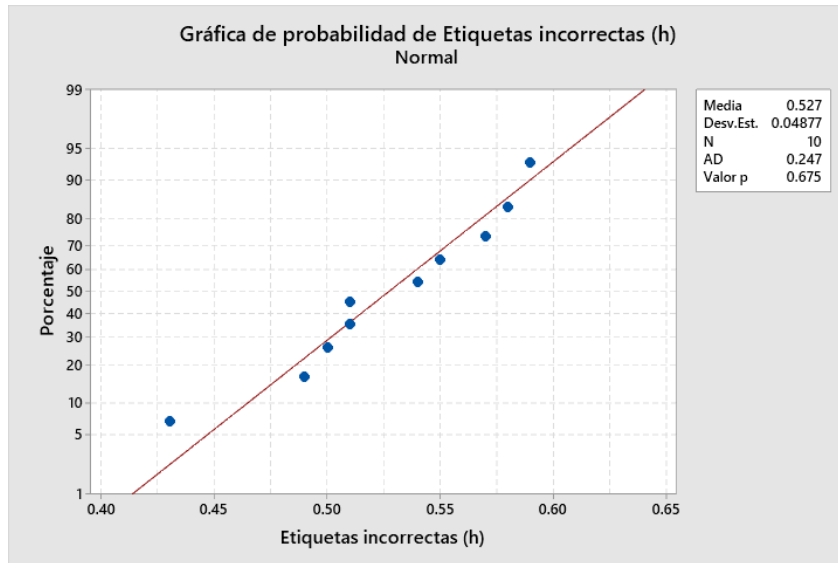
Se tomaron 10 datos de tiempos de empaquetamiento para lotes de 20 unidades cuando se hacía uso de las etiquetas adecuadas a las botellas en producción y la misma cantidad de datos cuando se usaron etiquetas incorrectas respecto a las botellas en uso.

La variable respuesta al ser cuantitativa se procedió a realizar la prueba de normalidad para luego hacer uso de la prueba T de student. En la Figura 2.23 y 2.24 se tienen que las muestra tienen un valor p mayor al error de significancia de 0.05 por lo tanto, con un 95% de confianza no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), los datos siguen una distribución normal.



**Figura 2.23 Prueba de normalidad de etiquetas correctas**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.24 Prueba de normalidad de etiquetas incorrectas**

Fuente: [Elaboración propia]

Se observa en la Figura 2.24 que las medias tienen una ligera diferencia de menos del 5%, con lo cual se puede asumir que no hay diferencia significativa.

Como se muestra en la Figura 2.25 se pudo comprobar que el valor p de 0.256 es mayor a 0.05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), con un 95% de confianza.

### Prueba

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

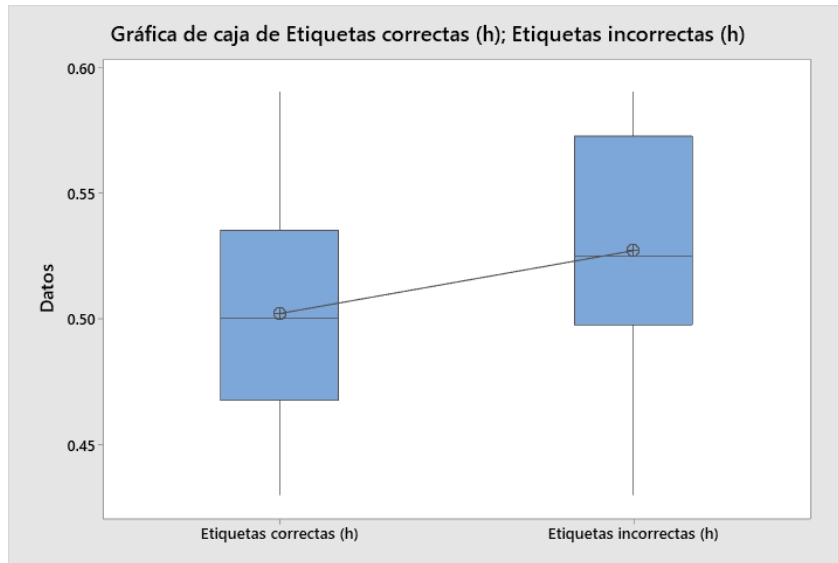
Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-1.17 17 0.256

**Figura 2.25 Prueba T de student de causa 1**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.26** Boxplot de causa “Selección de etiqueta no adecuada”

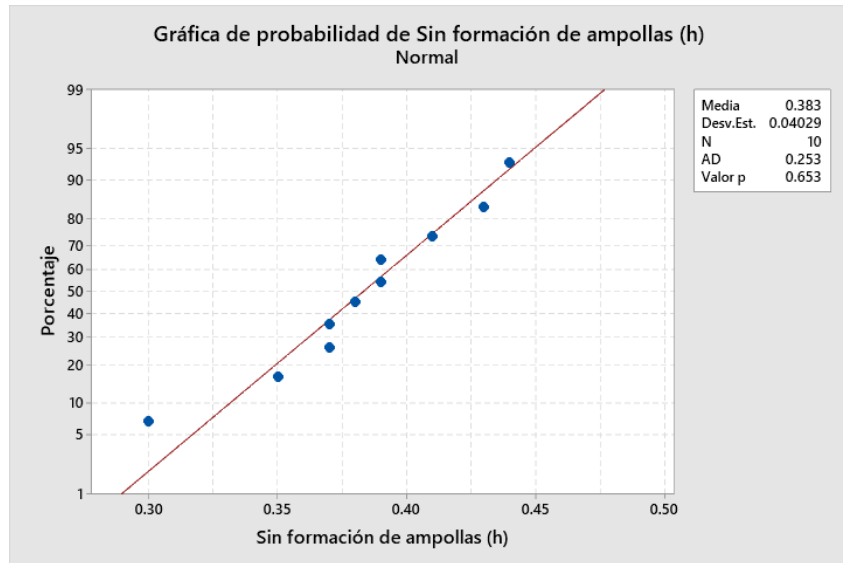
Fuente: [Elaboración propia]

Por último, se concluye que el tipo de etiquetas para los envases no es una causa significativa sobre el tiempo de empaquetamiento.

- **Formación de ampollas en las etiquetas**

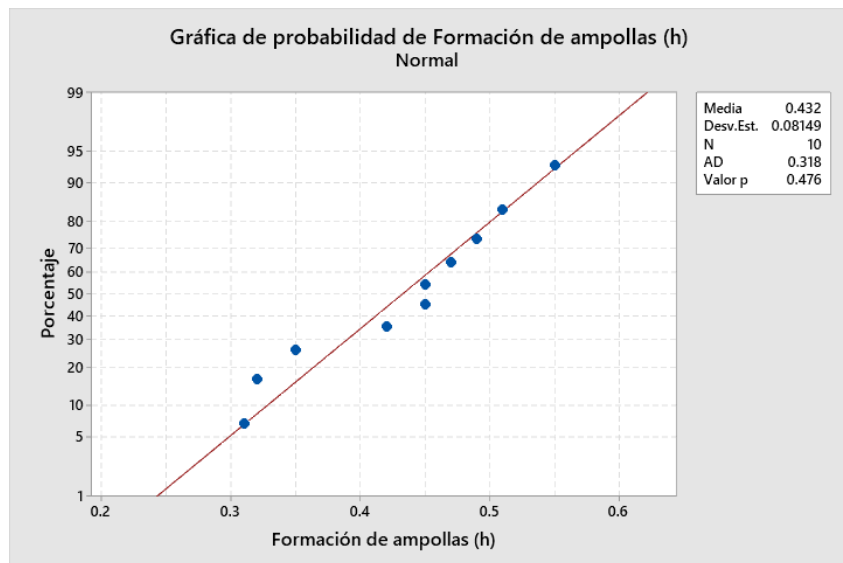
Se tomaron 10 datos de tiempos de empaquetamiento para lotes de 20 unidades cuando las etiquetas ampollaron los envases en producción y la misma cantidad de datos cuando las etiquetas no hicieron ampollas en los envases en uso.

La variable respuesta al ser cuantitativa se procedió a realizar la prueba de normalidad para luego hacer uso de la prueba T de student. En la Figura 2.27 y 2.28 se tienen que las muestra tienen un valor p mayor al error de significancia de 0.05 por lo tanto, con un 95% de confianza no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que los datos siguen una distribución normal.



**Figura 2.27 Prueba de normalidad de botellas sin ampollas**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.28 Prueba de normalidad de botellas con ampollas**

Fuente: [Elaboración propia]

Se observa en la Figura 2.28 que las medias tienen una ligera diferencia de menos del 10%, con lo cual se puede asumir que no hay diferencia significativa.

Corroborando este resultado de manera estadística con la Figura 2.29 que muestra el valor p de 0.476 siendo mayor a 0.05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), las muestras tienen medias estadísticamente iguales, con un 95% de confianza.

## Prueba

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

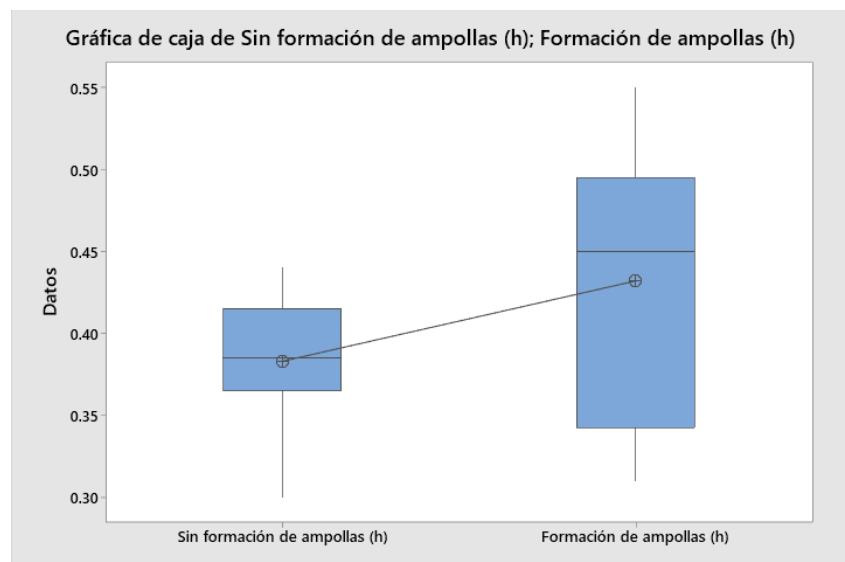
Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

-1.70 13 0.112

**Figura 2.29 Prueba T de student de causa 2**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.30 Boxplot de causa “formación de ampollas”**

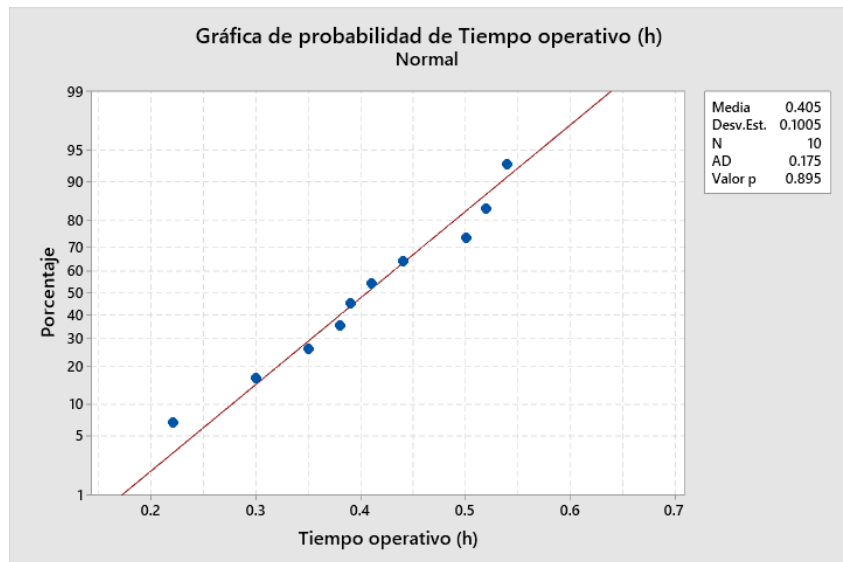
Fuente: [Elaboración propia]

Por último, se concluye que la formación de ampollas en las etiquetas de los envases no es una causa significativa sobre el tiempo de empaquetamiento.

- **Desajuste en la máquina etiquetadora**

Se tomaron 10 datos de tiempos de empaquetamiento en períodos de una hora y se calcularon la cantidad de veces que se desajusta la máquina etiquetadora provocando así paras en la máquina.

La variable respuesta al ser cualitativa se procedió a realizar la prueba de normalidad para luego hacer uso de regresión lineal. En la Figura 2.31 se tiene que la muestra tiene un valor p mayor al error de significancia de 0.05 por lo tanto, con un 95% de confianza no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que los datos siguen una distribución normal.



**Figura 2.31 Prueba de normalidad de tiempos con máquina en desajuste**

Fuente: [Elaboración propia]

En la Figura 2.32 se tiene que la muestra tiene un valor p menor al error de significancia de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que

no existe relación de dependencia lineal entre el número de paradas de la maquina y el tiempo de empaquetamiento, con un 95% de confianza.

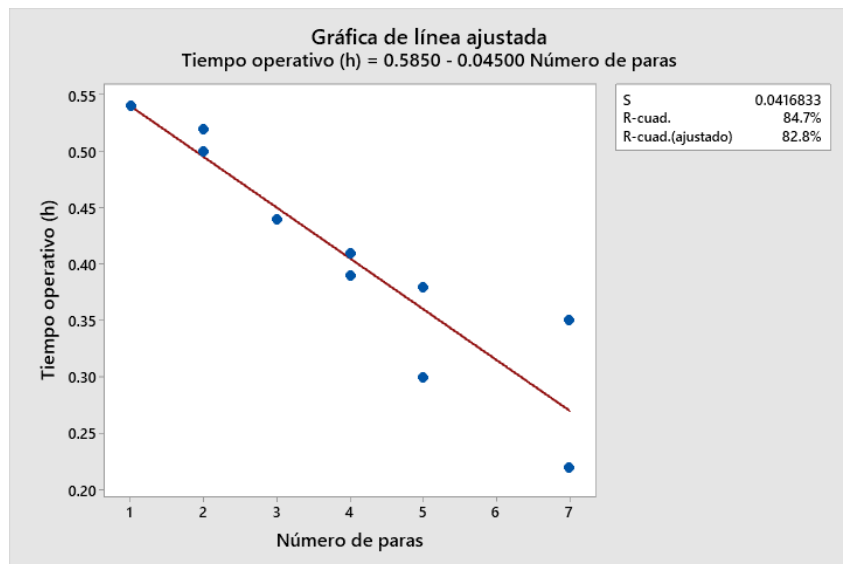
### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.07695	0.0769500	44.29	0.000
Error	8	0.01390	0.0017375		
Total	9	0.09085			

**Figura 2.32 Regresión lineal de causa 3**

Fuente: [Elaboración propia]

Se observa en la Figura 2.33 la ecuación que interpreta la variable respuesta en función de las paradas, además se tiene el indicador de “R-cuad.(ajustado)” el cual indica que los datos usados representan la variable respuesta en un 82.8%.



**Figura 2.33 Gráfica de regresión lineal de causa 3**

Fuente: [Elaboración propia]

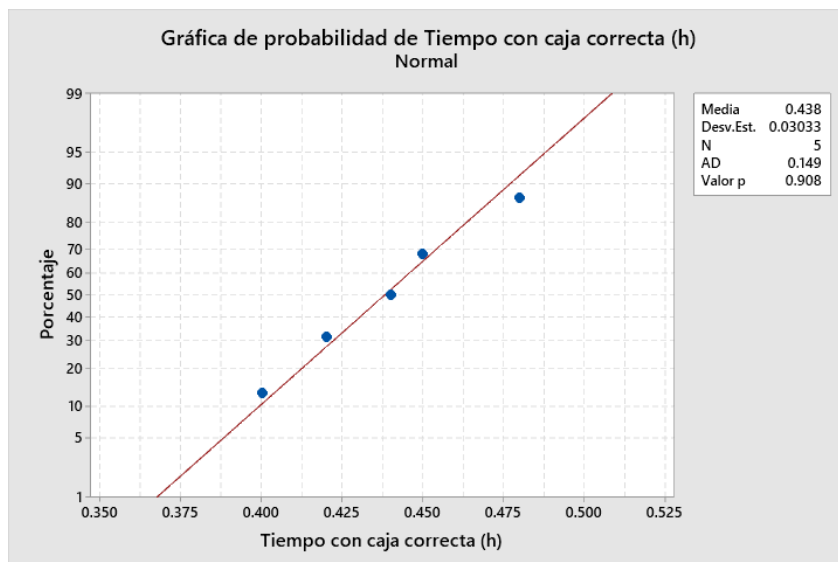


Por último, se concluye que las paradas por desajustes en la máquina etiquetadora es una causa significativa sobre el tiempo de empaquetamiento.

- **Cajas diseñadas para movimientos lentos y no para movimientos rápidos**

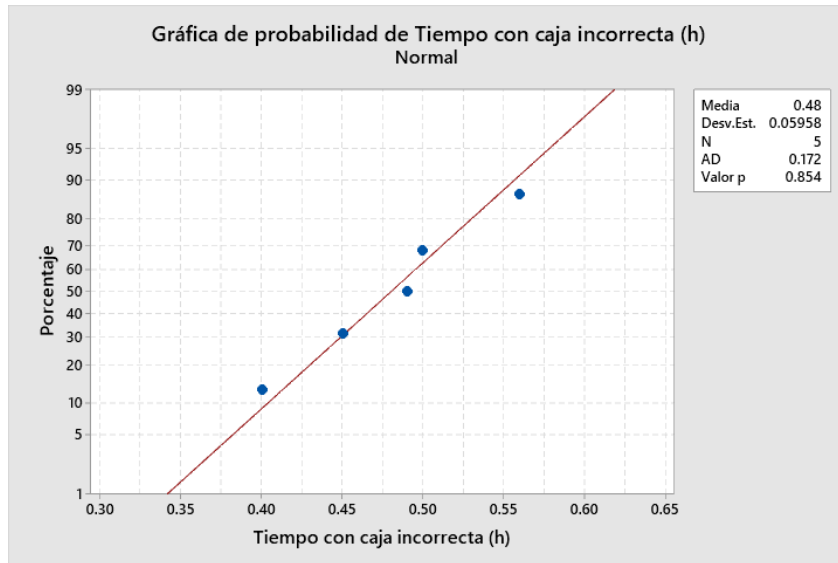
Se tomaron 10 datos de tiempos de empaquetamiento para lotes de 20 unidades cuando se hacían uso de cajas adecuadas al tipo de producto en producción y la misma cantidad de datos cuando se usaban tipos de cajas inadecuados para el equipaje de los envases.

La variable respuesta al ser cuantitativa se procedió a realizar la prueba de normalidad para luego hacer uso de la prueba T de student. En la Figura 2.34 y 2.35 se tienen que las muestra tienen un valor p mayor al error de significancia de 0.05 por lo tanto, con un 95% de confianza no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), los datos siguen una distribución normal.



**Figura 2.34 Prueba de normalidad con cajas correctas**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.35 Prueba de normalidad con cajas incorrectas**

Fuente: [Elaboración propia]

Se observa en la Figura 2.36 que las medias tienen una ligera diferencia de menos del 5%, con lo cual se puede asumir que no hay diferencia significativa.

Corroborando este resultado de manera estadística con la Figura 2.33 que muestra el valor p de 0.219 siendo mayor a 0.05 por lo tanto no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), las muestras tienen medias estadísticamente iguales, con un 95% de confianza.

### Prueba

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

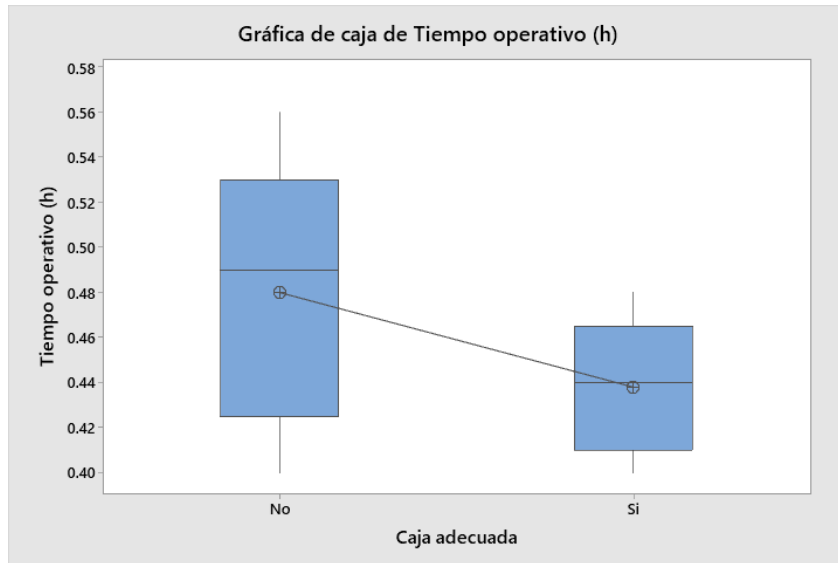
Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

1.40 5 0.219

**Figura 2.36 Prueba T de student de causa 4**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.37 Boxplot de causa “cajas diseñadas para movimientos lentos y no para movimientos rápidos”**

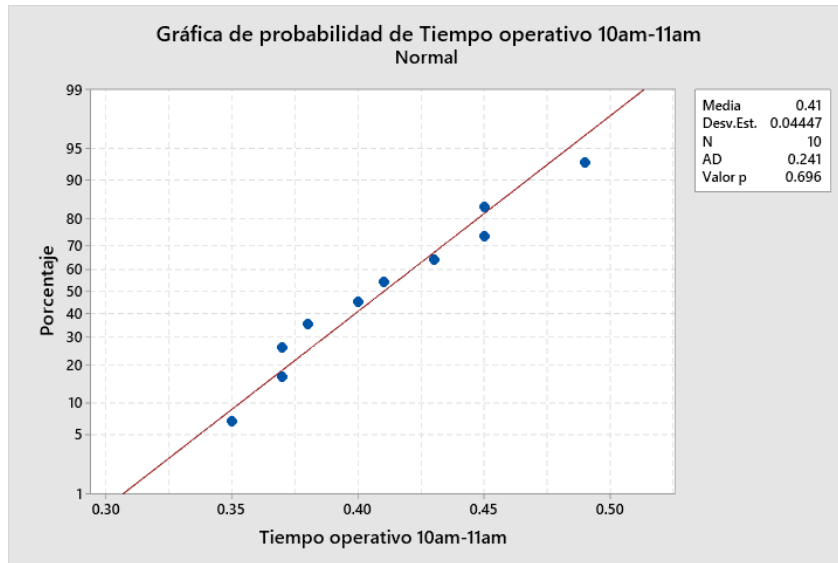
Fuente: [Elaboración propia]

Por último, se concluye que el diseño de las cajas para la conservación de los productos no es una causa significativa sobre el tiempo de empaquetamiento.

- **Falta de disponibilidad del personal necesario**

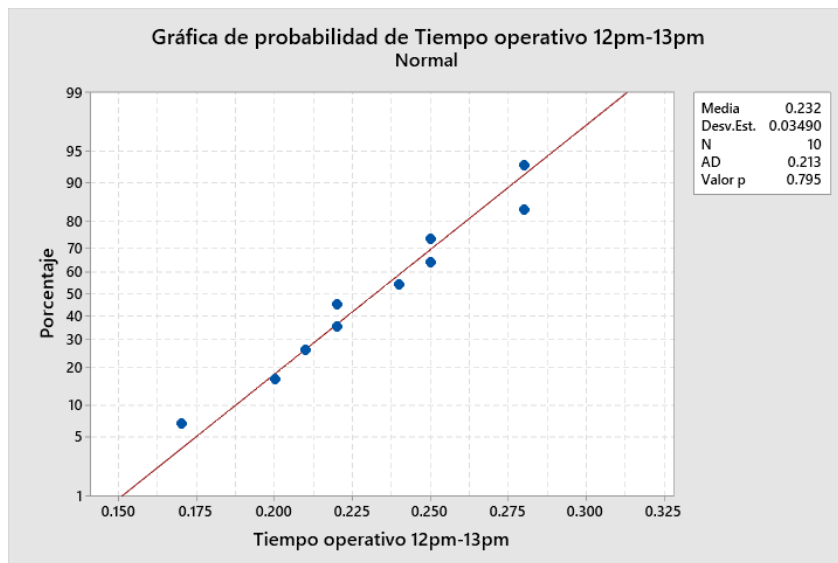
Se tomaron 10 datos de tiempos de empaquetamiento para lotes de 20 unidades en la jornada de 10am a 11am, hora con mayor cantidad de personas en el área de producción, del mismo modo en el período de 12pm a 13pm, horario donde se tiene la menor cantidad de personas por factores como tiempo de almuerzo.

La variable respuesta al ser cuantitativa se procedió a realizar la prueba de normalidad para luego hacer uso de la prueba T de student. En la Figura 2.38 y 2.39 se tienen que las muestra tienen un valor p mayor al error de significancia de 0.05 por lo tanto, con un 95% de confianza no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), los datos siguen una distribución normal.



**Figura 2.38 Prueba de normalidad con personal completo**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.39 Prueba de normalidad con personal incompleto**

Fuente: [Elaboración propia]

Se observa en la Figura 2.39 que las medias tienen una gran diferencia de más del 20%, con lo cual se puede asumir que hay diferencia significativa.

Corroborando este resultado de manera estadística con la Figura 2.40 que muestra el valor p de 0.0 siendo menor al error permisible de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , las muestras tienen medias estadísticamente iguales, con un 95% de confianza.

## Prueba

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

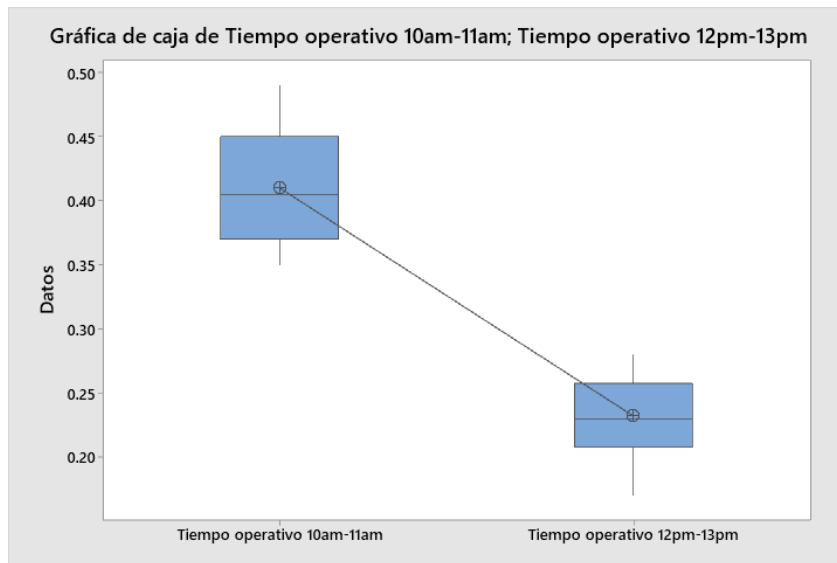
Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

9.96 17 0.000

**Figura 2.40 Prueba T de student de causa 5**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.41 Boxplot de causa “falta de disponibilidad del personal necesario”**

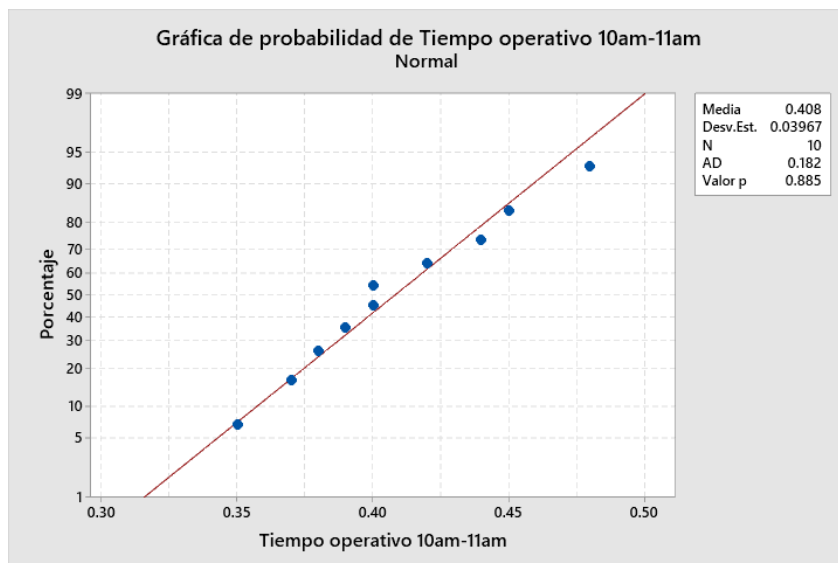
Fuente: [Elaboración propia]

Por último, se concluye que la falta de personal en el área es una causa significativa sobre el tiempo de empaquetamiento.

- **Disminución de velocidad del personal**

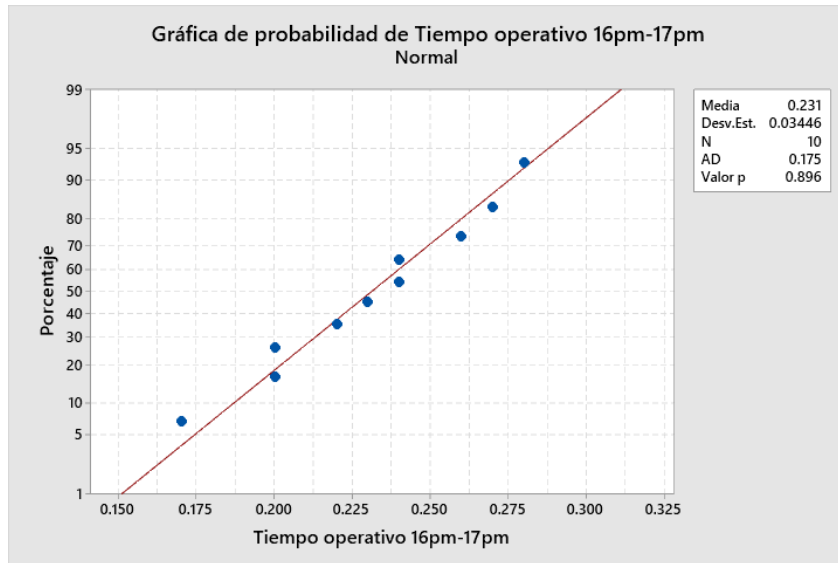
Se tomaron 10 datos de tiempos de empaquetamiento para lotes de 20 unidades en la jornada de 10am a 11am, hora con mayor rendimiento del personal en el área de producción y la misma cantidad de datos cuando estaba entre el período de 16pm a 17pm, cercano al tiempo de salida donde la fatiga entra en juego sobre el equipo operativo.

La variable respuesta al ser cuantitativa se procedió a realizar la prueba de normalidad para luego hacer uso de la prueba T de student. En la Figura 2.42 y 2.43 se tienen que las muestra tienen un valor p mayor al error de significancia de 0.05 por lo tanto, con un 95% de confianza no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), los datos siguen una distribución normal.



**Figura 2.42 Prueba de normalidad con personal en pico de rendimiento**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.43 Prueba de normalidad con personal en valle de rendimiento**

Fuente: [Elaboración propia]

Se observa en la Figura 2.43 que las medias tienen una gran diferencia de más del 20%, con lo cual se puede asumir que hay diferencia significativa.

Corroborando este resultado de manera estadística con la Figura 2.44 que muestra el valor p de 0.0 siendo menor al error permisible de 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), las muestras tienen medias estadísticamente iguales, con un 95% de confianza.

### Prueba

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

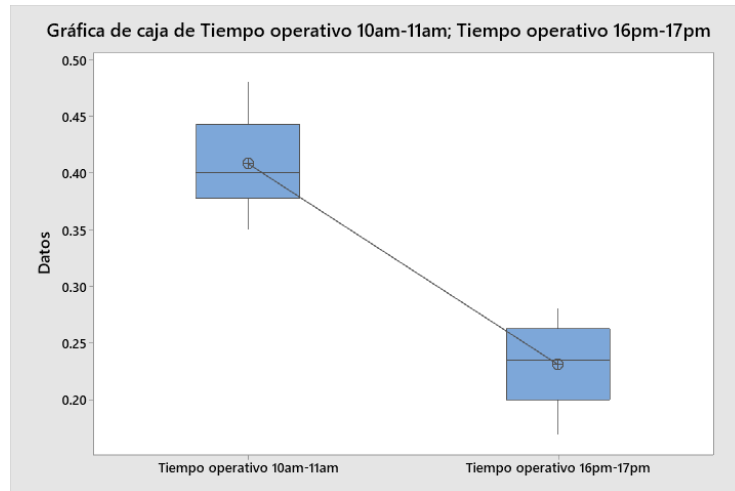
Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p

10.65 17 0.000

**Figura 2.44 Prueba T de student de causa “disminución de velocidad del personal”**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.45** Boxplot de causa “disminución de velocidad del personal”

Fuente: [Elaboración propia]

Por último, se concluye que la reducción de velocidad del personal en el área es una causa significativa sobre el tiempo de empaquetamiento.

En la Tabla 2.11 se tiene un resumen de las conclusiones para las causas potenciales, y se procedió en la siguiente sección a buscar la causa raíz de las causas significativas.

**Tabla 2.11. Resumen de causas significativas**

X's	Causas Potenciales X's	Estado
1	Selección de etiqueta no adecuada para el tiempo de envase	NO SIGNIFICATIVO
2	Formación de ampollas en las etiquetas	NO SIGNIFICATIVO
3	Desajuste en la máquina etiquetadora	SIGNIFICATIVO
4	Cajas diseñadas para movimientos lentos y no para movimientos rápidos	NO SIGNIFICATIVO
5	Falta de disponibilidad del personal necesario	SIGNIFICATIVO
6	Disminución del personal	SIGNIFICATIVO

Fuente: [Elaboración propia]



Como consecuencia del análisis de causas significativas se logró obtener que las causas 3, 5 y 6 señaladas en la tabla 2.11 corresponden a causas significativas.

#### **2.3.1.5 5 Por qué**

Mediante los 5 Por qué se analizaron las acciones a aplicar buscando eliminar dichas causas, mejorando así el indicador de productividad.

Las tres causas quedan detalladas en las Tablas 2.12, 2.13 y 2.14 en donde se involucra la acción para cada causa significativa.

Tabla 2.12 “5 por qué” de causa significativa 1

Causa	Por qué 1	Hipótesis	Por qué 2	Hipótesis	Por qué 3	Hipótesis	Por qué 4	Hipótesis	Acción
Desajuste máquina etiquetadora	¿Por qué se desajusta la máquina etiquetadora?	Sí	¿Por qué se afloja el rodillo de tensión?	Sí	¿Por qué la velocidad del producto no está adaptada a la velocidad de la máquina?	Sí	¿Por qué no hay un correcto ajuste en los inputs de la máquina?	Sí	Implementar un manual de uso detallado que permita estandarizar la función de la máquina etiquetadora (Parametrización) en la secuencia general del proceso
	Porque se afloja el rodillo de tensión		Porque la velocidad del producto no está adaptada a la velocidad de la máquina		Porque no hay un correcto ajuste en los inputs de la máquina		Porque los operadores no tienen el conocimiento necesario de los controles de la máquina		
	Porque el material de la etiqueta no reúne las características mecánicas de la máquina		¿Por qué el material de la etiqueta no reúne las características básicas de la máquina?		¿Por qué no se especifican las características de la etiqueta para ser usadas en la máquina etiquetadora?		¿Por qué no se especifican las características de la etiqueta para ser usadas en la máquina etiquetadora?		¿Por qué no se realizan las pruebas necesarias de resistencias mecánicas para el proceso de etiquetado?

Fuente: [Elaboración propia]

**Tabla 2.13 “5 por qué” de causa significativa 2**

Causa	Por qué 1	Hipótesis	Por qué 2	Hipótesis	Acción
<b>Falta de disponibilidad del personal</b>	<b>¿Por qué hay falta de disponibilidad del personal?</b>	Sí	<b>¿Por qué se encuentran realizando otras actividades?</b>	Sí	Plan de asignación del personal
	Porque se encuentran realizando otras actividades		Porque son parte de la planificación de las otras áreas		

Fuente: [Elaboración propia]

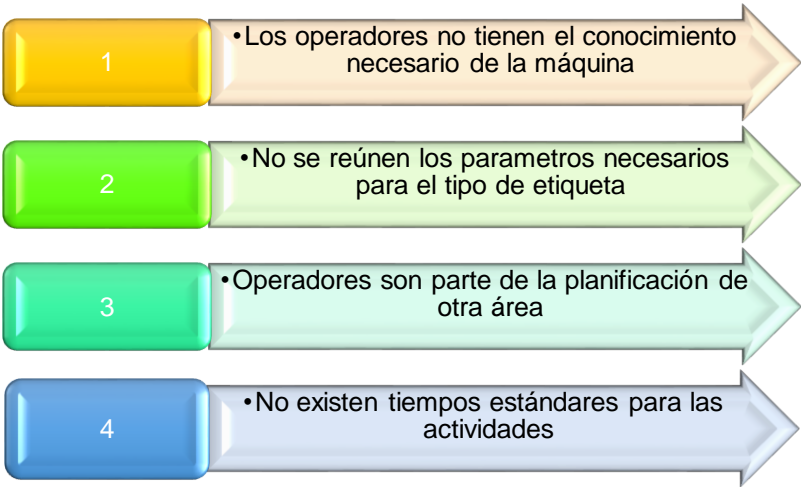
Tabla 2.14 “5 por qué” de causa significativa 3

Causa	Por qué 1	Hipótesis	Por qué 2	Hipótesis	Por qué 3	Hipótesis	Por qué 4	Hipótesis	Acción
Reducción de velocidad de los operadores	¿Por qué hay reducción de velocidad del operador?	Sí	¿Por qué hay mucha distracción entre operadores	Sí	¿Por qué las actividades son realizadas de diferentes maneras por los operadores?	Sí	¿Por qué no hay un objetivo de producción por jornada?	Sí	Estandarización de las tareas y tiempos operativos en el área de empaquetamiento
	Porque hay mucha distracción entre operadores		Porque las actividades son realizadas de diferentes maneras por los operadores		Porque no hay un objetivo de producción por jornada		Porque no existen tiempos estándar por actividades		

Fuente: [Elaboración propia]

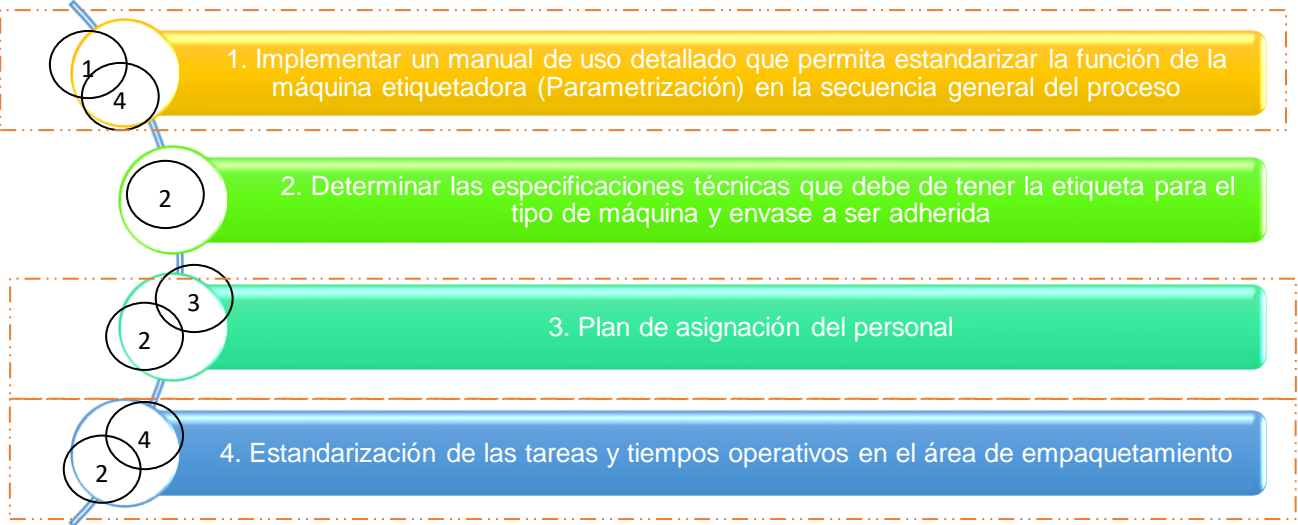
## 2.4 Mejora

Luego de un análisis profundo de las causas se procedió nuevamente al acercamiento de la fábrica para proceder a discutir las mejoras de las causas ponderadas significativas quedan descritas en la Figura 2.46, las cuáles serán progresivamente mejoradas mediante las soluciones que se describen en la Figura 2.47. Para ambos casos las enumeraciones de las Figuras 2.46 y 2.47 tienen la enumeración igualitaria al número de causas.



**Figura 2.46. Causas significativas**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.47. Posibles mejoras**

Fuente: [Elaboración propia]

## **2.4.1 Análisis de costos para las mejoras.**

### ***2.4.1.1 Análisis de costos para “Implementar un manual de uso detallado que permita estandarizar la función de la máquina etiquetadora (Parametrización) en la secuencia general del proceso”***

Para la primera causa significativa se tienen dos soluciones las cuáles competen dos tablas de costos, esto se debe a que las primeras tablas de los análisis de costos se ejecutarían durante las jornadas laborales, a diferencia de las segundas opciones que se desarrollarían en horarios extralaborales. Los costos asociados al valor cero son aquellos que serán desarrollados por el estudiante.

Como se observa en la tabla 2.15 se describen los costos que competen capacitar al personal conjunto a la elaboración del manual. El promedio de elaboración de empaquetamiento de jarabes por hora es de 3000 con un precio al mercado de \$1.21 equivalentes a un costo de inproductividad de \$5 445,00 ya que se desarrollaría la capacitación durante 1,5 horas de jornada laboral.

**Tabla 2.15. Costos para la Implementación de un manual de uso detallado.**

<b>Implementar un manual de uso detallado que permita estandarizar la función de la máquina etiquetadora (Parametrización) en la secuencia general del proceso</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Costo Unitario por horas</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Costo total</b>
<b>Costos Directos</b>				
Creación del manual de operación y calibración de la máquina etiquetadora	2	\$0.00	8	\$ 0,00
Costo de oportunidad de capacitación y oportunidad del personal para uso del manual	4	\$2.75	1,5	\$ 16,50
Costo de oportunidad de capacitación y entrenamiento por parte del personal técnico interno	1	\$2.75	1,5	\$ 4,13
<b>Costos Indirectos</b>				
Costo de improductividad		\$3,630.00	1,5	\$5 445,00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 5 465,63</b>

Fuente: [Elaboración propia]

Como se describe en la tabla 2.16 se involucran todos los costos en horarios extralaborales, estos costos son inferiores a los de la tabla 2.15 debido a que no se involucra el costo de improductividad.

**Tabla 2.16. Costos para la Implementación de un manual de uso detallado.**

Implementar un manual de uso detallado que permita estandarizar la función de la máquina etiquetadora (Parametrización) en la secuencia general del proceso	Número de personas	Costo Unitario por horas	Número de horas	Costo total
<b>Costos Directos</b>				
Creación del manual de operación y calibración de la máquina etiquetadora	2	\$0,00	8	\$ 0,00
Costo de oportunidad de capacitación y oportunidad del personal para uso del manual	4	\$5,50	1,5	\$ 33,00
Costo de oportunidad de capacitación y entrenamiento por parte del personal técnico interno	1	\$5,50	1,5	\$ 8,25
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 41,25</b>

Fuente: [Elaboración propia]

**2.4.1.2 Análisis de costos para “Determinar las especificaciones técnicas que debe de tener la etiqueta para el tipo de máquina y envase a ser adherida”**

Como se describe en la tabla 2.17 se involucran todos los costos que se asocian a la jornada laboral. En este caso ya que la producción se detendría se toma en cuenta ese tiempo de improductividad de la línea, y los costos de horas extralaborales se duplican del costo normal durante una jornada laboral.



**Tabla 2.17. Costos para la determinación de las especificaciones técnicas de la etiqueta**

Determinación de las especificaciones técnicas que debe de tener la etiqueta para el tipo de máquina y envase a ser adherida	Número de personas	Costo Unitario por horas	Número de horas	Costo total
<b>Costos Directo</b>				
Costo ensayo mecánico externo (Tensión, adhesión y flexibilidad)	1	\$0	1	\$0
Costo de operación de la máquina para las pruebas de ensayo		\$0.030	1.5	\$0
Costo de personal involucrado en el proceso (Ventas y mantenimiento)	2	\$2.75	1.5	\$8
<b>Costos Indirectos</b>				
Costo improductividad		\$3,630	1.5	\$5,445
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$5,453</b>

Fuente: [Elaboración propia]

Como se detalla en la Tabla 2.18 se involucran los costos extralaborales, en donde los costos de las horas extras duplican una hora en la jornada laboral, sin embargo, los costos asociados a la improductividad ya no se toman en cuenta.

**Tabla 2.18. Costos para la determinación de las especificaciones técnicas de la etiqueta**

Determinación de las especificaciones técnicas que debe de tener la etiqueta para el tipo de máquina y envase a ser adherida	Número de personas	Costo Unitario por horas	Número de horas	Costo total
<b>Costos Directo</b>				
Costo ensayo mecánico externo (Tensión, adhesión y flexibilidad)	1	\$0	1	\$0
Costo de operación de la máquina para las pruebas de ensayo		\$0.030	1.5	\$0
Costo de personal involucrado en el proceso (Ventas y mantenimiento)	2	\$5.50	1.5	\$17
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$17</b>

Fuente: [Elaboración propia]

### 2.4.1.3 Análisis de costos para “Plan de asignación del personal”

Como se detalla en la Tabla 2.19 se involucran aquellos costos que son considerados durante la jornada laboral, es decir los costos de improductividad, capacitación y la creación del plan de asignación del personal.

**Tabla 2.19. Costos para el plan de asignación del personal**

<b>Plan de asignación del personal</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Costo Unitario por horas</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Costo total</b>
<b>Costos Directos</b>				
Creación del plan de asignación del personal	2	\$0,00	6	\$0.00
Costo de oportunidad de capacitación y entrenamiento del personal	8	2,75	5	\$110.00
<b>Costos Indirectos</b>				
Costo de improductividad		\$3,630.00	5	\$18,150.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$18,260.00</b>

Fuente: [Elaboración propia]

Como se detalla en la Tabla 2.20 asimismo como en algunos de los casos anteriores se omisa el costo de improductividad ya que se involucran horas fuera del horario laboral. De tal manera que el costo significativo será el costo de capacitación del personal.

**Tabla 2.20. Costos para el plan de asignación del personal**

Plan de asignación del personal	Número de personas	Costo Unitario por horas	Número de horas	Costo total
<b>Costos Directos</b>				
Creación del plan de asignación del personal	2	\$0,00	6	\$0.00
Costo de oportunidad de capacitación y entrenamiento del personal	8	\$5,5	5	\$220.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$220.00</b>

Fuente: [Elaboración propia]

#### 2.4.1.4 Análisis de costos para “Estandarización de las actividades y tiempos operativos en el área de empaquetamiento”

Como se detalla en la Tabla 2.21 se involucran aquellos costos que son considerados durante la jornada laboral, es decir los costos de improductividad, capacitación, creación de un programa estándar para actividades y tiempos que servirán como referente para la estandarización.

**Tabla 2.21. Costos que involucran la estandarización de actividades y tiempos operativos**

Estandarización de las actividades y tiempos operativos en el área de empaquetamiento	Número de personas	Costo Unitario por horas	Número de horas	Costo total
<b>Costos Directos</b>				
Creación de un programa estándar para las actividades y tiempos	2	\$ 0.00	8	\$ 0.00
Costo instalación de contador	1	\$ 2.75	2	\$ 5.50
Costo de un contador		\$ 70.00		\$ 70.00
Costo de oportunidad de capacitación y entrenamiento del personal	8	\$2.75	8	\$ 176.00
Costo de oportunidad de capacitación y entrenamiento por parte del experto	1	\$0.00	8	\$ 0.00
<b>Costos Indirectos</b>				
Costo de improductividad		\$3,630.00	8	\$29,040.00
				\$ 29,291.50

Fuente: [Elaboración propia]

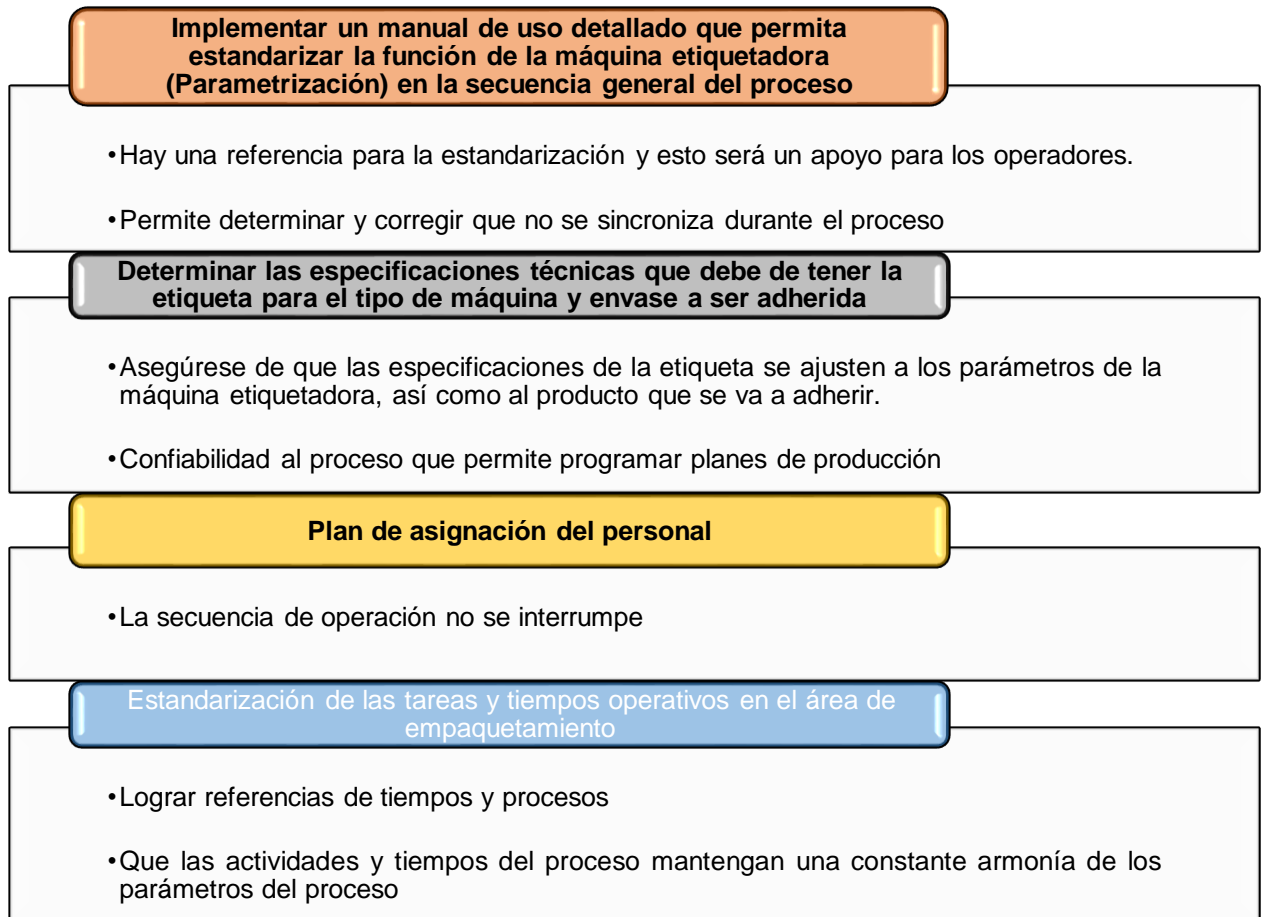
Como se detalla en la Tabla 2.22 asimismo como en algunos de los casos anteriores se omisa el costo de improductividad ya que se involucran horas fuera del horario laboral. De tal manera que el costo significativo será el costo de capacitación del personal.

**Tabla 2.22. Costos que involucran la estandarización de actividades y tiempos operativos**

<b>Estandarización de las actividades y tiempos operativos en el área de empaquetamiento</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Costo Unitario por horas</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Costo total</b>
<b>Costos Directos</b>				
Creación de un programa estándar para las actividades y tiempos	2	\$ 0.00	8	\$ 0.00
Costo instalación de contador	1	\$ 2.75	2	\$ 5.50
Costo de un contador		\$ 70.00		\$ 70.00
Costo de oportunidad de capacitación y entrenamiento del personal	8	\$5.50	8	\$ 352.00
Costo de oportunidad de capacitación y entrenamiento por parte del experto	1	\$0.00	8	\$ 0.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$427.50</b>

Fuente: [Elaboración propia]

Cabe recalcar que este análisis no es el definitivo para la toma de decisiones, ya que no siempre tener los costos más bajos genera la mejor solución para los problemas.

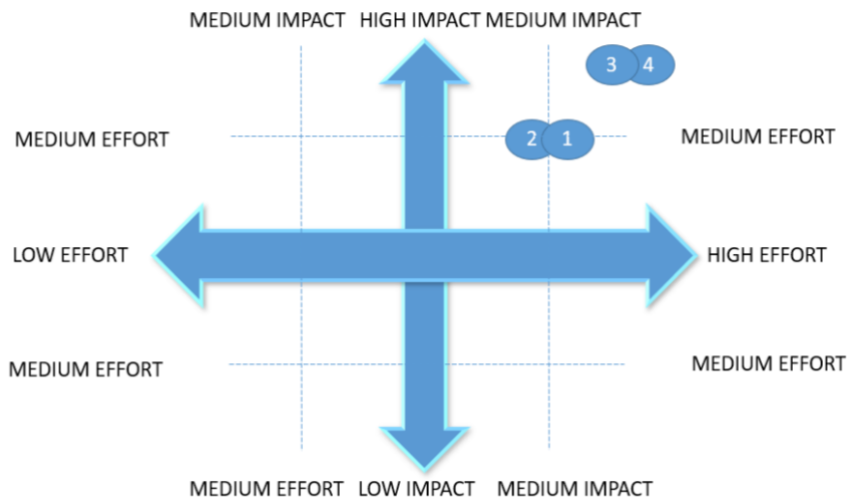


**Figura 2.48. Ventajas de las mejoras**

Fuente: [Elaboración propia]

Como se observa en la Figura 2.48 se describen las ventajas para cada una de las mejoras.

Para compactar los distintos análisis también se procedió con la ayuda del personal de la empresa a realizar un diagrama de Esfuerzo Impacto que contiene a los siguientes participantes: jefe de producción, supervisora de producción, auxiliar de producción y gerente general. El resultado de ello está dando de la siguiente manera:



**Figura 2.49. Matriz de esfuerzo impacto para las mejoras**

Fuente: [Elaboración propia]

Finalmente, para sincronizar las ideas se realizó un análisis de las soluciones con las siguientes ponderaciones de la tabla 2.23:

**Tabla 2.23. Ponderaciones**

Calificación	Categoría	Bajo costo	Alto Impacto	Menor esfuerzo
1	Bajo	Costo<\$100	Mejora 1 actividad	<5 hours
3	Medio	\$200<Costo>\$100	Mejora 2 actividades	8<>5 hours
5	High	>\$200	Mejora más de 2 actividades	>8 hours

Fuente: [Elaboración propia]

El resultado de estas ponderaciones para todas las mejoras se encuentra en la tabla 2.24 y arrojaron que la solución 3 y 4 son las más viables.

**Tabla 2.24. Resultado de los análisis**

Criterios	Solución 1	Solución 2	Solución 3	Solución 4
Bajo Costo (30%)	3	1	5	5
Alto Impacto (40%)	5	5	5	5
Menor Esfuerzo (30%)	1	1	3	5
Resultado	3.2	2.6	4.4	5

Fuente: [Elaboración propia]



Luego de un análisis profundo para la decisión de las mejoras óptimas con los distintos parámetros y con ayuda del gerente general de la empresa se ha tomado la decisión de implementar todas las mejoras. Para ello se detallan los planes de implementación conjunto a su respectivo diagrama de Gantt. Para todas las alternativas de costos el gerente general optó por desarrollar en horarios extralaborales, dado que implican menos inversiones. Sin embargo, entre la comparación de todos los análisis de costos la determinación de las especificaciones técnicas para la etiqueta involucra costos muy inferiores con respecto a las otras mejoras, acreditándole mediante este análisis el más factible.

#### 2.4.2 Plan de implementación para las mejoras

A partir de este punto se detallarán los de implementación para cada mejora contrastando que todas las mencionadas anteriormente serán implementadas. Para todos los planes se hace referencia a las preguntas ¿qué?, ¿por qué?, ¿dónde?, ¿cuánto? y el estado de la implementación hasta el momento en que se escogieron las mejores opciones de mejoras que este caso fueron las cuatro.

Como se observa en la Tabla 2.25 y en la Figura 2.50 se detalla el plan de acción para la causa significativa de “Los operadores no tienen el conocimiento necesario de la máquina”, así como de los días en que se van a implementar todas las actividades para solucionar esta causa.

**Tabla 2.25. Plan de Implementación para la causa desajuste máquina etiquetadora**

Causa Raíz	Desajuste máquina etiquetadora			
Qué	Por qué	Dónde	Cuánto	Estado
Implementar un manual de uso detallado que permita estandarizar la función de la máquina etiquetadora (Parametrización) en la secuencia general del proceso	Porque el personal de operación desconoce las funciones de la máquina etiquetadora	Área de empaquetamiento	\$187	Proceso
Determinar las especificaciones técnicas que debe de tener la etiqueta para el tipo de máquina y envase a ser adherida	Porque las características de la máquina etiquetadora no se acoplan a las características de la etiqueta	Área de empaquetamiento	\$17	Proceso

Fuente: [Elaboración propia]

Implementar manual de uso detallado para estandarizar la secuencia del proceso en la máquina etiquetadora (Parametrización)		Tiempo	Tiempo	Semana 1							Semana 2							Semana 3						
Actividades Generales	Responsable	Días	Horas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1.Creación del manual de componentes, accesorios, y operación de la máquina etiquetadora	Shariz Panchano y personal técnico interno	7	8																					
2.Preparación del material para capacitación	Shariz Panchano y personal técnico interno	6	6																					
3.Capacitar al personal operativo	Personal de técnico interno	1	4																					
3.1. Objetivo de la máquina etiquetadora en el proceso	Personal de técnico interno	1	1																					
3.2. Descripción y característica de la máquina	Personal de técnico interno	1	1																					
3.3. Característica de operación de la máquina etiquetadora	Personal de técnico interno	1	1																					
3.4. Sincronización de la máquina a la secuencia general del proceso	Personal de técnico interno	1	1																					
<b>TOTAL</b>		14	18																					

**Figura 2.50. Diagrama de Gantt Mejora 1**

Fuente: [Elaboración propia]

Para la causa significativa de “No se reúnen los parámetros necesarios para el tipo de etiqueta” se describe el plan de implementación en la Tabla 2.25 conjunto a su diagrama de Gantt detallado en la Figura 2.51.

Determinar las especificaciones técnicas que debe de tener la etiqueta para el tipo de máquina y envase a ser adherida		Tiempo	Tiempo	Semana 1							Semana 2					Semana 3							
Actividades Generales	Responsable	Días	Horas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. Solicitar certificación para que las características del material de etiquetado estén en armonía con las características requeridas por la máquina por parte del proveedor	Shariz Panchano y personal de compras interno																						
2. Proceso de pruebas con la máquina en la secuencia de etiquetado del envase del jarabe	Personal técnico interno		1,5																				
3. Ligar la operación de la máquina a la secuencia general del proceso	Personal técnico interno																						
<b>TOTAL</b>		0	0																				

**Figura 2.51. Diagrama de Gantt mejora 2**

Fuente: [Elaboración propia]

Para la causa “Operadores son parte de la planificación de otra área” se obtiene el plan de implementación detalla en la Tabla 2.26, así como el detalle de las actividades mediante el diagrama de Gantt que se refleja en la Figura 2.52.

**Tabla 2.26. Plan de Implementación para el plan de asignación del personal**

Causa Raíz	Plan de asignación del personal			
Qué	Por qué	Dónde	Cuánto	Estado
Plan de asignación del personal	Porque no hay personal permanente durante el proceso	Área de empaquetamiento	\$220	Proceso de aprobación

Plan de asignación de personal		Tiempo	Tiempo	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3						
Actividades Generales	Responsable	Días	Horas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1. Toma de tiempos	Bryan Del Pezo y personal del proceso	1	5																					
2. Mapeo del proceso con sus tareas y tiempos	Bryan Del Pezo	1	8																					
3. Balanceo de línea por operaciones	Bryan Del Pezo	2	8																					
4. Creación de un documento digital para la modificación de criterios a su necesidad	Bryan Del Pezo	1	4																					
5. Preparación de material y socialización	Bryan Del Pezo	1	2																					
6. Socialización de los resultados al personal	Bryan Del Pezo y personal del proceso	1	1																					
	<b>TOTAL</b>	7	28																					

**Figura 2.52 Diagrama de Gantt mejora 3**

Fuente: [Elaboración propia]

Para la causa "No existen tiempos estándares para las actividades" se obtiene el plan de implementación detallada en la Tabla 2.27, así como el detalle de las actividades mediante el diagrama de Gantt que se refleja en la Figura 2.53.

**Tabla 2.27. Plan de Implementación para la estandarización de actividades y tiempos**

Causa Raíz	Reducción de velocidad de los operadores			
Qué	Por qué	Dónde	Cuánto	Estado
Estandarización de las tareas y tiempos operativos en el área de empaquetamiento	Porque no existe un referente en los tiempos y el proceso	Área de empaquetamiento	\$427,5	Proceso de aprobación

Fuente: [Elaboración propia]

Estandarización de las actividades y tiempos en el área de empaquetamiento		Tiempo	Tiempo	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3						
Actividades Generales	Responsable	Días	Horas	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1. Identificar y descartar actividades del proceso que no agregan valor al proceso	Bryan Del Pezo	1	0,5																					
2. Análisis de los operadores y sus puestos de trabajo	Bryan Del Pezo y Auxiliar de producción	1																						
2.1. Identificar operarios calificados	Bryan Del Pezo y Auxiliar de producción	1	0,5																					
2.2. Verificar que el puesto de trabajo sea acorde a la actividad	Bryan Del Pezo y personal de empaquetamiento	1	0,5																					
2.3. Grabar proceso de inicio a fin		1	0,25																					
3. Reestructuración de los movimientos necesarios para las tareas	Bryan Del Pezo y personal de empaquetamiento	1	0,25																					
4. Estudio de tiempos	Bryan Del Pezo	1																						
4.1. Preparación del material de capacitación	Bryan Del Pezo	1	0,5																					
4.2. Capacitación teórica y práctica (entrenamiento) de estandarización de actividades	Bryan Del Pezo y personal de empaquetamiento	1	1																					
4.3. Indicación del objetivo del estudio de tiempos	Bryan Del Pezo y personal de empaquetamiento	1	0,25																					
4.4. Pruebas de ensayo	Bryan Del Pezo y personal de empaquetamiento	1	0,5																					
4.5. Toma de tiempos	Bryan Del Pezo y personal de empaquetamiento	1	8																					
4.6. Cálculos e implementación del estudio de tiempos (Sistema Westinghouse)	Bryan Del Pezo	4	16																					
4.7. Creación de plan instructivo	Bryan Del Pezo	3	8																					
5. Preparación de material para socializar	Bryan Del Pezo	2	5																					
6. Socialización de los resultados con personal de empaquetamiento	Bryan Del Pezo y personal del proceso	1	1																					
	TOTAL	11	42,25																					

**Figura 2.53. Diagrama de Gantt de la mejora 4**

Fuente: [Elaboración propia]

## 2.5 Implementación

Finalmente se tiene la etapa de implementación, en esta se demostró las soluciones implementadas, además de medirlas y ver las diferencias generadas en el corto plazo, lo que ayudó a comprender la tendencia que tendrá el proceso con estas mejoras.

### 2.5.1 Soluciones implementadas

#### 2.5.1.1 Manual para controles de la máquina

Se creó un manual de operaciones Figura 2.54 que permite detallar el uso adecuado de cada funcionalidad de la máquina, con la configuración correcta, de tal manera que se evite el desgaste o mal uso y por ende las paras no programadas conjunto a la capacitación Figura 2.55.

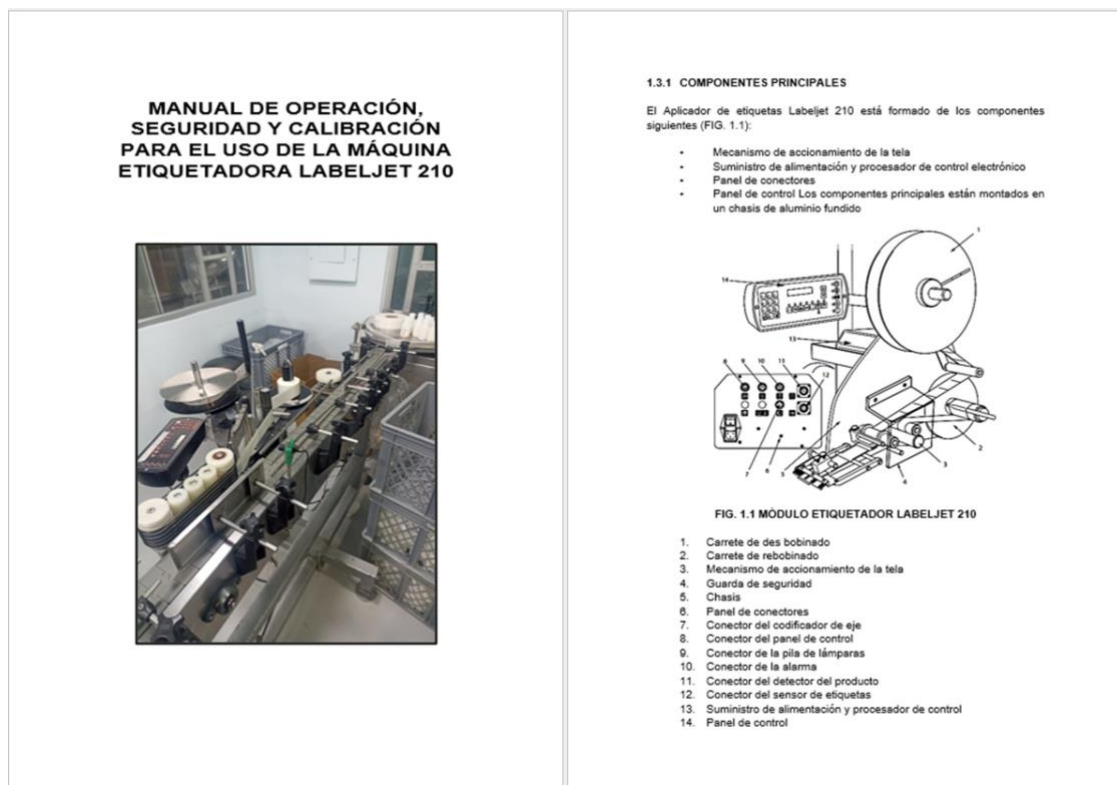


Figura 2.54. Manual de operaciones de la máquina etiquetadora

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.55 Capacitación al personal**

Fuente: [Elaboración propia]

### **2.5.1.2 Determinar las especificaciones técnicas para el tipo de etiqueta**

Para las especificaciones se realizaron pruebas en base a prueba de error con dos tipos de etiquetas, con etiquetas de plástico y de cartón, con el objetivo de encontrar las características óptimas para la sinergia de la operación. Las características quedan detalladas en las Figuras 2.56, 2.57 y 2.58.

Adherencia a Temperatura Ambiente	( 23 ± 2 ) ° C
Papel	E
Cartón	NA
Vidrio	E
Metal	E
Poliétileno y Polipropileno	B
PVC/PC/PET/PS	E
Frutas	NA
Otras Características	
Rango temperatura servicio	-10°C a 90°C
Rango temperatura Aplicación	0°C a 40°C
Adherencia Inicial	B
Cohesión	E
Troquelabilidad	E
Transparencia	E
Vida Útil (Meses)	36
Regulación	FDA Contacto indirecto

E: Excelente B: Bueno R: Regular NA: No Aplica

**Figura 2.56 Requerimientos técnicos de etiqueta 1**

Fuente: [Elaboración propia]



- Papel adhesivo esmaltado con respaldo glassine

Adherencia a Temperatura Ambiente	( 23 ± 2 ) ° C
Papel	E
Cartón	E
Vidrio	E
Metal	E
Polietileno y Polipropileno	E
PVC/PC/PET/PS	E
Frutas	NA
Otras Características	
Rango temperatura servicio	-20°C a 70°C
Rango temperatura Aplicación	0°C a 40°C
Adherencia Inicial	B
Cohesión	B
Troquelabilidad	B
Transparencia	R
Vida Útil (Meses)	36
Regulación	FDA Contacto indirecto
E: Excelente B: Bueno R: Regular NA: No Aplica	

**Figura 2.57 Requerimientos técnicos de etiqueta 2**

Fuente: [Elaboración propia]

- Polipropileno blanco con respaldo glassine

Adherencia a Temperatura Ambiente	( 23 ± 2 ) ° C
Papel	E
Cartón	E
Vidrio	E
Metal	E
Polietileno y Polipropileno	E
PVC/PC/PET/PS	E
Frutas	NA
Otras Características	
Rango temperatura servicio	-20°C a 70°C
Rango temperatura Aplicación	0°C a 40°C
Adherencia Inicial	B
Cohesión	B
Troquelabilidad	B
Transparencia	R
Vida Útil (Meses)	36
Regulación	FDA Contacto indirecto
E: Excelente B: Bueno R: Regular NA: No Aplica	

**Figura 2.58 Requerimientos técnicos de etiqueta 3**

Fuente: [Elaboración propia]

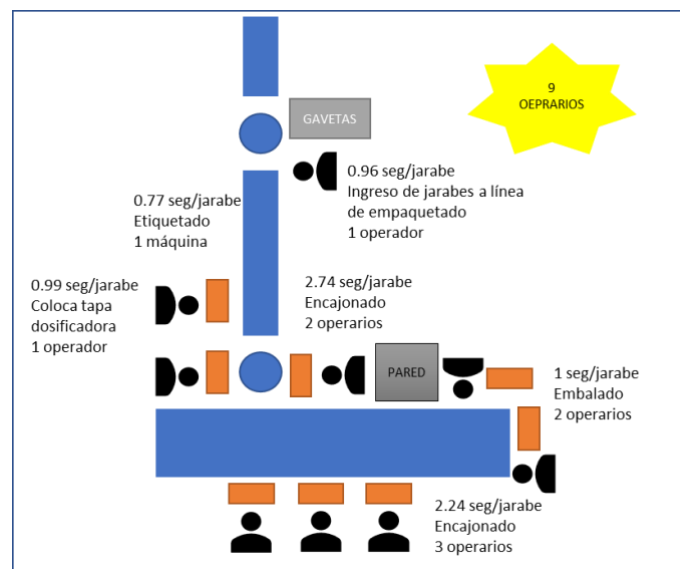
### 2.5.1.3 Plan de asignación de personal

En esta solución se generó un balanceo de línea para obtener la combinación óptima de recursos y ver la opción viable para la asignación del personal en sus actividades.



**Figura 2.59 Cantidad de operarios durante un periodo de tiempo**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.60 Operarios promedio en la línea de empaquetamiento**

Fuente: [Elaboración propia]

Se conoce que durante la jornada la cantidad de operarios varía en el proceso como se muestra en la Figura 2.59, no hay una estandarización del recurso humano y sus tareas, por lo que para efectos de cálculos se tomó un promedio de 9 operarios en la línea como lo muestra la Figura 2.60 para generar una gráfica OBC (Operator Balance Chart) y analizar el comportamiento de cada operario previo a la implementación con respecto al

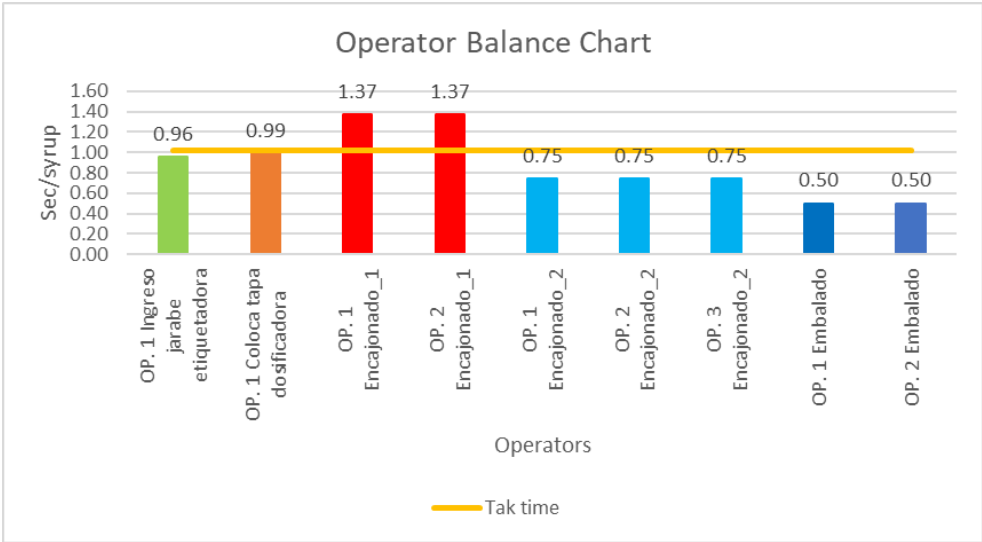
takt time que lleva relación a una demanda diaria de 30,000 jarabes por lote en 8.5 horas trabajadas.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Demanda\ promedio}$$

$$Takt\ time = \frac{8.5(h) * 3600(s/h)}{30.000(jarabes)}$$

$$Takt\ time = 1.02\ segundos/jarabe$$

**Ecuación 5. Takt time**



**Figura 2.61 Gráfica OBC previa implementación**

Fuente: [Elaboración propia]

Se observa en la Figura 2.61 que existe ciertas actividades que se encuentran más arriba del takttime el cual mide el tiempo necesario para completar un requerimiento del cliente al ritmo de su demanda. Por lo tanto, no lleva un ritmo adecuado generando así inventarios en proceso.

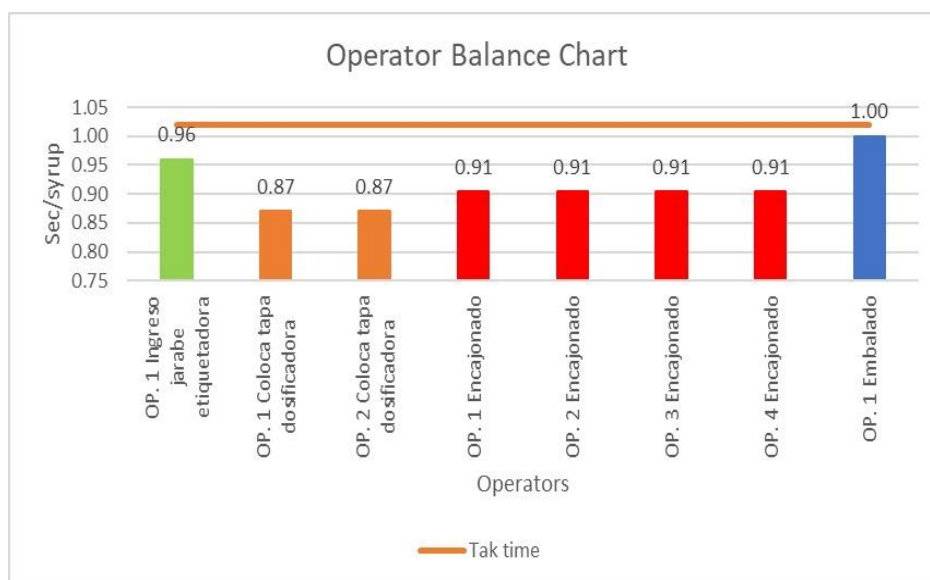
Posteriormente se realizó el balanceo acorde al takt time obtenido, donde se tiene que la actividad 5 es la más lenta del proceso, por lo cual se procederá asignar acorde a dicho ritmo. El balance de línea por actividades queda representado en la Figura 2.62.

Balanceo de línea por Actividades				
Actividades	Tiempo estándar	Segundos estándar ----- segundos disp/jarabe	N° de operarios	Actividad más lenta
1	0.96	0.94	1	0.96
2	0.77	0.75	-	-
3	1.74	1.71	2	0.87
4	3.62	3.55	4	0.91
5	1.00	0.98	1	1.00
CT	8.09		8	

**Figura 2.62 Balanceo de línea, tiempos de actividades**

Fuente: [Elaboración propia]

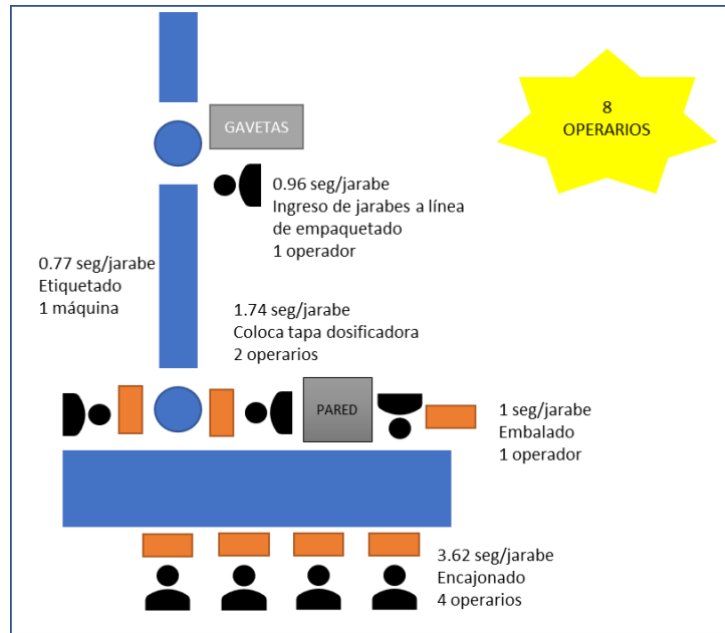
Por lo tanto, el balanceo de línea dio como resultado un valor óptimo de 8 operarios en línea.



**Figura 2.63 Balanceo de línea, gráfica comparativa de tareas**

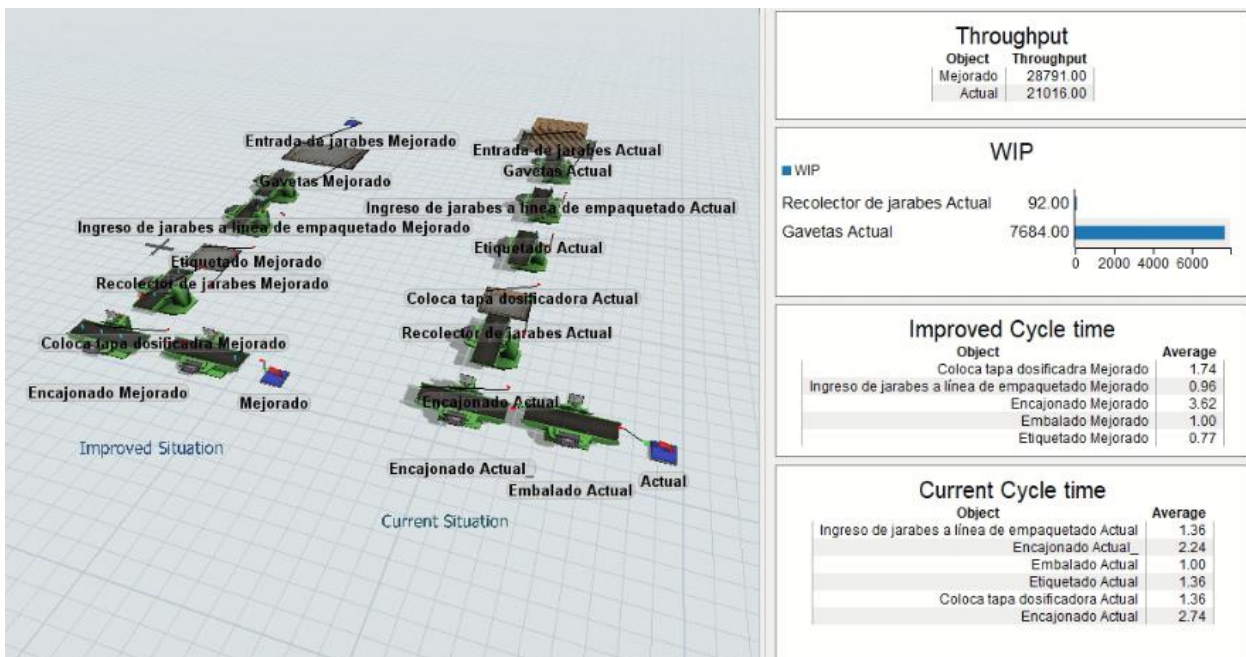
Fuente: [Elaboración propia]

Además, una reubicación del personal que queda de la siguiente manera:



**Figura 2.64 Balanceo de línea, operarios óptimos**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.65 Simulación del proceso de empaquetado**

Fuente: [Elaboración propia]

Mediante el Flexsim se realizó la simulación durante 8 horas trabajadas con los tiempos estándar de la situación actual y la mejorada (incluyendo la línea balanceada) como se muestra en la Figura 2.65, el cual muestra los siguientes indicadores:

- **Throughput (TH):** la salida de los jarabes de la situación actual es menor a la mejorada. Esto se debe a que al no estar balanceada y no contar con el número de operarios adecuado, este varíe el ritmo, se presente WIP y aumente el CT.
- **Work In Process (WIP):** en la situación actual se presenta inventario porque el ritmo a la que va el proceso no lo satisface y cuentan con máximo de capacidad permitido tanto en el Recolector de Jarabes y en las Gavetas. Mientras que, en el caso del mejorado, como se lo trabaja en línea y con flujo continuo no se presenta que estos almacenamientos temporales se llenen.
- **Cycle Time (CT):** se toma la suma del tiempo de todas sus actividades para las situación actual y mejorada. En el caso de la actual, los valores tienden a aumentar debido a que al no tener un flujo continuo los jarabes estos tienden a quedarse en espera hasta ser procesados y en el caso del mejorado, siguen siendo en promedio los valores del tiempo estándar.

Las comparaciones de los resultados de los indicadores operativos se muestran en la Figura 2.66.

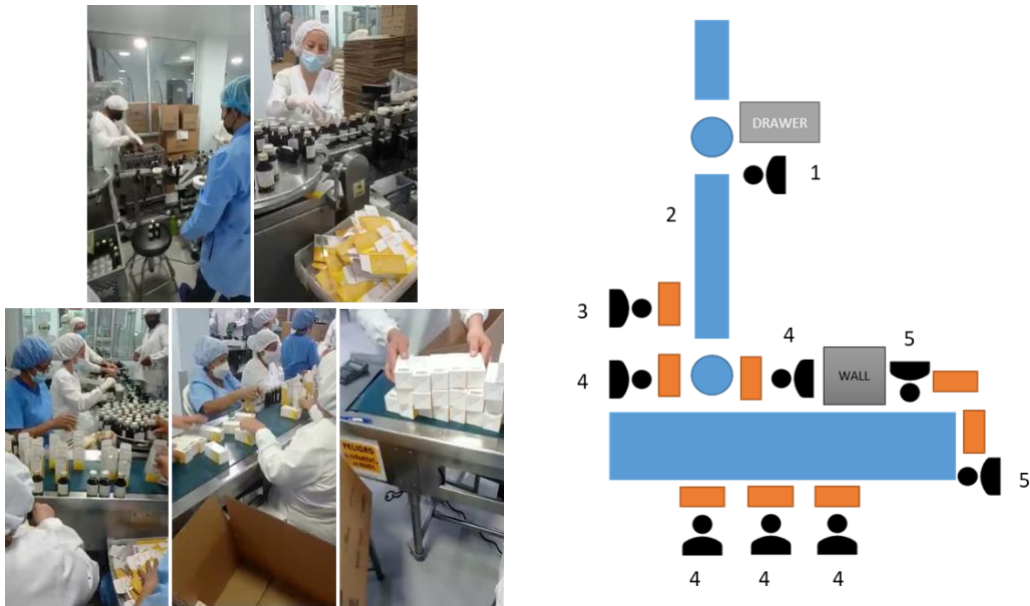
COMPARATIVO	SITUACIÓN		
	ACTUAL	MEJORADO	%
TH (unidades)	21,016	28,791	37%
CT (segundos)	10.06	8.09	-20%
WIP (unidades)	7,776	0	

**Figura 2.66 Comparativo de los indicadores operacionales**

Fuente: [Elaboración propia]

#### **2.5.1.4 Estandarización de tareas y tiempos operativos**

Previo a la toma de tiempos del proceso actual, se identificó todos los movimientos de cada actividad que tiene el proceso como se muestra en la Figura 2.67 para analizar y descartar acciones innecesarias. También para la ejecución la mejora se optó por capacitar al personal APENDICE H.



**Figura 2.67 Movimientos y posiciones de los operarios**

Fuente: [Elaboración propia]

Con ello, se realizó la estandarización de las actividades y de insumos logrando así los siguientes resultados:

Estudio y estandarización de movimientos y recursos

- Reducción de movimientos innecesarios en el proceso de empaquetado: traslado del jarabe varias veces, unificando que un solo operario realice la actividad de encajonado.
- Estandarización de la entrada y salida simultánea de jarabes a 4 (2 por cada mano).
- Estandarización de 50 cajas por contenedor (insumos).
- Estandarización de 2000 tapas por funda (insumos).
- Máximo 92 jarabes en el Recolector de jarabes.
- Máximo de 200 jarabes por gaveta.

**Figura 2.68 Logros obtenidos de la estandarización**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 2.69 Entrenamientos con las estandarizaciones**

Fuente: [Elaboración propia]

Teniendo listo esa primera parte, se realizó un estudio de tiempos incluyendo el sistema Westinghouse y Holguras, a través de una prueba piloto de 10 datos en cada tarea del proceso, como se muestra en el APÉNDICE F para determinar los tiempos estándar de las actividades del proceso.

Aplicando la fórmula para obtener la muestra representativa a través de los datos obtenidos, se tiene lo siguiente:

$$n = \left( \frac{s * t_{n-1, \alpha}}{k * \chi} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{0.32 * t_{10-1, 0.05}}{0.05 * 5.94} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{0.32 * 1.833}{0.05 * 5.94} \right)^2$$

$$n = 4$$

**Ecuación 6. Tamaño mínimo de muestra estandarización**

Al tener como resultado un valor menor al valor de muestra inicial (10), se procede a tomar este último como referencial para el cálculo de la situación actual de los tiempos APÉNDICE F.



Para el sistema Westinghouse, primero se requiere calcular los niveles del factor de nivelación.

**Tabla 2.28 Factor de nivelación ingreso de jarabes a la línea de empaquetado**

<b>Sistema Westinghouse</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>
Habilidad	D	PROMEDIO	0
Esfuerzo	C2	BUENO	0.03
Condiciones	D	PROMEDIO	0
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03
<b>Total</b>			0.06
<b>Factor de Nivelación</b>			1.06

Fuente: [Elaboración propia]

**Tabla 2.29 Factor de nivelación colocar tapa dosificadora**

<b>Sistema Westinghouse</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>
Habilidad	B1	EXCELENTE	0.11
Esfuerzo	B1	EXCELENTE	0.1
Condiciones	D	PROMEDIO	0
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03
<b>Total</b>			0.24
<b>Factor de Nivelación</b>			1.24

Fuente: [Elaboración propia]

**Tabla 2.30 Factor de nivelación encajonado**

<b>Sistema Westinghouse</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>
Habilidad	C1	BUENA	0.06
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05
Condiciones	D	PROMEDIO	0
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03
<b>Total</b>			0.14
<b>Factor de Nivelación</b>			1.14

Fuente: [Elaboración propia]

**Tabla 2.31 Factor de nivelación embalado**

<b>Sistema Westinghouse</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>Valor</b>
Habilidad	B1	EXCELENTE	0.11
Esfuerzo	B1	EXCELENTE	0.1
Condiciones	D	PROMEDIO	0
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03
<b>Total</b>			0.24
<b>Factor de Nivelación</b>			1.24

Fuente: [Elaboración propia]

La tarea de etiquetado es realizada por una máquina por lo que el factor es igual a 1, posteriormente los valores de holguras son los siguientes.

**Tabla 2.32 Holguras**

<b>Holguras constantes</b>	<b>%</b>
Suplemento personal	5%
Suplemento por fatiga básica	4%
<b>Total</b>	9%

Fuente: [Elaboración propia]

- Ingreso de jarabes a línea de empaquetado
- Embalado
- Coloca tapa dosificadora
- Encajonado

<b>Holguras variables</b>	<b>%</b>
Holgura por postura: Estar parado	2%
Holgura por fuerza muscular	0%
Holgura por condiciones atmosféricas	0%
Holgura por ruido	0%
Holgura por iluminación	0%
Holgura por esfuerzo visual Trabajo muy fino	5%
Holgura por monotonía: Alta	5%
Holgura por tedio: Tedioso	2%
<b>Total</b>	14%

$$\text{Holguras} = 9\% + 14\% = 23\%$$

Fuente: [Elaboración propia]

<b>Holguras variables</b>	<b>%</b>
Holgura por postura: Posición anormal (incomoda)	0%
Holgura por fuerza muscular	0%
Holgura por condiciones atmosféricas	0%
Holgura por ruido	0%
Holgura por iluminación	0%
Holgura por esfuerzo visual Trabajo muy fino	5%
Holgura por monotonía: Alta	5%
Holgura por tedio: Tedioso	2%
<b>Total</b>	12%

$$\text{Holguras} = 9\% + 12\% = 21\%$$

Fuente: [Elaboración propia]

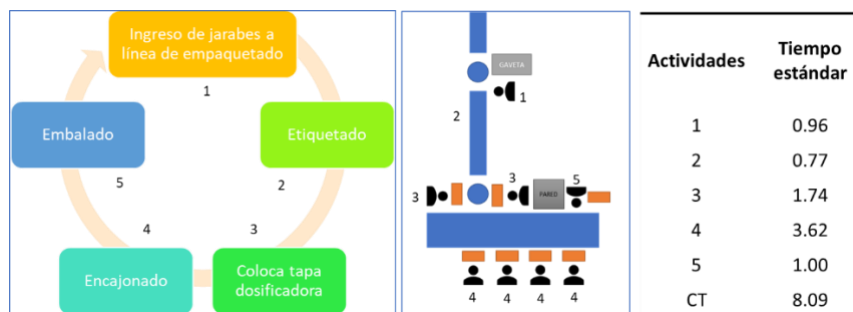
Finalmente se obtienen los valores de tiempo estándar.

**Tabla 2.33 Tiempos estándares del proceso**

Actividad	T. Prom. Observado	T. Prom. Ajustado	1+Holguras	T. Estándar
Ingreso de jarabes a línea de empaquetado	0.74	0.78	1.23	0.96
Etiquetado	0.77	0.77	1.00	0.77
Coloca tapa dosificadora	1.16	1.44	1.21	1.74
Encajonado	2.62	2.99	1.21	3.62
Embalado	0.65	0.81	1.23	1.00
<b>Total</b>				<b>8.09</b>

Fuente: [Elaboración propia]

Con los tiempos obtenidos se proceden a realizar los siguientes cambios para la estandarización de las tareas, mostrados en la Figura 2.70.



**Figura 2.70. Resumen de la estandarización de tiempos y secuencia de tareas**

Fuente: [Elaboración propia]

Para la estandarización como primer punto se identificó todos los movimientos que realizaban los operarios en las diferentes actividades del proceso. Se presentaron casos como el de encajonamiento que esa actividad se dividía en 2 (realizándola 2 operarios): colocar jarabe en la caja y cerrar caja ocasionando que haya micro esperas afectando al flujo continuo del proceso y fue la que más generaba cuello de botella.

Por lo que se midió sus tiempos tanto realizando de esa manera como la propuesta que solo es una persona quien tomara el jarabe y realizara todo el sellado de la caja. Por otro lado, tomando en cuenta que la experiencia en este tipo de trabajo mayormente manuales es de vital importancia, se elaboró una secuencia basándonos en los operarios calificados para el adecuado manejo del producto por cada actividad, detallados en el APENDICE D. En el tema de insumos, se revisaron cuantos jarabes comúnmente entran en gavetas, recolectores de jarabes, envases para cajas, tapas para su uso sin afectar al operador. La figura 2.68 se aprecia los valores determinados. Al tener estandarizados el tema de movimientos, y capacidad de insumos. Se les indicó a los operarios su proceder de la actividad, tomando así las primeras mediciones de tiempos.

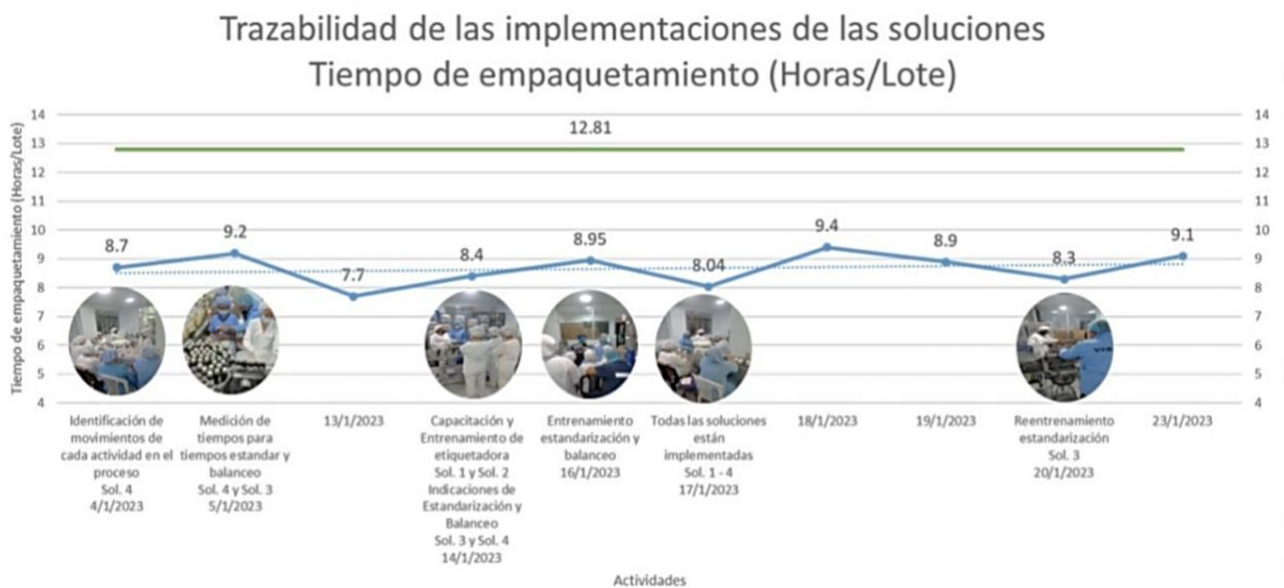
Con la muestra de 10 datos tomadas se continuo con la parte de tiempos estándar el cual se utilizó el sistema Westinghouse con holguras. Los valores previamente tomados, se les adicionó esos sistemas para determinar sus respectivos tiempos estándar quedando como resultado los valores mostrados en la Figura 2.70, y poder proseguir con el balanceo de línea, número de operarios y la tarea por operario como se muestra en la Figura 2.63.

Por último, al tener cálculos los resultados se les indicó nuevamente a los operarios como deben realizar la actividad y ahora en cuanto tiempo para su proceder.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como se observa en la Figura 3.1 se contrastaron los tiempos durante la implementación de las mejoras así como los días intermedios, las mejoras que fueron implementadas a partir del mes de enero tienen una mejoría instantánea debido al aumento de personal que se involucró el primer día de mejora para la realización del proceso de empaquetamiento, sin embargo, luego de balancear la línea de 14 a 9 operadores hay un cambio en los tiempos no muy drásticos debido a la adaptación de las habilidades que adquirieron mediante la estandarización, del mismo modo al adaptar una nueva etiqueta en el proceso se obtuvo como resultado menos paros por la máquina etiquetadora. Cabe recalcar que habrá tiempos bajos significativos a diferencia de tiempos superiores, esto se debe a la adaptación del personal con respecto a las implementaciones. Estas fechas corresponden desde el cuatro de enero del 2023 hasta el 23 de enero del 2023. De esta manera quedan implementadas todas las mejoras APENDICE J.



**Figura 0.1. Trazabilidad de las soluciones implementadas**

Fuente: [Elaboración propia]

### 3.1 Gráfica de control y prueba de normalidad

Para medir el proceso respecto al modelo inicial de manejo de la línea, uno de los indicadores clave es la capacidad del proceso para ejecutar sus operaciones, tal como fue medido en la segunda etapa, ahora se procedió a tomar una muestra de ciclos de tiempos en el envasado para calcular su rendimiento.

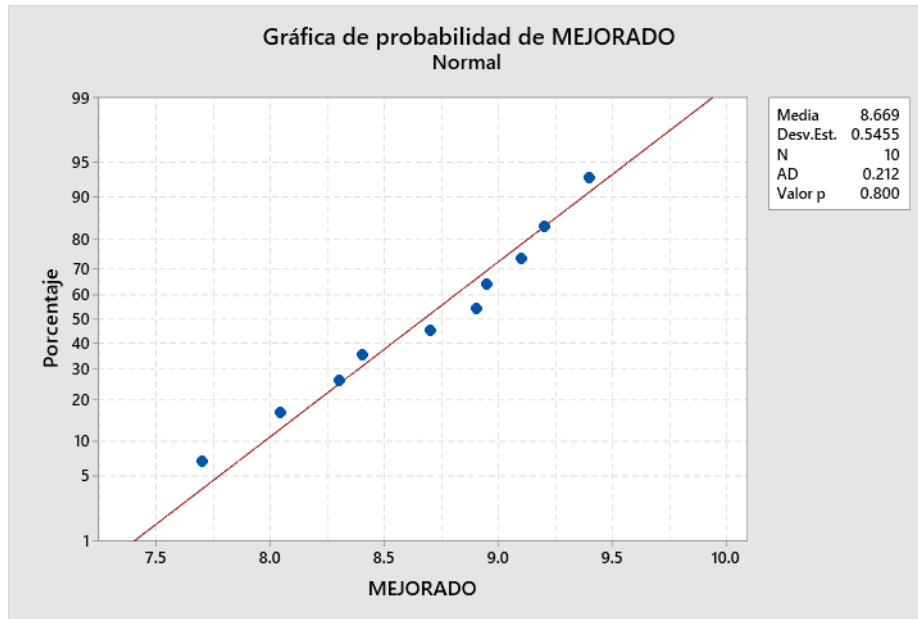
Primero se obtuvo la gráfica de control la cual se visualiza en la Figura 3.2 y se observan a todos los puntos dentro de los límites del proceso además de que no existen patrones que generen desajustes o alarmas significativas.



Figura 0.2 Gráfica de control de proceso \_ Mejorado

Fuente: [Elaboración propia]

Posteriormente se realizó el análisis de normalidad para validar que siguen una distribución estándar y poder aplicar el análisis de capacidad correspondiente, esto se observa en la Figura 3.3.



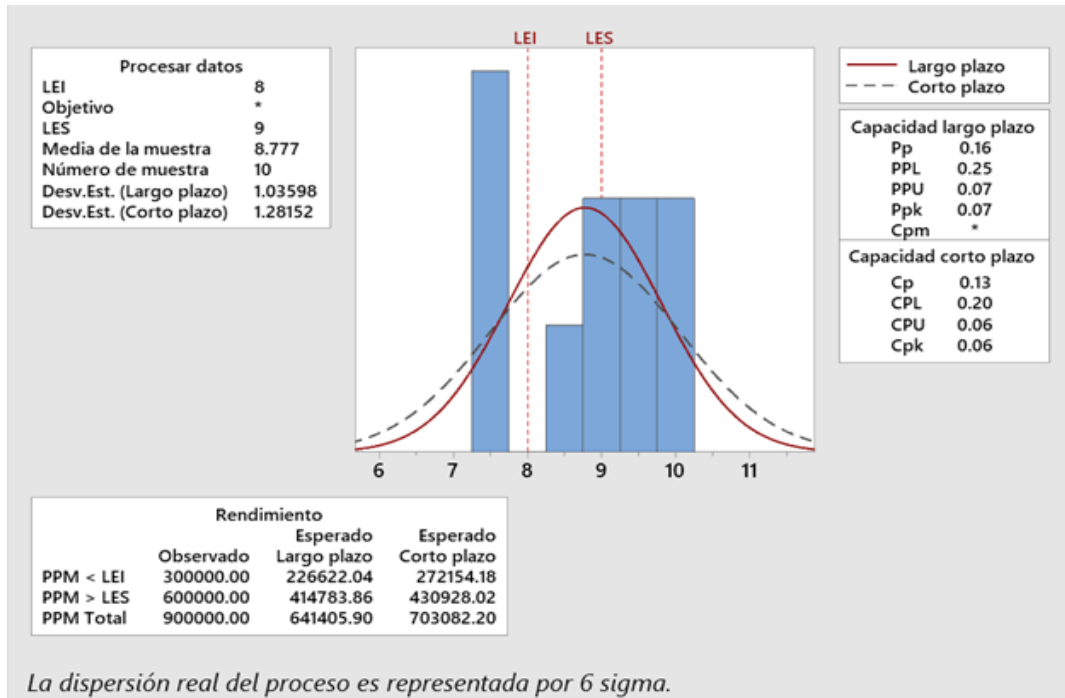
**Figura 0.3 Gráfica de normalidad del proceso \_ Mejorado**

Fuente: [Elaboración propia]

### 3.2 Análisis de Capacidad

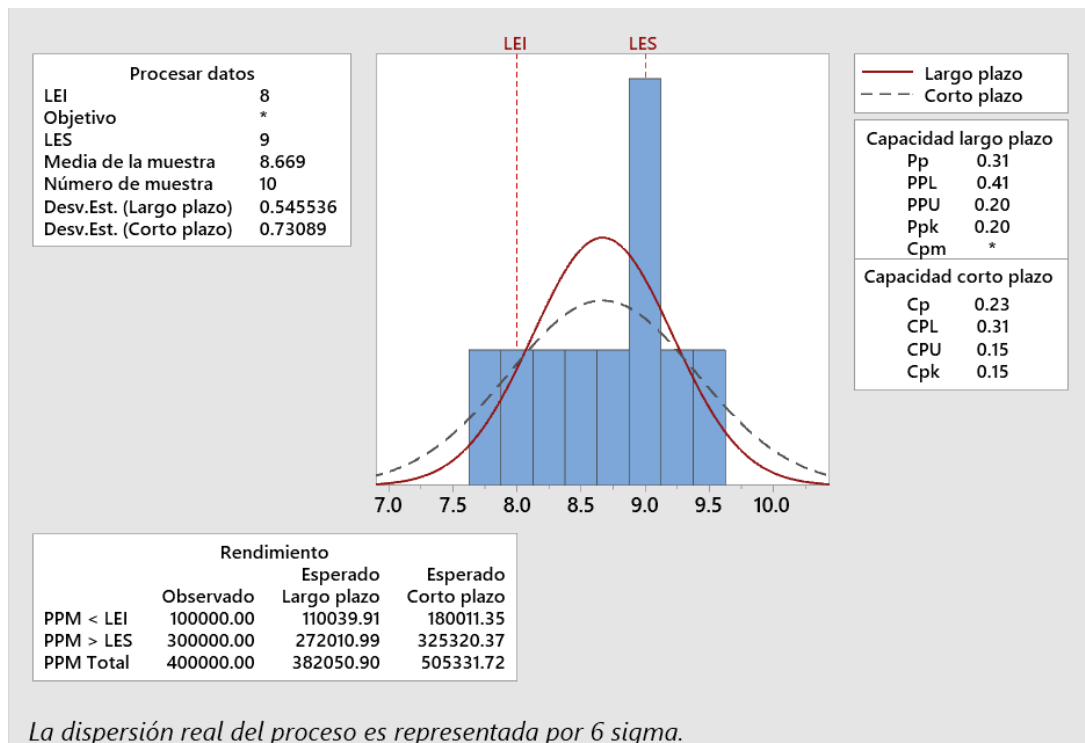
En la Figura 3.4 se observa que el valor de CPK es de 0.15 respecto al 0.6 inicial Figura 3.5 que se tenía hace dos meses, mejorando así la localización de los datos, mientras que el valor del CP pasó de 0.13 a 0.23 mejorando así la distribución y variabilidad de los datos, es decir se redujo la variación en los tiempos de ciclo del proceso y además están más centralizados acorde a las necesidades gerenciales que se requiere para tener un proceso capaz y eficiente.

Esto en base a dos semanas de medición e implementación, lo cual se espera que este indicador tenga un mejor rendimiento a medida que se van ajustando y controlando las implementaciones.



**Figura 0.4. Análisis de capacidad del proceso \_ Antes de la aplicación de las mejoras**

Fuente: [Elaboración propia]



**Figura 0.5 Análisis de capacidad del proceso \_ Mejorado**

Fuente: [Elaboración propia]



Para corroborar de manera estadística los datos se realizó una prueba t de student con dos muestras del tiempo en estado actual y el mejorado, en promedio para ambos casos Figura 3.6.

### 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

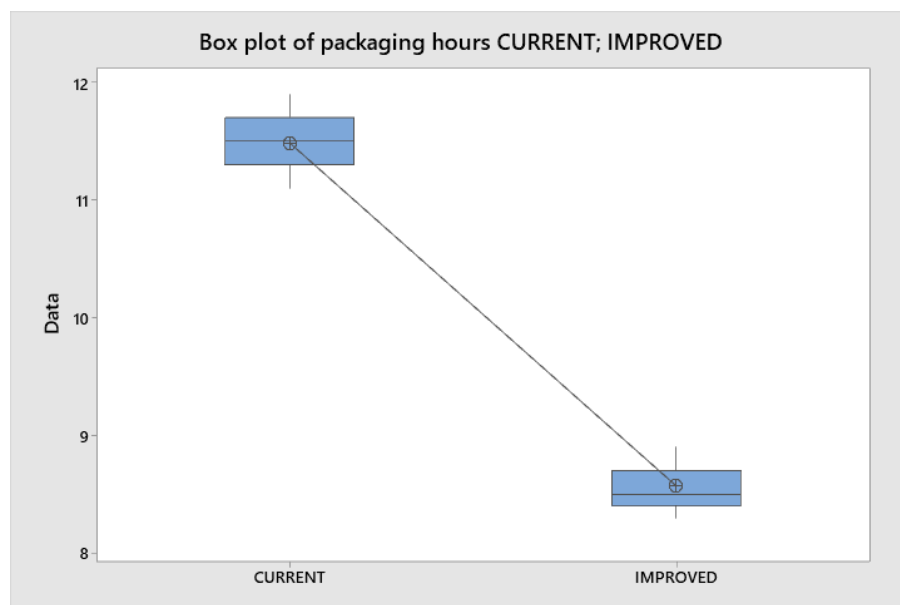
22.53 11 0.000

**Figura 0.6. Prueba T de student**

Fuente: [Elaboración propia]

Se observa que el valor p es menor al valor de significancia de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula de que las medias en la situación actual son igual a la situación mejorada, implicando que, si hay una diferencia significativa entre los tiempos de la situación actual y el mejorado, con un 95% de confianza.

De manera gráfica se tiene el siguiente boxplot Figura 3.7.



**Figura 0.7 Boxplot de los tiempos de empaquetado \_ Actual y Mejorado**

Fuente: [Elaboración propia]

### 3.2.1 Triple Bottom Line

#### 3.2.1.1 Pilar ambiental

Para este pilar de sostenibilidad se hizo énfasis en la reducción de desperdicios generados por las etiquetas usadas en la línea, en el escenario actual Figura 3.8 se tenía en promedio que el 18% de las etiquetas se desperdiciaban por mal ajuste en el equipo, esto complementándolo con las soluciones previamente mencionadas se logró tener un impacto positivo que en la primera semana de implementación el promedio se redujo al 15.5%, estas ponderaciones están basadas en treinta mil unidades en promedio de uso por lote.

Cód.Producto	Producto	Cantidad Teórica/Utiliza	Cantidad Real Empacada	Datada en Proceso	Número Muestras	Total Producido	CALCULO % DE RENDIMIENTO	CALCULO % DE RENDIMIENTO PRODUCIDO
100715	PRODUCTO EN KILOS	3,000.00	2,995.1000	3,600.00	1,300.00	3,000.00	99.84%	100.00%
100715	PRODUCTO EN UNIDADES	30,000.00	29,951.0000	41,000.00	8,000.00	30,000.00	99.84%	100.00%
30333	FCO PLAST NATURAL 120 ML	30,000.00	29,951.0000	41,000.00	8,000.00	30,000.00	99.84%	100.00%
30607	TAPA PLASTICA CORONA DE 28 MM BLANCA CUERDA INTERRUPTIDA	30,000.00	29,951.0000	49,000.00	8,000.00	30,000.00	99.81%	100.00%
30611	VASOS DOSIFICADORES DE JARABE PARA TAPA 120ML CAPACIDAD 15 ML	30,000.00	29,951.0000	41,000.00	8,000.00	30,000.00	99.84%	100.00%
31095	CINTA NOVO 3"X109 YD CLEAR	7.00	7.0000	0.0000	0.0000	7.00	100.00%	100.00%
31101	CARTON 120 ML C	333.00	333.0000	0.0000	0.0000	333.00	100.00%	100.00%
30565	KROXIFENO SUSP. 200MG/5ML FCO 100ML (MG)	30,315.00	29,951.0000	61,000.00	8,000.00	30,315.00	98.80%	100.00%
31201	KROXIFENO SUSP. 200MG/5ML FCO 100ML (MG)	30,000.00	29,951.0000	45,000.00	4,000.00	30,000.00	99.84%	100.00%

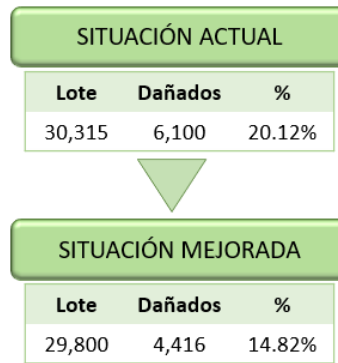
  

Cód.Producto	Producto	Cantidad Teórica/Utiliza	Cantidad Real Empacada	Datada en Proceso	Número Muestras	Total Producido	CALCULO % DE RENDIMIENTO	CALCULO % DE RENDIMIENTO PRODUCIDO
100715	PRODUCTO EN KILOS	3,000.00	2,975.5000	61,200.00	1,300.00	3,000.00	97.92%	100.00%
100715	PRODUCTO EN UNIDADES	30,000.00	29,375.8000	617,000.00	8,000.00	30,000.00	97.92%	100.00%
30333	FCO PLAST NATURAL 120 ML	29,444.00	29,375.8000	41,000.00	8,000.00	29,444.00	99.77%	100.00%
30607	TAPA PLASTICA CORONA DE 28 MM BLANCA CUERDA INTERRUPTIDA	29,683.00	29,375.8000	330,000.00	8,000.00	29,683.00	98.96%	100.00%
30611	VASOS DOSIFICADORES DE JARABE PARA TAPA 120ML CAPACIDAD 15 ML	30,874.00	29,375.8000	691,000.00	8,000.00	30,874.00	97.64%	100.00%
31095	CINTA NOVO 3"X109 YD CLEAR	5.00	5.0000	0.0000	0.0000	5.00	100.00%	100.00%
31101	CARTON 120 ML C	327.00	327.0000	0.0000	0.0000	327.00	100.00%	100.00%
30565	KROXIFENO SUSP. 200MG/5ML FCO 100ML (MG)	29,800.00	29,375.8000	4416,000.00	9,000.00	29,800.00	98.57%	100.00%
31201	KROXIFENO SUSP. 200MG/5ML FCO 100ML (MG)	29,966.00	29,375.8000	118,000.00	9,000.00	29,966.00	99.58%	100.00%

Figura 0.8. Situación actual\_mejorada del desperdicio de etiquetas

Fuente: [Empresa]

Después de dos semanas de implementación, se hizo un extrapolado obteniendo los siguientes valores Figura 3.9:



**Figura 0.9 Resultados del pilar ambiental**

Fuente: [Elaboración propia]

Validando la mejora de manera estadística, se realizó una prueba *t de student* Figura 3.10 a muestras de porcentaje de etiquetas dañadas por lote en la situación inicial y la mejorada. Dando como resultado una disminución de las etiquetas dañadas, lo que equivale porcentualmente que ha disminuido de 20.12% de etiquetadas dañadas a 14.82%.

### 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

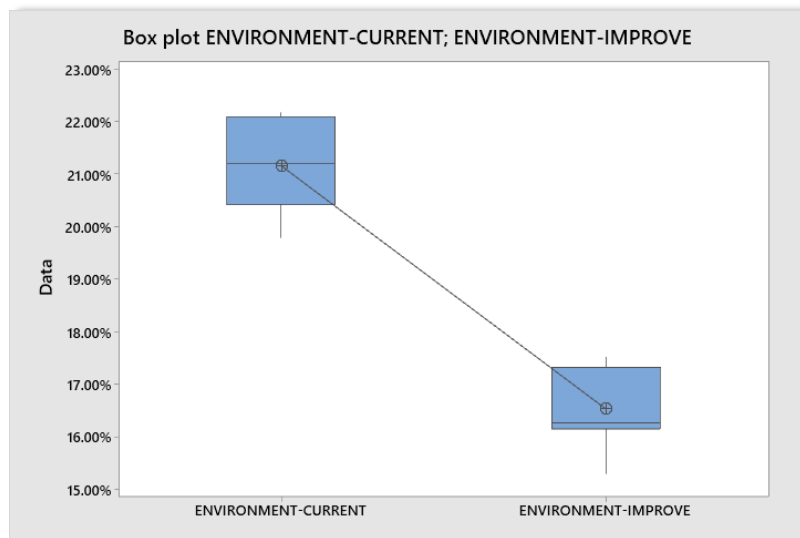
10.17 11 0.000

**Figura 0.10 Prueba T de student del impacto ambiental**

Fuente: [Elaboración propia]

Obteniendo un valor p de 0 el cual implica que se rechaza la hipótesis nula referente a que las medias de las muestras son iguales, por tal motivo hay una diferencia significativa entre las etiquetas dañadas.

De manera grafica se tiene un “*boxplot*” Figura 3.11.



**Figura 0.11** Boxplot del impacto ambiental

Fuente: [Elaboración propia]

### 3.2.1.2 Pilar social

En la parte social se trabajó sobre la organización del personal en la línea de envasado, se midieron de manera categórica el antes y después sobre la satisfacción de las operadoras al ejecutar sus operaciones y la comodidad en la que se encuentran Figura 3.12 y 3.13.

**ENCUESTA DE SATISFACCIÓN SITUACIÓN ACTUAL**

Área: Empaquetamiento

Nombre:

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Encierre la opción que considere a las siguientes preguntas:

¿Se siente satisfecho(a) con el espacio de trabajo?

1 2 3 4 5

¿Considera que la organización es adecuada?

1 2 3 4 5

¿Considera que se puede mejorar el orden de operadores?

1 2 3 4 5

¿Considera que el número de operadores es adecuado?

1 2 3 4 5

**ENCUESTA DE SATISFACCIÓN SITUACIÓN MEJORADA**

Área: Empaquetamiento

Nombre:

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Encierre la opción que considere a las siguientes preguntas:

¿Se siente satisfecho(a) con el espacio de trabajo?

1 2 3 4 5

¿Considera que la organización es adecuada?

1 2 3 4 5

¿Considera que se puede mejorar el orden de operadores?

1 2 3 4 5

¿Considera que el número de operadores es adecuado?

1 2 3 4 5

**Figura 0.12** Encuestas de satisfacción laboral

Fuente: [Elaboración propia]

#	Nivel
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Neutral
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

**Figura 0.13 Niveles de la encuesta**

Fuente: [Elaboración propia]

A través de las soluciones implementadas se pudo reorganizar las operaciones y tiempos de trabajo logrando así una mejor organización en las labores cotidianas.

Los resultados y variaciones de las encuestas se muestran mediante la Figura 3.14:

**SITUACIÓN ACTUAL**

**SITUACIÓN MEJORADA**

**ENCUESTA DE SATISFACCIÓN SITUACION ACTUAL**

Área: Empaquetamiento  
Nombre: Verónica Morán

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Encierre la opción que considere a las siguientes preguntas:

¿Se siente satisfecho(a) con el espacio de trabajo?

1 2 3 4 5

¿Considera que la organización es adecuada?

1 2 3 4 5

¿Considera que se puede mejorar el orden de operadores?

1 2 3 4 5

¿Considera que el número de operadores es adecuado?

1 2 3 4 5

**ENCUESTA DE SATISFACCIÓN SITUACION MEJORADA**

Área: Empaquetamiento  
Nombre: Verónica Morán

1	2	3	4	5
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo Ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

Encierre la opción que considere a las siguientes preguntas:

¿Se siente satisfecho(a) con el espacio de trabajo?

1 2 3 4 5

¿Considera que la organización es adecuada?

1 2 3 4 5

¿Considera que se puede mejorar el orden de operadores?

1 2 3 4 5

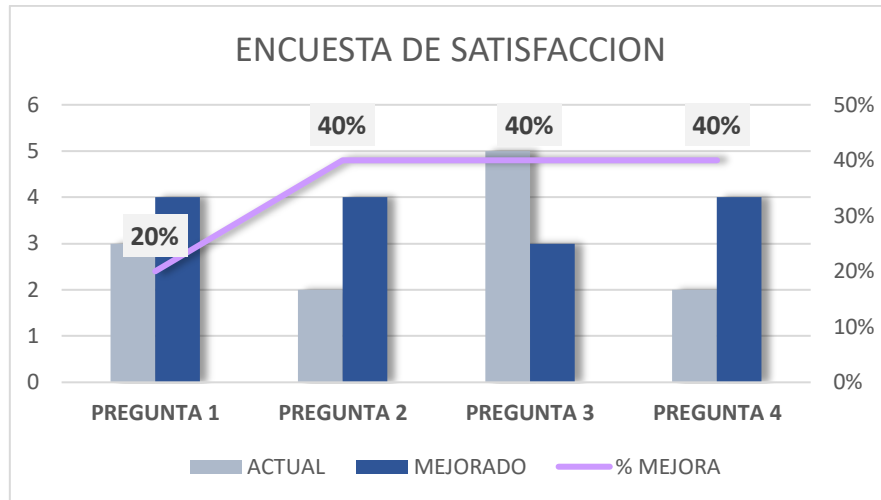
¿Considera que el número de operadores es adecuado?

1 2 3 4 5

**Figura 0.14 Resultados de encuesta \_ ejemplo**

Fuente: [Elaboración propia]

Con los datos obtenidos se procedió a sacar la moda por cada pregunta realizada y se comparó la diferencia porcentual mejorada, esto se realizó a un grupo de 8 personas.



**Figura 0.15 Porcentaje de mejora en cada pregunta de la encuesta**

Fuente: [Elaboración propia]

Donde se observa cómo se mejoró en promedio el 40% de la percepción del personal calificado Figura 3.15.

### 3.2.1.3 Pilar económico

Para el pilar económico se estableció la reducción de las horas totales de empaquetamiento, como se observó de manera previa se logró atacar sobre esta causa crítica, lo que permitió mejorar la productividad de la línea, lo cual es reflejado en términos monetarios proyectados de la siguiente manera, el análisis se realizó en un día laborable que corresponde a 8 horas Tabla 3.1.

**Tabla 0.1. Cuadro Comparativo Situación Actual Vs Mejorada**

COMPARATIVO	SITUACION	
	ACTUAL	MEJORADO
TH (unid)	21,016	28,791
\$/botella	1.21	1.21
TOTAL	\$25,429	\$34,837
Diferencia		\$9,408
1 día		37%
Ganancia mensual		\$206,971
Ganancia anual		\$2,483,646

Fuente: [Elaboración propia]

Logrando reducir las horas totales de empaquetamiento asociadas a un lote de 30.000 unidades, de 15,45 (Horas/Lote) a 8,66 (Horas/Lote), representando una mejora del 37% equivalentes a una ganancia anual de \$2 483,64.

### 3.3 Control

Una vez finalizada la etapa de implementación se ejecuta un plan de control como garantía de que las mejoras se mantenga durante el tiempo.

#### 3.3.1 Plan de Control

Parar sostener las mejoras en función del tiempo se adaptó un plan de control APENDICE I. Para la implementación de del manual cómo en primera instancia se realizaron capacitaciones orales y prácticas es necesario llevar una hoja de registro de control APENDICE E.

Asimismo, para el desajuste de la máquina etiquetadora que consiste en determinar las especificaciones técnicas que debe de tener la etiqueta para el tipo de máquina y envase a ser adherida para para controlar la solución al largo plazo se aplicará en la máquina un pictograma con las configuraciones necesarias acorde al tipo de etiqueta que se use, así cada vez que se cambie de este insumo se tendrá a simple vista los cambios a regularizar en el equipo Figura 3.16.

Y por último para las mejoras de plan de asignación del personal y estandarización del proceso que consisten en el balanceo del personal, y estandarización de los tiempos y actividades se harán de manera periódica la toma de tiempos del personal que permitan tomar decisiones a futuro mediante hojas de registro de control APENDICE F.



**Figura 0.16. Especificaciones técnicas de etiqueta**

Fuente: [Elaboración propia]



# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el desarrollo final del proyecto se procede a colocar las conclusiones generales relacionadas al desarrollo en implementación de las soluciones, así como las recomendaciones que permitan ser sostenibles las mejoras realizadas en cada sección del proceso.

### 4.1 Conclusiones

- Se logró reducir en 5 puntos porcentuales la cantidad de etiquetas dañadas al ingresar a la máquina, esto a través de las mejoras en calibración implementadas
- En promedio los operadores sintieron una mejora del 40% en base a las encuestas realizadas.
- La distribución de los operadores y asignación de tareas fue clave para lograr un mejor ambiente y control sobre las tareas del proceso.
- La proyección de ingreso mensual está valorada en \$200 mil dólares dado el incremento del *Throughput* en 37% y a un valor de \$1.21 por cada botella procesada.
- Mediante la implementación de las 4 mejoras se logró disminuir el tiempo de empaquetamiento en el área de líquidos orales que tenía como promedio 15,45 (Horas/Lote) correspondientes al mes de febrero del 2022 hasta noviembre del 2022 a 8,66 (Horas/Lote) tiempo de empaquetamiento promedio correspondiente al mes de enero del 2023.

### 4.2 Recomendaciones

- Cumplir con los periodos de control sobre las mejoras realizadas, para mejorar el desempeño de los operadores de línea y la parte técnica
- Medir de manera periódica el *Throughput*, *Cycle time* y *WIP*, para mantener la eficiencia de la línea y mejorar el proceso.
- Calibrar cada período de setup las máquinas acordes a las especificaciones colocadas junto a los equipos.

# BIBLIOGRAFÍA

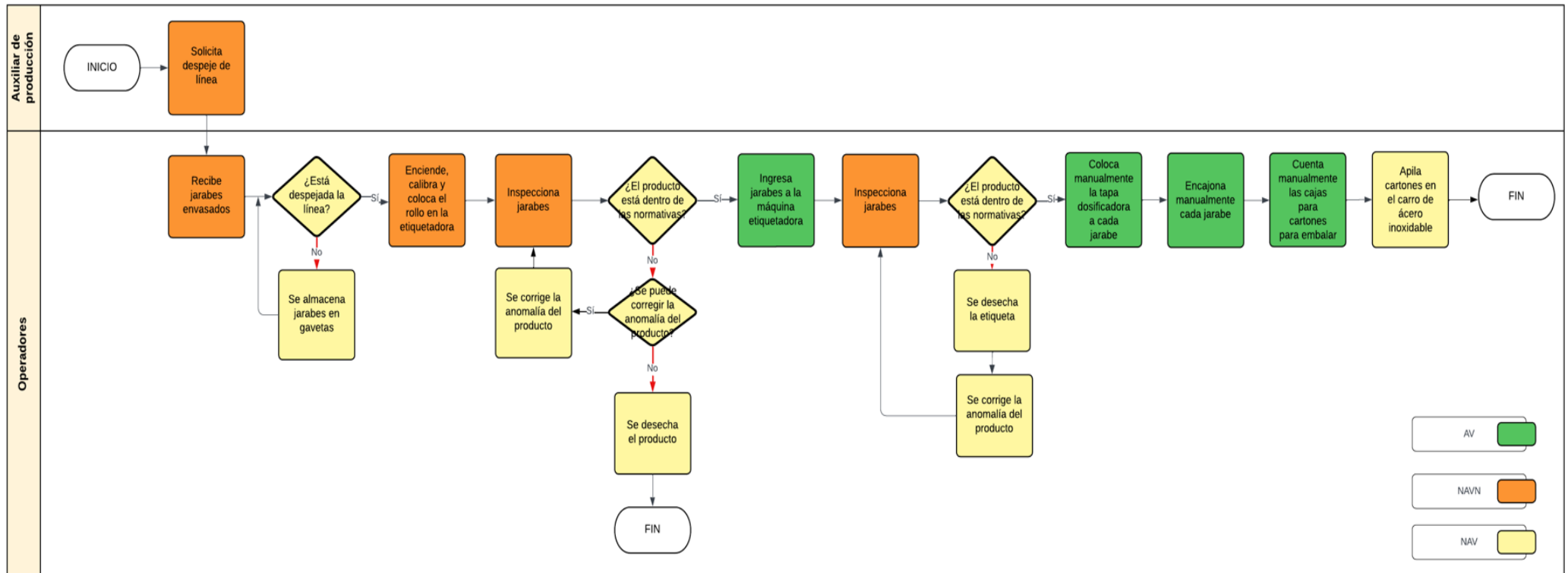
- Aguwa, C. C., Monplaisir, L., & Turgut, O. (2012). Voice of the customer: Customer satisfaction ratio based analysis. *Expert Systems with Applications*, 39, 11, 10112-10119. Recuperado el 3 de Diciembre de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417412003156>
- Cumbreño, S., & Pérez, F. (2004). Etiquetado. *Offarm*, 23, 1. Recuperado el 4 de Diciembre de 2022, de <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-etiquetado-13057230>
- De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139, 2, 604-614. Recuperado el 3 de Diciembre de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527312002277>
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad* (Tercera ed.). Ciudad de México: Mc Graw-Hill Interamericana Editores.
- Healthy Children. (2021). Tabla de dosificación del ibuprofeno para la fiebre y el dolor. Recuperado el 4 de Diciembre de 2022, de <https://www.healthychildren.org/Spanish/safety-prevention/at-home/medication-safety/Paginas/ibuprofen-for-fever-and-pain.aspx>
- Kiran, D. (2019). Chapter 16 - Product and process development. *Production Planning and Control*, 223-246. Recuperado el 2 de Diciembre de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128183649000160>
- Liesum, L., Kumpli, D. S., Peinado, A., & McDowall, N. (2018). Chapter 16 - The Role of Multivariate Statistical Process Control in the Pharma Industry. *Multivariate Analysis in the Pharmaceutical Industry*, 357-384. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128110652000151>
- Marques, P. A., & Requeijo, J. G. (2009). SIPOC: A Six Sigma Tool Helping on ISO 9000 Quality Management Systems. *3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*. Terrassa, España.

- MedlinePlus. (2020). Dosis del ibuprofeno para los niños. Recuperado el 03 de Diciembre de 2022, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000772.htm>
- Nicholas, J. (2018). *Lean Production for Competitive Advantage: A Comprehensive Guide to Lean Methodologies and Management Practices (2nd ed.)*. Productivity Press.
- Sawalakhe, P. V. (2020). A Model for Determining Process-Wise CTQs for Testing Laboratories. *Quality Assurance in the Era of Individualized Medicine*, 240-256. IGI Global. Recuperado el 3 de Diciembre de 2022, de <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2390-2.ch009>
- Scherer, F. (2000). Chapter 25 The pharmaceutical industry. *Handbook of Health Economics*, 1(B), 1297-1336. Recuperado el 2 de Diciembre de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574006400800384>
- Silva, N., & Pålsson, H. (2022). Industrial packaging and its impact on sustainability and circular economy: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 333, 130165. Recuperado el 3 de Diciembre de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621043304>

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

### Diagrama de Flujo del Proceso de Empaquetamiento



Fuente: [Elaboración propia]



## APÉNDICE C

### Confiabilidad de datos

Fecha	Hora inicio	Hora Fin	Duración	Variable	Eventualidad
10/11/2022	09:11:40	09:16:48	00:05:08	Paros programados	Paros programados
10/11/2022	11:29:45	11:43:08	00:13:23	Variación de velocidad	Variación de velocidad
10/11/2022	12:01:07	12:13:39	0:12:32	Paro de máquina etiquetadora	Paro de máquina por rompimiento de etiqueta
10/11/2022	12:15:40	12:25:31	00:09:51	Variación de velocidad	Variación de velocidad
10/11/2022	12:39:10	12:44:07	0:04:57	Paro de máquina etiquetadora	Reajuste tasa etiquetadora
10/11/2022	13:10:27	13:21:46	0:11:19	Paro de máquina etiquetadora	Paro de máquina por rompimiento de etiqueta
10/11/2022	13:19:51	13:27:29	00:07:38	Variación de velocidad	Variación de velocidad
10/11/2022	13:47:25	13:49:43	00:02:18	Defectos etiqueta	Burbujas etiquetas
10/11/2022	13:50:08	13:53:29	0:03:21	Paro de máquina etiquetadora	Paro para que vacien
10/11/2022	13:56:41	14:01:01	00:04:20	Tiempos muertos	Operarios desatienden la actividad por entablar conversas

	Tomado	Batch
Fecha Inicio	10/11/2022 09:25	10/11/2022 09:35
Fecha Fin	11/11/2022 14:29	11/11/2022 14:30
TOTAL	13.17 Horas	12.95 Horas
Tiempo Productivo	10:36:46	-
Tiempo Improductivo	02:33:14	-
Paros Programados	00:05:08	-
Paro de máquina etiquetadora	01:11:59	-
Variación de velocidad	00:50:43	-
Defectos etiqueta	00:10:02	-
Tiempos muertos	00:15:22	-

Fecha	Hora inicio	Hora Fin	Duración	Variable	Eventualidad
10/11/2022	14:09:45	14:13:03	00:03:18	Defectos etiqueta	Mal posición pegada
10/11/2022	14:22:05	14:33:10	0:11:05	Paro de máquina etiquetadora	Paro de máquina por rompimiento de etiqueta
10/11/2022	14:34:48	14:38:00	00:03:12	Tiempos muertos	Esperando material / a la máquina
10/11/2022	14:38:21	14:43:50	00:05:29	Paro de máquina etiquetadora	Cambio de rollo de etiqueta
10/11/2022	15:59:49	16:13:41	00:13:52	Variación de velocidad	Variación de velocidad

**Kronos** REGISTRO DE CONTROL DE EMPAQUE CÓDIGO: RPR-01-03  
CONTROL EN PROCESO VER-02

ÁREA DE: LÍQUIDOS Página 11 de 14

PRODUCTO:	KROXIFENO SUSPENSION 200 mg/ 5ml	CÓDIGO:	19018
FORMA FARMACÉUTICA:	SUSPENSION	No. DE LOTE:	221103
VÍA DE ADMINISTRACIÓN:	ORAL	F. EXPIRACIÓN:	11/2025
TAMANO DEL LOTE:	3,000.00	CANTIDAD TEÓRICA:	25,900
PERIODO DE VIDA ÚTIL:	36	PRESENTACIÓN:	FRASCOS 100 ml
REGISTRO SANITARIO:	03-MEN-0718	TIPO DE BARRA:	0118483248
F. INICIO:	20/11/2022	F. TERMINADO:	11/11/2022
HORA:	14:35		14:37

REVISIÓN DE BPSSEGURIDAD INDUSTRIAL VERIFICADO POR: Jefe de Producción

- 1.- Verificar que se haya realizado el despeje de línea correspondiente
- 2.- Verificar la utilización del equipo de protección personal: respiradores (mascarilla)
- 3.- Verificar las condiciones ambientales.

MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR	INSTRUCTIVOS DE REFERENCIA
1.- Etiquetadora/Recolector de Frascos	ISH-03-28 Limpieza, operación y mantenimiento de las máquinas de área de líquidos orales no estériles
2.- Solución Sanitizantes	ISH-01-09 Preparación de Agentes Desinfectantes
3.- Cables Plásticos	ISH-03-26 Limpieza de los diferentes accesorios y mangueras que se utilizan en las diferentes áreas de productos orales no estériles.
4.- Trazales, máquinas dispensadoras de cintas estéticas, espátulas	RPR-01-02 Proceso de Armado de Cajas Etiquetado-Encapado y Embalaje

PROCEDIMIENTO DE EMPAQUE	REALIZADO POR Operario L II
a.- Preparación de los materiales. Revisar la fecha de la última limpieza, y proceder de acuerdo al instructivo.	OK
b.- Recibir y revisar el material impreso codificado, verificando que los datos de etiquetas y cajas del producto correspondan al batch.	OK
c.- Ingresar al sistema, los datos que correspondan al batch del producto e imprimir las etiquetas adhesivas para identificar los corrugados.	OK
d.- Identificar los corrugados pegando las etiquetas de identificación, con todos los datos correspondientes.	OK
e.- Acondicionar la línea de empaque en el siguiente orden: etiquetadora, recolector, banda transportadora	OK
f.- Solicitar el despeje de línea a Control de Calidad	OK
g.- Colocar el rollo de etiquetas, calibrar la salida de la máquina etiquetadora. Ver ISH-03-28	OK
h.- Limpiar los frascos envasados, con bañal húmeda si estos presentan residuos el producto, colocándolos en la banda transportadora de la etiquetadora y verificar que la posición de la etiqueta sea correcta.	OK
i.- Recibir los frascos en el recolector y colocar los vasos dosificadores sobre las tapa en los frascos etiquetados.	OK
j.- Colocar los frascos etiquetados en sus respectivas cajas y verificar que tengan la información del batch. Ver RPR-01-03 Proceso de Armado de Caja- Etiquetado- Encapado y Embalaje la posición de los frascos deben ser vertical con la tapa hacia arriba.	OK
k.- Cerrar las cajas, colocadas en la banda transportadora en posición horizontal con el lado del lote para arriba.	OK
l.- Arrastrar el cartón corrugado con la cinta de empaque, colocar el responsable de empaque sobre el cartón en el lugar correspondiente van 160 frascos (2 piezas de 80 frascos). Cerrarlo y sellarlo con cinta de sellado.	OK
m.- Colocar en coches de acero inoxidable los corrugados luego que estén llenos enviarlos al área de Producto en Cuarentena	OK
n.- Colocar la etiqueta de Sellado, al corrugado incompleto.	OK
o.- El lote aprobado del producto, se entrega al personal de bodega de producto terminado llevando el registro RPR-01-12	OK

	Tomado	Batch
Fecha Inicio	10/11/2022 09:25	10/11/2022 09:35
Fecha Fin	11/11/2022 14:29	11/11/2022 14:30
TOTAL	13.17 Horas	12.95 Horas
Tiempo Productivo	10:36:46	-
Tiempo Improductivo	02:33:14	-
Paros Programados	00:05:08	-
Paro de máquina etiquetadora	01:11:59	-
Variación de velocidad	00:50:43	-
Defectos etiqueta	00:10:02	-
Tiempos muertos	00:15:22	-

Fecha	Hora inicio	Hora Fin	Duración	Variable	Eventualidad
10/11/2022	16:22:01	16:26:27	00:04:26	Defectos etiqueta	Mal posición pegada
10/11/2022	16:38:06	16:50:17	0:12:11	Paro de máquina etiquetadora	Paro de máquina por rompimiento de etiqueta
11/11/2022	10:46:11	10:49:17	0:03:06	Paro de máquina etiquetadora	Reajuste tasa etiquetadora
11/11/2022	10:50:36	10:54:01	00:03:25	Tiempos muertos	Esperando material / a la máquina
11/11/2022	10:55:16	10:58:30	00:03:14	Paro de máquina etiquetadora	Cambio de rollo de etiqueta
11/11/2022	10:58:48	11:03:33	0:04:45	Paro de máquina etiquetadora	Paro para que vacíen
11/11/2022	12:24:30	12:30:29	00:05:59	Variación de velocidad	Variación de velocidad
11/11/2022	13:03:22	13:07:47	00:04:25	Tiempos muertos	Operarios desatienden la actividad por entablar conversas

**Kronos** REGISTRO DE CONTROL DE EMPAQUE CONTROL EN PROCESO CÓDIGO: 0075-21-05 VER-02

ÁREA DE: LÍQUIDOS Página 11 de 14

PRODUCTO	KROXIFENO SUSPENSION 200 mg/ 5ml	CÓDIGO	100718
FORMA FARMACÉUTICA	SUSPENSION	Nº DE LOTE	11102
VÍA DE ADMINISTRACIÓN	ORAL	F. EXTRACTOR	11/2022
TAMANO DEL LOTE	3.000.00 L	CANTIDAD TÉCNICA	25.000 FRASCOS
PERIODO DE VIDA ÚTIL	438 MESES	PRESENTACIÓN	FRASCOS
REGISTRO SANTANDER	438 MESES	CÓDIGO DE BARRA	0112480246
F. INICIO	07/2022	F. TERMINADO	07/2022
HORA:	11:30	11:30	

REVISIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

1- Verificar que se haya realizado el desmonte de línea correspondiente  
2- Verificar la utilización del equipo de protección personal: respiradores (mascarilla)  
3- Verificar las condiciones ambientales

MATERIALES Y EQUIPOS A UTILIZAR

INSTRUCTIVOS DE REFERENCIA

1- Etiquetadora/Receptor de Frascos: 00H-03 Limpieza, operación y mantenimiento de las máquinas del área de líquidos fases no  
2- Solución Sanitizante: 00H-00 Preparación de Agentes Desinfectantes  
3- Casettes Plásticos: 00H-03 Limpieza de los diferentes accesorios y mangarías que se utilizan en las diferentes áreas de productos sales no estables  
4- Trazos, máquinas dispensadoras de cinta adhesiva, espátulas: 00H-02 Proceso de Armado de Cajas Etiquetado-Encajado y Embalaje

PROCEDIMIENTO DE EMPAQUE	REALIZADO POR
a- Preparación de los materiales. Revisar la fecha de la última limpieza, y proceder de acuerdo al instructivo.	AW
b- Recibir y recibir el material impreso certificado, verificando que los datos de etiquetas y cajas del producto correspondan al batch.	AW
c- Imprimir el sistema, los datos que correspondan al batch del producto e imprimir las etiquetas adhesivas para identificar los cartuchos.	AW
d- Identificar los cartuchos pegando las etiquetas de identificación, con todos los datos correspondientes.	AW
e- Acondicionar la línea de empaque en el siguiente orden: etiquetadora, receptor, banda transportadora	AW
f- Solictar el despacho de línea a Control de Calidad	AW
g- Colocar el rollo de etiquetas, cambiar la salida de la máquina etiquetadora. Ver 00H-03-02	AW
h- Limpiar los frascos empujados, con tanta humedad si estos presentan residuos el producto, colocados en la banda transportadora de la etiquetadora y verificar que la posición de la etiqueta sea correcta.	AW
i- Recibir los frascos en el receptor y colocar los vasos clasificadores sobre las tapas en los frascos etiquetados.	AW
j- Colocar los frascos etiquetados en sus respectivos cajas y verificar que tengan la información del inserto. Ver 00H-03-02 Proceso de Armado de Caja Etiquetado-Encajado y Embalaje la posición de los frascos deben ser vertical con la tapa hacia arriba.	AW
k- Cerrar las cajas, colocadas en la banda transportadora en posición horizontal con el lado del lote para arriba.	AW
l- ARMAR EL SUPER: Colocar con la cinta del empujador, colocar el responsable de empujar, luego empujar las jarras en el lugar correspondiente van 180 frascos (2 cajas de 90 frascos). Cerrarlo y sellarlo con cinta de selladora.	AW
m- Colocar en coches de acero mandando los cartuchos luego que estén fríos enviados al Área de Producto en Cuarentena.	AW
n- Colocar la etiqueta de Salida, al cartucho incompleto.	AW
o- El lote aprobado del producto, se entrega al personal de bodega de producto terminado haciendo el registro 00H-03-02	AW

Fuente: [Elaboración propia]



## APÉNDICE D

### SECUENCIA DE MOVIMIENTOS POR ACTIVIDAD

<b>Ingreso de jarabes a línea de empaquetado</b>	
<b>Izquierda</b>	<b>Derecha</b>
Coger 2 jarabes	Esperar
Sostener 2 jarabes	Coger 2 jarabes
Mover jarabes a la etiquetadora	Mover jarabes a la etiquetadora
Esperar con los jarabes	Colocar jarabes a la etiquetadora
Colocar jarabes a la etiquetadora	Esperar a soltar
Soltar jarabes en la línea	Soltar jarabes en la línea
<b>Etiquetado</b>	
<b>MÁQUINA</b>	
<b>Coloca tapa dosificadora</b>	
<b>Izquierda</b>	<b>Derecha</b>
Coger tapa dosificadora	Esperar jarabe
Sostener tapa dosificadora	Coger jarabe
Colocar tapa dosificadora al jarabe	Sostener jarabe
Esperar a coger nueva tapa	Mover jarabe a la cinta transportadora
Esperar a coger nueva tapa	Soltar jarabe en la cinta
<b>Encajonado</b>	
<b>Izquierda</b>	<b>Derecha</b>
Coger caja	Esperar jarabe
Apreto caja	Esperar jarabe
Sostener caja	Colocar jarabe dentro de caja
Cerrar contorno de caja	Cerrar contorno de caja
Cerrar parte superior caja	Sostener caja
<b>Embalado</b>	
<b>Izquierda</b>	<b>Derecha</b>
Coger 2 jarabes	Esperar
Sostener 2 jarabes	Coger 2 jarabes
Mover jarabes al cartón	Mover jarabes al cartón
Esperar con los jarabes	Colocar jarabes en el cartón
Colocar jarabes en el cartón	Esperar a soltar
Soltar jarabes en el cartón	Soltar jarabes en el cartón

Fuente: [Elaboración propia]

## APÉNDICE E

### HOJA DE REGISTRO PARA PLAN DE CONTROL PARA EL MANUAL DE OPERACIONES

MANUAL PARA ESTANDARIZACIÓN DE FUNCIONES DE LA MÁQUINA					
Responsable: Shariz Panchano	Variables de medición				
Nombre	Configuración de los controles	Velocidad de la máquina	Cambio de rollo	Desmontaje de rollo	Cambio de rollo nuevo
SEMANA 1					
SEMANA 2					

Fuente: [Elaboración propia]

## APÉNDICE F

### HOJA DE REGISTRO PARA PLAN DE CONTROL PARA ESTANDARIZACION DE ACTIVIDADES Y TIEMPOS

CONTROL DE TIEMPOS PARA ACTIVIDADES																				
VARIABLES DE MEDICION																				
Actividad	Ingreso				Etiquetado				Coloca tapa dosificadora				Enajona				Embala			
Operador 1																				
Operador 2																				
Operador 3																				
Operador 4																				

Fuente: [Elaboración propia]

## APÉNDICE G

### ESTUDIO DE TIEMPOS

ACTIVIDAD	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TP1
Ingreso de jarabes a línea de empaquetado	0.61	0.65	0.78	0.76	0.77	0.64	0.7	0.8	0.83	0.82	0.74
Etiquetado	0.83	0.7	0.75	0.8	0.72	0.77	0.81	0.71	0.8	0.78	0.77
Coloca tapa dosificadora	1.1	1.14	1.15	1.11	1.16	1.2	1.19	1.2	1.21	1.17	1.16
Encajonado	2.4	3	2.79	2.52	2.73	2.55	2.59	2.5	3	2.96	2.62
Embalado	0.55	0.71	0.59	0.6	0.67	0.62	0.65	0.69	0.71	0.72	0.65
<b>TOTAL</b>	5.49	6.2	6.06	5.79	6.05	5.78	5.94	5.9	6.55	6.45	5.94

Fuente: [Elaboración propia]

# APÉNDICE H

## HOJA DE REGISTRO PARA CAPACITACIÓN DE ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y ACTIVIDADES

ESPOL  
INGENIERÍA INDUSTRIAL - 25 2022  
MATERIA INTEGRADORA  
AUMENTO DE EFICIENCIA Y RENDIMIENTO EN LA LÍNEA DE LÍQUIDOS ORALES

REGISTRO DE ASISTENCIA PERSONAL CAPACITADO CON RESPECTO A LAS SOLUCIONES DE ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS Y PLAN DE ASIGNACIÓN PERSONAL

APellidos y Nombres	NOMBRE DE ACTIVIDAD	FIRMA
Nolasys Figueroa Jara	Embalado	
Piñafiel, ANA ORLEY	EMBALAR	
Jorge Luis L	IN CASO DE SERVICIO 5 m'	
Solera Quijije Francisca	empaquetar	
Manuel Felix Manan	empaquetar	
Mano Vicky Hernandez	empaquetar	
Roxa Acosta Charry	empaquetar	
Elvira Lopez Maria Ines	empaquetar	
Sanchez Ramos Gladys	empaquetar	

FIRMA GERENTE GENERAL

Fuente: [Elaboración propia]

## APÉNDICE I

### PLAN DE CONTROL PARA LAS MEJORAS

PLAN DE CONTROL							
Causa Raíz	Solución Propuesta	Qué	Persona que ejecuta la actividad	Cómo se controlará	Dónde se controlará	Quién	Cuándo
Los operadores no tienen el conocimiento necesario de la máquina	Implementar un manual de uso detallado que permita estandarizar la función de la máquina etiquetadora (Parametrización) en la secuencia general del proceso	Plantilla de registro de aprobación para las distintas variables	Auxiliar de producción	Mediante la plantilla de registro se colocará un "visto" en las variables si el operador ejecuta bien la operación, de lo contrario una "x"	Área de empaquetamiento	Supervisora de producción	Mensual
No se reúnen los parametros necesarios para el tipo de etiqueta	Determinar las especificaciones técnicas que debe de tener la etiqueta para el tipo de máquina y envase a ser adherida	Pictograma de las características adecuadas de la etiqueta	Personal de mantenimiento	Mediante la comparación de las características que otorga el proveedor con las escritas en el pictograma	Área de empaquetamiento	Jefa de producción	Mensual
Operadores son parte de la planificación de otra área	Plan de asignación del personal	Plantilla de registro de número de personal en la operación	Supervisora de producción	Mediante la plantilla de registro se colocarán el número de personas que ejecuten la operación	Área de empaquetamiento	Jefa de producción	Quincenal
No existen tiempos estándares para las actividades	Estandarización de las tareas y tiempos operativos en el área de empaquetamiento	Plantilla de registro de tiempos de cada actividad por operador	Auxiliar de producción	Mediante la plantilla de registro se colocarán los tiempos en que se desarrollan las actividades conjunto al nombre del operador	Área de empaquetamiento	Supervisora de producción	Quincenal

Fuente: [Elaboración propia]

## APÉNDICE J

### PLAN DE IMPLEMENTACIÓN COMPLETADO

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN							
Causa Raíz	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuánto?	Estado
Los operadores no tienen el conocimiento necesario de la máquina	Implementar un manual de uso detallado que permita estandarizar la función de la máquina etiquetadora (Parametrización) en la secuencia general del proceso	Permite parametrizar las especificaciones para el uso de la máquina etiquetadora	Se realizará un manual de operaciones, y para el entendimiento de los operadores se harán capacitaciones prácticas y orales	Área de empaquetamiento	Líderes del proyecto	\$5,45	Completado
No se reúnen los parámetros necesarios para el tipo de etiqueta	Determinar las especificaciones técnicas que debe de tener la etiqueta para el tipo de máquina y envase a ser adherida	Para asegurarse de que las especificaciones de la etiqueta se ajusten a los parámetros de la máquina etiquetadora, así como al producto que se va a adherir.	Mediante pruebas con etiquetas plásticas y de cartón	Área de empaquetamiento	Líderes del proyecto	\$17	Completado
Operadores son parte de la planificación de otra área	Plan de asignación del personal	Porque la secuencia de operación no se interrumpe	Se realizará mediante ecuaciones matemáticas que involucran un estudio de tiempo previo	Área de empaquetamiento	Líderes del proyecto	\$220	Completado
No existen tiempos estándares para las actividades	Estandarización de las tareas y tiempos operativos en el área de empaquetamiento	Permite que las actividades y tiempos del proceso mantengan una constante armonía de los parámetros del proceso	Mediante capacitaciones al personal adaptando las habilidades para la realización de las actividades en el tiempo correspondiente	Área de empaquetamiento	Líderes del proyecto	\$427,50	Completado

Fuente: [Elaboración propia]