

UNIVERSIDAD CENTRAL VICERRECTORÍA ACADÉMICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EVALUACIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE ENVASADO DE LA LÍNEA 2 DE LA EMPRESA FIFCO CON DMAIC Y SMED PARA AUMENTAR SU EFICIENCIA

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: DAVID VARGAS SOLÍS

TUTOR: ING. JOEL PICADO SANABRIA

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA
AGOSTO, 2024**

CÉDULA DE IDENTIDAD

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA.....	I
CÉDULA DE IDENTIDAD	II
SOLICITUD DE DEFENSA.....	III
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR.....	V
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO	VI
CARTA DE ENTENDIMIENTO	VII
CONTENIDO	VIII
TABLAS	XIII
FIGURAS	XIV
DEDICATORIA.....	XVII
AGRADECIMIENTOS.....	XVIII
EPÍGRAFE	XIX
RESUMEN	XX
CAPÍTULO I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ANTECEDENTES	4
1.4.1 Antecedentes nacionales	4
1.4.2 Antecedentes internacionales.....	7
1.5 PROYECCIONES.....	10
1.5.1 Alcances	10
1.5.2 Limitaciones	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES.....	12
2.1.1 Metodología DMAIC	12

2.1.2 Project charter	13
2.1.3 Stakeholders	14
2.1.4 Análisis de PESTEL	14
2.1.5 Árbol CTQ	15
2.1.6 Mapa de procesos	16
2.1.7 Diagrama SIPOC	17
2.1.8 Diagrama de flujo	19
2.1.9 Registros históricos de recaudación	20
2.1.10 Indicadores KPI	21
2.1.11 Gráficos de barra	21
2.1.12 Gráfico de pastel	22
2.1.13 Value Stream Mapping (VSM)	23
2.1.14 Single Minute Exchange of Die (SMED)	24
2.2.15 Lluvia de ideas	25
2.1.16 Diagrama de Ishikawa	26
2.1.17 Entrevistas	28
2.1.18 Técnica del multivoto	29
2.1.19 Diagrama de Pareto	29
2.1.20 Método de los 5 porqués	31
2.1.21 Diagrama de Gantt	32
2.1.22 Procedimientos operativos estandarizados (POE)	33
2.1.23 Capacitación de equipos	33
2.1.24 Caminata gemba	34
2.1.25 Evaluación de procesos	34
2.1.26 Matriz RACI (asignación y responsabilidades)	35
2.1.27 Plan de control	36
2.1.28 Análisis de costo-beneficio	36
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	37
2.2.1 Visión/misión	37
2.2.2 Antecedentes históricos	37
2.2.3 Ubicación geográfica	38

2.2.4 Estructura organizacional	39
2.2.5 Cantidad de empleados.....	39
2.2.6 Tipos de productos.....	40
2.2.7 Mercado de exportación	41
2.2.8 Descripción general del proceso productivo.....	41
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	45
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	49
3.3.1 Sujetos de información	50
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS	51
3.5 INSTRUMENTOS.....	53
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	54
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
4.1 DEFINIR.....	58
4.1.1 Project charter	58
4.1.2 Análisis de stakeholders.....	61
4.1.3 Análisis del entorno (PESTEL)	64
4.1.4 Árbol CTQ.....	70
4.1.5 Mapa de procesos.....	72
4.1.6 Diagrama SIPOC.....	73
4.1.7 Diagrama de flujo	76
4.1.8 Cumplimiento de la programación de la producción en las líneas de envasado	77
4.1.9 Descripción del porcentaje de cumplimiento de la producción en la Línea 2 de envasado.....	78
4.1.10 Cuantificación económica del producto faltante en la presentación de 1 litro.....	79
4.1.11 Cuantificación económica del producto faltante en la presentación de 750 ml.....	81
4.2 MEDIR.....	82

4.2.1 Medición de los tiempos de duración del proceso de envasado.....	82
4.2.2 Value Stream Mapping (VSM)	83
4.2.3 Single Minute Exchange of Die (SMED)	85
4.2.3.1 Etapa I. Observar y medir	85
4.2.3.2 Etapa II. Proceso de cambio y separación de actividades internas y externas	97
4.3 ANALIZAR.....	122
4.3.1 Lluvia de ideas	122
4.3.2 Diagrama de Ishikawa	124
4.3.3 Técnica del multivoto.....	128
4.3.4 Diagrama de Pareto	129
4.3.5 Análisis de las causas identificadas mediante la técnica de los 5 porqués	130
CAPÍTULO V. PROPUESTA.....	132
5.1 MEJORAR.....	133
5.1.1 Propuesta 1: Cambio de actividades de internas a externas.....	133
5.1.1.1 Propuesta de actividades internas a externas en el proceso de cambio de Inspección.....	133
5.1.1.2 Propuesta de actividades internas a externas en el proceso de cambio de Llenado.....	140
5.1.1.3 Propuesta de actividades internas a externas en el proceso de cambio de Etiquetado.....	148
5.1.1.4 Propuesta de actividades internas a externas en el proceso de cambio de Empacado	156
5.1.2 Propuesta 2: Diseño de un programa de mantenimiento preventivo	165
5.1.3 Propuesta 3: Diseño de un plan anual de capacitaciones	167
5.2 CONTROLAR.....	169
5.2.1 Diagrama de Gantt con el plan para las propuestas de implementación	169
5.2.2 Matriz RACI (asignaciones y responsabilidades) con la propuesta	171
5.2.3 Plan de control para la implementación de las propuestas.....	173
5.3 ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO DE LAS PROPUESTAS	175
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	180

CONCLUSIONES	181
RECOMENDACIONES.....	182
REFERENCIAS.....	184
APÉNDICES Y ANEXOS.....	194
APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS	195
APÉNDICE 2: COMPARATIVO ENTRE LOS TIEMPOS DEL PROCESO DE CAMBIO ACTUAL Y PROPUESTO	197
ANEXO 1: MODELOS DE BANDAS TRANSPORTADORAS DE BOTELLAS	198
ANEXO 2: MODELO DE MÁQUINA INSPECTORA DE BOTELLAS	199
ANEXO 3: MODELO DE MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS	200
ANEXO 4: MODELO DE MÁQUINA EMPACADORA DE BOTELLAS	201
ANEXO 5: CAMBIO DE FORMATO DE LAS MEDIAS LUNAS.....	202
ANEXO 6: CAMBIO DE TUBOS DE LLENADO	203

TABLAS

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área	40
Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico	52
Tabla 4.1: Tiempos de duración del proceso de envasado de la Línea 2	83
Tabla 4.2: Tiempos por atrasos en los cambios	89
Tabla 4.3: Tiempos por atrasos en el arranque de la producción	92
Tabla 4.4: Tiempo promedio de los cambios por proceso	94
Tabla 4.5: Tiempo promedio del cambio por proceso.....	96
Tabla 4.6: Actividades del proceso de cambio de Inspección.....	100
Tabla 4.7: Herramientas para el proceso de cambio de Inspección.....	103
Tabla 4.8: Personal operativo para el proceso de cambio de Inspección.....	103
Tabla 4.9: Actividades del proceso de cambio de Llenado	106
Tabla 4.10: Herramientas para el proceso de cambio de Llenado	109
Tabla 4.11: Personal operativo para el proceso de cambio de Llenado.....	109
Tabla 4.12: Actividades del proceso de cambio de Etiquetado	112
Tabla 4.13: Herramientas para el proceso de cambio de Etiquetado.....	115
Tabla 4.14: Personal operativo para el proceso de cambio de Etiquetado.....	115
Tabla 4.15: Actividades del proceso de cambio de Empacado.....	118
Tabla 4.16: Herramientas para el proceso de cambio de Empacado.....	121
Tabla 4.17: Personal operativo para el proceso de cambio de Empacado.....	121
Tabla 4.18: Técnica multivoto con los resultados de la votación.....	129
Tabla 4.19: Análisis de las causas mediante la técnica de los 5 porqués	131
Tabla 5.1: Tiempo de setup al aplicar la filosofía SMED.....	137
Tabla 5.2: Tiempo de setup al aplicar la filosofía SMED.....	145
Tabla 5.11: Tiempo de setup al aplicar la filosofía SMED.....	153
Tabla 5.4: Tiempo de setup al aplicar la filosofía SMED.....	161
Tabla 5.5: Costos iniciales de implementación de las propuestas	176
Tabla 5.6: Costo operativo anual para la implementación de las propuestas.....	177
Tabla 5.7: Beneficio esperado por la implementación de las propuestas.....	177
Tabla 5.8: Flujo de efectivo para la implementación de las propuestas	178
Tabla 5.9: Flujo de efectivo	179

FIGURAS

Figura 2.1: Modelo de un mapa de procesos	17
Figura 2.2: Modelo de un diagrama SIPOC.....	18
Figura 2.3: Simbología para elaborar diagramas de flujo	20
Figura 2.4: Ejemplo de un gráfico de barras.....	22
Figura 2.5: Modelo de un gráfico de pastel	23
Figura 2.5: Modelo del VSM.....	24
Figura 2.6: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa	28
Figura 2.7: Ejemplo de un diagrama de Pareto	30
Figura 2.8: Ejemplo de un diagrama de Gantt	32
Figura 2.9: Mapa satelital de la empresa FIFCO	39
Figura 2.10: Organigrama del área de producción de la empresa FIFCO.....	39
Figura 2.11: Presentaciones de cerveza envasadas en la Línea 2.....	41
Figura 2.12: Modelo del proceso de envasado en la Línea 2.....	42
Figura 2.13: Diagrama de flujo del proceso de envasado en la Línea 2.....	43
Figura 3.1: Metodología DMAIC para realizar la investigación.....	47
Figura 3.2: Diagrama de flujo para el proceso de recolección y análisis de datos	55
Figura 4.1: Project charter para la investigación.....	59
Figura 4.2: Partes interesadas de la empresa.....	61
Figura 4.3: Matriz de influencia e impacto de las partes interesadas de la empresa.....	64
Figura 4.4: Análisis del contexto de la empresa FIFCO Costa Rica.....	65
Figura 4.5: Árbol CTQ sobre las características del proceso de envasado del producto en la Línea 2.....	71
Figura 4.6: Mapa de los procesos de la empresa.....	73
Figura 4.7: Diagrama de SIPOC del proceso de envasado de la Línea 2	74
Figura 4.8: Diagrama de flujo del proceso de envasado en la Línea 2.....	76
Figura 4.9: Cumplimiento del proceso de envasado por línea de envasado en el 2023	78
Figura 4.10: Cumplimiento mensual de la Línea 2 de envasado en el 2023	79
Figura 4.11: Cantidad de producto faltante en el 2023 (presentación de 1 litro)	80
Figura 4.12: Cantidad de producto faltante en el 2023 (presentación de 750 ml)	81
Figura 4.13: VSM del proceso de envasado de la Línea 2	84

Figura 4.14: Distribución de las máquinas del proceso de envasado de la Línea 2	86
Figura 4.15: Mapa del proceso de la Línea 2 de envasado	87
Figura 4.17: Tendencia de los atrasos por cambios	91
Figura 4.18: Atrasos en el arranque de la producción	93
Figura 4.19: Porcentajes de participación por proceso	95
Figura 4.20: Porcentaje de participación por proceso y producto	96
Figura 4.21: Diagrama de flujo del proceso de Inspección	98
Figura 4.22: Diagrama de flujo del proceso de cambio de Inspección	99
Figura 4.23: Actividades del proceso de cambio de Inspección según su criticidad	101
Figura 4.24: Porcentaje de actividades internas y externas en el proceso de cambio de Inspección	102
Figura 4.25: Diagrama de flujo del proceso de Llenado.....	104
Figura 4.26: Diagrama de flujo del proceso de cambio de Llenado	105
Figura 4.27: Actividades del proceso de cambio de Llenado según su criticidad	107
Figura 4.28: Porcentaje de actividades internas y externas en el proceso de cambio de Llenado	108
Figura 4.29: Diagrama de flujo del proceso de Etiquetado	110
Figura 4.30: Diagrama de flujo del proceso de cambio de Etiquetado	111
Figura 4.31: Actividades del proceso de cambio de Etiquetado según su criticidad	113
Figura 4.32: Porcentaje de actividades internas y externas en el proceso de cambio de Etiquetado	114
Figura 4.33: Diagrama de flujo del proceso de Empacado	116
Figura 4.34: Diagrama de flujo del proceso de cambio de Empacado	117
Figura 4.35: Actividades del proceso de cambio de Empacado según su criticidad	119
Figura 4.36: Porcentaje de actividades internas y externas en el proceso de cambio de Empacado	120
Figura 4.37: Lluvia de ideas para identificar las causas que provocan deficiencias en la Línea 2.....	123
Figura 4.38: Diagrama de Ishikawa con las causas que provocan deficiencias en la Línea 2 del proceso de envasado	125
Figura 4.39: Diagrama de Pareto con las causas ordenadas por prioridad	130

Figura 5.1: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Inspección actual	134
Figura 5.2: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Inspección propuesto	136
Figura 5.3: Diagrama de operaciones para el proceso de cambio de Inspección propuesto	138
Figura 5.4: Procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Inspección	139
Figura 5.5: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Llenado actual.....	142
Figura 5.6: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Llenado propuesto	144
Figura 5.7: Diagrama de operaciones para el proceso de cambio de Llenado propuesto	146
Figura 5.8: Procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Llenado	147
Figura 5.9: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Etiquetado actual	150
Figura 5.10: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Etiquetado propuesto	152
Figura 5.12: Diagrama de operaciones para el proceso de cambio de Etiquetado propuesto	154
Figura 5.13: Procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Etiquetado	155
Figura 5.14: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Empacado actual	158
Figura 5.15: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Empacado propuesto	160
Figura 5.16: Diagrama de operaciones para el proceso de cambio de Empacado propuesto	162
Figura 5.17: Procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Empacado	163
Figura 5.18: Programa de mantenimiento preventivo para las máquinas de la Línea 2 de envasado.....	166
Figura 5.19: Plan anual de capacitaciones.....	168
Figura 5.20: Plan de implementación de las propuestas de mejora.....	170
Figura 5.21: Matriz RACI con los responsables de implementar las propuestas.....	172
Figura 5.22: Plan de control para la verificación y el monitoreo de las propuestas	174

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto primeramente a Dios, quien me da la sabiduría y fortaleza que me ayudan a cumplir los objetivos planteados para lograr grandes cosas en mi vida.

A mi madre, que es la persona más maravillosa y quien me ha enseñado a ser fuerte y salir adelante por más duro que en la vida se ponga el camino.

A mi esposa, quien me motivó a estudiar y es la persona que comparte mi vida. Mi compañera, gracias por su paciencia y apoyo incondicional, siempre motivándome con este proyecto para llevarlo hasta el final.

A mi hija, quien es mi inspiración para continuar con este proyecto hasta el final.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron de manera significativa al desarrollo de esta investigación, brindándome su apoyo, orientación y aliento a lo largo de todo el proceso.

Primordialmente, agradezco a Dios por guiar mis pasos durante este camino y darme discernimiento para abordar los desafíos que surgieron en el camino.

Mención especial y profundo agradecimiento a la Ing. Joel Picado Sanabria, profesora tutora, por su orientación y consejos durante este tiempo, por su gran dedicación a la formación de mejores profesionales en la rama de Ingeniería Industrial de la Universidad Central, así como por su espíritu de colaboración, siempre en busca de lograr un resultado satisfactorio. Para mí ha sido muy gratificante todo el tiempo que proporcionó a revisar y dar apoyo a este proyecto.

EPÍGRAFE

*Vi en un sueño una mesa donde todos los elementos
encajaban según los requerido. Al despertar,
inmediatamente lo escribí en una hoja de papel.*

Dmitri Mendeléyev

RESUMEN

El presente proyecto se llevó a cabo en la FIFCO (Florida Ice and Farm Company), conocida como la Cervecería de Costa Rica y dedicada a la fabricación de diferentes bebidas. Al respecto, ofrece a sus clientes un amplio portafolio de productos como cervezas, además de bebidas saborizadas, alcohólicas y carbonatadas. Asimismo, cuenta con seis líneas de producción, pero el estudio se enfocó en la Línea 2, la cual reflejó el menor indicador de eficiencia con un valor de 36,69 %, por debajo de la meta establecida del 48 %. Por esta razón, se desarrolló la filosofía SMED, con el propósito de aumentar la eficiencia en al menos un 5 % para optimizar el proceso productivo.

En el capítulo 4, se analizó el contexto de la organización y se evidenció que la empresa no solo debe cumplir a nivel operativo, sino también a nivel legal, económico, sociocultural, político, tecnológico y ecológico; adicional, se determinaron las distintas partes interesadas y su nivel de influencia e impacto. Además, mediante la aplicación de la primera y segunda etapa del SMED, se detectó que los tiempos de cambio y preparación fueron los más críticos, de igual manera se reveló que el proceso con mayor tiempo de duración en los tiempos de cambio es el de Llenado con un 34 %. Por otro lado, al evaluar el análisis de causa, los resultados reflejaron que la mayor incidencia se encuentra en la falta de personal de operativo con un 67 %.

En el capítulo 5, se desarrollaron tres propuestas, la primera se enfocó en la estandarización de los procesos de cambio, mediante la aplicación de la filosofía SMED; la segunda en el diseño de un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas de la Línea 2 de envasado y la tercera en un plan de capacitación dirigido tanto al personal operativo como al de mantenimiento. Al desarrollar la propuesta del cambio de las actividades internas a externas, los resultados revelaron un aumento en la eficiencia del proceso productivo del 26,07 %, por lo que se cumplió con el objetivo general, cuyo propósito es aumentar la eficiencia en al menos un 5 %. Al analizar el costo beneficio de la propuesta, se determinó el requerimiento de una inversión inicial de ₡ 26 145 216, un costo operativo anual de ₡ 50 339 472 y se estimó que al implementar la propuesta se verá reflejado un beneficio aproximado de ₡ 553 962 253. Palabras clave: DMAIC, SMED, PESTEL, CTQ, *stakeholders*.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio se lleva a cabo en la FIFCO (Florida Ice and Farm Company), la cual cuenta con más de 100 años de experiencia en el mercado nacional e internacional y se dedica a la fabricación de diferentes bebidas como las saborizadas, alcohólicas o carbonatadas.

A efectos de esta investigación, el énfasis se hace específicamente en la Línea 2 de envasado de cerveza, debido a que presenta deficiencias por bajo rendimiento de capacidad del proceso ya que, según información facilitada por la jefatura de producción, el rendimiento actual se encuentra en un 36,69 %, pero la meta establecida es de 48 %.

Por otro lado, se experimentan paros no programados en las máquinas (paletizadora, desempacadora, lavadora de cajas, inspectora, etiquetadora y empacadora) por fallos, ajustes operativos, mantenimientos correctivos, cuellos de botella a lo largo de la línea de producción, tiempos muertos en la máquina llenadora e incumplimientos en las entregas de producto terminado al área de almacenamiento.

Esta situación está provocando consecuencias potenciales como atrasos en la entrega del producto terminado al cliente, afectación en la programación de la producción y pérdidas económicas para la empresa.

Por lo tanto, se realiza un análisis de la capacidad de la línea de producción mediante un estudio de tiempos en las máquinas, de manera que con los resultados obtenidos se tomen acciones para cumplir con el tiempo de ciclo determinado en la línea de producción y, así, lograr la continuidad; es decir, que en cada estación de trabajo se cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta forma la línea de producción puede ser continua, disminuir los cuellos de botella y conseguir una mayor eficiencia.

De acuerdo con lo expuesto, se plantea: ¿Cómo se puede mejorar la Línea 2 del proceso de envasado de modo que se logre aumentar su eficiencia? Al respecto, esta pregunta se responde conforme al desarrollo de este proyecto.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el proceso actual de envasado de la empresa FIFCO, mediante la aplicación de la metodología DMAIC y la filosofía *Single Minute Exchange of Die* (SMED), que aumente la eficiencia de la Línea 2 en al menos un 5 %.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir los factores que afectan el rendimiento actual de la Línea 2 del proceso de envasado, por medio del análisis de contexto y caracterización del proceso.
- Medir el impacto del tiempo de producción de las actividades de la Línea 2 utilizando la graficación, el mapa de valor y la filosofía SMED.
- Analizar las causas por bajo rendimiento en la Línea 2 del proceso de envasado, para determinar las causas raíz.
- Proponer mejoras y controles que contribuyan al aumento de la eficiencia del proceso de envasado de la Línea 2.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto surge como una necesidad que se presenta en el proceso de producción, específicamente en la Línea 2 de envasado de la empresa FIFCO, Costa Rica, ya que en la actualidad ocurren paros en las máquinas (paletizadora, desempacadora, lavadora de cajas, inspectora, etiquetadora y empacadora) por ajustes operativos o mantenimientos correctivos.

Debido a la circunstancia expuesta, es de vital importancia la ejecución de este trabajo de investigación, pues FIFCO es una empresa comprometida no solo con satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, sino también se enfoca en la mejora continua para la optimización de sus procesos, lo cual garantiza la fluidez en sus actividades, así como la calidad e inocuidad de sus productos.

Además, en cuanto al programa de producción diaria, no se cumple a cabalidad porque se experimentan cuellos de botella a lo largo de la línea de producción, tiempos muertos en la máquina llenadora e incumplimientos en las entregas de producto

terminado al área de almacenamiento, por lo que la empresa considera necesario plantear soluciones de mejora a la problemática que afecta la eficiencia del proceso de producción en la Línea 2 de envasado.

De acuerdo con lo anterior, González, Rodríguez, Rodríguez y Limón (2021) señalan que la eficiencia es parte fundamental de los procesos en toda industria porque su objetivo es alcanzar el máximo rendimiento en función de los recursos disponibles en determinado momento.

Así, el propósito del estudio es detectar las causas que están generando la problemática que afecta la capacidad por bajo rendimiento en la Línea 2 del proceso de envasado, con el fin de buscar soluciones de mejora.

A partir de lo indicado en este apartado, se justifica la búsqueda de soluciones que contribuyan al aumento de la eficiencia en el proceso de envasado.

1.4 ANTECEDENTES

Desde sus inicios la empresa se ha preocupado por ofrecer a sus clientes productos bajo estándares de calidad e inocuidad con el fin de satisfacer sus necesidades, por lo que su propósito se enfoca en el potencial individual y la diversidad de los equipos para construir mejores propuestas de innovación y optimización de sus procesos.

Con este proyecto, se pretende desarrollar una investigación basada en la problemática actual de la Línea 2 de envasado, para identificar las causas, darles solución y, así, aumentar la eficiencia del proceso de envasado.

Por esta razón, se realiza una recopilación de proyectos que basaron su investigación en la búsqueda de mejoras para aumentar la eficiencia del proceso de producción.

A continuación, se exponen los antecedentes nacionales e internacionales recopilados.

1.4.1 Antecedentes nacionales

Seguidamente, se detallan algunos estudios realizados a nivel nacional en torno a la temática desarrollada en este proyecto de investigación:

Bolaños (2022) titula su proyecto: *Implementación de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S. A.*, la cual se dedica a la fabricación de productos químicos para limpieza. Su principal objetivo se enfocó en mejorar el proceso de

llenado para disminuir los tiempos y, así, aumentar la capacidad del proceso de producción.

Esta investigación se llevó a cabo con el propósito de reducir los tiempos de llenado mediante la aplicación de estrategias como la calibración del equipo actual de llenado, cambio de mangueras, mantenimiento de tuberías e instalación de una nueva máquina para llenado de envases pequeños.

La problemática presentada se centró en la máquina llenadora de la línea semiautomática debido a que no existe un control de flujo de líquido para las líneas de distribución de cada boquilla por lo que se generan variaciones en el llenado de envases, provocando atrasos en el proceso y en la entrega de producto terminado.

Bolaños (2022) concluyó que se logró lo planteado al inicio de su investigación, a saber, reducir los tiempos de llenado e instalar la segunda máquina para llenar envases menores o iguales a 500 ml de manera automatizada, ya que este proceso se realizaba de forma artesanal, lo cual requería mucho tiempo.

Por su parte, Bastos (2017) denomina su proyecto: *Gestión energética en procesos de elaboración y producción como estrategia de eficiencia operativa para una planta de bebidas*, que se llevó a cabo en la Cervecería de Costa Rica, específicamente en las áreas de mayor consumo energético.

Este trabajo tuvo como principal objetivo formular una propuesta de gestión de consumo energético en las áreas de mayor consumo en los procesos de elaboración y producción de bebidas.

Para cumplir con este objetivo, se identificaron los indicadores de consumo con el propósito de evaluar la funcionalidad de las máquinas y equipos; de igual manera, se realizó un comparativo entre el consumo real de energía con base en históricos, para identificar cuáles generan bajos niveles de eficiencia energética. Con esta información, se concretaron oportunidades de mejora para el uso eficiente de las máquinas y equipos.

Bastos (2017) concluyó su investigación mencionando que se identificó que el área con un mayor impacto energético en cuanto al consumo de energía térmica, el consumo de energía eléctrica y el consumo de agua es el área de envasado. Para controlar los

consumos, el autor elaboró un plan de acción con oportunidades de mejora por implementar en las máquinas y equipos.

Un tercer proyecto es el de Orozco (2021), llamado: *Estudio y aplicación de mejora en prensa automática CNC en la línea de producción de tapas, en Technoends, San José, Costa Rica*, con el fin de aumentar el rendimiento y calidad de producción de la máquina indicada.

El objetivo de esta investigación fue el estudio de las causas que generan fallas, paros y problemas en la línea de producción de tapas, para desarrollar una propuesta de mejora que contribuya al aumento en la eficiencia y productividad.

Para el desarrollo de esta investigación, el autor utilizó la metodología DMAIC y por medio de esta definió las causas y los defectos existentes en las máquinas que operan en la línea de procesos. También, realizó la medición de la productividad, la calidad, la eficiencia de los equipos y la comparación de rendimientos.

En la etapa de analizar, el autor efectuó diferentes cálculos matemáticos respecto a la velocidad de las máquinas, la fuerza centrífuga y el esfuerzo cortante, esto para proponer soluciones de mejora en el proceso de producción. Como implementación de la propuesta, diseñó planos de un proceso de producción óptimo. Mientras en la etapa de controlar, desarrolló indicadores de control de la productividad, la calidad del producto y la eficiencia de los equipos.

Como conclusión, el autor expuso que gracias al estudio de los equipos y la metodología DMAIC, se llevaron a cabo mejoras en la línea de producción de forma sencilla y eficiente, lo que generó grandes beneficios con resultados favorables en la eficiencia y en la disminución significativa de costos para la empresa.

Un cuarto proyecto es el de los autores Rojas y Víquez (2022), titulado: *Desarrollo de una propuesta que mejore la productividad en la línea de líquidos 1, con el fin de optimizar el sistema de envasado de medicamentos líquidos en el Laboratorio de Productos Farmacéuticos de la Caja Costarricense de Seguro Social en la Uruca San José Costa Rica*. En este se planteó como principal objetivo el desarrollo de la propuesta de mejora utilizando como base las buenas prácticas de manufactura.

En primera instancia, los autores identificaron las causas del problema presentado en la línea de envasado de medicamentos, seguidamente desarrollaron un diagnóstico del

estado actual del proceso de envasado, para luego establecer estrategias mediante la aplicación de herramientas ingenieriles, con la intención de mejorar la productividad del proceso de envasado.

A partir de la implementación de la propuesta, los autores identificaron el producto con mayor demanda de producción. Asimismo, se determinaron las causas que generan demoras en el proceso productivo, se establecieron estrategias para abordar estas y se mejoró la productividad.

Por último, Pérez y García (2014) desarrollan el artículo llamado: “Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal”, en el que pretendieron solucionar los problemas existentes en la línea de envasado de licores pet, debido a que no estaba operando en su máxima capacidad por deficiencias detectadas en la línea.

Así, detectaron tiempos improductivos, exceso de paros en la línea de envasado, máquinas que no alcanzaban su máxima capacidad de producción, presencia de productos defectuosos, procesos repetitivos, personal fatigado e incumplimientos en la demanda de producción.

Para solucionar la problemática detectada, aplicaron la metodología DMAIC y como propuesta indicaron que es importante medir y monitorear la eficiencia de cada máquina en la línea mediante la implementación de un indicador efectivo como el OEE (eficiencia general de los equipos), controlar los paros en las máquinas para que el proceso productivo sea más fluido y automatizar algunas tareas de manera que los operarios eviten realizar trabajos manuales.

1.4.2 Antecedentes internacionales

A continuación, se exponen algunos estudios hechos a nivel internacional en torno a la temática desarrollada en este proyecto de investigación:

Torres (2018) denomina a su tesis: *Propuesta de mejora del proceso de embotellamiento basado en la metodología TPM, para lograr elevar la eficiencia del sistema productivo en el área de envasado en una cervecería, Arequipa-Colombia*, la cual se enfocó en una propuesta para mejorar la eficiencia del sistema productivo del área de envasado de una cervecería, debido a que el proceso de embotellamiento

experimenta dificultades como exceso de paros en las máquinas llenadoras de dos líneas de producción, presencia de variabilidad en el volumen de llenado de las botellas y malas prácticas de mantenimiento.

Para solucionar la problemática detectada, Torres (2018) elaboró un diagnóstico del proceso de embotellamiento, hizo un análisis del resultado mediante la aplicación de herramientas de estadística y determinación de indicadores claves para el proceso productivo, y presentó una propuesta de mejora con el objetivo de aumentar la eficiencia en el sistema productivo.

Ahora bien, Moncayo (2014) titula su proyecto: *Mejora de la efectividad de una línea de embotellado de cervezas mediante la aplicación de TPM* en Sevilla, España.

La problemática de esta investigación se enfocó en las deficiencias existentes en la línea de embotellado, específicamente en las máquinas de envasado del producto, las cuales no cuentan con el mantenimiento requerido para que trabajen en óptimas condiciones.

De este modo, la solución propuesta por el autor fue implementar estándares de mantenimiento y limpieza de las máquinas, además de aplicar la gestión autónoma que corresponde a un sistema mediante el que cada operario se hace responsable de su máquina al aprender a operarla; mantenerla en óptimas condiciones e inspeccionarla antes, durante y al final de la producción, de manera que se logren prevenir las posibles anomalías o averías.

Un tercer estudio es la tesis de Ramírez y Tyrone (2022), denominada: *Aplicación de la gestión por procesos para la mejora de la eficiencia de envasado en la Empresa Productora de Cerveza, Planta Ate 2021*, en Lima, Perú.

La problemática en esta investigación fue la variabilidad de la eficiencia de la producción, específicamente en el área de empackado del producto.

Por lo tanto, los autores decidieron aplicar la metodología de la gestión por procesos para mejorar la eficiencia del envasado, ya que, según los autores, la aplicación del modelo de gestión influye significativamente en las mejoras de los procesos, puesto que antes de su aplicación se presentaba un aumento en la variabilidad en los resultados de deficiencias y el indicador se mostraba por debajo de la meta establecida.

Otro trabajo es el de Cabrera, Carrillo y Huaricancha (2018), llamado: *Propuesta de mejora de una línea de bebidas para incrementar su productividad*, el cual se llevó a cabo en la empresa multinacional AJEPER, dedicada a la fabricación de bebidas en el Perú.

La problemática en esta investigación radicó principalmente en los paros de producción por rutina y problemas con los equipos.

Con la finalidad de solucionar la problemática, los autores propusieron la implementación de herramientas de mejora que contribuyeran al aumento de la productividad, para maximizar la rentabilidad del negocio mediante la optimización de sus procesos y la búsqueda de la excelencia operacional al implementar las mejores prácticas.

Los autores concluyeron que con la implementación de la propuesta se logra una reducción de los costos de producción, la mejora continua de sus procesos, el incremento en la productividad de las operaciones y el aprendizaje de nuevas formas de operar.

Por último, Cevallos (2016) presenta su investigación bajo el título: *Implementación de un aumento en la capacidad del proceso de pasteurizados de la empresa Del Campo Cía. Ltda., con la finalidad de balancear la línea principal de producción y cumplir con su estrategia de crecimiento* en Quito, Ecuador,

La problemática de esta investigación se centró en el incremento de las horas extras, la fatiga y la falta de motivación del personal; el aumento del riesgo de producto no conforme por defectos de máquinas, procesos repetitivos, reprocesos, y los altos costos de mantenimiento.

De este modo, para brindar soluciones a la problemática, se realizó un diagnóstico situacional utilizando herramientas técnicas para el análisis de la capacidad óptima del proceso, con el propósito de obtener resultados que contribuyeran a la búsqueda de soluciones de mejora.

Como conclusión, propuso la implementación de un programa de mejoras operacionales para aumentar la productividad en el proceso productivo.

1.5 PROYECCIONES

1.5.1 Alcances

Este proyecto se desarrolla en la empresa FIFCO, conocida como la Cervecería de Costa Rica. El estudio abarca el proceso de envasado, específicamente en la Línea 2, desde la máquina depaletizadora hasta la máquina paletizadora.

Al implementar esta propuesta, la empresa se va a beneficiar al contar con actividades más fluidas, aumento en la capacidad de las máquinas, respuesta oportuna al cliente interno y, en general, un incremento en la eficiencia del proceso de envasado.

Asimismo, con el desarrollo de este proyecto, se espera que en la Línea 2 del proceso de envasado de la empresa FIFCO se logren los siguientes resultados:

- Identificar las causas que afectan el rendimiento del proceso de envasado.
- Dar solución a las causas identificadas mediante la aplicación de acciones de mejora.
- Aumentar la eficiencia de la Línea 2 de envasado.
- Definir la velocidad estándar de la Línea 2 del proceso de envasado.
- Garantizar la entrega a tiempo de producto terminado al área de bodegas.
- Incrementar el volumen de unidades de producto terminado.
- Reducir los tiempos muertos por paros y asegurar la fluidez de la actividad en la Línea 2 del proceso de envasado.

1.5.2 Limitaciones

No se visualizaron limitaciones durante el desarrollo del estudio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

En este capítulo se abordan las bases teóricas referentes al tema en estudio, por lo que se genera información relevante que proporciona los conocimientos necesarios para la comprensión del contexto teórico de esta investigación.

A continuación, se exponen las diferentes herramientas ingenieriles orientadas hacia la mejora de procesos y el uso eficiente de los recursos.

2.1.1 Metodología DMAIC

El acrónimo en inglés DMAIC corresponde a las etapas definir, medir, analizar, implementar y controlar. Al respecto, esta metodología se utiliza para identificar problemas con el propósito de buscar posibles soluciones.

En cuanto a lo expuesto, González (2023) afirma que la metodología DMAIC:

[...] debe ser utilizada en toda la organización para atacar proyectos de mejora o para solucionar problemas dentro de la organización, siempre y cuando la magnitud de estos lo ameriten, o cuando no se conozca la causa raíz que está originando el efecto no deseado (p. 4).

A continuación, se detallan las cinco etapas de la metodología DMAIC:

Definir: En esta etapa se define el problema u oportunidad, el proceso y las necesidades del cliente, dado que el ciclo DMAIC es repetitivo; es decir, el problema, flujo y requisitos del problema deben verificarse y actualizarse para seguir con las siguientes etapas.

Medir: En esta etapa se identifican las medidas claves, se recopilan y muestran datos. Asimismo, se realiza una evaluación cuantificada de las características específicas y el nivel de rendimiento basado en los datos.

Analizar: En esta fase se estudian los detalles del proceso en busca de oportunidades de mejora. Por lo tanto, se investigan y verifican los datos para demostrar las sospechas sobre las causas raíz y fundamentar la declaración del problema. En este análisis del proceso se incluye la revisión de los flujos del proceso con la finalidad de identificar las actividades y, así, determinar si agregan o no valor al proceso.

Mejorar: En esta etapa se implementan las soluciones, o sea, la aplicación de los cambios y el seguimiento de los avances con respecto a los objetivos establecidos.

Controlar: Una vez implantadas las soluciones, se efectúa el seguimiento y se verifica la estabilidad de las mejoras, de manera que se garantice su sostenibilidad a largo plazo. Esto incluye el establecimiento de procedimientos para medir los resultados y ajustar los objetivos según sea necesario.

Al desarrollar la metodología DMAIC en una organización, se logran grandes beneficios, pues al definirse y medirse claramente sus objetivos, se puede hacer un seguimiento, mejorar el rendimiento a lo largo del tiempo, proporcionar un marco para analizar sus datos e identificar posibles mejoras, y percibir las mejoras en la calidad, el tiempo de ciclo y la satisfacción del cliente.

2.1.2 Project charter

Un *project charter* se refiere a un documento en el que se plasma el desarrollo de un proyecto y es donde el director de proyectos debe disponer de los recursos de la empresa para poder ejecutarlo. Así, el *project charter* representa un acta constitutiva de un proyecto.

De acuerdo con García (2018), el *project charter* es:

[...] la guía conocida por el equipo de trabajo, interesados y contratistas porque expresa de forma gerencial, las necesidades y expectativas sobre un proyecto y por lo tanto debe ser revisado cada vez que el equipo sienta que su horizonte está perdido (p. 32).

El *project charter* cuenta con tres propósitos básicos, los cuales se describen a continuación:

- Presentación del proyecto: se crea antes de iniciar un proyecto, por lo que no se tiene definido por completo quiénes son los involucrados; sin embargo, con el transcurso de los avances, se incluyen. Por consiguiente, esta herramienta es una manera de poner al día todo lo que se encuentra en el entorno del proyecto.
- Alineación de los participantes del proyecto: conforme se definen los involucrados en los proyectos, se definen los roles, así como los objetivos, los alcances o el presupuesto con base en las labores por desempeñar.

- Aprobación del proyecto: una vez lista la planificación del proyecto, se debe presentar a las jefaturas respectivas para contar con la aprobación y, de este modo, iniciarlo.

Cabe mencionar que en el *project charter* es necesario incluir una descripción general del proyecto, la asignación de los responsables y la propuesta.

2.1.3 Stakeholders

Stakeholders es una palabra en inglés que se traduce al español como “grupos de interés”. Estos son todas aquellas personas que se muestran interesadas por una organización.

El término se dio a conocer en el año 1984 por el señor Edward Freeman, quien indicó en su libro *Strategic Management* que los *stakeholders* deben ser valoradores dentro del contexto de la organización a la hora de realizar un proyecto o plan de negocios.

Cabeza (2022) señala que “los *stakeholders* deberían adoptar los intereses universales y generalizables como guías para la definición de estrategias y estos no deben ser comprendidos como un solo afectado en la actividad empresarial, sino como un interlocutor válido” (p. 13).

En una empresa u organización, los *stakeholders* se refieren a individuos, grupos de personas o entidades que tienen un interés en las actividades o resultados para el bienestar común. Los *stakeholders* pueden ser empleados, clientes, accionistas, proveedores, comunidades locales, Gobiernos, organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otros.

2.1.4 Análisis de PESTEL

El análisis de PESTEL se define como una herramienta estratégica que sirve para analizar cada una de las diferentes fuerzas externas que podrían afectar a una organización.

La palabra PESTEL es un acrónimo de los elementos de una empresa, como: los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales.

Cantú (2022) explica con relación a la herramienta:

[...] el Análisis PESTEL es una estratégica que permite a las empresas la identificación de riesgos u oportunidades dentro de un país. Este análisis se realiza con la intención de expansión a nuevos mercados o identificar riesgos potenciales para desarrollar estrategias de posicionamiento.

Según Delgado (s.f.), el paso a paso para crear un análisis PESTEL es el siguiente:

- Recopilar las variables significativas. El primer paso es detectar cuáles son las variables que tienen influencia en el desarrollo del negocio y clasificarlas tomando en cuenta los seis factores sugeridos por la metodología: político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal.
- Identificar las oportunidades. Una vez recopilados los factores que influyen en el negocio, es momento de identificar las oportunidades que estas variables pueden traerle a la empresa.
- Reconocer las amenazas. Así como se identifican las oportunidades, también es importante encontrar las amenazas y todo lo que pone en riesgo el éxito de los objetivos del negocio, porque determinar las amenazas hace posible prevenir futuros problemas y minimizar su efecto negativo antes de que sea demasiado tarde.
- Crear un plan estratégico y un plan de acción. Conscientes de las oportunidades que pueden aprovecharse y las amenazas que pueden traer riesgo para el buen desarrollo empresarial, es necesario crear un plan estratégico.

Aunado a lo anterior, el PESTEL es una herramienta clave para el control de gestión empresarial, al ser uno de los análisis cuyo resultado debe aplicarse en la planificación estratégica de una empresa.

2.1.5 Árbol CTQ

El árbol CTQ (*Critical to Quality*) se refiere a un diagrama que permite medir y determinar la calidad de un producto o servicio. Ahora bien, para el desarrollo del CTQ, la organización necesita identificar al cliente o usuario, las necesidades críticas que el producto o servicio debe satisfacer, los controladores de calidad y los requisitos de rendimiento.

Al momento de diseñar un árbol CTQ, es necesario identificar la jerarquización de prioridades en el resultado y eliminar todos los rasgos que no son fundamentales para satisfacer las necesidades del cliente.

De acuerdo con Socconini y Escobedo (2020), el árbol CTQ, mejor conocido como árbol de necesidades, “es una herramienta gráfica que permite identificar las necesidades de los clientes en requisitos de rendimientos específicos realizables y medibles” (p. 38).

El beneficio más importante al trabajar con un árbol CTQ es que su información está ligada directamente a la voz del cliente, lo cual hace que la organización cuente con un panorama completo de las expectativas y necesidades del cliente.

2.1.6 Mapa de procesos

Un mapa de procesos es la representación de los procesos e interacciones asociados a tres categorías. Este permite identificar de forma gráfica todos los procesos que se llevan a cabo en una organización.

Quiroa (2020) señala que el contar con un mapa de procesos genera grandes beneficios a la organización, como:

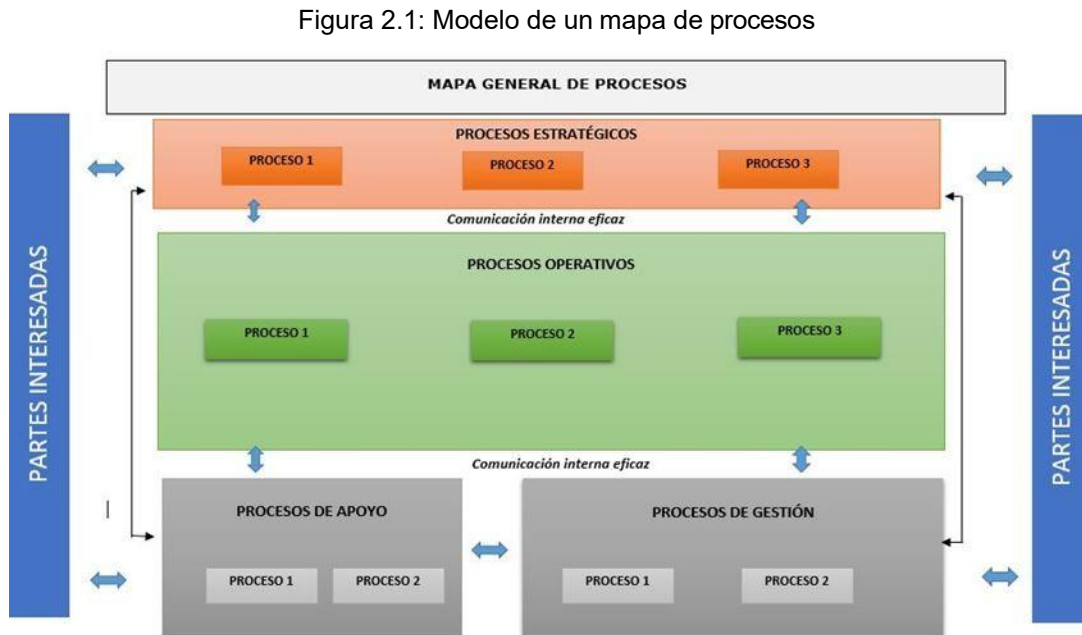
- Conocer cómo se están desarrollando las tareas y trabajos dentro de la organización, en el momento actual.
- Aumentar la calidad de todo lo que se realiza dentro de la empresa.
- Mejorar los procesos que se llevan a cabo dentro de la organización.
- Crear y desarrollar formas de trabajo nuevas y diferentes, especialmente cuando se está pasando por momentos de crisis.
- Medir y evaluar lo que se está haciendo y con resultados.
- Fortalecer las acciones y el desempeño.

Al momento de crear un mapa de procesos, es importante delimitar los procesos, identificar cada uno de los elementos del proceso, determinar la línea operativa e incluir tanto procesos estratégicos como de apoyo o soporte.

El propósito de un mapa de procesos es mejorar la eficiencia de las organizaciones, por lo que brinda información valiosa sobre un proceso; facilita a los equipos de trabajo el análisis de datos al efectuar lluvias de ideas para mejorar procesos; contribuye a la

comunicación; ofrece documentación de procesos; también ayuda a identificar cuellos de botella, repeticiones y demoras en un proceso.

En la siguiente figura, se muestra el modelo de un mapa de procesos y sus interacciones:



Fuente: Torres, 2021.

Los mapas de procesos son un elemento fundamental dentro de una organización ya que permiten formular estrategias que ayudan a mejorar cualquier proceso.

En la norma INTE/ISO 22000:2018, se menciona que la gestión de los procesos y el sistema como un todo se logra utilizando el ciclo de PHVA (planear-hacer-verificar-actuar), con un enfoque global de pensamiento basado en riesgos dirigido a aprovechar las oportunidades y prevenir resultados no deseados.

2.1.7 Diagrama SIPOC

Un diagrama SIPOC se define como una herramienta de calidad que se utiliza en la gestión de procesos y sirve para identificar y visualizar los elementos clave de un proceso.

El acrónimo SIPOC significa *Suppliers* (proveedores), *Inputs* (entradas), *Process* (proceso), *Outputs* (salidas) y *Customers* (clientes).

Según MacNeil (2020):

El diagrama SIPOC proporciona un panorama general de un proceso a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Muestra cómo los participantes de un proceso reciben materiales o datos unos de otros y, a menudo, se utiliza para mejorar o comprender los procesos asociados con la experiencia del cliente.

En la siguiente figura se muestra el modelo de un diagrama SIPOC:

Figura 2.2: Modelo de un diagrama SIPOC

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Fuente: Hernández, 2019.

De acuerdo con la Asociación Española para la Calidad (AEC) (s.f.), los pasos para elaborar un diagrama SIPOC son:

- Identificar los procesos de gestión.
- Establecer las entradas del proceso, los recursos necesarios.
- Establecer los proveedores de estas entradas al proceso.
- Definir las salidas del proceso.
- Establecer quién es el cliente de cada una de las salidas obtenidas.

El diagrama SIPOC es una herramienta de gran utilidad para una empresa ya que por medio de este se documenta una vista de alto nivel de un proceso, se crean procesos nuevos o mejoran los actuales y se mantiene a todos actualizados sobre cuál es el proceso actual.

2.1.8 Diagrama de flujo







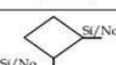




Un diagrama de flujo se describe como la representación gráfica de un conjunto de datos o actividades que siguen una secuencia o el paso a paso de un proceso o sistema.

Acosta, Arellano, Barrios, Cordero, Hernández y Sequeria (2002) señalan que “el diagrama de flujo, también llamado flujograma, consiste en representar gráficamente hechos, situaciones, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos”.

Los diagrama de flujo son fundamentales en las organizaciones al contribuir con la identificación de un procedimiento o parte de este de forma sencilla y gráfica. Su uso para documentar procesos de negocios se inició entre las décadas de 1920 y 1930.

Ahora bien, la Organización Internacional para la Normalización (ISO) establece los símbolos utilizados en un modelo gráfico que pretende reflejar o comunicar a otras personas los pasos, tareas, interacciones, opciones y resultados producidos en la ejecución de un proceso para la producción de bienes y/o servicios.

Figura 2.3: Simbología para elaborar diagramas de flujo

Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	Operación e Inspección	Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	Inspección y Medición	Representa el hecho de verificar la naturaleza, cantidad y calidad de los insumos y productos.
	Transporte	Indica cada vez que un documento se mueve o traslada a otra oficina y/o funcionario.
	Entrada de bienes	Indica productos o materiales que ingresan al proceso.
	Almacenamiento	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.
	Líneas de flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
	Demora	Indica cuando un documento o el proceso se encuentra detenido, ya que se requiere la ejecución de otra operación o el tiempo de respuesta es lento.
	Conector	Conector dentro de página. Representa la continuidad del diagrama dentro de la misma página. Enlaza dos pasos no consecutivos en una misma página.
	Conector de página	Representa la continuidad del diagrama en otra página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente en la que continua el diagrama de flujo.

Fuente: Norma ISO 9000:2015.

Actualmente, los diagramas de flujo son considerados como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier procedimiento, método o sistema, al permitir la visualización de las actividades innecesarias y verificar si la distribución del trabajo está bien, es decir, que las cargas laborales están equilibradas.

2.1.9 Registros históricos de recaudación

Los registros históricos de recaudación son los datos o información que se han registrado sobre un proceso u operación y pueden usarse para predecir tendencias, analizar la viabilidad y reconocer las áreas o dificultades similares que se pudieran presentar en el futuro.

Según Linares (2022), “es importante mantener la información histórica, ya que esto puede ayudar a descubrir vínculos que no son inmediatamente evidentes a partir de la información actual” (p. 3).

Es importante que hoy se transcriban los registros históricos a formato digital, al facilitar la búsqueda y estar disponibles en línea. Esto no solo ayuda a preservar documentos delicados o deteriorados, sino también permite un acceso más amplio a estos registros.

2.1.10 Indicadores KPI

Un indicador KPI (*key performance indicator*), o indicador clave de desempeño, consiste en una serie de métricas utilizadas para resumir la información sobre la eficacia y productividad de las actividades que se ejecutan en una organización.

Los KPI tienen como propósito aportar información valiosa para la toma de decisiones y determinar aquellas actividades que han sido más efectivas a la hora de cumplir con los objetivos establecidos en un proceso o proyecto.

González (2020) explica que los KPI son:

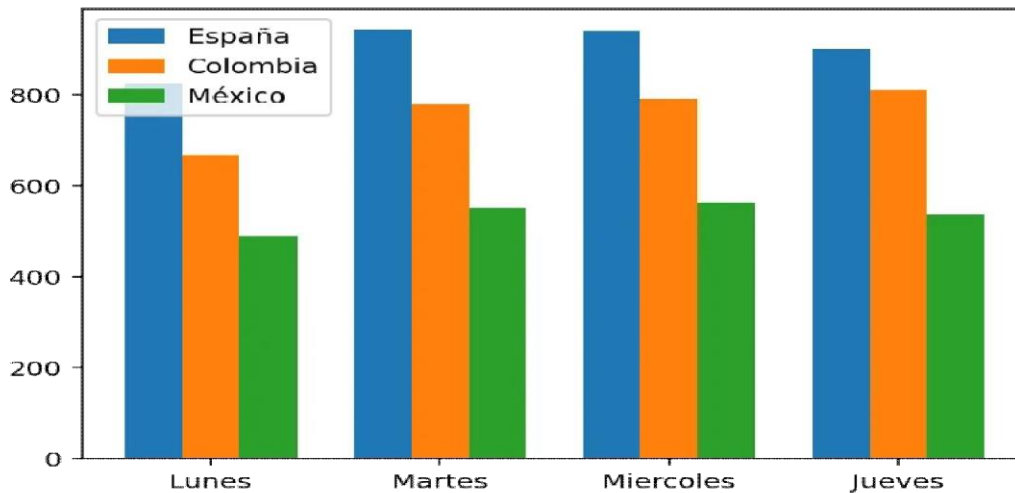
[...] indicadores que son determinantes para analizar de forma rápida la marcha del negocio y que le permite tomar decisiones. Permiten detectar las fisuras por donde se están perdiendo ventas, miden la eficiencia de las acciones y permiten la toma de decisiones más acertada (p. 28).

Los KPI pueden utilizarse en cualquier área de negocio y sector productivo.

2.1.11 Gráficos de barra

Un gráfico de barras se define como una forma gráfica de mostrar el resumen de los datos estadísticos mediante rectángulos verticales u horizontales, conocidos como barras. Puede incluir variables cualitativas y cuantitativas.

Figura 2.4: Ejemplo de un gráfico de barras



Fuente: Rodríguez, 2022.

“Su popularidad se debe a la capacidad de presentar información de una manera sencilla y comprensible, haciendo más fácil la tarea de analizar y tomar decisiones basadas en los datos” (Miro, 2024).

Estos gráficos son comúnmente utilizados en diversas disciplinas, incluyendo ciencias sociales, economía, administración de empresas, ciencias de la salud, entre otras.

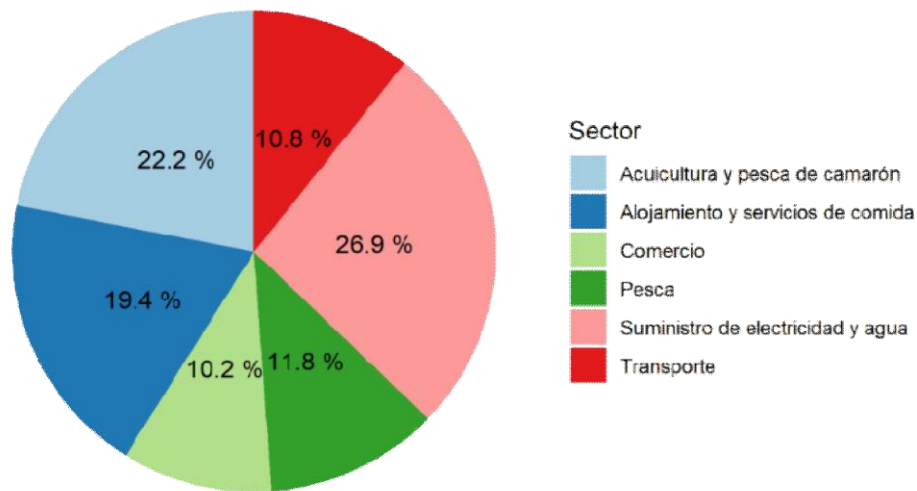
2.1.12 Gráfico de pastel

Un gráfico de pastel es una manera de representar una serie de datos estadísticos tabulados para obtener información cualitativa relevante.

Su forma es similar a la de un disco dividido en secciones donde las áreas son proporcionales a los porcentajes de los datos recopilados.

En la siguiente figura, se aprecia un modelo de gráfico de pastel:

Figura 2.5: Modelo de un gráfico de pastel



Fuente: Mora y Zamora, 2021, p. 55.

De acuerdo con Memon (2023), el uso de gráficos de pastel tiene las siguientes ventajas:

- Son utilizados en todas partes del mundo.
- Son útiles y eficientes al momento de realizar análisis para la toma de decisiones.
- Son atractivos por lo que al momento de presentarlos ante un grupo de personas son de fácil comprensión.
- Son sencillos de elaborar y son flexibles en cuanto a cambios en sus colores.

Una de las razones por las cuales el gráfico de pastel es utilizado se debe a su simplicidad y facilidad al momento de interpretarlo.

2.1.13 Value Stream Mapping (VSM)

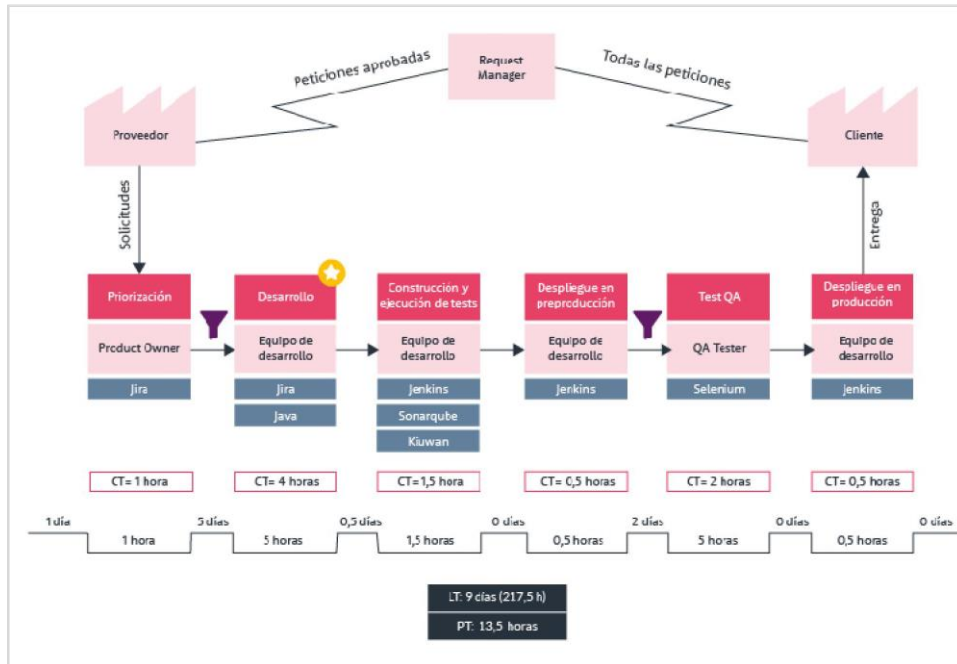
El VSM, traducido al español como el mapa de flujo de valor, se define como un diagrama que tiene como principal objetivo visualizar, analizar y mejorar el flujo de las actividades o tareas dentro de un proceso de producción.

Este diagrama expone los procesos y la información que se realizan desde el inicio del proceso hasta su entrega final al cliente.

Para identificar aquellas actividades o tareas que no generan valor en el proceso de fabricación de un producto, la herramienta ideal es el VSM.

En la siguiente figura se presenta un modelo del VSM:

Figura 2.5: Modelo del VSM



Fuente: Sention, 2021.

Al momento de diseñar un VSM, se debe contar con información como el flujo de materias primas, el flujo de tareas del proceso y los indicadores clave a lo largo de toda la cadena de producción.

2.1.14 Single Minute Exchange of Die (SMED)

El SMED es una filosofía de trabajo que tiene por objetivo reducir el tiempo de cambio y configuración de un producto o lote de producción. Esta fue desarrollada por el ingeniero industrial de origen japonés Shigeo Shingo, reconocido a nivel mundial por ayudar a diferentes empresas a reducir drásticamente sus tiempos de cambio.

En cuanto a esto, Sim (2018) asegura que el SMED “tiene como objetivo reducir drásticamente el tiempo de máquina parada cuando se realiza un cambio de modelo” (p. 19).

Este tiempo es el transcurrido desde que se produce la última pieza correcta de un lote hasta la primera pieza correcta del lote posterior.

El SMED se encuentra estructurado por cuatro etapas, detalladas a continuación:

- Observar, comprender y medir. En esta etapa se selecciona el equipo y se analizan todas las actividades que se llevan a cabo durante el cambio de formato o preparación; por lo tanto, es importante identificar cuáles son, por qué se realizan y cuánto tiempo se destina a cada una.
- Identificar y separar los elementos externos de los internos. En esta etapa se identifican todas aquellas actividades externas, es decir, que se pueden realizar con la máquina en marcha y, por consiguiente, su tiempo de ejecución no afecta al tiempo de ciclo total del proceso.
- Convertir las tareas internas en externas. En esta etapa se debe definir el plan de acción para convertir cada una de las actividades internas previamente seleccionadas a externas. Es recomendable iniciar por las actividades internas que alarguen en mayor medida el tiempo de cambio.
- Simplificar y perfeccionar las tareas restantes. Una vez establecidas las actividades internas que pasan a ser externas, se deben proponer soluciones de mejora para reducir los tiempos de ejecución de las actividades que solo pueden realizarse con las máquinas en marcha.

Al aplicar la filosofía SMED en un proceso productivo, se logran grandes beneficios como la reducción de tiempos improductivos, el aumento de la productividad, la reducción de costos operativos, el incremento de los indicadores de producción, entre otros.

2.2.15 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas, también conocida como *brainstorming* o tormenta de ideas, se refiere al proceso en el cual se reúne un grupo de personas para aportar ideas referentes a un tema.

Este proceso es muy utilizado en diferentes contextos como en reuniones laborales, grupos de clases, debates, mesas redondas, entre otros. Es de gran utilidad al momento de buscar posibles soluciones para resolver un problema.

De acuerdo con Núñez (2023), los aspectos por los cuales es importante incorporar el *brainstorming* en cualquier proyecto son:

- Fomenta la diversidad de ideas. Reúne a individuos con distintas perspectivas, experiencias y conocimientos.
- Estimula la creatividad. Alienta la generación de ideas sin restricciones ni juicios. Esto permite que las personas se sientan libres para pensar de manera creativa, con el fin de brindar soluciones innovadoras.
- Resuelve problemas de forma efectiva. Es especialmente útil para abordar problemas complejos o desafiantes.
- Promueve la participación y el compromiso. Involucra a los miembros del equipo en el proceso de toma de decisiones, lo que aumenta su compromiso con el proyecto.
- Agiliza el proceso de toma de decisiones. Posibilita a los equipos generar una gran cantidad de ideas en un corto período de tiempo.
- Minimiza el riesgo de errores costosos. Al explorar una amplia gama de ideas y escenarios antes de tomar decisiones importantes, se reduce la probabilidad de cometer errores costosos.
- Fomenta la comunicación y la colaboración. Mejora la comunicación entre los miembros del equipo, ya que les brinda la oportunidad de intercambiar ideas y retroalimentación de manera abierta.
- Impulsa la innovación continua. Se pueden realizar sesiones periódicas para seguir generando nuevas ideas y mejoras en productos, procesos y servicios.

En resumen, el *brainstorming* o lluvia de ideas es una de las herramientas fundamentales en el desarrollo de cualquier proyecto, ya que por medio de esta se fomenta la diversidad de ideas, se estimula la creatividad, se resuelven problemas, se promueve la participación y el compromiso, se agiliza la toma de decisiones, se minimizan los riesgos, se mejora la comunicación y colaboración, y se apoya la innovación continua.

2.1.16 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es una herramienta de calidad empleada para la resolución de problemas en un proceso productivo, operativo o de servicio.

Es una metodología creada en 1952 y muy utilizada por las organizaciones. Su nombre hace referencia a su creador, el químico industrial y experto en calidad Kaoru Ishikawa. Según Santiago (2018), las etapas para hacer un diagrama de Ishikawa o causa-efecto son las siguientes:

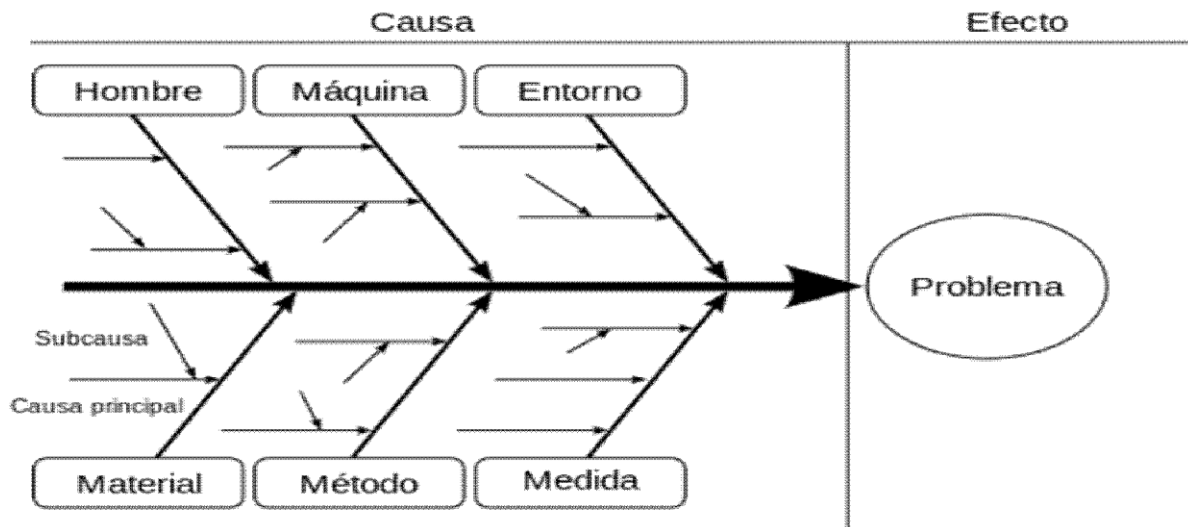
- Decidir el efecto (por ejemplo, una característica de la calidad) que se quiere controlar y/o mejorar o un problema (real o potencial) específico.
- Colocar el efecto en un rectángulo en el extremo de una flecha.
- Escribir los principales factores vinculados con el efecto sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal (en general se consideran aquí los factores de variabilidad más comunes).

Cada grupo individual forma una rama. Como ejemplo, las principales categorías consideradas son 6: dinero, máquinas, material, métodos, mano de obra y administración.

- Escribir, sobre cada una de estas ramas, los factores secundarios. Un diagrama bien definido tendrá ramas de al menos dos niveles y varias ramas tendrán tres o más niveles.
- Continuar de la misma forma hasta agotar los factores.
- Completar el diagrama, verificando que todas las causas han sido identificadas. Un buen diagrama de causas-efecto es el que se ajusta al propósito para el cual se elabora y que no tiene una forma definida (p. 60).

Los diagramas de Ishikawa se pueden utilizar en cualquier situación para indicar claramente las causas, de modo que puedan tomarse acciones rápidas y efectivas.

Figura 2.6: Ejemplo de un diagrama de Ishikawa



Fuente: Geo Tutoriales, 2017.

Al utilizar el diagrama de Ishikawa para la resolución de un problema, este se puede complementar con el diagrama de Pareto, pues este ayuda a priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas.

2.1.17 Entrevistas

La entrevista se define como una reunión en la cual dos o más personas se ponen de acuerdo de manera anticipada para realizar un intercambio de información referente a un tema en específico.

Martínez (2023) afirma que “en toda entrevista hay dos roles: el entrevistador y el entrevistado. El entrevistador es quien formula las preguntas y conduce la conversación y también puede encargarse de introducir y hacer el cierre a la entrevista” (p. 3).

De acuerdo con Pierre (2020), existen diferentes tipos de entrevistas, en una investigación las entrevistas más importantes son:

- Entrevistas estructuradas: Se llevan a cabo de forma estricta y pueden ser aplicadas por varios entrevistadores. En este tipo de entrevistas no existe espacio para la improvisación. Su objetivo principal es recopilar un máximo de respuestas estandarizadas, por lo general mediante preguntas cerradas.

- Entrevistas no estructuradas: Se caracterizan por la ausencia total de una guía de entrevista o estructura de cualquier tipo. Su principal objetivo es ampliar un tema determinado. No se prepara ningún documento con anticipación que sirva de guía para la entrevista.
- Entrevistas semiestructuradas: Son las más utilizadas en la investigación al ser una combinación de los temas más rigurosos con la flexibilidad en el intercambio de información entre el entrevistador y el entrevistado.

Gracias a la aplicación de la entrevista, se puede recopilar información relevante que contribuye a la generación de datos, estadísticas e informes necesarios para la toma de decisiones.

2.1.18 Técnica del multivoto

El multivoto se define como una técnica ideal en grupo para reducir una larga lista de elementos a unos pocos manejables. Es un procedimiento sencillo y estructurado en el que se seleccionan los elementos más significativos que merecen mayor consideración. Así lo afirma Martínez (2019), al señalar que “el multivoto es una herramienta para reducir las opciones generadas de una lista a pocas opciones promisorias” (p. 13).

Cada vez que se aplica la técnica del multivoto, se asegura el establecimiento de conclusiones, alcanzando resultados precisos y permitiendo la difusión de un buen número de ideas que son formuladas de manera sintética.

También, es importante identificar los componentes que participan en un grupo con el fin de garantizar que el éxito de las ideas no dependa de la brillantez en la exposición o de la posición dominante de los participantes.

Por último, el multivoto ayuda a ordenar y clarificar opciones, priorizando las opciones disponibles hasta contar con un número manejable.

2.1.19 Diagrama de Pareto

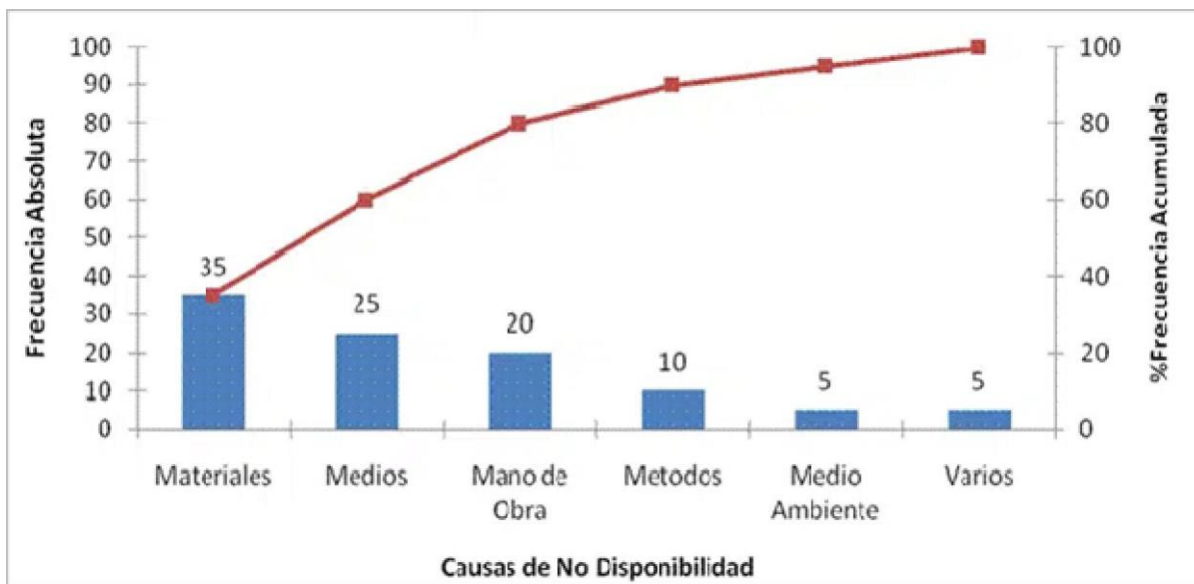
El diagrama de Pareto se define como una herramienta estadística que posibilita organizar por orden de importancia los problemas o las causas que los generan. Se llama así gracias a su creador: el economista, sociólogo, filósofo, profesor y escritor italiano Vilfredo Pareto (1848-1923).

Berenson, Levine y Krehbiel (2014) exponen que “en un diagrama de Pareto las respuestas categorizadas se trazan en orden descendiente de acuerdo con sus frecuencias y se combinan con la línea de porcentaje acumulado en la misma gráfica. Identifica situaciones mediante el principio de Pareto” (p. 26).

El principio de Pareto, también conocido como Ley 80-20 o pocos vitales y muchos triviales, separa los pocos elementos (20 %) que generan la mayor parte del efecto (80 %). Según este concepto, si se presenta un problema con muchas causas, se puede decir que el 20 % de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.

La utilización del diagrama de Pareto permite que cuando se quiera mejorar un proceso o atender sus problemas, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde puedan tener mayor impacto.

Figura 2.7: Ejemplo de un diagrama de Pareto



Fuente: SPC Consulting Group, 2015.

Algunos de los beneficios que puede obtener una organización al implementar el diagrama de Pareto son el incremento de la productividad, mayor rentabilidad, optimización de los recursos, mejora de la satisfacción del cliente, entre otros.

La organización debe tomar conciencia y entender que si se enfoca en las causas principales del 20 %, puede eliminar el 80 % de los problemas. Por lo tanto, si se eliminan o disminuyen los problemas, aumenta la satisfacción del cliente.

2.1.20 Método de los 5 porqués

Los 5 porqués es un método de análisis de causa que ayuda a identificar la causa raíz de un problema. Fue creado en la década de 1930 por Sakichi Toyoda, fundador de Toyota Industries.

Al respecto, Brandl (2023) indica:

[...] el método de los 5 porqués es una técnica de resolución de problemas que consiste en hacer preguntas sucesivas para identificar la causa raíz de un problema. La idea es identificar la causa más profunda del problema para evitar que vuelva a ocurrir en el futuro (p. 26).

Esta herramienta se aplicó en Toyota Motor, lo que contribuyó para que se volviera bastante popular en la industria automotriz. Esta técnica se puede utilizar en empresas de cualquier tamaño o cualquier departamento para solucionar problemas e implementar acciones correctivas.

Según Rodríguez (2019), para aplicar la técnica de los 5 porqués, es importante seguir los siguientes pasos:

- Identificar la situación que se está presentando.
- Preguntarse el porqué está pasando esta situación.
- Determina las posibles razones de la situación (causa).
- Continuar con el planteamiento de preguntas hasta cinco veces si es posible.
- Establecer las soluciones más adecuadas.

Como herramienta, los 5 porqués pueden convertirse en un recurso constante en cualquier organización, sobre todo cuando se presentan aquellas situaciones en las que se requiere un equipo de trabajo para generar una lluvia de ideas que contribuyan al descubrimiento de las posibles soluciones.

2.1.21 Diagrama de Gantt

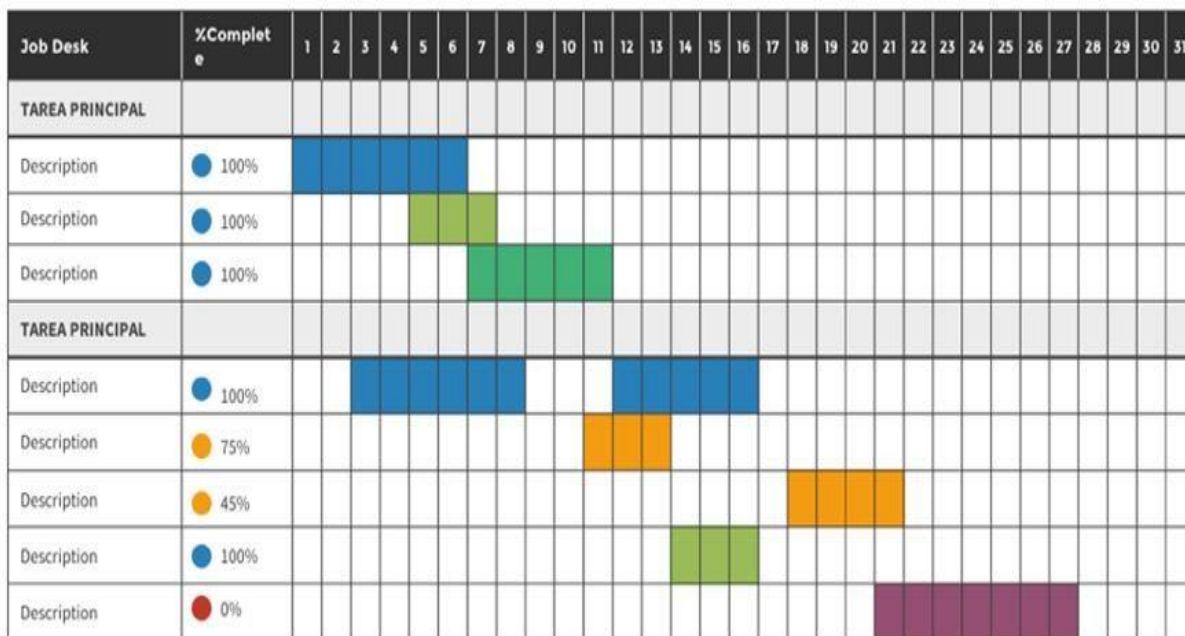
El diagrama de Gantt es una herramienta que sirve para visualizar y organizar las etapas, actividades o tareas de un proyecto.

Cristina & Olivier Rebiere (2018) afirma que “aunque el diagrama de Gantt es sencillo, puede ser difícil de implementar en un proyecto complejo si no se aplica correctamente” (p. 3).

Existen muchas herramientas para representar un plan de acción que posibilite desarrollar mejoras en una empresa, una de las más utilizadas es el diagrama de Gantt, al ser una herramienta sencilla que permite visualizar la distribución de las tareas en el tiempo.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del diagrama de Gantt:

Figura 2.8: Ejemplo de un diagrama de Gantt



Fuente: Rosado, 2019.

Este recurso es especialmente útil para ordenarse y verificar el rumbo que va teniendo un proyecto sin importar qué tan grande o pequeño sea ni su nivel de complejidad.

2.1.22 Procedimientos operativos estandarizados (POE)

Los POE se definen como las diferentes actividades o tareas que se detallan en un documento, ya sea en forma física o digital, con el propósito de ejecutar un proceso productivo o un proyecto en un lugar determinado o área de trabajo dentro de la organización.

Se aplican en organizaciones de productos o servicios, con el objetivo de guiar a los colaboradores dentro de la organización, de manera que puedan saber con exactitud las tareas que les corresponden.

Locher (2017) afirma que los POE “son procedimientos de trabajo detallados que pueden ser de utilidad para nuevos empleados o para empleados que son nuevos en un proceso o actividad en particular” (p. 34).

Al elaborar un POE, se deben identificar las tareas; analizar las tareas de modo que se aborden los requisitos legales, reglamentarios y del cliente; escribir el paso a paso o las tareas del procedimiento; desarrollar un diagrama de flujo del proceso; verificar el cumplimiento de las tareas, corregirlas y mejorarlas en caso de ser necesario.

2.1.23 Capacitación de equipos

La capacitación se refiere a la acción de facilitarle al empleado todos los recursos necesarios para aumentar sus habilidades y conocimientos, de manera que se haga más apto para la ejecución de sus actividades en un determinado proceso.

Montiel (2022) explica que a lo largo de la formación de los colaboradores es posible alcanzar diversos objetivos, como:

- Aumentar el conocimiento de los colaboradores en tareas específicas.
- Generar una cultura del aprendizaje.
- Fomentar la empatía entre sus colaboradores.
- Mejorar el desempeño general de la organización.
- Enseñar a manipular máquinas y materiales de forma autónoma.
- Reducir el número de accidentes laborales.
- Empoderar a los colaboradores.

Una organización que capacita a su equipo de trabajo consigue grandes beneficios ya que se reduce la supervisión de las tareas, se aprovecha más el tiempo, se presenta un

mayor rendimiento en el proceso productivo, se reducen los desperdicios, se resuelven los problemas, entre otros.

2.1.24 Caminata *gemba*

La caminata *gemba*, también conocida como *gemba walk*, se refiere a un recorrido que se lleva a cabo por las instalaciones de una organización con la intención de efectuar observaciones en las labores que ejecutan los empleados y realizarles consultas sobre sus actividades, con el fin de identificar oportunidades de mejora para aumentar su productividad.

Medina (2022) afirma que un *gemba walk* es:

[el] acto de ir físicamente al lugar donde se agrega valor en un proceso para identificar áreas de mejora. En una caminata *gemba*, se habla con las personas que generan valor para determinar dónde se enfoca el valor y dónde hay desperdicios que pueden eliminarse en el proceso.

Al momento de hacer una caminata *gemba*, es necesario utilizar recursos como cronómetros, listas de verificación, registros de datos, cuestionarios para entrevistas, entre otros, con el propósito de recopilar información importante que sea de gran utilidad al realizar el análisis para la toma de decisiones.

En la caminata *gemba* se deben contestar preguntas como: ¿Qué sucede en el lugar de trabajo?, ¿cuántas personas están sobrecargadas? y ¿cuántas tienen menos carga?

2.1.25 Evaluación de procesos

La evaluación de procesos se define como un medio por el cual se evalúa la eficiencia y eficacia de la estructura de una organización y la forma en que utiliza sus recursos. Abarca desde su funcionamiento hasta la entrega de resultados.

Según Soranio (2022):

[...] la evaluación de procesos, además de aportar la información suficiente para comprender la lógica que subyace al funcionamiento de un proyecto, permite también identificar aquellos elementos que funcionan bien y aquellos que requieren mejoras, con el objetivo último de maximizar los efectos positivos del mismo.

La evaluación de procesos es un tipo de evaluación que examina el grado de funcionamiento de un proceso con relación a los objetivos o metas propuestos. Esta evaluación contribuye a la identificación de los cambios necesarios para el diseño, las estrategias y las operaciones, de manera que se logre mejorar el desempeño del proceso.

2.1.26 Matriz RACI (asignación y responsabilidades)

Una matriz RACI (asignación de responsabilidades) se define como una metodología que tiene como propósito asignar los roles y responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo de trabajo para cualquier tarea, logro o entrega de un proyecto.

De acuerdo con Gascón (s.f.), “una matriz de asignación de responsabilidades es una tabla que muestra los recursos asignados a cada paquete de trabajo. Se utiliza para ilustrar las relaciones entre los trabajos o las actividades y los miembros del equipo de trabajo”.

Al seguir la matriz RACI (asignación de responsabilidades), se visualiza la distribución de la responsabilidad de cada persona involucrada y se reduce la confusión.

A continuación, se detalla el significado del acróstico RACI:

- **Responsable (*responsible*)**. Persona a cargo de la asignación o del trabajo de forma directa.
- **Aprobador (*accountable*)**. Persona que está a cargo de supervisar la finalización general de la tarea.
- **Consultado o consultores (*consulted*)**. Persona que debe revisar y dar el visto bueno al trabajo antes de entregarlo.
- **Informado (*informed*)**. Persona o grupo de personas a las que se les informa en relación con el progreso y finalización del trabajo.

Además, Rock Content (2019) expone los siguientes beneficios de la matriz RACI:

- Simplificación de la comunicación. Todos conocen sus funciones en apoyo del proyecto, lo que simplifica la comunicación entre los involucrados.
- Eliminación de la sobrecarga de trabajo. Distribución de las tareas entre diferentes personas en la matriz.

- Definición clara de las expectativas. Los involucrados comienzan a tener las expectativas correctas de cómo se ejecuta el proyecto, así como las responsabilidades que cada uno tiene sobre él.

2.1.27 Plan de control

Un plan de control se refiere a un documento esencial que describe el control de las acciones necesarias para garantizar que la salida del proceso cumpla con todos los requisitos. En un proyecto es vital ya que por medio de este se les da el seguimiento y el control a todas las tareas establecidas para su cumplimiento.

Al respecto, León (2011) (como se citó en Morillo, s.f.) afirma:

[...] el fin de las actividades de control es asegurar que los objetivos sean alcanzados en el tiempo y calidad planificada, realizando una buena supervisión y medición del rendimiento de los resultados, con el objetivo de que se puedan tomar acciones correctivas, esto se hace mediante la comparación entre la planificación realizada y los valores incurridos (p. 3).

Para hacer buenos planes de control, el equipo de trabajo debe asegurarse de estimar los tiempos que una actividad podría tardar en ejecutarse, los recursos realmente necesarios para su finalización u otros requerimientos que podrían ser variables como la planificación inicial.

2.1.28 Análisis de costo-beneficio

El análisis costo-beneficio consiste en una técnica por medio de la cual se realiza una comparación sobre los costos que se generan al efectuar mejoras a procesos o implementar proyectos y los beneficios que se pueden lograr.

De acuerdo con Bello (2021), el análisis costo-beneficio “es el proceso de comparar los costes y los beneficios u oportunidades estimados asociados con la decisión de un proyecto”.

Por su parte, González (2022) afirma que el análisis de costo-beneficio “es una herramienta de toma de decisiones que servirá para elegir con qué acciones vale la pena avanzar. Ofrece una perspectiva cuantitativa del problema para tomar decisiones basadas en evidencia y no en opiniones subjetivas o prejuicios”.

Los beneficios obtenidos pueden ser tangibles como el aumento en las utilidades, la adquisición de nuevos equipos y tecnologías, el acondicionamiento de las instalaciones, entre otros, o intangibles como los procesos estandarizados, el personal motivado, el incremento de la productividad, entre otros.

Al momento de llevar a cabo un análisis de costo-beneficio, se deben enlistar todos los costos y beneficios asociados con sus respectivos valores y hacer un análisis comparativo entre si el proyecto está generando pérdidas o utilidades; con esto se puede identificar si el proyecto es viable o no.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se indican los detalles más significativos de la empresa FIFCO, donde se efectúa el estudio.

2.2.1 Visión/misión

La visión y misión de la empresa se muestran seguidamente.

Visión

La visión de FIFCO es: “Ser líder en el mercado, con un enfoque en sus clientes y consumidores, brindando una operación de calidad mundial, ser una opción laboral atractiva, creando valor y responsabilidad social” (FIFCO, 2024).

Misión

Su misión es: “Ser la empresa líder de la industria de bebidas en Centroamérica en términos de volumen y rentabilidad, excediendo las expectativas de los consumidores, en beneficio de sus clientes, colaboradores, accionistas y las comunidades en donde actúa” (FIFCO, 2024).

2.2.2 Antecedentes históricos

FIFCO nació en Florida de Siquirres, Limón, Costa Rica, en el año 1908. Fundada por los cuatro hermanos de la familia Lindo Morales, se dedicaba principalmente a la fabricación de hielo y a la agricultura.

En 1912, dos de los hermanos Lindo adquirieron la primera Cervecería Nacional y refresquería Traube. A partir de ahí esta empresa se dedicó al negocio de las bebidas, conocida luego como Cervecería de Costa Rica.

En 1990 esta empresa se introdujo en el negocio inmobiliario orientado principalmente al sector turismo, con su adquisición de la Reserva Conchal y Papagayo, ubicados en la provincia de Guanacaste.

En el 2002 esta empresa estableció una alianza estratégica con la compañía Heineken Internacional; al respecto, compró un 25 % de las acciones de Florida Bebidas con la condición de envasar y distribuir sus cervezas por toda Centroamérica.

En 2006, FIFCO realizó la compra de Industrias Alimenticias Kern's, localizada en Guatemala. Además, como parte de su diversificación, adquirió la empresa dedicada a la elaboración de productos de repostería y panes Musmanni o Musi, que tiene gran éxito.

Por otro lado, la empresa adquirió la compañía de lácteos Coopeleche, que comercializa los productos de su propia marca ¡Mú!; asimismo, se dedicó a la comercialización de vinos y destilados, con una gran variedad de productos.

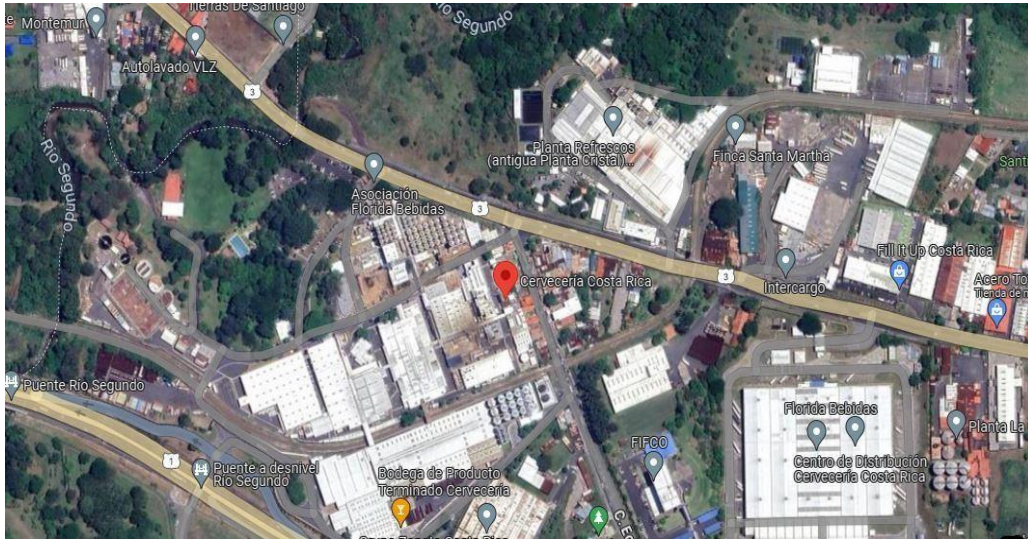
A finales del 2012, FIFCO compró la principal empresa cervecera independiente de los Estados Unidos, llamada North American Brewery (NAB), la cual hoy es nombrada como FIFCO USA.

En el 2016, esta empresa formó una alianza con la compañía mexicana de productos lácteos denominada Grupo LALA; en cuanto a esta, FIFCO se dedicó a la comercialización y distribución de sus productos.

2.2.3 Ubicación geográfica

La ubicación de la empresa FIFCO es 250 metros sur de la entrada principal de Cervecería Costa Rica, Flores, Llorente, Heredia.

Figura 2.9: Mapa satelital de la empresa FIFCO

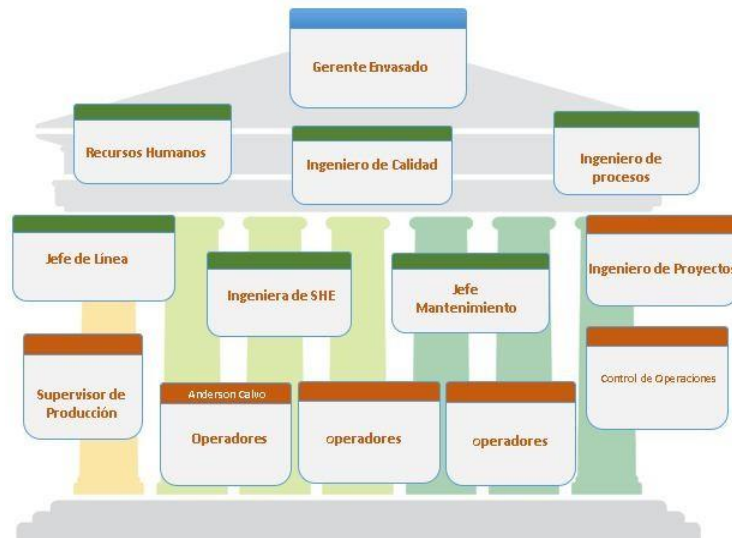


Fuente: Google Maps, 2024.

2.2.4 Estructura organizacional

A continuación, se indica el organigrama del área de producción de la empresa FIFCO:

Figura 2.10: Organigrama del área de producción de la empresa FIFCO



Fuente: Jefatura de producción de FIFCO, 2024.

2.2.5 Cantidad de empleados

La cantidad de empleados por área se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Cantidad de empleados por área

Puesto o área	Cantidad
Gerente general	1
Jefe de línea	1
Ingeniero de procesos	1
Supervisor de producción	3
Operarios	24
Técnicos de calidad	3
Operador de bodega	3
Representante de Recursos Humanos	1
Total	37

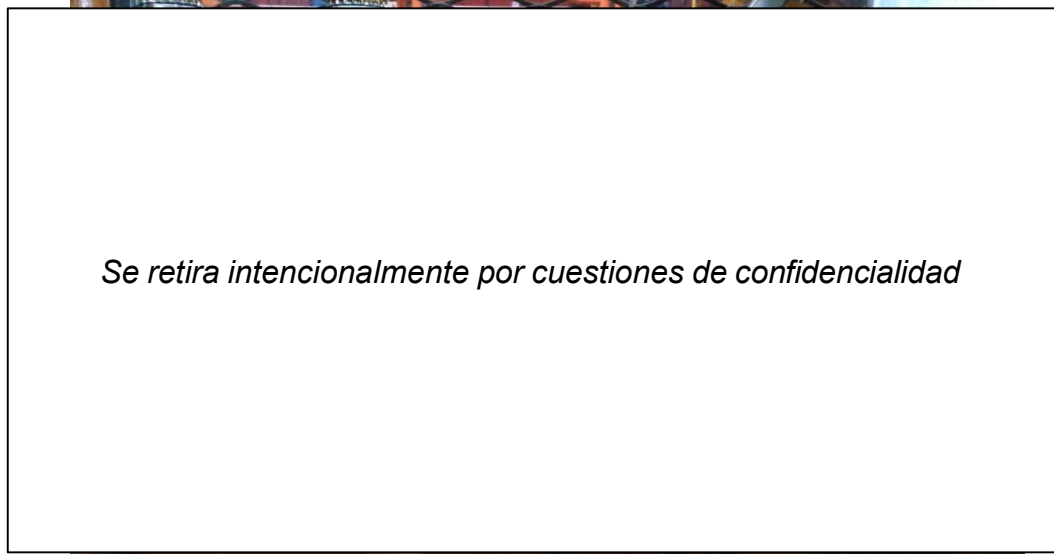
Fuente: Jefatura de producción de FIFCO, 2024.

2.2.6 Tipos de productos

La empresa FIFCO cuenta con más de 1500 productos, entre estos ofrece: cerveza, vinos, licores, bebidas alcohólicas saborizadas, agua embotellada, jugos, refrescos, néctares, té, bebidas carbonatadas, bebidas energéticas, leche, frijoles, conservas, salsa de tomate y productos de panadería.

En la Línea 2 del proceso de envasado, se envasa cerveza en diferentes presentaciones, como se aprecia a continuación:

Figura 2.11: Presentaciones de cerveza envasadas en la Línea 2



Fuente: Jefatura de producción de FIFCO, 2024.

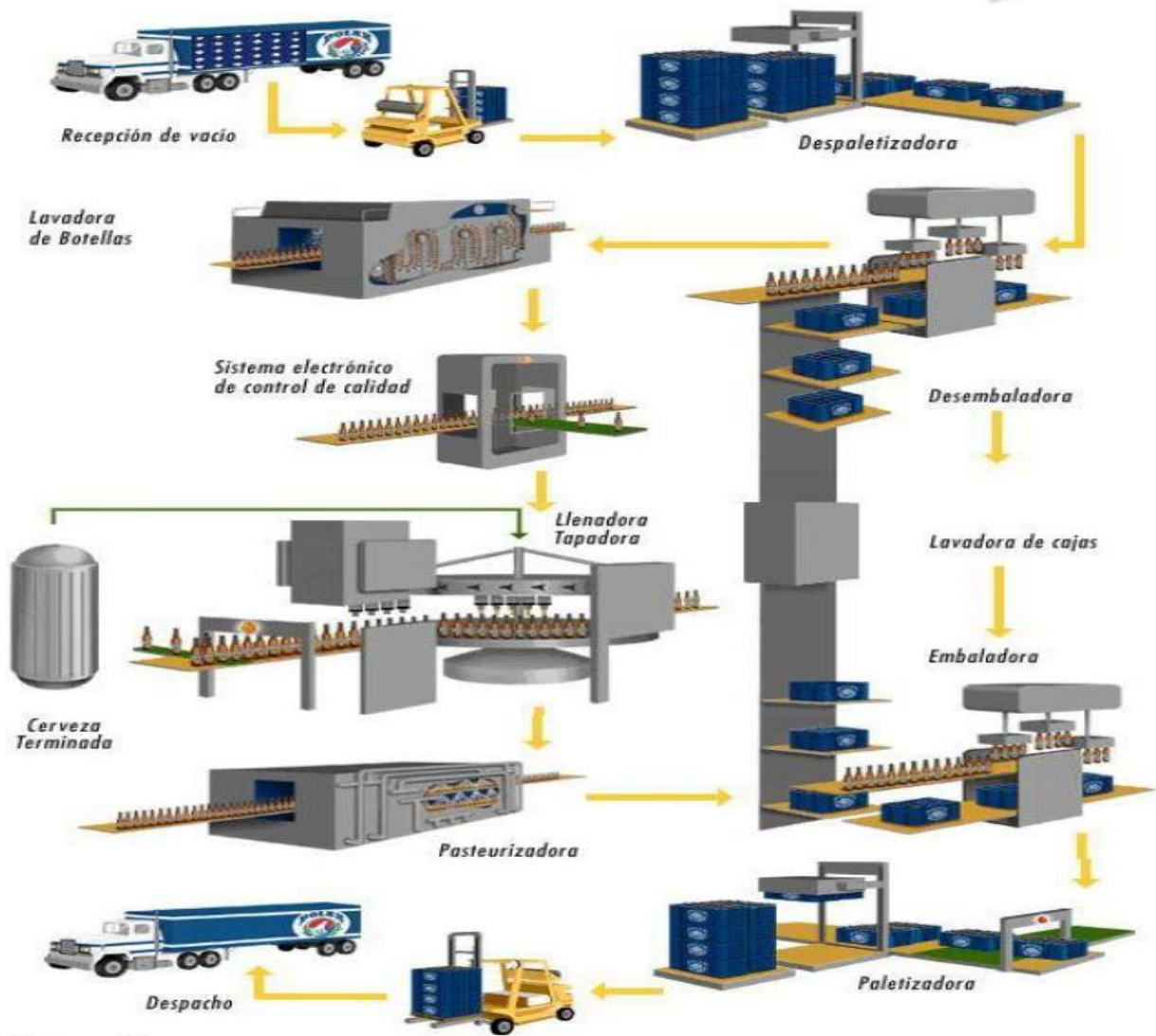
2.2.7 Mercado de exportación

Actualmente, la empresa FIFCO cuenta con operaciones en Costa Rica, Guatemala, México, El Salvador y Estados Unidos, mediante las divisiones de negocio: Florida Capitales, Florida Bebidas y Florida Hospitalidad.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

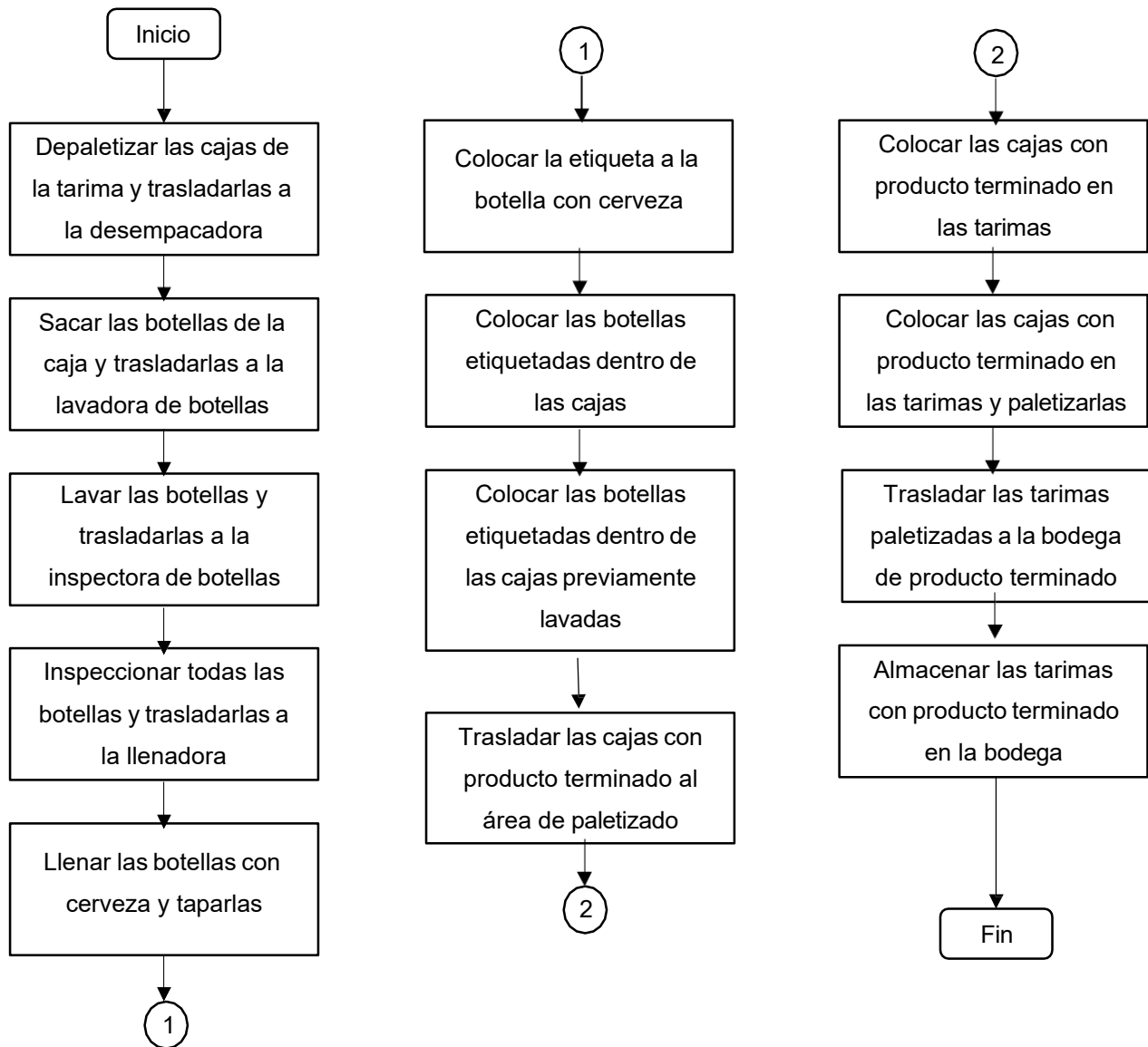
A continuación, se describe el flujo del proceso de envasado en la Línea 2:

Figura 2.12: Modelo del proceso de envasado en la Línea 2



Fuente: Jefatura de producción de FIFCO, 2024.

Figura 2.13: Diagrama de flujo del proceso de envasado en la Línea 2



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la figura anterior, el proceso general de envasado de la Línea 2 inicia en el área de bodega, donde se encuentran las tarimas con envases vacíos dentro de cajas.

Acá el montacarguista carga las tarimas en la máquina depaletizadora para depaletizar las tarimas. Seguidamente, las cajas son transportadas por un transportador hasta la desempacadora.

La desempacadora saca las botellas de las cajas y las coloca en un transportador que las traslada hasta la lavadora de botellas.

La lavadora de botellas realiza el proceso de lavado de las botellas. Cuando las botellas salen de la lavadora, son dirigidas por un transportador hasta la inspectora de botellas.

La inspectora de botellas inspecciona todas las botellas que luego, mediante un transportador, llegan a la llenadora de botellas.

En la llenadora de botellas, se efectúa el proceso de llenado de botellas con cerveza y coronadas (tapadas). Posteriormente, son dirigidas hacia la etiquetadora por medio de un transportador.

En la etiquetadora, las botellas son fechadas y etiquetadas como producto terminado. Después son transportadas mediante un transportador hacia la empacadora.

La empacadora toma las botellas y las deposita dentro de las cajas hasta completar un total de 12 botellas por caja. Seguidamente, las cajas son enviadas a la paletizadora por medio de un transportador.

La paletizadora entarima las cajas en una tarima como producto terminado para bodega. Cuando las tarimas salen completas de la máquina, un montacarguista las recoge y las almacena en bodega de producto terminado.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que “los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen posibles elecciones para enfrentar problemas de investigación y resultan igualmente valiosos. Son, hasta ahora, las mejores formas diseñadas por la humanidad para investigar y generar conocimientos” (p.2).

En cuanto a este trabajo, al ser necesarios el enfoque cuantitativo y el cualitativo, se elige el enfoque mixto debido a que es una combinación de los dos.

De este modo, por medio del enfoque cuantitativo se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández et al., 2014).

En esta investigación se emplea el enfoque cuantitativo en la aplicación de herramientas ingenieriles y metodologías utilizadas para la recopilación de datos de estadísticas, análisis de indicadores, control de actividades, precisión de máquinas y equipos, entre otros.

Respecto al enfoque cualitativo, los autores exponen que en este tipo de enfoque se utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Hernández et al., 2014).

Al usar el enfoque cualitativo, se pretende responder a la pregunta definida en el planteamiento del problema, a saber: ¿Cómo se puede mejorar la Línea 2 del proceso de envasado de manera que se logre aumentar su eficiencia? Por consiguiente, se recopila información referente al contexto del proceso en estudio, causa-efecto del problema, procesos y personal involucrados, secuencias, significados, interpretación de la información, entre otra.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método o diseño de la investigación, como lo indica Sánchez (2020), “se define como el plan global que se lleva a cabo durante el proceso reflexivo del objeto de estudio o problema aplicado a resolver e intentar dar, de manera clara, respuestas a las preguntas planteadas por el investigador” (p. 73).

En el caso de este trabajo, se utiliza la metodología DMAIC en sus cinco etapas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Además, se recopila información mediante la

aplicación de herramientas ingenieriles en cada una de las etapas, la cual se interpreta para determinar conclusiones sobre los datos de la investigación.

Ahora bien, en la siguiente figura se detalla cada una de las etapas de la metodología DMAIC:

Figura 3.1: Metodología DMAIC para realizar la investigación

DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROLAR
<ul style="list-style-type: none"> • Project charter • Stakeholders • PESTEL • Árbol CTQ • Mapa de procesos • Diagrama SIPOC • Diagrama de flujo • Gráficos de barra 	<ul style="list-style-type: none"> • VSM • SMED (etapas I y II) • Gráficos de pastel 	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas • Diagrama de Ishikawa • Técnica multivoto • Diagrama Pareto • Técnica 5 porqués 	<ul style="list-style-type: none"> • SMED (etapas III y IV) • POE 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Gantt • Matriz RACI • Plan de control • Caminatas Gemba • Costo beneficio

Fuente: Elaboración propia, 2024.

I. Etapa definir

En esta etapa se realizan entrevistas a los colaboradores involucrados en el proceso de envasado de la Línea 2. Seguidamente, se llevan a cabo observaciones con el propósito de recabar información relevante para el desarrollo del proyecto.

Luego, se define el contexto de la organización mediante el uso de herramientas ingenieriles como el *project charter*, *stakeholders*, análisis PESTEL, árbol CTQ y mapa de procesos.

Por último, se describen las etapas del proceso de envasado de la Línea 2 y se identifican datos históricos y el comportamiento del proceso productivo de los últimos tres años, utilizando herramientas como el diagrama SIPOC, diagrama de flujo y gráficos de barra.

II. Etapa medir

Relacionado a esta etapa, se efectúan entrevistas a los colaboradores del proceso de envasado, referentes a los paros del proceso y los motivos. Con esta información, se desarrollan las etapas I y II de la filosofía SMED, para determinar los procesos de cambio de producto, las actividades internas y externas, y en cuáles de estas se presentan atrasos o cuellos de botella.

III. Etapa analizar

En esta etapa se hace una lluvia de ideas con el fin de identificar las causas que afectan el rendimiento del proceso, para luego categorizarlas mediante un diagrama de Ishikawa. Una vez definidas y categorizadas todas las causas, se solicita la participación de los operarios de la Línea 2 de envasado en una votación que refleje la frecuencia en que se manifiestan las causas.

Cada uno de los votos se incluye en un multivoto donde se indican las causas con su respectivo número de votos. Después, cada causa se establece en un diagrama de Pareto por orden de prioridad de acuerdo con el porcentaje de participación, para finalmente utilizar la técnica de los cinco porqués con el objetivo de buscar la causa raíz y brindar soluciones de mejora que contribuyan al aumento de la eficiencia del proceso de envasado.

IV. Etapa mejorar

En esta etapa se desarrolla la propuesta de implementación del proyecto, mediante la aplicación de las etapas III y IV de la filosofía SMED; además, se elaboran POE de los procesos de cambio de producto, con el propósito de estandarizar el proceso de envasado y encontrar soluciones de mejora que contribuyan al aumento de la eficiencia. Una vez establecidos los POE, se hace un plan de mantenimientos preventivos para las máquinas de la Línea 2 y se diseña un plan de capacitaciones dirigido a los colaboradores involucrados en el proceso de envasado.

V. Etapa controlar

Respecto a esta etapa, se elabora un plan de acción mediante un diagrama de Gantt. En el plan se incluyen acciones de mejora con las fechas de cumplimiento por cada acción, de manera que se aumente la eficiencia del proceso de envasado.

Seguidamente, se hace una matriz RACI (asignación y responsabilidades) con las acciones de mejora y los colaboradores asignados para la verificación de las acciones.

Después, se lleva a cabo un plan de control de las acciones porque cada vez que se haya cumplido la fecha establecida de cada acción, el colaborador asignado en la matriz RACI debe evaluar las evidencias recopiladas y las actividades realizadas para dar cumplimiento a la acción, y anotar los resultados obtenidos en el plan de control.

Por otro lado, se define en el plan de control que cada bimestre o trimestre (el periodo lo define la jefatura) se realicen caminatas Gemba y se efectúe una evaluación del proceso en general, de manera que se identifiquen oportunidades de mejora y se repita el ciclo DMAIC.

En cuanto a la implementación de la propuesta, se hace un análisis del costo-beneficio basado en la problemática detectada y las soluciones de mejora propuestas para el aumento de la eficiencia.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información se refieren al medio por el cual se puede recopilar la información de utilidad para el proyecto de investigación o un asunto específico, con el fin de lograr una buena toma de decisiones.

De acuerdo con Maranto y González (2015), las fuentes de información “son un instrumento para el conocimiento, la búsqueda y el acceso a la información. Se pueden encontrar diferentes fuentes de información, dependiendo del nivel de búsqueda que se haga” (p. 2).

Algunas fuentes de información son diversos libros, personas, documentos u otros medios de comunicación.

Fuentes primarias

Las fuentes primarias son la información original que contribuye directamente en la toma de decisiones como, por ejemplo, datos históricos de la empresa o el área de trabajo donde se realiza la investigación.

Silvestrini y Vargas (2008) señalan que las fuentes primarias “contienen información original, que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. Son producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa” (p. 2).

Para esta investigación, se toman como información primaria los datos históricos del comportamiento del proceso de envasado en la Línea 2 de los últimos dos años y la información facilitada por la jefatura, supervisión de la producción y operarios.

Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias corresponden a la información recolectada por medio de libros, revistas y resúmenes que están disponibles para consultarse.

Maranto y González (2015) indica que “este tipo de fuentes son las que ya han procesado información de una fuente primaria. El proceso de esta información se pudo dar por una interpretación, un análisis, así como la extracción y reorganización de la información de la fuente primaria” (p. 2).

En el caso de esta investigación, se toman como fuentes secundarias la información proveniente de libros, sitios web, artículos y herramientas ingenieriles.

3.3.1 Sujetos de información

La población seleccionada para este proyecto son los empleados de la Línea 2 de envasado de la empresa FIFCO.

Además, para la recolección de la información que sustenta esta investigación, se utiliza una serie de herramientas ingenieriles y modelos matemáticos diseñados y corroborados a lo largo del tiempo.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

Las variables empleadas en el estudio se relacionan directamente con los objetivos específicos definidos en el primer capítulo del proyecto.

3.4.1 Variables de estudio

Las variables corresponden al aspecto que se mide de los objetivos específicos del proyecto.

3.4.2 Definición conceptual

Hernández et al. (2014) definen una variable como “una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”.

De igual manera, para los autores “las variables adquieren valor para la investigación científica cuando llegan a relacionarse con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o una teoría. En este caso, se les suele denominar constructos o construcciones hipotéticas” (Hernández et al., 2014).

3.4.3 Definición instrumental

Según Hernández et al. (2014), “la elección del o los instrumentos para recabar los datos es rápida, pues solo se debe considerar que se adapten al diseño y a la muestra del estudio”.

En cuanto al estudio, se toman algunas variables necesarias para profundizar el análisis realizado y estas son en función de cada objetivo específico.

3.4.4 Definición operacional

La definición operacional son las guías, lineamientos o procedimientos utilizados por quien esté desarrollando la investigación, con el fin de medir los puntos más importantes que destacó como sus variables principales, para con base en los resultados justificar su investigación.

Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Definir los factores que afectan el rendimiento actual de la Línea 2 del proceso de envasado, por medio del análisis de contexto y caracterización del proceso.	Situación actual de la Línea 2 del proceso de envasado	La situación actual se refiere a la condición en la que encuentra un proceso de producción, operativo o de servicio, en el momento en el que inicia su estudio.	Se estudia la situación actual del proceso de envasado en la Línea 2 y se analizan los datos históricos para identificar los indicadores de desempeño y cuáles causas afectan su rendimiento.	<i>Project charter</i> <i>Stakeholders</i> Análisis PESTEL Árbol CTQ Mapa de procesos Diagrama SIPOC Diagrama de flujo Gráficos de control
Medir el impacto del tiempo de producción de las actividades de la Línea 2 utilizando la graficación, el mapa de valor y la filosofía SMED. Analizar las causas por bajo rendimiento en la Línea 2 del proceso de envasado, para determinar las causas raíz.	Análisis de causa	El análisis de causa es el método mediante el cual se crean y se clasifican ideas o hipótesis sobre las causas de un problema de manera gráfica, utilizando herramientas de análisis de causa.	Se analizan las causas que afectan el rendimiento del proceso de envasado y su causa raíz para darles solución.	Medición de tiempos VSM Mapeos del proceso Gráfico lineal Gráfico de pastel Lluvia de ideas Diagrama de Ishikawa Técnica de multivoto Diagrama de Pareto Técnica de los cinco porqués
Proponer mejoras y controles que contribuyan al aumento de la eficiencia del proceso de envasado de la Línea 2.	Mejora de la eficiencia del proceso de envasado	La mejora de la eficiencia de procesos se refiere a la capacidad de emplear adecuadamente las herramientas con el fin de lograr los objetivos planteados.	Plantear acciones de mejora de manera que se aumente la eficiencia del proceso de envasado.	POE Diagrama de Gantt Matriz RACI Plan de control Caminatas <i>gemba</i> Costo beneficio

Fuente: Autor.

3.5 INSTRUMENTOS

Un instrumento de recolección de datos es un recurso por medio del cual el investigador recolecta la información necesaria para desarrollar un proyecto de investigación.

Además, los instrumentos están orientados a la creación de las condiciones necesarias para la medición, el análisis y la interpretación de la información.

Respecto a este proyecto, los instrumentos para la recopilación de la información que lo sustentan se describen a continuación.

3.5.1 La observación

La observación es un instrumento que permite conocer con claridad el estado actual de la Línea 2 y, a la vez, identificar posibles fallas durante el proceso de envasado.

Para Ortega (s.f.), la observación es “una técnica utilizada en diversos ámbitos del conocimiento, que implica la recolección sistemática de información sobre un fenómeno o situación determinada mediante la percepción y registro de datos a través de los sentidos”.

En la observación, el investigador debe realizar anotaciones y grabaciones para recolectar los datos más relevantes. Un aspecto por destacar de este instrumento es que se puede emplear en investigaciones cualitativas y cuantitativas.

Así, en este proyecto se llevan a cabo caminatas *gemba* por las diferentes etapas del proceso de envasado para observar la problemática, las posibles causas y/o las oportunidades de mejora.

3.5.2 Entrevista

La entrevista se refiere a la relación existente entre dos o más personas, llamadas entrevistados y entrevistador, al momento de realizar un proceso de intercambio de información sobre un tema en específico.

Según Muguirra (s.f.), la entrevista “consiste en preguntar a una o varias personas su opinión sobre una empresa, un producto o un tema [...] existen tres principales tipos de entrevista, entre las que destacan la entrevista estructurada, la semiestructurada y la no estructurada”.

Es considerado un gran recurso para obtener testimonios reales de personas que están involucradas directamente con la investigación. Asimismo, este instrumento se puede adaptar de acuerdo con los propósitos del investigador.

En este proyecto, se realizan diferentes entrevistas a los colaboradores involucrados en el proceso de envasado (operarios, jefaturas y supervisores de producción).

3.5.3 Lista de chequeo

Las listas de chequeo son los formularios de control creados para el registro de las actividades repetitivas, la verificación del cumplimiento de los requisitos o la recopilación de datos de manera ordenada y sistemática.

De acuerdo con Jiménez (s.f.), “la lista de chequeo permite monitorizar o hacer seguimiento a los niveles de competencia de las personas o el desempeño de los procesos”.

3.5.4 Registros históricos

Este instrumento corresponde a la información registrada en la empresa como evidencia del comportamiento de sus distintos procesos, la cual es de gran importancia para el sustento de la situación actual de la empresa, con el objetivo de analizar la problemática abarcada en el proyecto.

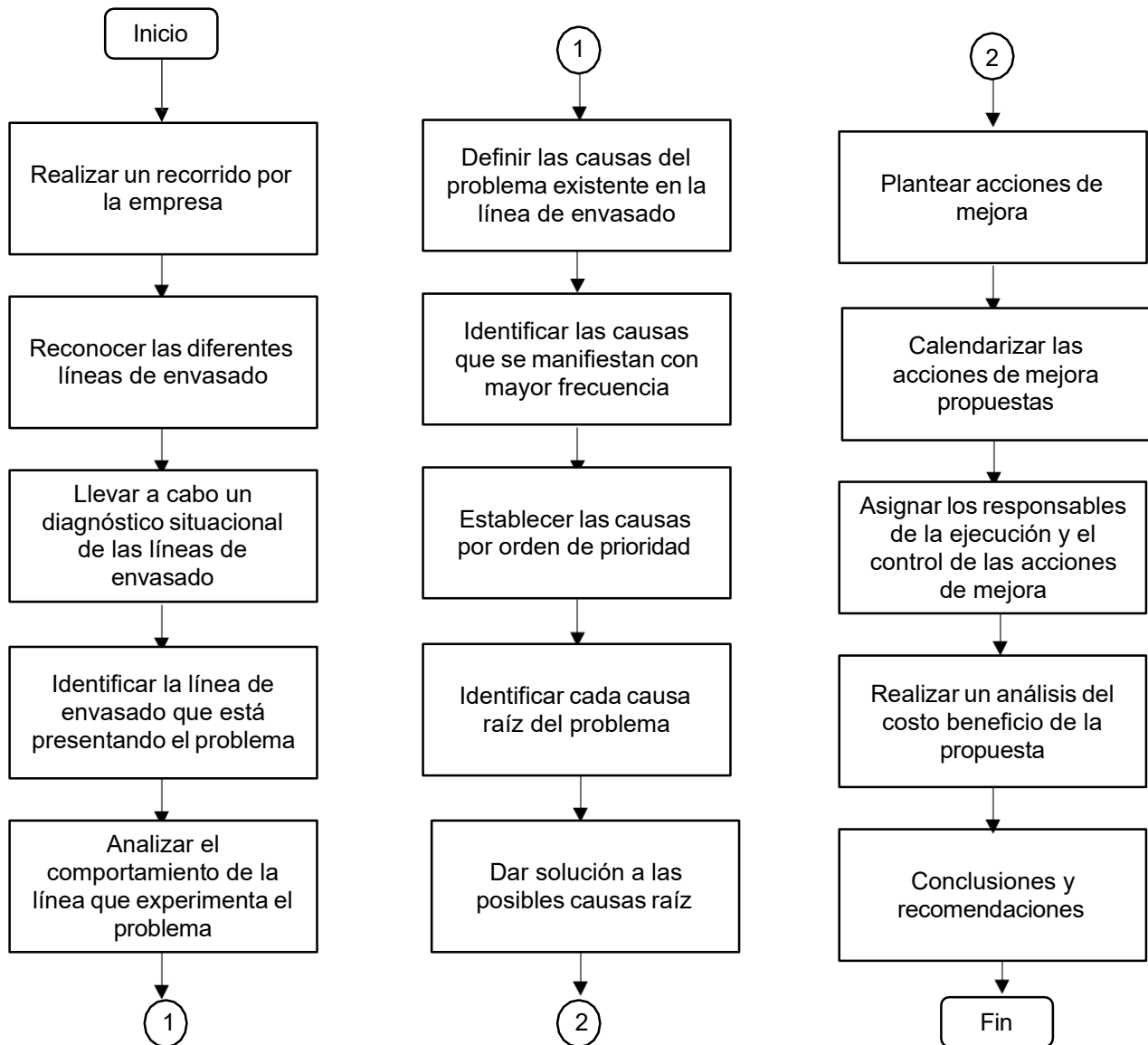
IBM (2024) explica que “los registros de historial le ayudan a realizar un seguimiento y controlar las actividades del sistema. Si mantiene un registro histórico preciso, puede supervisar actividades específicas del sistema que le ayuden a analizar los problemas”.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

El proceso de recolección de la información proporciona una idea clara sobre las evidencias obtenidas ya que, tanto en la recolección de datos como en el análisis de los mismos, el investigador busca comprobar la originalidad, la confiabilidad y la validez de la información recopilada.

En la siguiente figura, se muestra un diagrama de flujo para el proceso de recolección y análisis de datos:

Figura 3.2: Diagrama de flujo para el proceso de recolección y análisis de datos



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Primeramente, se brinda información acerca de la empresa donde se lleva a cabo el proyecto a nivel externo.

Después, se analiza el entorno de la empresa a nivel interno y se identifica el lugar o la línea donde se presenta el problema, de manera que se logre recolectar toda la información proveniente tanto de la aplicación del diagnóstico como del registro de datos históricos que influye en el proceso.

Además, se aplican herramientas ingenieriles para determinar el estado actual de la línea de envasado donde se experimenta el problema, se identifican las causas que generan el problema y se organizan por orden de prioridad.

Posteriormente, se realiza un análisis de cada causa identificada en el problema para buscar la causa raíz. Con los resultados obtenidos, se plantean propuestas basadas en acciones de mejora para dar solución al problema.

Las acciones de mejora se calendarizan mediante un diagrama de Gantt, también se asignan los responsables de la ejecución de cada acción, y del seguimiento y control de su cumplimiento.

Por otro lado, se efectúa un análisis del costo beneficio y retorno de la inversión de la propuesta.

Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones para la implementación de la propuesta.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 DEFINIR

Este proyecto se desarrolla en la empresa FIFCO, ubicada en Río Segundo, Alajuela, Costa Rica, específicamente en la Línea 2 de envasado.

En esta línea se presentan problemas ya que en la actualidad no se está cumpliendo a cabalidad con las órdenes de producción; además, la jefatura de producción definió para el 2023 una meta de 48,63 %, sin embargo, el indicador de producción que más se ha acercado a la meta es de 44,17 %, por lo tanto, no se logra cumplir con la meta establecida.

Por esta razón, surge la necesidad de realizar un análisis del proceso de envasado en la Línea 2, utilizando la metodología DMAIC, en sus cinco etapas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar, las cuales se aplican para la mejora de procesos al identificar la problemática existente y disminuir la probabilidad de errores al emplear diferentes herramientas ingenieriles que contribuyen a la mejora del proceso y, así, al aumento la satisfacción del cliente.

Para esta etapa, es necesario identificar la problemática en estudio; por consiguiente, en esta primera fase se conoce el estado real del proceso de envasado de la Línea 2, también se busca determinar los requerimientos del cliente y entender por qué no se está cumpliendo con la programación de la producción.

A continuación, se desarrolla una serie de herramientas ingenieriles que contribuyen a la etapa definir el marco del problema analizado.

4.1.1 Project charter

Con el fin de llevar a cabo esta investigación y, de este modo, buscar las propuestas de mejora a la problemática planteada, es importante identificar el equipo de trabajo involucrado en el proceso y que aporte información valiosa al estudio.

Al respecto, por medio de la herramienta de planificación de trabajo, *project charter*, se determina el principal objetivo del proyecto y los colaboradores involucrados en la investigación.

En la siguiente figura, se expone el modelo del *project charter* del proyecto:

Figura 4.1: Project charter para la investigación

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
Nombre del proyecto	Evaluación del proceso actual de producción en la Línea 2 de envasado de la empresa FIFCO Costa Rica para aumentar su eficiencia.
Director del proyecto/nivel de autoridad	David Vargas Solís/estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial.
Justificación	<p>El proyecto surge como una necesidad que se presenta en el proceso de producción, específicamente en la Línea 2 de envasado de la empresa FIFCO, Costa Rica, ya que en la actualidad ocurren paros en las máquinas (paletizadora, desempacadora, lavadora de cajas, inspectora, etiquetadora y empacadora) por ajustes operativos o mantenimientos correctivos.</p> <p>Debido a la circunstancia expuesta, es de vital importancia la ejecución de este trabajo de investigación, pues FIFCO es una empresa comprometida no solo con satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, sino también se enfoca en la mejora continua para la optimización de sus procesos, lo cual garantiza la fluidez en sus actividades, así como la calidad e inocuidad de sus productos.</p> <p>Además, en cuanto al programa de producción diaria, no se cumple a cabalidad porque se experimentan cuellos de botella a lo largo de la línea de producción, tiempos muertos en la máquina llenadora e incumplimientos en las entregas de producto terminado al área de almacenamiento, por lo que la empresa considera necesario plantear soluciones de mejora a la problemática que afecta la eficiencia del proceso de producción en la Línea 2 de envasado.</p> <p>Así, el propósito del estudio es detectar las causas que están generando la problemática que afecta la capacidad por bajo rendimiento en la Línea 2 del proceso de envasado, con el fin de buscar soluciones de mejora.</p> <p>A partir de lo indicado en este apartado, se justifica la búsqueda de soluciones que contribuyan al aumento de la eficiencia en el proceso de envasado.</p>
Objetivo	Evaluar el proceso actual de envasado de la empresa FIFCO, mediante la aplicación de la metodología DMAIC y la filosofía <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED), que aumente la eficiencia de la Línea 2 en al menos un 5 %.
Requerimientos/descripción del producto final	<p>Con el desarrollo de este proyecto, se espera que en la Línea 2 del proceso de envasado de la empresa FIFCO se logren los siguientes resultados:</p> <p>Identificar las causas que afectan el rendimiento del proceso de envasado mediante la aplicación de caminatas <i>gemba</i>, observación del proceso de envasado, entrevistas a los colaboradores involucrados en el proceso, lluvia de ideas para determinar las causas, categorización de las causas mediante un</p>

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

diagrama de Ishikawa, y evaluación de las causas por un multivoto y un diagrama de Pareto.

Buscar la causa raíz de la problemática mediante la aplicación de la técnica de los cinco porqués, para brindar soluciones de mejora que contribuyan al aumento de la eficiencia del proceso de envasado en la Línea 2.

Garantizar la entrega a tiempo de producto terminado al área de bodegas, aplicando las acciones de mejora y, así, reducir los tiempos muertos por paros y asegurar la fluidez de la actividad en la Línea 2 del proceso de envasado.

Recursos asignados

Para la planificación inicial:

Un colaborador asignado para la elaboración de los POE, durante tres meses.

Un colaborador asignado para la capacitación del personal sobre los POE, durante tres semanas.

Un colaborador de mantenimiento para el mantenimiento preventivo de las máquinas, cuatro horas por semana.

Partes implicadas (participantes)

Jefe de línea, quien se asegura de que las acciones se están cumpliendo y el personal se está capacitando.

Ingeniero de procesos, para dar apoyo en las caminatas *gemba*, además de asegurar la entrega del producto terminado a tiempo.

Supervisor de producción, para controlar el cumplimiento de las acciones establecidas en el plan de control.

Operarios, para que ejecuten las actividades del plan de acción y cumplimiento de indicadores KPI.

Técnicos de calidad, para que supervisen las actividades asignadas en la matriz RACI y la validación del producto terminado.

Estimación inicial de riesgos

El mayor riesgo es el retraso en la implementación de la propuesta y que no se ejecuten las acciones propuestas ni se cumplan los tiempos establecidos. Por otro lado, el desinterés por parte de la jefatura y la resistencia en la implementación del plan de acción por parte de los operarios.

Estimación inicial de tiempo

Finalización: la propuesta abarca la implementación, la verificación y el control del cumplimiento de las acciones de mejora.

Fecha de finalización: 29 de noviembre de 2024.

Estimación inicial de costes

Hasta el momento no se ha realizado el presupuesto para el proyecto, sin embargo, se enfoca en las horas laborales de los colaboradores asignados para la implementación de la propuesta.

Requerimientos y responsables de aprobación

Aprobación de la propuesta de implementación: jefatura de la Línea 2 del proceso de envasado.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
Nombre	David Vargas Solís.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la figura 4.1, en la cual se presenta el *project charter* del proyecto, se describe con detalle el nombre del proyecto, la persona a cargo con su nivel de autoridad, la justificación del proyecto, el objetivo principal, los requerimientos y la descripción del producto final, los recursos asignados, los participantes en el proyecto, las estimaciones y los responsables de la aprobación.

4.1.2 Análisis de stakeholders

En cuanto al desarrollo de esta investigación, es de suma importancia identificar cada una de las partes interesadas que le brindan productos o servicios a la empresa, así como a las que la empresa debe rendir cuentas para su completo funcionamiento.

En la siguiente figura se muestran las partes interesadas de la empresa:

Figura 4.2: Partes interesadas de la empresa

Partes interesadas	Por qué	Impacto	Dónde impacta	Impacto	Influencia	Resultado
Cientes nacionales	Razón de ser de la empresa	Afectación a la empresa por pérdida de clientes	En todos los procesos de la empresa	ALTO	ALTO	Trabajar para él
Cientes internacionales						
Accionistas	Aportan capital	Afectación rentabilidad-oportunidad de crecimiento	En todos los procesos de la empresa	ALTO	BAJO	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos

Partes interesadas	Por qué	Impacto	Dónde impacta	Impacto	Influencia	Resultado
Proveedores de materia prima, malta, lúpulo, levadura y alcohol.	Suplen productos e insumos para brindar el servicio	Desabastecimiento o pérdida de proveedores críticos. Incumplimiento y pérdida de proveedores críticos. Incumplimiento legal/afectación a las metas ambientales.	Procesos de operaciones, Proveeduría.	BAJO	ALTO	Trabajar con ellos
Proveedor de material de envase y empaque, cajas plásticas, tapas, etiquetas y botellas de vidrio.	Suplir de productos e insumos para brindar el servicio	Desabastecimiento o pérdida de proveedores críticos. Incumplimiento y pérdida de proveedores críticos. Incumplimiento legal/afectación a las metas ambientales.	Procesos de operaciones, Proveeduría.	BAJO	ALTO	Trabajar con ellos
Proveedores de repuestos	Suplir de productos e insumos para brindar el servicio	Desabastecimiento o pérdida de proveedores críticos. Incumplimiento y pérdida de proveedores críticos. Incumplimiento legal/afectación a las metas ambientales.	En todos los procesos de la empresa	BAJO	ALTO	Trabajar con ellos
Competidores	Son partes interesadas secundarias que no tienen una participación directa	Monitorear y comprender las estrategias de la competencia para ayudar a tomar decisiones	En todos los procesos de la organización	BAJO	BAJO	Mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo
Colaboradores	Encargados de ejecutar actividades	Afectación directa en las actividades por ejecutar. Afectación a la productividad. Fuga del talento técnico. Incumplimiento legal/afectación a los indicadores ambientales. Denuncias.	En todos los procesos de la organización	BAJO	ALTO	Trabajar con ellos
Subcontratista	Brindan asesorías y capacitaciones acerca de temas importantes para la empresa	Afecta el desempeño del proceso	Proceso que requiere la asesoría	BAJO	ALTO	Trabajar con ellos

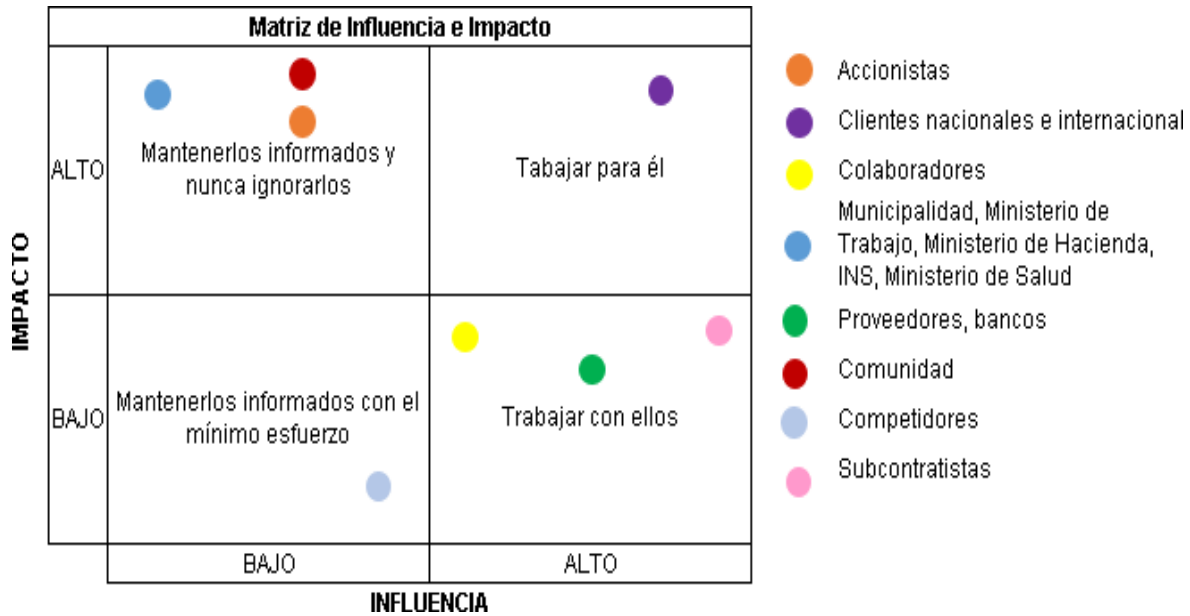
Partes interesadas	Por qué	Impacto	Dónde impacta	Impacto	Influencia	Resultado
Comunidad	Vecinos	Afectación a las metas ambientales. Denuncias.	En todos los procesos de la organización	ALTO	BAJO	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos
Municipalidad	Ente regulador	Sanciones. Suspensión de permiso de funcionamiento. Impacto patrimonial.	En todos los procesos de la empresa	ALTO	BAJO	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos
Bancos	Administrar el capital	Afectación al área financiera de la organización	En todos los procesos de la organización	BAJO	ALTO	Trabajar con ellos
Ministerio de Trabajo	Ente regulador	Sanciones. Afectación en la reputación.	En todos los procesos de la organización	ALTO	BAJO	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos
Ministerio de Hacienda	Ente regulador	Sanciones. Impacto patrimonial. Afectación en la reputación.	En todos los procesos de la organización	ALTO	BAJO	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos
INS	Ente regulador	Sanciones. Afectación a los colaboradores. Afectación en la reputación.	En todos los procesos de la organización	ALTO	BAJO	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos
Ministerio de Salud	Ente regulador	Sanciones. Suspensión del permiso sanitario. Afectación en la reputación.	En todos los procesos de la organización	ALTO	BAJO	Mantenerlos informados y nunca ignorarlos

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la figura 4.2, algunas de las partes interesadas de la empresa son los clientes nacionales e internacionales; los accionistas; los proveedores de materia prima, malta, lúpulo, levadura y alcohol; los proveedores de material de envase y empaque, cajas plásticas, tapas, etiquetas y botellas de vidrio; los proveedores de repuestos; los competidores; los colaboradores; los subcontratistas; la comunidad; la municipalidad; los bancos; el Ministerio de Trabajo; el Ministerio de Hacienda; el INS y el Ministerio de Salud.

Además de identificar las partes interesadas de la empresa, es necesario categorizarlas de acuerdo a su nivel de influencia y su impacto, como se muestra en la figura 4.3:

Figura 4.3: Matriz de influencia e impacto de las partes interesadas de la empresa



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura 4.3 se aprecia que las partes interesadas de la empresa son categorizadas a partir de su nivel de influencia e impacto. De este modo, en el caso de los accionistas, la comunidad, la municipalidad, el Ministerio de Trabajo, el Ministerio de Hacienda, el INS y el Ministerio de Salud, están categorizadas como “mantenerlos informados y nunca ignorarlos”; en cuanto a los clientes nacionales e internacionales, están en la categoría “trabajar para él”.

Por otro lado, los diferentes proveedores, los bancos, los colaboradores y los subcontratistas entran en la categoría “trabajar con ellos”. Finalmente, los competidores se encuentran en la categoría “mantenerlos informados con el mínimo esfuerzo”.

4.1.3 Análisis del entorno (PESTEL)

Para analizar el contexto de la empresa en su entorno político, económico, sociocultural, tecnológico, ecológico (ambiental) y legal, se utiliza la herramienta conocida como análisis PESTEL.

En la siguiente figura se presenta el detalle del análisis del entorno de la empresa FIFCO Costa Rica:

Figura 4.4: Análisis del contexto de la empresa FIFCO Costa Rica

ANÁLISIS PESTEL		
POLÍTICO	ECONÓMICO	SOCIOCULTURAL
<p>Normas gubernamentales.</p> <p>Proyectos de apoyo para favorecer la imagen de la empresa.</p> <p>Políticas de restricciones a las inversiones de capital.</p> <p>Alianzas estratégicas con los gobiernos cantonales.</p>	<p>Desarrollo de nuevos productos.</p> <p>Desarrollo de campañas para promoción sus productos.</p> <p>Presencia en conciertos y eventos nacionales.</p>	<p>Programas de ayuda y bienestar social a las comunidades del país.</p> <p>Presencia de marcas que puedan participar en actividades culturales y deportivas.</p> <p>Productos enfocados en la nutrición y la salud.</p>
TECNOLÓGICO	ECOLÓGICO	LEGAL
<p>Acceso a Internet.</p> <p>Sistemas de información.</p> <p>Sistemas de Gestión automatizados.</p> <p>Aprovechamiento de las plataformas digitales.</p>	<p>Políticas para protección del ambiente.</p> <p>Manejo de desechos.</p> <p>Prácticas amigables con el ambiente.</p> <p>Certificaciones en normas ambientales.</p>	<p>Normativas para la venta de licores en el país.</p> <p>Concientización sobre el consumo adecuado de bebidas alcohólicas.</p> <p>Seguridad en la cadena de suministro.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2024.

A continuación, se detalla cada uno de los factores incluidos en el análisis del contexto de la empresa FIFCO Costa Rica:

POLÍTICOS

- **Normas gubernamentales**

Cumplimiento con las distintas normas gubernamentales para su funcionamiento, ya que su mayor producción son los productos basados en bebidas alcohólicas.

- **Proyectos de apoyo para favorecer la imagen de la empresa**

Compromiso en generar valor al crear proyectos de apoyo que puedan favorecer la imagen de la empresa en cuanto a confianza, emprendimiento y solidaridad, y el enfoque en la promoción de las diferentes marcas que comercializa.

- **Alianzas estratégicas con los Gobiernos cantonales**

Reuniones programadas con distintas autoridades cantonales, enfocadas en estrategias para la presencia de marca en actividades reconocidas por la comunidad.

ECONÓMICOS

- **Desarrollo de nuevos productos**

La empresa cuenta con más de 1500 productos, diversificándose cada día en nuevos productos e ideas innovadoras en su portafolio de bebidas a nivel en general; entre estos, ofrece: cerveza, vinos, licores, bebidas alcohólicas saborizadas, así como agua embotellada, jugos, refrescos, néctares, tés, bebidas carbonatadas, bebidas energéticas, leche, frijoles, conservas, salsa de tomate y productos de panadería.

Además, cuenta con un Departamento de Innovación y Desarrollo en donde se lleva a cabo toda la logística para el desarrollo de nuevos productos, desde su formulación hasta la promoción y divulgación del nuevo producto.

- **Desarrollo de campañas para la promoción de sus productos**

La empresa lleva a cabo campañas bajo estrategias claramente establecidas enfocadas en la sostenibilidad, con el propósito de buscar soluciones innovadoras a los desafíos ambientales y sociales, mediante la creatividad, el pensamiento sistemático y la colaboración de sus empleados, para ofrecer y promocionar sus diferentes productos.

- **Presencia en conciertos y eventos nacionales**

Reuniones con representantes y autoridades nacionales, con el objetivo de presentarse en los distintos conciertos y eventos nacionales programados a lo largo de cada año, para ofrecer sus productos al público.

SOCIOCULTURAL

- **Programas de ayuda y bienestar social a las comunidades del país**

La empresa cuenta con metas claramente establecidas para reducir la pobreza y fomentar la resiliencia de las personas que se encuentran en situaciones vulnerables. Como parte de esta iniciativa, la empresa trabaja bajo la estrategia social llamada Programa Astro Desarrollo, en la cual se indica que para el 2030 la empresa se propuso como meta contribuir a la reducción de la pobreza en el país.

- **Presencia de marcas que puedan participar en actividades culturales y deportivas**

Los programas de participación en actividades culturales y deportivas por lo general se enfocan en regalías de productos hidratantes como agua natural, bebidas energizantes y promociones basadas en la concientización del consumo adecuado de bebidas y la protección del medio ambiente.

- **Productos enfocados en la nutrición y la salud**

Como una de las prioridades corporativas, la empresa promueve la búsqueda de la mejora continua en sus procesos internos con la finalidad de ofrecer a sus clientes productos con alto valor nutricional, por lo que incentiva el acercamiento al cliente para un mejor conocimiento de las personas consumidoras.

Por otro lado, promueve la seguridad y la salud de los consumidores mediante el desarrollo de iniciativas que fomenten el acceso a alimentos saludables que contengan fibra, vitaminas, minerales y otros aditivos alimenticios funcionales; así como la promoción de productos bajos en sodios, grasas trans, saturadas y azúcares adicionadas.

TECNOLÓGICO

- **Acceso a internet**

La empresa cuenta con el Departamento de Soporte Técnico, el cual vela porque todos los equipos tecnológicos tengan acceso a internet y con una excelente cobertura en todas las instalaciones de la organización.

- **Uso de los sistemas de información**

En todos los departamentos de la empresa se cuenta con sistemas de información que son utilizados en diferentes actividades como facturación, órdenes de compras, solicitudes de pedidos, información sobre los distintos recursos de la organización, entre otros.

- **Sistemas de gestión automatizados**

En la empresa se cuenta con sistemas de gestión de calidad e inocuidad, esto garantiza que el 100 % de sus productos sean evaluados con el fin de verificar su impacto en la salud y seguridad de los consumidores, por medio de auditorías internas y externas; ejercicios de trazabilidad en diferentes lotes de producción, y análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales en los productos.

Además, se reciben auditorías basadas en las normas internacionales BRC Global Estándar.

- **Aprovechamiento de las plataformas digitales**

La empresa cuenta con estrategias enfocadas en los canales de participación y su público de interés. En el caso de los consumidores, se realizan reportes, anuncios, catálogos de productos y promociones, los cuales son divulgados por medio de encuentros presenciales, virtuales, redes sociales, líneas de servicios, correos electrónicos, sitios web, entre otros.

ECOLÓGICO

- **Políticas para la protección del ambiente**

En la empresa se promueven políticas enfocadas en la protección del medio ambiente. Así, como parte de su compromiso con el medio ambiente para el 2023, se obtuvieron varios logros, entre los que destacan el 100 % de la recolección de los envases colocados en el mercado y el 20 % de otras compañías, el 73 % de sus empaques son amigables con el medio ambiente y la eliminación del plástico en otras marcas del corporativo.

- **Manejo de desechos**

Dentro de las prioridades de la empresa en la dimensión ambiental, se destaca el manejo del recurso hídrico; la eliminación, reducción y valorización de los residuos

postindustriales; la recolección posconsumo, energía y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

- **Prácticas amigables con el ambiente**

Entre las prácticas de la empresa, se destacan los proyectos de fijación de agua y los de agua comunitaria, adicional al proceso de compensación externa mediante la protección de cuencas hidrográficas por medio del mecanismo de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). La verificación de la huella de carbono en la compañía corresponde al consumo energético. Además, la empresa ha venido trabajando una agenda transformacional enfocada en el uso de envases sostenibles, bajo el nombre actual de “Plásticos 360”, con el propósito de dar una denominación más cercana hacia su principal objetivo de trabajo.

- **Certificaciones en normas ambientales**

Dentro de las certificaciones en normas ambientales que ha obtenido la empresa, se encuentra la ISO 14001:2015 Sistema de Gestión Ambiental, la ISO 14046 Huella de Agua, la ISO 14064 Huella de Carbono, la ISO50001 Eficiencia Energética, la INTE B5 Sistema para Demostrar la Carbono Neutralidad, INTE ISO 14067:2015 Huella de Carbono de Productos, Certificación Zero Waste to Landfill por Carbon Trust, galardón Bandera Azul Ecológica y el Programa Sello de Calidad Sanitaria del AyA.

LEGAL

- **Normativas para la venta de licores en el país**

La empresa cumple con todas las normativas regulatorias establecidas para la venta de licores en el país.

- **Concientización sobre el consumo adecuado de bebidas alcohólicas**

La empresa cuenta con el programa de consumo inteligente, el cual tiene por objetivo sensibilizar a la población adulta sobre los estilos de vida saludable y activos; los patrones de consumo de alcohol, bebidas y alimentos; así como la promoción de la salud en general.

- **Seguridad en la cadena de suministro**

La cadena de suministro de la empresa está conformada por los proveedores, los almacenes, las líneas de producción, los almacenes de producto terminado y distribución, los clientes y los consumidores finales. En cada una de las etapas de la cadena de suministro, se cumplen estrictos estándares de calidad e inocuidad para proteger la salud de las personas.

4.1.4 Árbol CTQ

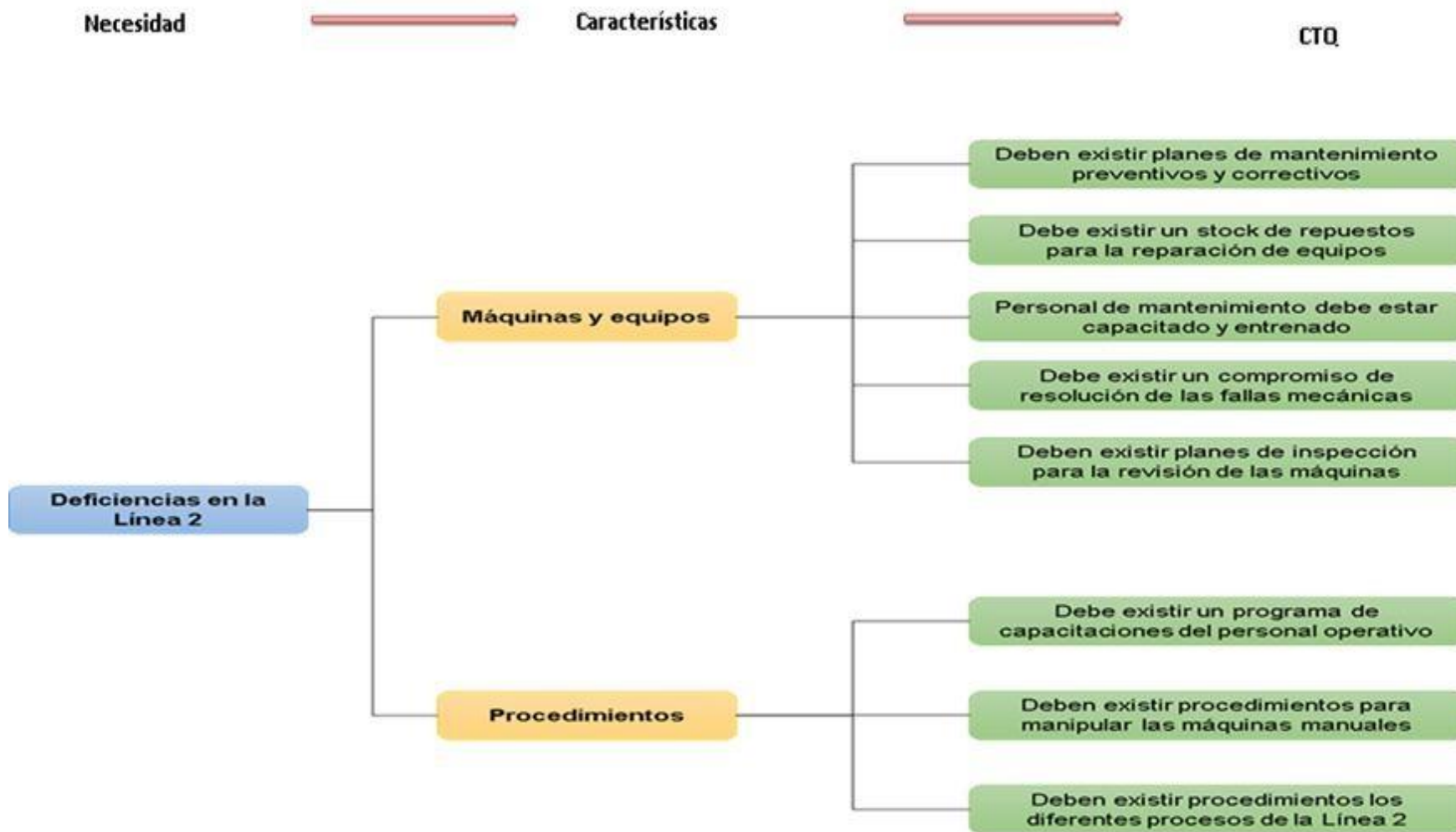
Otra de las herramientas utilizadas en esta investigación es el árbol crítico para la calidad, con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente mediante de la importancia que representa el producto para este.

El árbol CTQ se realiza basado en la voz del cliente interno, que en este caso corresponde al supervisor y al líder de la línea, porque la principal afectada es la Línea 2 de producción y el desempeño de esta.

Este diagrama se desarrolla con la finalidad de observar las principales características del proceso productivo que permiten lograr la calidad del producto.

A continuación, se expone el árbol CTQ para observar las características del proceso de envasado del producto en la Línea 2:

Figura 4.5: Árbol CTQ sobre las características del proceso de envasado del producto en la Línea 2



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, es necesario mantener los estándares de calidad e inocuidad de los productos que se envasan en la Línea 2.

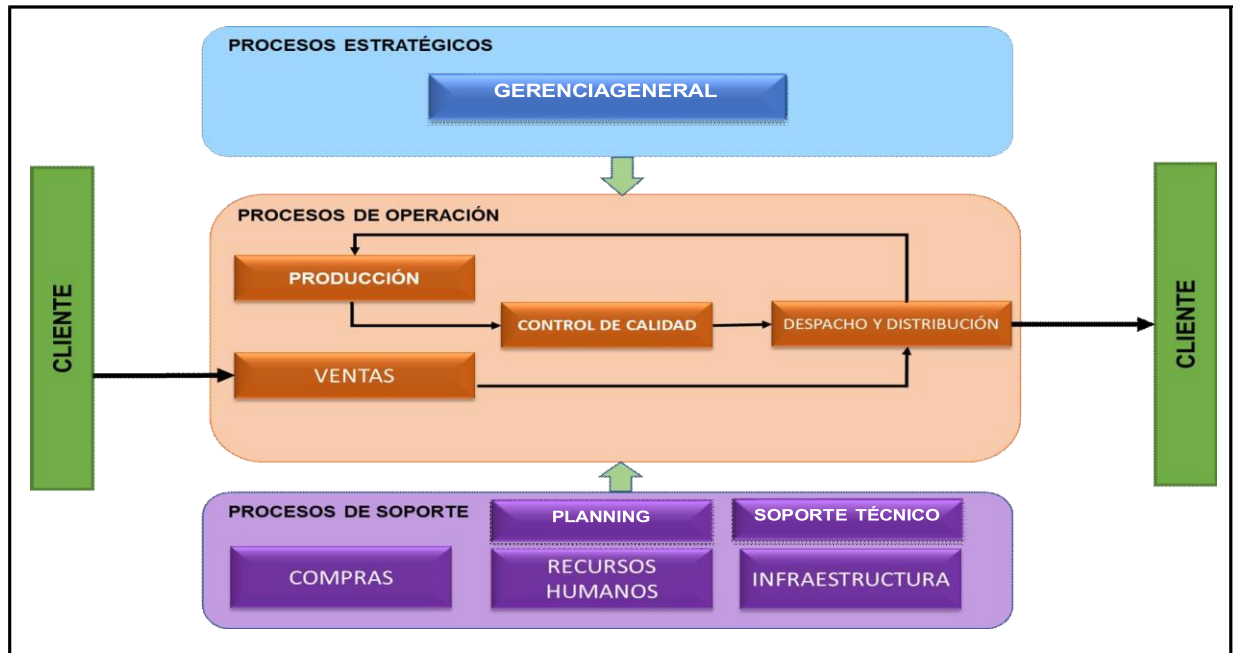
En la figura 4.5, se aprecian las principales características, como lo son las condiciones de las máquinas y equipos, además de los procedimientos para cumplir con los estándares establecidos; por lo tanto:

- Es importante contar con planes de mantenimientos preventivos y correctivos enfocados en las máquinas.
- Para la reparación de las máquinas, es vital que el Departamento de Infraestructura cuente con un *stock* de inventarios de repuestos, para que cuando se repare una máquina no surjan atrasos por paros prolongados debido a la falta de repuestos.
- Es necesario tener un programa anual de capacitaciones dirigido al personal de mantenimiento y enfocado en las reparaciones y el buen funcionamiento de las máquinas.
- Las jefaturas involucradas con la Línea 2 de envasado deben demostrar su compromiso en la toma de decisiones para la resolución de las fallas mecánicas.
- Con el objetivo de evitar que se presenten fallas repentinas en las máquinas, es necesario elaborar planes de inspección para realizar la revisión de las máquinas.
- En cuanto al personal operativo, se debe contar con un programa anual de capacitación enfocado en todas las actividades y procesos manejados en la Línea 2 de envasado.
- Es importante que para el buen funcionamiento de las actividades ejecutadas en la Línea 2 de envasado, se desarrollen procedimientos estandarizados donde se establezcan todos los lineamientos, las actividades por ejecutar, los responsables de las actividades, entre otros.

4.1.5 Mapa de procesos

Según las entrevistas al personal sobre los roles, responsabilidades y áreas de trabajo dentro de la organización, surge la necesidad de elaborar un mapa de procesos para identificar los procesos de la empresa, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.6: Mapa de los procesos de la empresa



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura 4.6, se indica que los procesos estratégicos están conformados por la Gerencia General y los procesos operativos están constituidos por los procesos de Ventas, Despacho y Distribución, Producción y Control de Calidad.

Finalmente, los procesos de apoyo son Compras, Planning, Recursos Humanos, Soporte Técnico e Infraestructura.

Al identificar sus procesos, la organización puede incrementar y asegurar la integridad e inocuidad de sus productos, la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos, el control de sus operaciones, las interrelaciones e interdependencias de los distintos procesos y una mejora continua del desempeño de la organización.

4.1.6 Diagrama SIPOC

Para identificar cada una de las etapas del proceso de envasado en la Línea 2, es necesario utilizar una herramienta ingenieril como el diagrama de SIPOC, con sus respectivas entradas, salidas, clientes y proveedores, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.7: Diagrama de SIPOC del proceso de envasado de la Línea 2

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Etapa del proceso	Salidas	Clientes
Montacarguista	Tarimas con cajas paletizadas	Depaletizar las cajas de la tarima y trasladarlas a la desempacadora	Cajas depaletizadas	Desempacadora
Depaletizadora	Cajas con botellas vacías	Sacar las botellas de la caja y trasladarlas a la lavadora de botellas	Botellas vacías	Lavadora
Lavadora de botellas	Botellas vacías	Lavar las botellas y trasladarlas a la inspectora de botellas	Botellas lavadas	Inspectora
Inspectora	Botellas lavadas	Inspeccionar todas las botellas y trasladarlas a la llenadora	Botellas inspeccionadas	Llenadora
Llenadora	Botellas inspeccionadas	Llenar las botellas con cerveza y taparlas	Botellas llenas y coronadas	Etiquetadora
Etiquetadora	Botellas llenas y coronadas	Colocar la etiqueta a la botella con cerveza	Botellas etiquetadas y fechadas	Empacadora
Empacadora	Botellas etiquetadas y fechadas	Colocar las botellas etiquetadas dentro de las cajas	Cajas completas con producto terminado	Paletizadora
Paletizadora	Cajas completas con producto terminado	Colocar las cajas con producto terminado en las tarimas	Tarimas completas con producto terminado	Montacarguistas

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Etapas del proceso	Salidas	Clientes
Montacarguistas	Tarimas completas con producto terminado	Almacenar las tarimas con producto terminado en la bodega	Ubicaciones asignadas con producto terminado	Clientes

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura 4.7, el proceso de envasado inicia con la etapa de depaletizar las cajas de la tarima y trasladarlas a la desempacadora y termina con el almacenamiento de las tarimas con producto terminado en la bodega.

A continuación, se detallan las etapas del diagrama SIPOC:

Proveedores

Dentro de los proveedores que se requieren en la Línea 2 de envasado, se encuentran los montacarguistas y las máquinas como la depaletizadora, la lavadora de botellas, la inspectora, la llenadora, la etiquetadora, la empacadora y la paletizadora.

Entradas

Las entradas solicitadas en la Línea 2 de envasado son: las tarimas con cajas paletizadas; las cajas con botellas vacías, inspeccionadas y lavadas; las botellas llenas con producto y coronadas; las botellas etiquetadas y fechadas; las cajas completas con producto terminado y las tarimas completas con producto terminado.

Salidas

Las salidas que genera el proceso productivo de la Línea 2 de envasado son: las cajas depaletizadas; las botellas vacías, lavadas e inspeccionadas; las botellas llenas con producto y coronadas; las botellas etiquetadas y fechadas; las cajas completas con producto terminado; las tarimas completas con producto terminado y las ubicaciones asignadas con producto terminado.

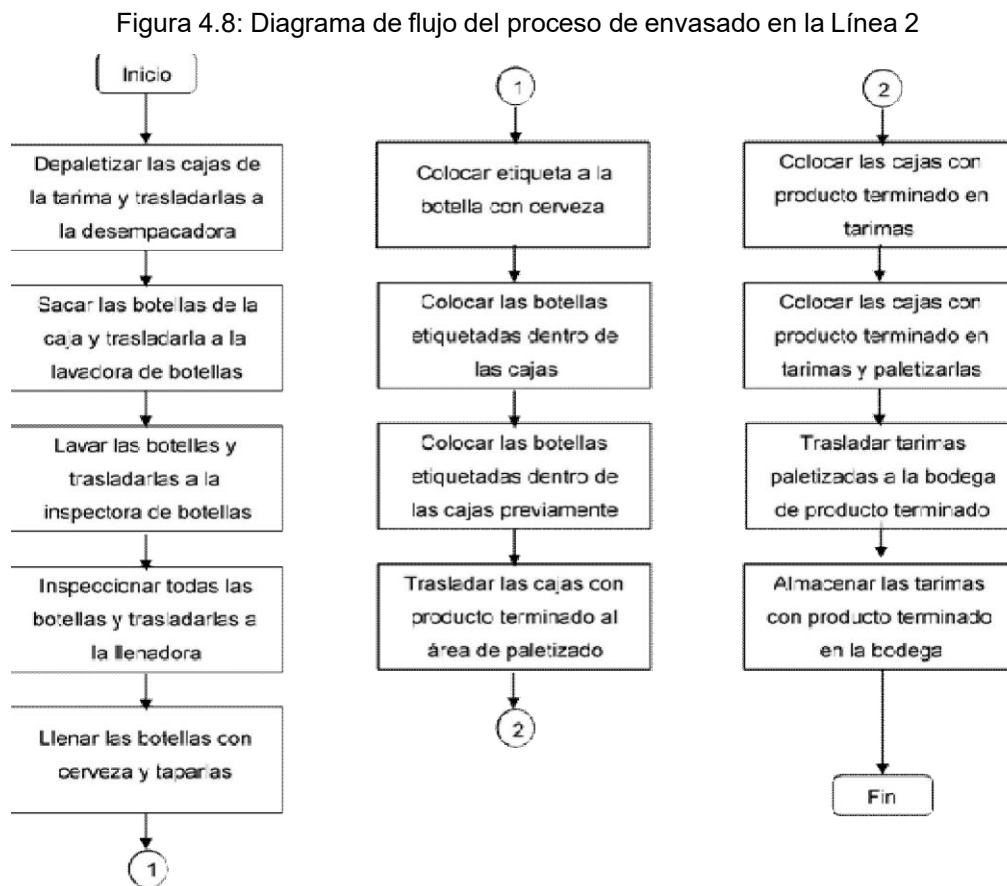
Cientes

Dentro de los clientes que solicitan los servicios de la Línea 2 de envasado, están las máquinas: desempacadora, lavadora, inspectora, llenadora, etiquetadora, empacadora y paletizadora. Además, otros clientes como los montacarguistas y clientes internos como el área de bodegas o mantenimiento.

4.1.7 Diagrama de flujo

El proceso de envasado en la Línea 2 inicia con la actividad de depaletizar las cajas de la tarima, es decir, extraer el plástico que mantiene protegidas las cajas con envases para luego trasladarlas a la desempacadora y finaliza con el almacenamiento del producto terminado en la bodega.

En la figura 4.8 se aprecia el flujo del proceso de envasado en la línea 2:



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Descripción del proceso de envasado en la Línea 2

El proceso inicia en el área de bodega donde se encuentran las tarimas con envases vacíos dentro de las cajas.

Como se observa en la figura anterior, el proceso general de envasado de la Línea 2 inicia en el área de bodega, donde se encuentran las tarimas con envases vacíos dentro de cajas.

Acá el montacarguista carga las tarimas en la máquina depaletizadora para depaletizar las tarimas. Seguidamente, las cajas son transportadas por un transportador hasta la desempacadora.

La desempacadora saca las botellas de las cajas y las coloca en un transportador que las traslada hasta la lavadora de botellas.

La lavadora de botellas realiza el proceso de lavado de las botellas. Cuando las botellas salen de la lavadora, son dirigidas por un transportador hasta la inspectora de botellas.

La inspectora de botellas inspecciona todas las botellas que luego, mediante un transportador, llegan a la llenadora de botellas.

En la llenadora de botellas, se efectúa el proceso de llenado de botellas con cerveza y coronadas (tapadas). Posteriormente, son dirigidas hacia la etiquetadora por medio de un transportador.

En la etiquetadora, las botellas son fechadas y etiquetadas como producto terminado. Después son transportadas mediante un transportador hacia la empacadora.

La empacadora toma las botellas y las deposita dentro de las cajas hasta completar un total de 12 botellas por caja. Seguidamente, las cajas son enviadas a la paletizadora por medio de un transportador.

La paletizadora entarima las cajas en una tarima como producto terminado para bodega. Cuando las tarimas salen completas de la máquina, un montacarguista las recoge y las almacena en bodega de producto terminado.

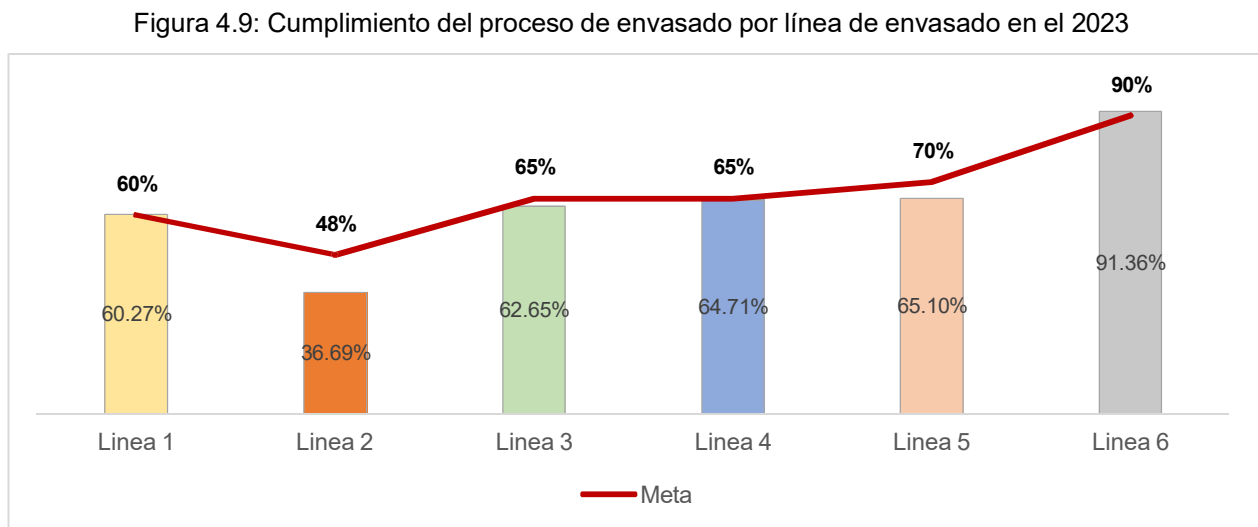
4.1.8 Cumplimiento de la programación de la producción en las líneas de envasado

Actualmente, en el área de producción de cerveza de la empresa se trabaja bajo seis líneas de envasado.

En cada una de estas líneas se opera con base en la programación de la producción, generada de las solicitudes de pedidos que provienen del área de Planning; sin embargo, no se ha logrado cumplir con esta programación al 100 % en los últimos tres años.

Debido a que ninguna de las líneas de envasado ha cumplido con la meta del 100 %, la gerencia de producción en conjunto con las jefaturas de línea decidió asignar metas de cumplimiento por líneas de producción para el 2023.

En la siguiente figura se muestran las metas establecidas con el porcentaje de cumplimiento de las seis líneas de envasado en el año 2023:



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Los resultados de la figura 4.9 revelan que la Línea 6 cumplió con un 91,36 %, mientras la Línea 2 tuvo un mayor incumplimiento con un 36,69 %. Por lo tanto, esta investigación se enfoca en la identificación de las causas que están provocando estos incumplimientos y la búsqueda de soluciones de mejora.

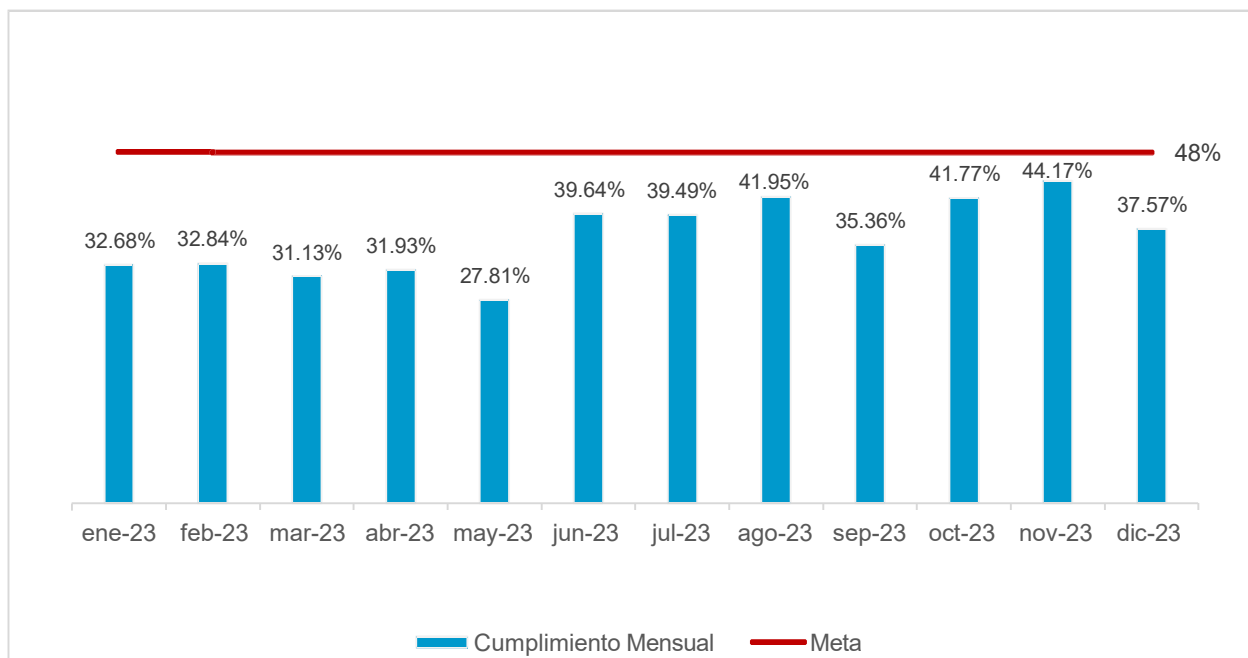
4.1.9 Descripción del porcentaje de cumplimiento de la producción en la Línea 2 de envasado

Como se expuso en la sección anterior, el estudio se enfoca específicamente en la Línea 2 de envasado, debido a que se experimentan problemas de capacidad por bajo rendimiento ya que, según información facilitada por la jefatura de producción, el

rendimiento actual debe estar en un 48 %, pero no ha logrado cumplir con esta meta porque el porcentaje anual alcanzó un 36,69 %.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de cumplimiento mensual de la Línea 2 de envasado en el año 2023:

Figura 4.10: Cumplimiento mensual de la Línea 2 de envasado en el 2023



Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la figura 4.10, el mes que se acercó más a la meta establecida fue noviembre con un 44,17 %, mientras que el mes con menor cumplimiento fue mayo con 27,81 %.

Al realizar los recorridos por el área de producción y consultar con la jefatura y el personal operativo de la Línea 2, se detecta que no se ha cumplido con la meta establecida por algunas deficiencias existentes a lo largo de la línea, relacionadas a paros no planificados en las máquinas, material defectuoso, rotación de personal, entre otros, por lo que se generan atrasos en el envasado de productos.

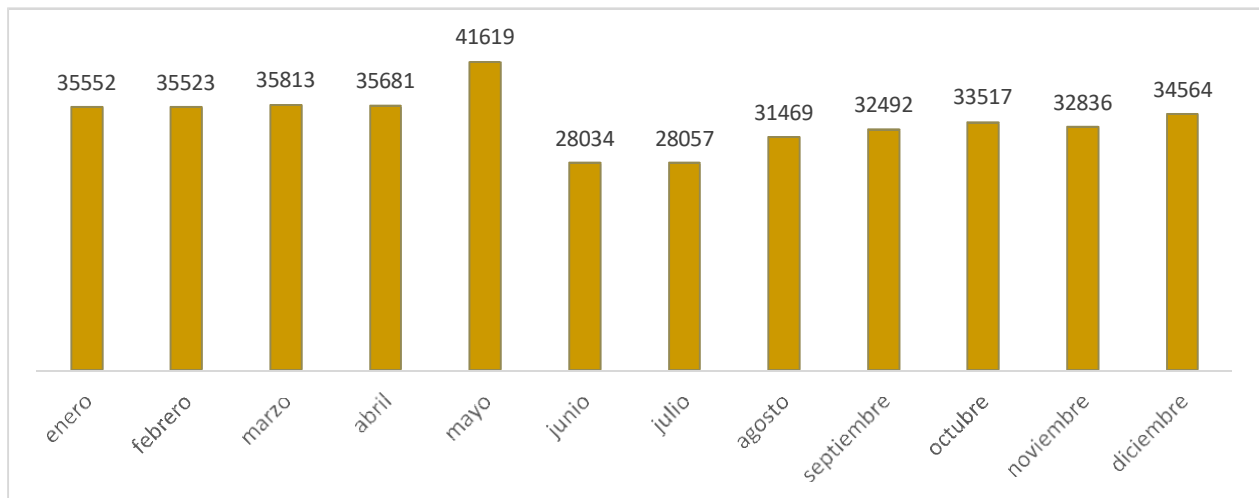
4.1.10 Cuantificación económica del producto faltante en la presentación de 1 litro

Después de identificar los porcentajes de cumplimiento de las líneas de envasado en la figura 4.9; determinar la línea con mayores incumplimientos, que en este caso es la

Línea 2, y posteriormente detallar en la figura 4.10 el comportamiento de la Línea 2 de envasado en cuanto al cumplimiento mensual, surge la necesidad de cuantificar la cantidad de productos que se ha dejado de producir, para establecer el monto económico que la empresa ha dejado de percibir por faltantes de productos en la presentación de 1 litro, debido al incumplimiento en el porcentaje de la programación de la producción.

En la siguiente figura, se detalla la cantidad mensual de producto faltante en la presentación de 1 litro en el año 2023:

Figura 4.11: Cantidad de producto faltante en el 2023 (presentación de 1 litro)



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se muestra en la figura 4.11, en el mes de mayo se presentó un mayor número de producto faltante, es decir, un total de 41 619 unidades.

Por otro lado, el mes con menor cantidad de producto faltante fue junio con 28 034 unidades.

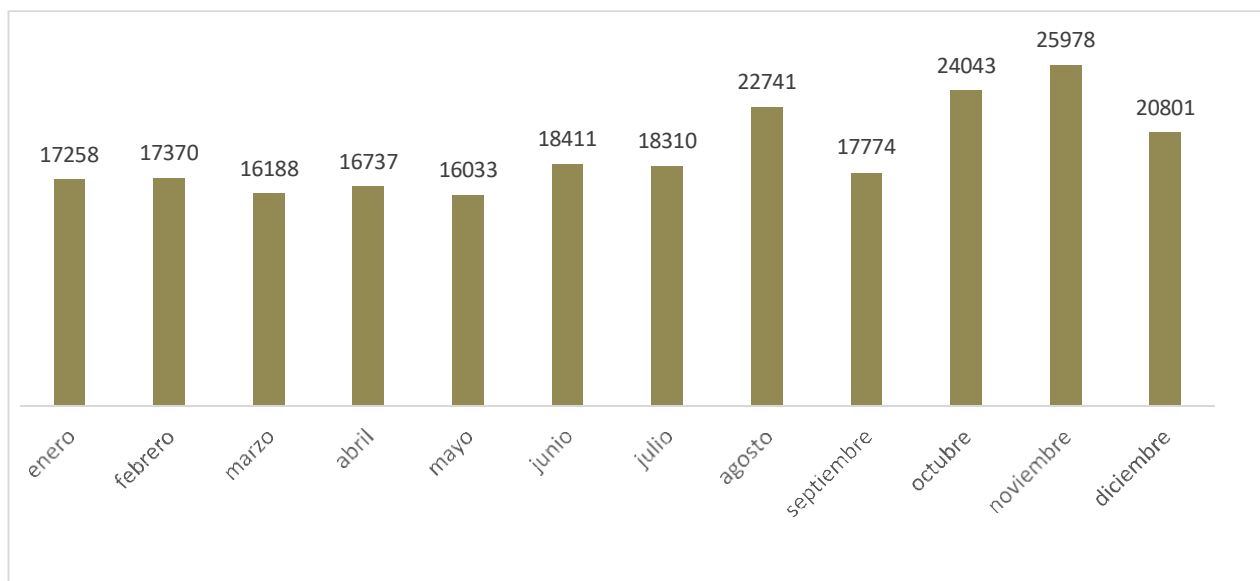
Ahora bien, la cantidad total de producto faltante en presentación de 1 litro fue de 405 156 unidades.

Tomando en cuenta que el costo de producir una unidad en presentación de 1 litro es de alrededor de ₡ 700, se determina que el monto total que la empresa ha dejado de percibir por faltantes de productos en esta presentación es de aproximadamente ₡ 283 609 273.

4.1.11 Cuantificación económica del producto faltante en la presentación de 750 ml

Al continuar con la cuantificación de la cantidad de productos que se ha dejado de producir en la Línea 2 del proceso de envasado, para determinar el monto económico que la empresa ha dejado de percibir, se procede a establecer la cantidad de producto faltante en presentación de 750 ml debido al incumplimiento en el porcentaje de la programación de la producción, como se indica en la siguiente figura:

Figura 4.12: Cantidad de producto faltante en el 2023 (presentación de 750 ml)



Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la figura 4.12, noviembre resultó ser el mes con mayor cantidad de producto faltante, con 25 978 unidades.

Por otro lado, el mes con menor cantidad de producto faltante fue mayo con 16 033 unidades.

La cantidad total de producto faltante en presentación de 750 ml fue de 231 644 unidades. Tomando en cuenta que el costo de producir una unidad en presentación de 750 ml es de alrededor de ₡ 500, se determina que el monto total que la empresa ha dejado de percibir por faltantes de productos en esta presentación es de aproximadamente ₡ 115 821 911.

4.2 MEDIR

La etapa “medir” del DMAIC consiste en establecer cuantitativamente el impacto del problema actual que se detecta en la Línea 2 del proceso de envasado. Así, en esta etapa se evalúan los tiempos de duración de cada etapa del proceso.

Por esto, para obtener información de primera mano referente a los diferentes tiempos de duración, se realizan las caminatas *gemba*, la observación y las entrevistas al personal operativo de la Línea 2 del proceso de envasado.

4.2.1 Medición de los tiempos de duración del proceso de envasado

De acuerdo con la medición de los tiempos de duración realizados en el proceso de envasado de la Línea 2, se confirma que el tiempo total es de 2 330 minutos.

Estos tiempos se toman durante todas las etapas del proceso productivo a lo largo de los tres turnos, seleccionando distintas órdenes de producción con productos de ambas presentaciones (750 ml y 1 L).

La toma de tiempos se lleva a cabo por medio de la observación y el registro de la hora de inicio y de finalización de cada actividad que conforma el proceso de envasado en la Línea 2.

En la siguiente tabla, se aprecian los tiempos de duración de las etapas del proceso de envasado de la Línea 2:

Tabla 4.1: Tiempos de duración del proceso de envasado de la Línea 2

Actividades	Inicio	Fin	Duración (min)
Solicitud de pedidos	08:00	09:00	60
Asignación del pedido a Planning	09:00	09:20	20
Ingreso del pedido al plan de producción	09:30	10:30	60
Solicitud de MP para el envasado del producto	10:35	11:05	30
Entrega de MP a producción	11:05	12:05	60
Limpiezas de la llenadora y cambio de formato	10:30	14:30	240
Preparación del producto según la orden de producción	14:30	15:30	60
Envasado del producto en la presentación solicitada	15:40	01:40	600
Empacado del producto terminado en cajas plásticas	15:50	01:50	600
Entrega del producto terminado a bodega	16:10	02:10	600
Total			2330

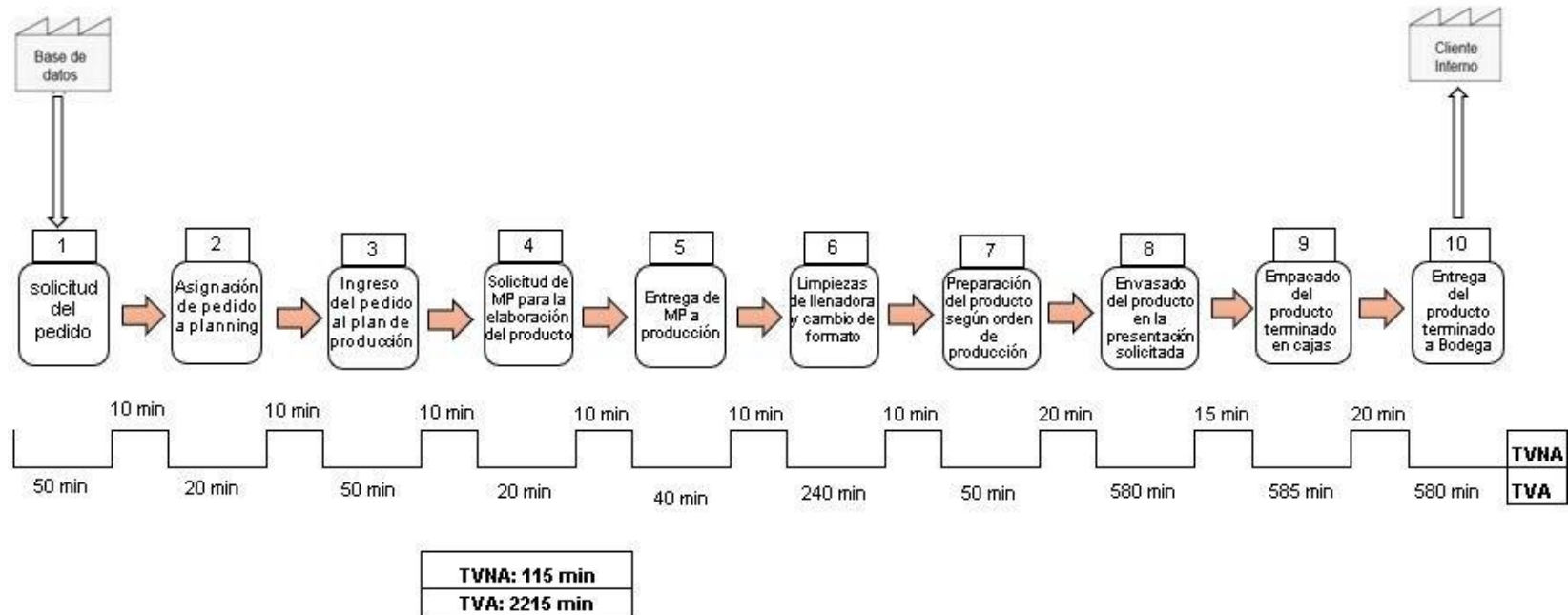
Fuente: Elaboración propia, 2024.

De este modo, las actividades del proceso de envasado con mayor duración son el envasado del producto en la presentación solicitada, el empacado del producto terminado en cajas plásticas y la entrega del producto terminado a bodega, con un tiempo de aproximadamente 600 minutos; o sea, 10 horas cada una. Seguidas por la actividad de limpieza de llenadoras y cambio de formato con un tiempo de duración de 240 minutos; es decir, 6 horas cada una.

4.2.2 Value Stream Mapping (VSM)

Para identificar los tiempos de duración de cada actividad del proceso de envasado de la Línea 2, es necesario aplicar herramientas ingenieriles como el VSM o mapa de valor, lo cual se observa en la siguiente figura:

Figura 4.13: VSM del proceso de envasado de la Línea 2



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura anterior, el tiempo total del proceso de envasado en la Línea 2, desde la solicitud del pedido hasta la entrega del producto terminado a bodega, es de aproximadamente 2 330 minutos en total; sin embargo, al analizar los tiempos de traslado de una actividad a otra, se detectan tiempos que no agregan valor al proceso con un total aproximado de 115 minutos. Por consiguiente, es de suma importancia buscar soluciones para mejorar los tiempos de respuesta en el proceso en general.

4.2.3 Single Minute Exchange of Die (SMED)

Con el propósito de eliminar o reducir los tiempos improductivos en el proceso de envasado de la Línea 2, se aplica la filosofía SMED, ya que por medio de esta se pretende contribuir con la empresa a suplir las solicitudes de pedidos de los clientes en el menor tiempo posible y, así, lograr una mayor eficiencia en el proceso productivo.

A continuación, se describen las etapas de la filosofía SMED.

4.2.3.1 Etapa I. Observar y medir

En esta etapa de la filosofía SMED, se realiza un análisis de las actividades que se llevan a cabo en el proceso de cambio y se establecen los tiempos de duración de cada una, analizando a su vez cada uno de los factores con las herramientas utilizadas y la mano de obra involucrada en el proceso.

Descripción del proceso de envasado en la Línea 2

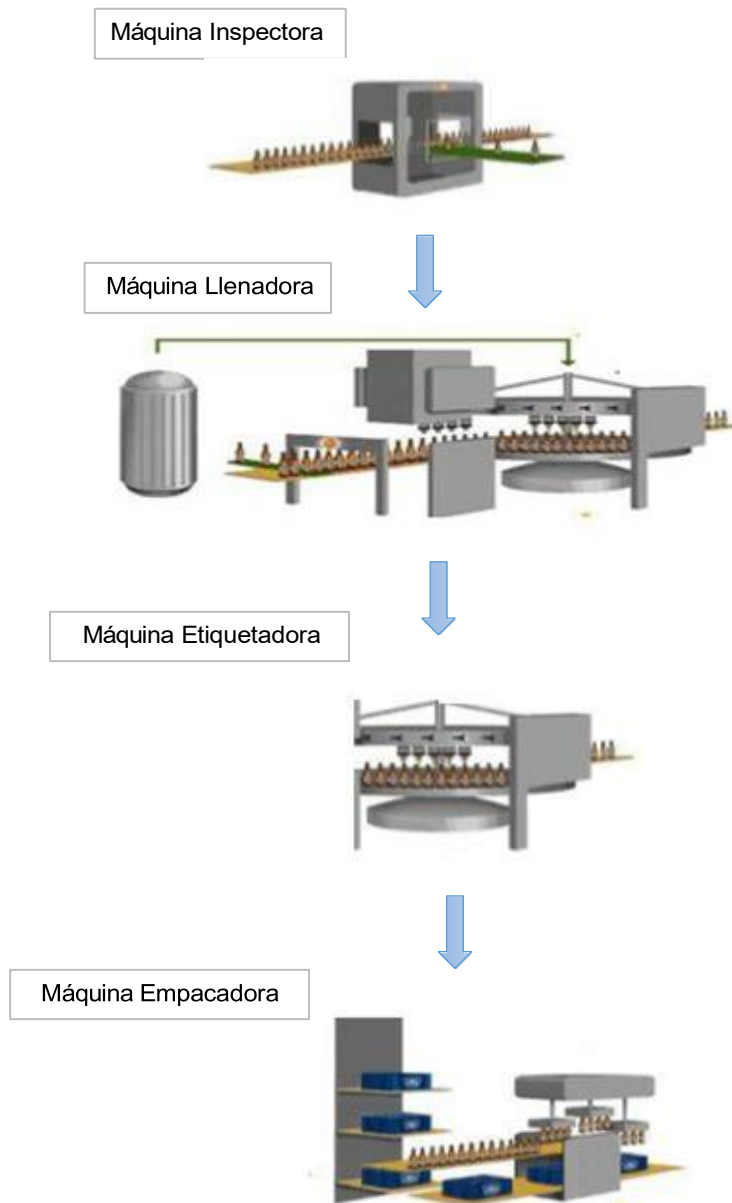
Este proyecto se efectúa en el proceso de envasado de la Línea 2 de la empresa FIFCO, dedicada a la fabricación de diferentes tipos de bebidas.

En la Línea 2 de envasado, se opera con estas máquinas:

- Máquina inspectora.
- Máquina llenadora.
- Máquina etiquetadora.
- Máquina empacadora.

Ahora bien, en la siguiente figura, se muestra la distribución de las máquinas:

Figura 4.14: Distribución de las máquinas del proceso de envasado de la Línea 2



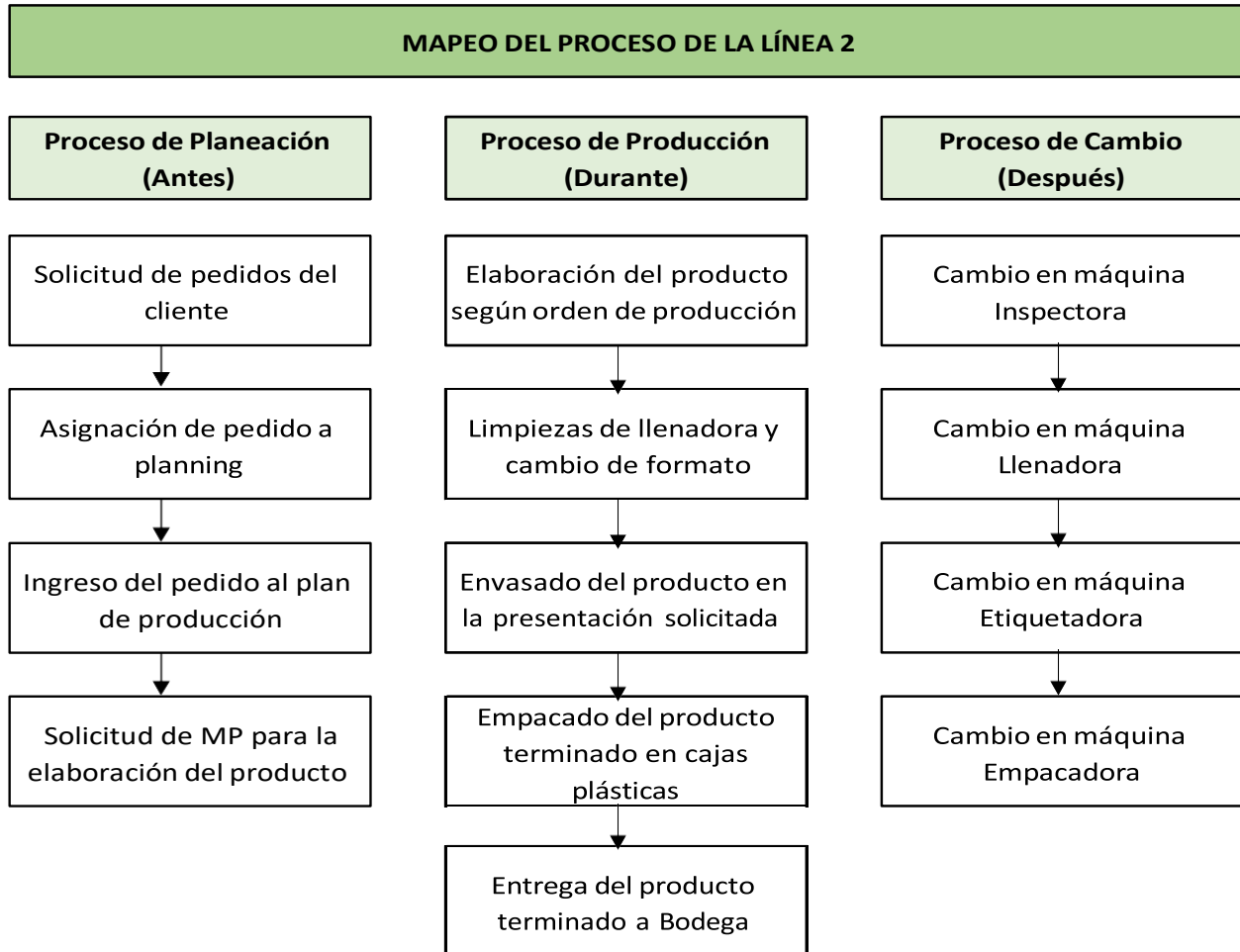
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con el objetivo de identificar las actividades que intervienen en la Línea 2 de envasado, se plantea un mapa de procesos en el cual se describen las tres etapas más importantes ejecutadas en el proceso productivo.

La primera etapa es “planeación”, la cual se refiere a las actividades que se realizan antes de la producción; la segunda etapa es “producción”, es decir, las actividades que se ejecutan durante el proceso de producción y la tercera etapa es “cambio”, o sea, las actividades que se efectúan después de la producción.

En la siguiente figura, se presenta el mapa de procesos de la Línea 2:

Figura 4.15: Mapa del proceso de la Línea 2 de envasado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

A continuación, se describe cada uno de los procesos que intervienen en la Línea 2 de envasado.

Proceso de planeación

El proceso de planeación para el envasado de productos en la Línea 2 inicia con la solicitud del pedido por parte del cliente al Departamento de Planning. El colaborador que recibe la solicitud asigna el pedido al sistema de información de Planning. Seguidamente, la jefatura de planta realiza el ingreso del pedido al plan de producción y

efectúa la solicitud de materias primas al área de bodegas para el envasado del producto.

Proceso de producción

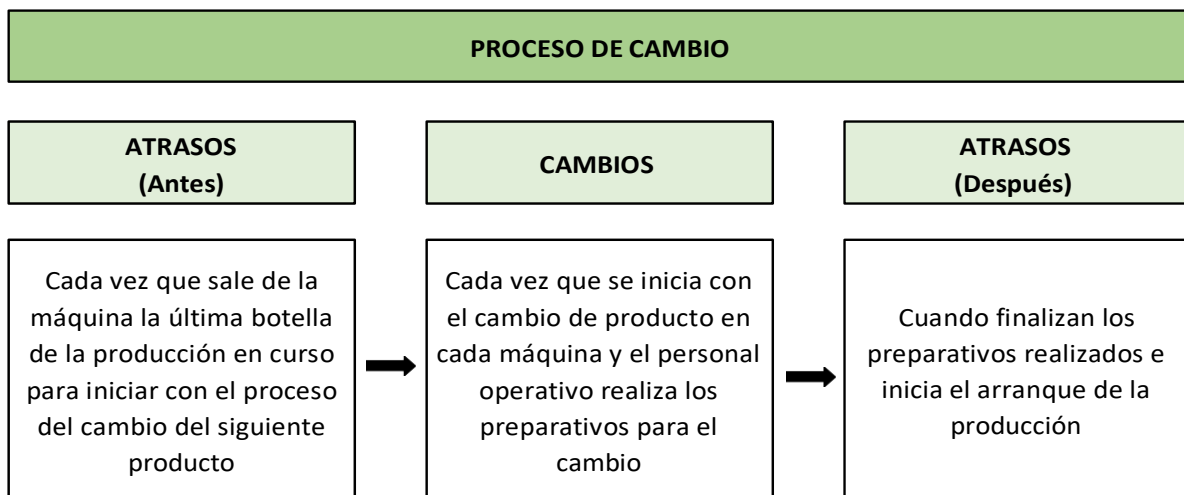
Este proceso inicia cuando el área de bodega hace la entrega de materia prima a producción. Antes de llevar a cabo el proceso de preparación del producto, el personal operativo realiza la limpieza de la llenadora y el cambio de formato. Cuando la máquina está lista, se prepara el producto según la orden de producción. Posterior a la preparación, se ejecuta el envasado del producto en la presentación solicitada y se procede con el empacado del producto terminado en cajas plásticas. Por último, se efectúa la entrega del producto terminado al área de bodega.

Proceso de cambio

Este proceso inicia cada vez que se termina con el proceso de producción, para después iniciar con la elaboración de otra orden de pedido de producto, ya sea en la misma o en otra presentación.

En la siguiente figura, se muestra el mapa del proceso de cambio en general, donde se pueden observar los atrasos experimentados antes y después de la actividad de cambio:

Figura 4.16: Mapa del proceso de cambio



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura 4.16, el cambio se hace cada vez que se inicia con el cambio de producto en cada máquina y el personal operativo lleva a cabo los preparativos; además, los atrasos se realizan con estos preparativos.

Ahora bien, como la filosofía SMED se enfoca en los cambios, se efectúa el análisis de las actividades del proceso de envasado en donde se experimentan estos cambios.

4.2.3.1.1 Análisis de atrasos en los cambios

En cuanto a este análisis, se recopilan datos sobre los atrasos en los cambios de los productos por presentación (750 ml o 1 L).

Al respecto, se toman en cuenta las horas programadas y las horas reales en que se realizan los cambios, así como el tiempo de atraso, el turno y el porcentaje de participación.

En la siguiente tabla, se muestra el detalle de los atrasos en los cambios de productos:

Tabla 4.2: Tiempos por atrasos en los cambios

n.º	Fecha	Producto finalizado	Hora programada	Hora real	Tiempo de atraso (min)	% participación
1	12-abr-24	Imperial 750 ml	08:00	10:00	120	5 %
2	13-abr-24	Pilsen 750 ml	02:00	02:40	40	2 %
3	14-abr-24	Imperial Silver 750 ml	10:00	11:00	60	2 %
4	15-abr-24	Imperial Silver 1 L	18:00	19:30	90	4 %
5	16-abr-24	Imperial 1 L	05:00	10:00	240	10 %
6	17-abr-24	Pilsen 1 L	10:00	11:30	90	4 %
7	18-abr-24	Imperial 750 ml	08:00	09:00	60	2 %
8	19-abr-24	Pilsen 750 ml	04:00	04:15	15	1 %
9	20-abr-24	Imperial Silver 750 ml	07:00	07:30	30	1 %
10	22-abr-24	Pilsen 1 L	08:00	08:27	27	1 %
11	23-abr-24	Imperial 1 L	08:00	09:40	100	4 %
12	24-abr-24	Pilsen 1 L	22:00	22:50	50	2 %
13	25-abr-24	Imperial Silver 1 L	14:00	15:20	80	3 %
14	26-abr-24	Imperial Silver 750 ml	09:00	09:50	50	2 %
15	27-abr-24	Imperial 750 ml	06:00	06:27	27	1 %
16	29-abr-24	Pilsen 1 L	08:00	09:15	75	3 %
17	30-abr-24	Imperial 1 L	10:00	10:15	15	1 %
18	1-may-24	Imperial Silver 1 L	14:00	15:02	62	3 %
19	2-may-24	Imperial Silver 750 ml	12:00	12:35	35	1 %
20	3-may-24	Imperial 750 ml	02:00	02:08	8	0 %
21	4-may-24	Pilsen 750 ml	16:00	16:12	12	0 %

n.º	Fecha	Producto finalizado	Hora programada	Hora real	Tiempo de atraso (min)	% participación
22	6-may-24	Imperial Silver 1 L	08:00	09:00	60	2 %
23	7-may-24	Imperial Silver 750 ml	11:00	11:20	20	1 %
24	8-may-24	Imperial 750 ml	20:00	20:08	8	0 %
25	9-may-24	Pilsen 750 ml	07:00	07:10	10	0 %
26	10-may-24	Imperial 1 L	14:00	15:50	110	5 %
27	13-may-24	Imperial 1 L	08:00	09:55	115	5 %
28	14-may-24	Pilsen 1 L	03:00	03:20	20	1 %
29	15-may-24	Imperial Silver 1 L	22:00	23:40	90	4 %
30	16-may-24	Imperial 750 ml	17:00	17:30	30	1 %
31	17-may-24	Pilsen 750 ml	05:00	05:23	23	1 %
32	20-may-24	Imperial 1 L	08:00	11:00	180	7 %
33	21-may-24	Pilsen 1 L	09:00	10:20	80	3 %
34	22-may-24	Imperial Silver 1 L	01:00	03:23	143	6 %
35	23-may-24	Imperial Silver 750 ml	14:00	14:35	35	1 %
36	24-may-24	Imperial 750 ml	04:00	04:23	23	1 %
37	27-may-24	Imperial Silver 1 L	08:00	11:10	190	8 %
Total					2423	100 %
Promedio					63,97	

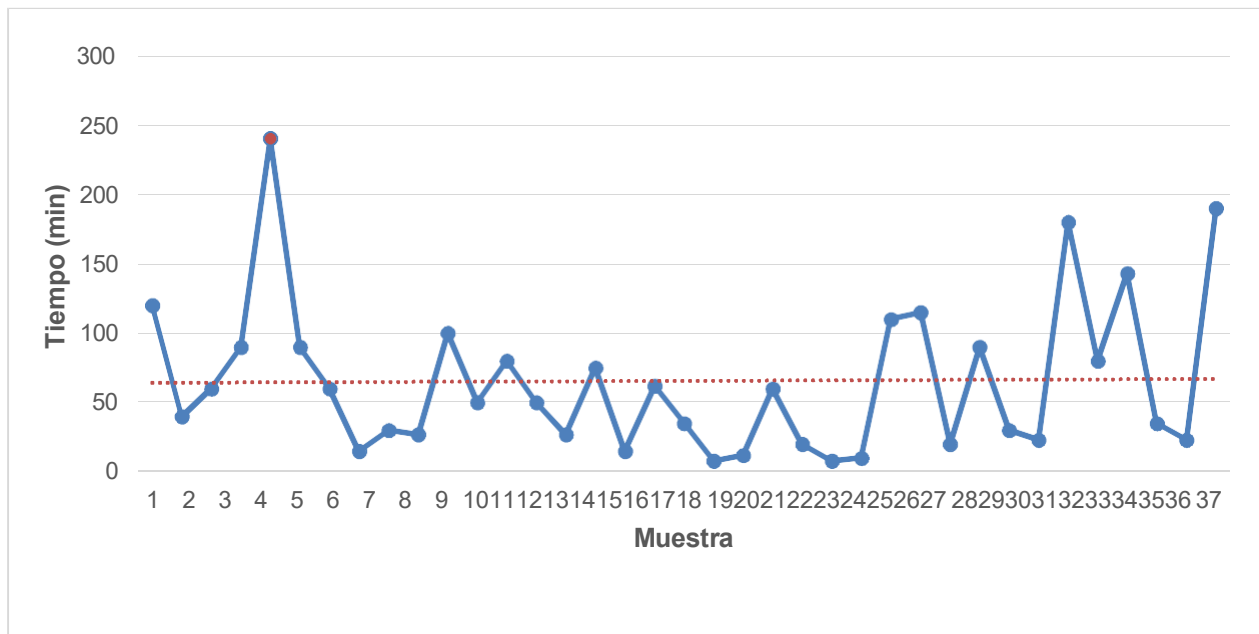
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, los atrasos por cambios de productos representan un valor significativo, lo que da como resultado un total de 2423 minutos y un promedio de 63,97 minutos entre cada cambio.

Cabe destacar que la mayor afectación ocurre por lo general en los tiempos de cada cambio para seguidamente iniciar con una nueva orden de producción.

Por otro lado, es importante identificar la tendencia que representan los atrasos en el proceso de envasado de la Línea 2, como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 4.17: Tendencia de los atrasos por cambios



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura anterior, se ilustra que la tendencia de los atrasos en el proceso de envasado de la Línea 2 es creciente.

Se debe resaltar que de las 37 mediciones recopiladas, en 33 suceden atrasos, lo cual representa un 89 % en atrasos en el proceso.

La muestra donde se observa la mayor cantidad de atrasos es la 5 con 240 minutos, esto se debe a paros provocados por fallas en las máquinas que ocurren durante la producción y antes de realizar el cambio.

4.2.3.1.2 Análisis de atrasos en el arranque de la producción

Referente a este análisis, es necesario recopilar datos sobre los atrasos que se presentan durante el proceso de producción.

De este modo, se toman en cuenta las horas programadas y las horas reales en que se inicia la producción, así como el tiempo de atraso, el turno y el porcentaje de participación.

En la siguiente tabla, se muestra el detalle de los atrasos en el arranque de la producción:

Tabla 4.3: Tiempos por atrasos en el arranque de la producción

n.º	Fecha	Producto finalizado	Hora programada	Hora real	Tiempo de atraso (min)	% participación
1	12-abr-24	Imperial 750 ml	08:00	09:40	90	4 %
2	13-abr-24	Pilsen 750 ml	02:00	02:02	2	0 %
3	14-abr-24	Imperial Silver 750 ml	10:00	10:08	8	0 %
4	15-abr-24	Imperial Silver 1 L	18:00	18:30	30	1 %
5	16-abr-24	Imperial 1 L	05:00	06:20	80	3 %
6	17-abr-24	Pilsen 1 L	10:00	10:20	20	1 %
7	18-abr-24	Imperial 750 ml	08:00	08:50	50	2 %
8	19-abr-24	Pilsen 750 ml	04:00	04:10	10	0 %
9	20-abr-24	Imperial Silver 750 ml	07:00	07:55	55	2 %
10	22-abr-24	Pilsen 1 L	08:00	10:00	120	5 %
11	23-abr-24	Imperial 1 L	08:00	09:40	100	4 %
12	24-abr-24	Pilsen 1 L	22:00	22:15	15	1 %
13	25-abr-24	Imperial Silver 1 L	14:00	15:27	87	4 %
14	26-abr-24	Imperial Silver 750 ml	09:00	10:50	110	4 %
15	27-abr-24	Imperial 750 ml	06:00	06:42	42	2 %
16	29-abr-24	Pilsen 1 L	08:00	12:00	240	10 %
17	30-abr-24	Imperial 1 L	10:00	10:37	37	2 %
18	1-may-24	Imperial Silver 1 L	14:00	14:55	55	2 %
19	2-may-24	Imperial Silver 750 ml	12:00	13:00	60	2 %
20	3-may-24	Imperial 750 ml	02:00	02:05	5	0 %
21	4-may-24	Pilsen 750 ml	16:00	16:07	7	0 %
22	6-may-24	Imperial Silver 1 L	08:00	09:52	112	5 %
23	7-may-24	Imperial Silver 750 ml	11:00	12:47	97	4 %
24	8-may-24	Imperial 750 ml	20:00	20:15	15	1 %
25	9-may-24	Pilsen 750 ml	07:00	07:21	21	1 %
26	10-may-24	Imperial 1 L	14:00	14:12	12	0 %
27	13-may-24	Imperial 1 L	08:00	13:00	300	12 %
28	14-may-24	Pilsen 1 L	03:00	03:45	45	2 %
29	15-may-24	Imperial Silver 1 L	22:00	23:00	60	2 %
30	16-may-24	Imperial 750 ml	17:00	17:39	39	2 %
31	17-may-24	Pilsen 750 ml	05:00	05:28	28	1 %
32	20-may-24	Imperial 1 L	08:00	10:00	180	7 %
33	21-may-24	Pilsen 1 L	09:00	09:46	46	2 %
34	22-may-24	Imperial Silver 1 L	01:00	03:00	120	5 %
35	23-may-24	Imperial Silver 750 ml	14:00	14:05	5	0 %
36	24-may-24	Imperial 750 ml	04:00	04:12	12	0 %
37	27-may-24	Imperial Silver 1 L	08:00	10:20	140	6 %
Total					2455	100 %
Promedio					66,35	

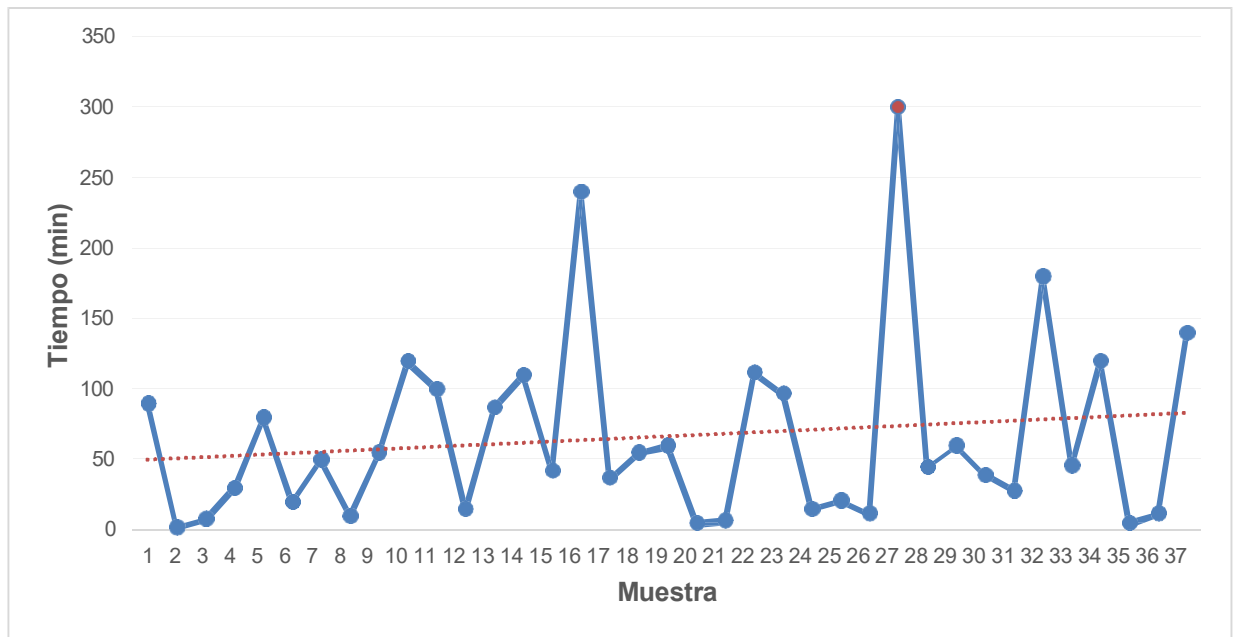
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se aprecia en la tabla anterior, los atrasos en el cambio de productos resultan con un total de 2455 minutos y un promedio de 66,35 minutos entre cada cambio.

Por lo general, la mayor afectación en tiempos se da en las horas de arranque de la producción, específicamente a las 8:00 a.m.

Además, se identifica la tendencia que representan los atrasos en el arranque del proceso de envasado de la Línea 2:

Figura 4.18: Atrasos en el arranque de la producción



Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la figura 4.18, la tendencia de los atrasos en el proceso de envasado de la Línea 2 es creciente.

Cabe destacar que de las 37 mediciones recopiladas, en 29 ocurren atrasos, lo cual representa un 78 % de atrasos.

Asimismo, la muestra en la que se observa una mayor cantidad de atrasos es la 27 con 300 minutos de atrasos en el arranque del proceso, los cuales suceden por diferentes situaciones operativas como problemas en el llenado, ajustes en el bajante de las tapas, ajustes de la altura del tazón, entre otros.

4.2.3.1.3 Análisis del tiempo de cambio entre productos

En el proceso productivo, específicamente cuando termina el procesamiento del producto, se deben realizar cambios en las máquinas de acuerdo con el producto o la presentación que continúa en el siguiente lote de producción.

Al respecto, se efectúan cuatro cambios. El primer cambio se ejecuta en la inspección de botellas vacías; el segundo cambio se realiza en el llenado y tapado de la botella; el tercer cambio se lleva a cabo en el etiquetado y el cuarto cambio se hace en el empacado de las botellas.

En cada uno de estos cambios, se realizan distintas actividades tanto con las máquinas en marcha como con las máquinas detenidas.

Actualmente, los cambios se ejecutan a juicio experto del operario, pues no cuenta con instrucciones establecidas en las operaciones que se llevan a cabo por lo general con la máquina parada; por lo tanto, ocurren desperdicios de tiempos de producción. Esta situación impacta directamente en el porcentaje de eficiencia en el proceso productivo.

En la siguiente tabla se muestra información correspondiente a los tiempos promedios de cada proceso en los que se hacen cambios:

Tabla 4.4: Tiempo promedio de los cambios por proceso

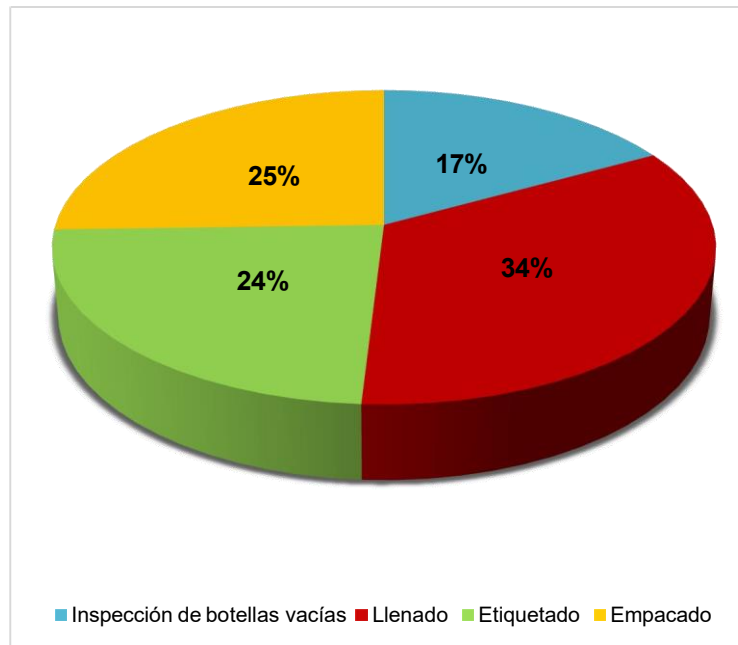
Tiempo promedio del cambio por proceso		
Proceso	Tiempo (min)	% participación
Inspección de botellas vacías	90	17 %
Llenado	180	34 %
Etiquetado	125	24 %
Empacado	135	25 %
Total	530	100 %

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, el proceso con mayor desperdicio de tiempo es el de llenado con 180 minutos, seguido por el proceso de empacado con 135 minutos. Para un mejor

análisis, se determinan los porcentajes de participación por cada proceso en el que se realizan los cambios, como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 4.19: Porcentajes de participación por proceso



Fuente: Elaboración propia, 2024.

La figura 4.19 señala que el proceso con mayor participación es el de llenado con un 34 %, por la cantidad de ajustes que se deben efectuar en las máquinas que intervienen en este proceso.

Es importante aclarar que las actividades y los ajustes de la máquina son hechos por un solo operario.

Por otro lado, se identifican los tiempos de los cambios que se llevan a cabo por cada producto, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 4.5: Tiempo promedio del cambio por proceso

Producto	Inspección de botellas vacías	Llenado	Etiquetado	Empacado	Total (min)	% participación
Cerveza (750 ml)	60	120	100	90	370	35 %
Cerveza (1 L)	120	240	150	180	690	65 %

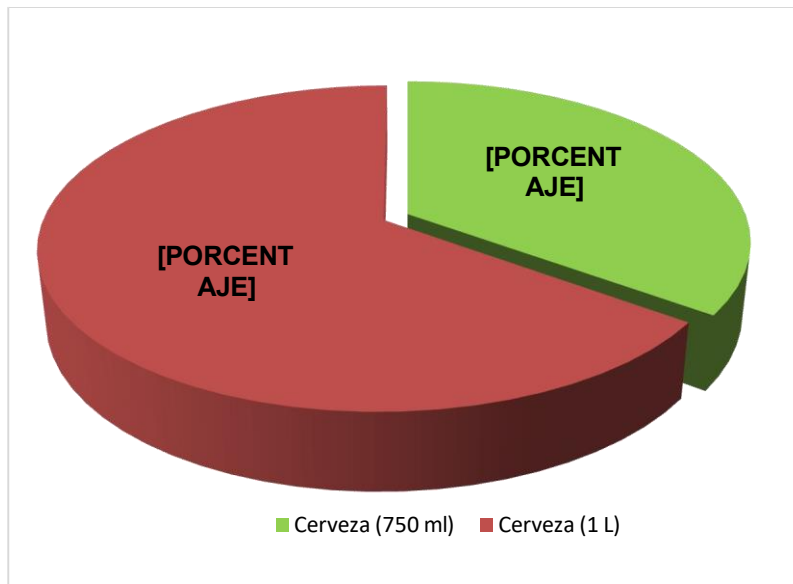
Total	1 060	100 %
--------------	--------------	--------------

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la tabla anterior, el proceso con mayor duración es el de llenado del producto cerveza en la presentación de 1 L, con un total de 240 minutos.

También, se determinan los porcentajes de participación por producto, como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 4.20: Porcentaje de participación por proceso y producto



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura 4.20, el producto con mayor tiempo de duración en los cambios es la cerveza en presentación de 1 L, con un porcentaje de participación del 65 %. Lo anterior se debe a que, por ser una presentación con mayor volumen en llenado, es

necesario ajustar las máquinas con más detalle y cuidado; incluso, es uno de los grandes cambios que se realizan por el tipo de formato del envase.

De acuerdo con la información expuesta, el producto con mayor porcentaje de atrasos en tiempos de cambios por proceso es la cerveza en presentación de 1 L, por lo que se lleva a cabo un análisis de este producto en los procesos de Inspección, Llenado, Etiquetado y Empacado.

4.2.3.2 Etapa II. Proceso de cambio y separación de actividades internas y externas

En esta etapa de la filosofía SMED, se definen los procesos de cambio de Inspección, Llenado, Etiquetado y Empacado y las actividades que intervienen en estos.

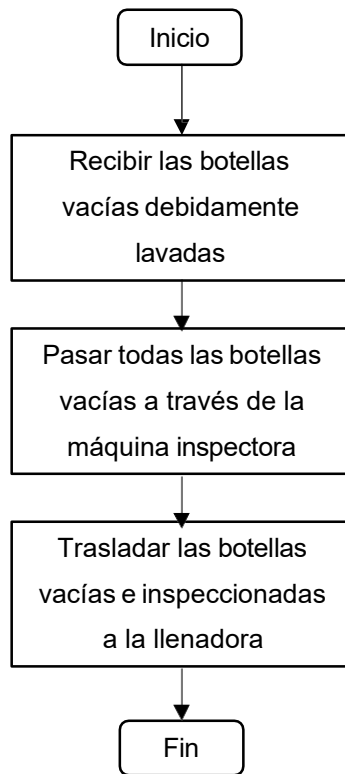
Asimismo, se identifican las actividades en cada proceso de cambio, es decir, si corresponden a internas o externas.

4.2.3.2.1 Estudio del proceso de cambio de Inspección

El proceso de Inspección consiste en recibir las botellas vacías debidamente lavadas en la presentación establecida en la orden de producción. Luego, estas se pasan mediante una banda transportadora a través de la máquina inspectora para verificar que no lleven presencia de partículas u objetos. Después, las botellas inspeccionadas son trasladadas a través de la banda transportadora hacia la máquina llenadora.

En la siguiente figura, se muestra el diagrama del proceso de Inspección:

Figura 4.21: Diagrama de flujo del proceso de Inspección

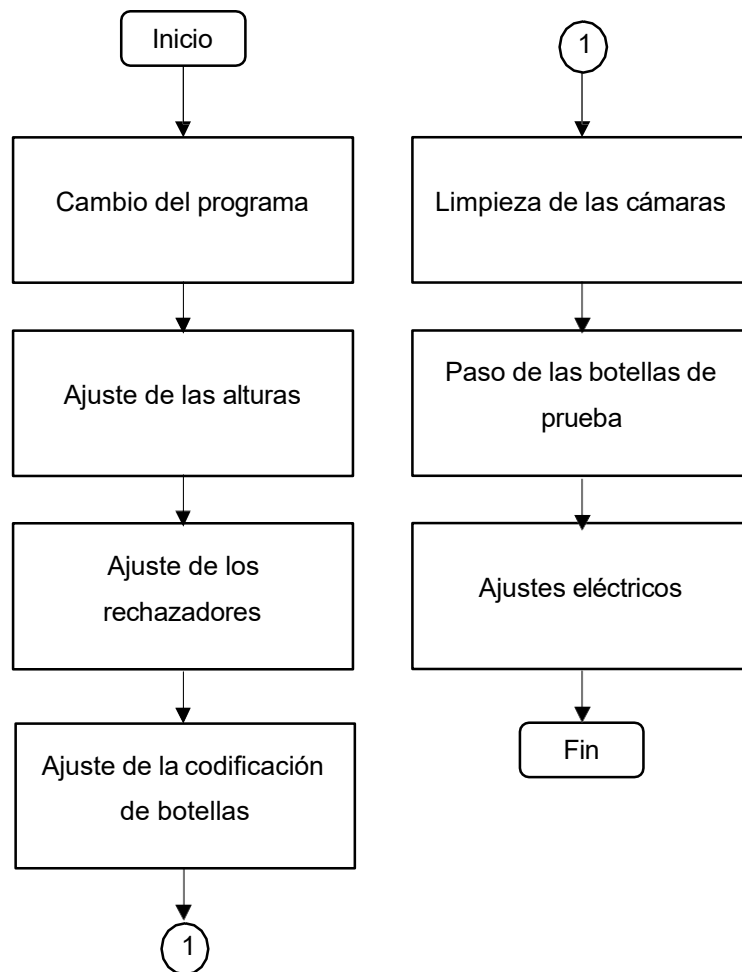


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con relación a la figura 4.21, el proceso de Inspección está formado por tres etapas en las cuales se reciben las botellas vacías, se pasan por la etapa de inspección y luego se trasladan al área de llenado.

Dentro de este proceso, surge el proceso de cambio de Inspección, que está conformado por siete actividades, a saber:

Figura 4.22: Diagrama de flujo del proceso de cambio de Inspección



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura 4.22 se indica que el diagrama de flujo del proceso de cambio de Inspección está compuesto por siete actividades que inician con los cambios de programas y finalizan con los ajustes eléctricos.

Para realizar el estudio del proceso de cambio de Inspección, se determina si cada actividad es interna o externa, así como el tiempo de duración promedio, como se expone en la siguiente tabla:

Tabla 4.6: Actividades del proceso de cambio de Inspección

Actividad	Tipo de operación	Tiempo promedio (min)	% relativo	% acumulado
Ajustes eléctricos	Externa	30	24 %	24 %
Ajuste de las alturas	Interna	20	16 %	40 %
Ajuste de los rechazadores	Interna	20	16 %	56 %
Limpieza de las cámaras	Interna	20	16 %	72 %
Ajuste de la codificación de botellas	Interna	15	12 %	84 %
Cambio del programa	Interna	10	8 %	92 %
Paso de las botellas de prueba	Externa	10	8 %	100 %
Totales		125	100 %	
Actividades internas		85	68 %	
Actividades externas		40	32 %	

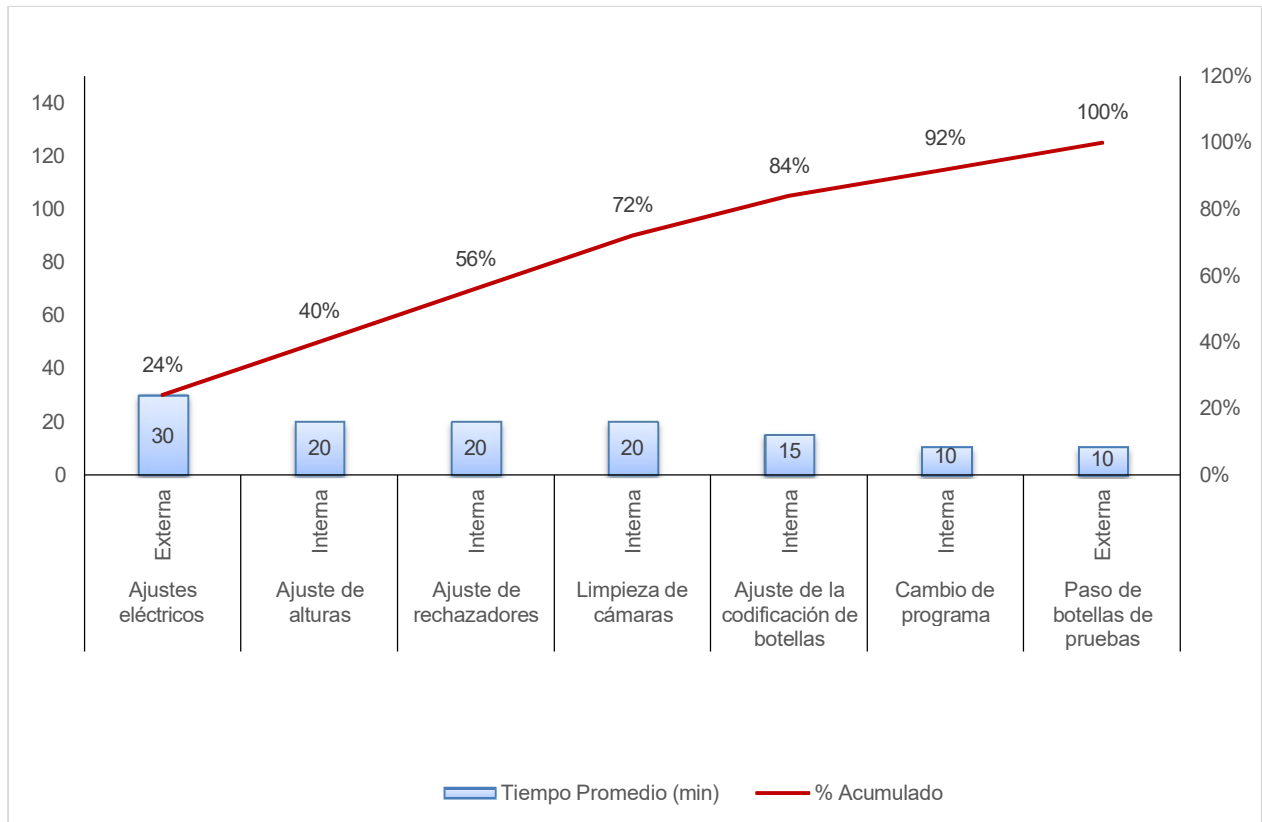
Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la tabla anterior, se detectan siete actividades de las cuales cinco son internas y dos son externas.

Además, se comprueba que las actividades con mayor tiempo promedio son los ajustes eléctricos con 30 minutos, seguidos por los ajustes de la altura, los ajustes de los rechazadores y la limpieza de las cámaras con 20 minutos.

Una vez identificadas las actividades que generan mayor tiempo en atrasos, se procede con el análisis de las actividades según su nivel de criticidad, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.23: Actividades del proceso de cambio de Inspección según su criticidad

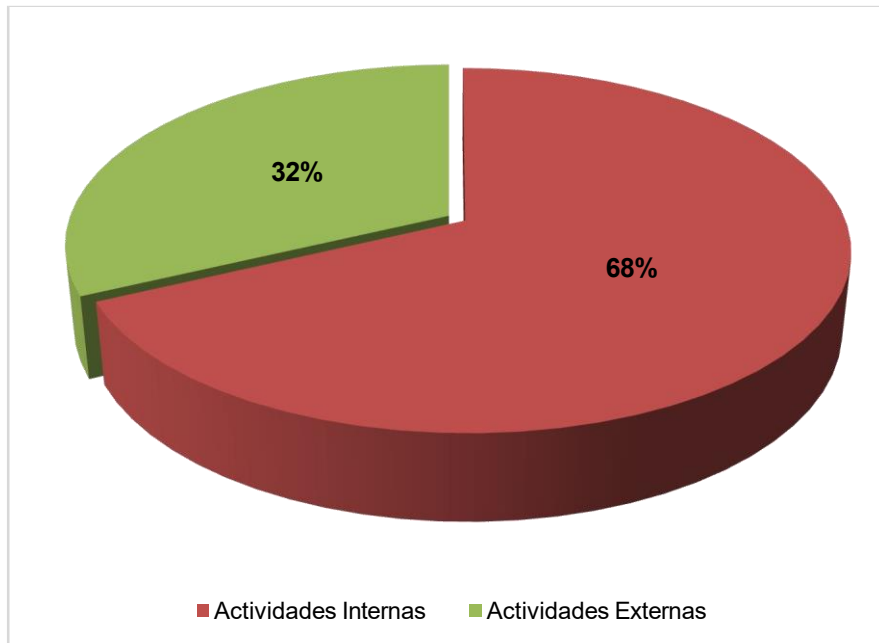


Fuente: Elaboración propia, 2024.

La figura 4.23 ilustra que las actividades con mayor criticidad son los ajustes eléctricos, los ajustes de las alturas, los ajustes de los rechazadores y la limpieza de las cámaras; todas representan el 72 % del total de las actividades.

Por otro lado, es vital conocer los porcentajes correspondientes a las actividades internas, es decir, las realizadas con la máquina detenida y las actividades externas, las ejecutadas con la máquina puesta en marcha, lo que se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.24: Porcentaje de actividades internas y externas en el proceso de cambio de Inspección



Fuente: Elaboración propia, 2024.

La figura 4.24 indica que las actividades con mayor valor porcentual son las internas con un 68 %, mientras que las actividades externas representan un 32 %.

Las actividades externas en el proceso de cambio de Inspección corresponden a los ajustes eléctricos y el paso de botellas de prueba, las cuales se realizan con la máquina en marcha, pues las botellas patrón se deben pasar a través de la parte interna de la máquina inspectora para asegurar que sean detectadas de manera exitosa.

Análisis de las herramientas en el proceso de cambio de Inspección

Para llevar a cabo las actividades del proceso de cambio de Inspección, se requiere del apoyo de las siguientes herramientas:

Tabla 4.7: Herramientas para el proceso de cambio de Inspección

Actividades	Herramienta
Cambio del programa	Manual
Ajuste de las alturas	Manual
Ajuste de los rechazadores	Llave Allen # 5
Ajuste del video jet	Manual
Limpieza de las cámaras	Manual
Ajustes eléctricos	Manual
Paso de las botellas de prueba	Manual

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, las herramientas empleadas en el proceso de cambio de Inspección son el manual operativo de la máquina inspectora y la llave Allen # 5.

Además de las herramientas, el proceso de cambio de Inspección requiere de personal operativo para llevar a cabo cada una de sus actividades, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 4.8: Personal operativo para el proceso de cambio de Inspección

Actividades	Cantidad de Operarios
Cambio del programa	1
Ajuste de las alturas	1
Ajuste de los rechazadores	1
Ajuste del video jet	1
Limpieza de las cámaras	1
Ajustes eléctricos	1
Paso de las botellas de prueba	1

Fuente: Elaboración propia, 2024.

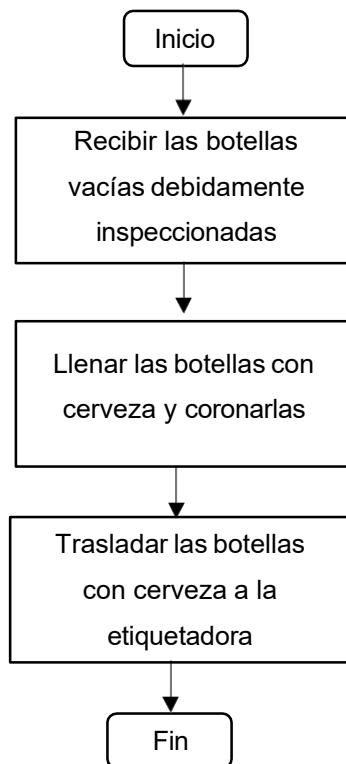
De este modo, para realizar las siete actividades que conforman el proceso de cambio de Inspección, solo se cuenta con un operario.

4.2.3.2 Estudio del proceso de cambio de Llenado

El proceso de Llenado inicia cuando se reciben del proceso de Inspección, a través de la banda transportadora, todas las botellas vacías debidamente lavadas e inspeccionadas. Luego, las botellas son llenadas mediante la máquina llenadora hasta el borde superior y coronadas, es decir, se les coloca la tapa. Por último, son trasladadas por medio de la banda transportadora hacia la máquina etiquetadora.

En la siguiente figura, se muestra el diagrama del proceso de Llenado:

Figura 4.25: Diagrama de flujo del proceso de Llenado

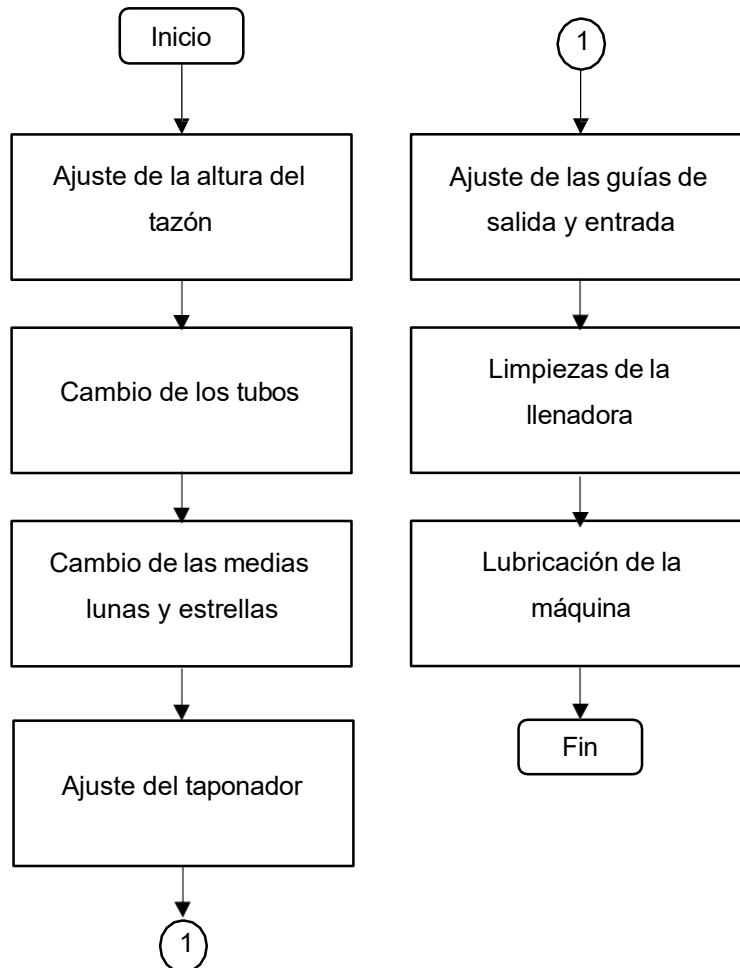


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la figura 4.25, el proceso de Llenado está formado por tres etapas, en las cuales se reciben las botellas vacías e inspeccionadas, se pasan por la etapa de llenado y se trasladan al área de etiquetado.

Dentro de este proceso, surge el proceso de cambio de Llenado, conformado por siete actividades que se mencionan en la siguiente figura:

Figura 4.26: Diagrama de flujo del proceso de cambio de Llenado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con relación a la figura 4.26, el diagrama de flujo del proceso de cambio de Llenado está compuesto por siete actividades que inician con el ajuste de la altura del tazón y finalizan con la lubricación de la máquina.

Para realizar el estudio del proceso de cambio de Llenado, se determina si cada actividad es interna o externa, así como el tiempo de duración promedio, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 4.9: Actividades del proceso de cambio de Llenado

Actividad	Tipo de operación	Tiempo promedio (min)	% relativo	% acumulado
Cambio de los tubos	Interna	60	25 %	25 %
Cambio de las medias lunas y estrellas	Interna	60	25 %	50 %
Limpiezas de la llenadora	Externa	30	13 %	63 %
Lubricación de la máquina	Interna	30	13 %	75 %
Ajuste de la altura del tazón	Interna	20	8 %	83 %
Ajuste del taponador	Interna	20	8 %	92 %
Ajuste de las guías de salida y entrada	Interna	20	8 %	100 %
Totales		240	100 %	
Actividades internas		210	87 %	
Actividades externas		30	13 %	

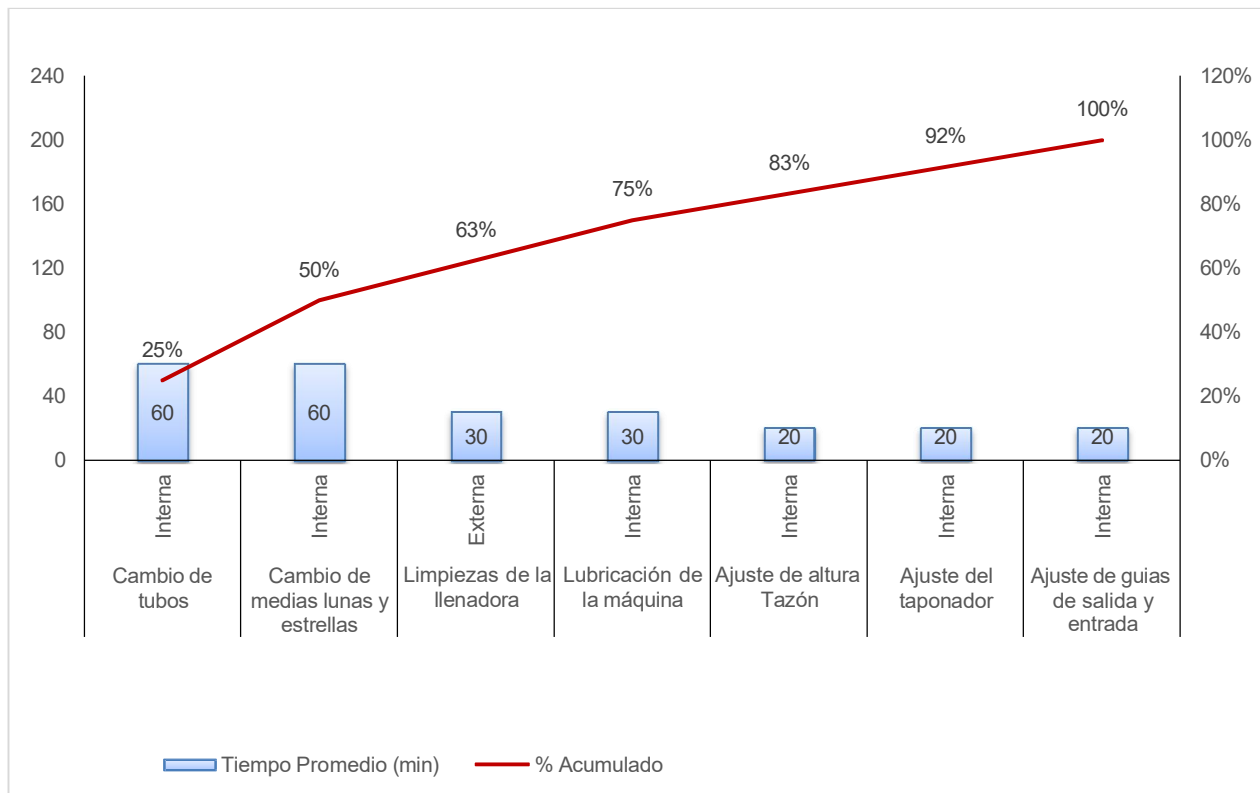
Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la tabla anterior, se detectan siete actividades de las cuales seis son internas y una es externa.

Además, se comprueba que las actividades con mayor tiempo promedio son el cambio de los tubos y el cambio de las medias lunas y estrellas con 60 minutos cada uno, seguidos por la limpieza de la llenadora y la lubricación de la máquina con 30 minutos cada una.

Una vez identificadas las actividades que generan mayor tiempo en atrasos, se procede con el análisis de las actividades a partir de su nivel de criticidad, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.27: Actividades del proceso de cambio de Llenado según su criticidad

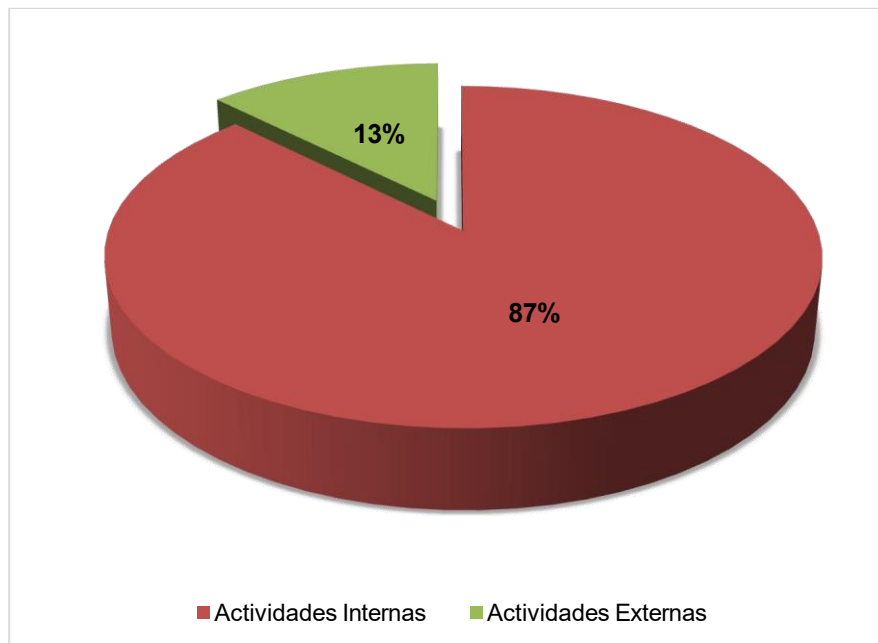


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura 4.27, las actividades con mayor criticidad son los cambios de los tubos, los cambios de las medias lunas y estrellas, la limpieza de la llenadora y la lubricación de la máquina; todas representan el 75 % del total de las actividades.

Por otro lado, es fundamental identificar los porcentajes correspondientes a las actividades internas, es decir, las realizadas con la máquina detenida, y las actividades externas, las ejecutadas con la máquina puesta en marcha, como se observa en la siguiente figura:

Figura 4.28: Porcentaje de actividades internas y externas en el proceso de cambio de Llenado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

La figura 4.28 indica que las actividades con mayor valor porcentual son las internas con un 87 %, mientras que las actividades externas representan un 13 %.

Al respecto, las actividades externas en el proceso de cambio de Llenado corresponden a las limpiezas de la llenadora, las cuales se realizan con la máquina en marcha porque se efectúa un enjuague interno automático por medio de duchas de lavado.

Análisis de las herramientas en el proceso de cambio de Llenado

Para llevar a cabo las actividades del proceso de cambio de Llenado, se requiere del apoyo de las siguientes herramientas:

Tabla 4.10: Herramientas para el proceso de cambio de Llenado

Actividades	Herramienta
Ajuste de la altura del tazón	Manual
Cambio de los tubos	Manual
Cambio de las medias lunas y estrellas	Llave # 24 y # 32
Ajuste del taponador	Manual
Ajuste de las guías de salida y entrada	Llave # 17
Limpiezas de la llenadora	Duchas de lavado
Lubricación de la máquina	Manual

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, las herramientas utilizadas en el proceso de cambio de Llenado son el manual operativo de la máquina llenadora, la llave # 17, las llaves Allen # 24 y # 32, y las duchas de lavado.

Además de las herramientas, el proceso de cambio de Llenado requiere de personal operativo para ejecutar cada una de sus actividades, a saber:

Tabla 4.11: Personal operativo para el proceso de cambio de Llenado

Actividades	Cantidad de Operarios
Ajuste de la altura del tazón	1
Cambio de los tubos	1
Cambio de las medias lunas y estrellas	1
Ajuste del taponador	1
Ajuste de las guías de salida y entrada	1
Limpiezas de la llenadora	1
Lubricación de la máquina	1

Fuente: Elaboración propia, 2024.

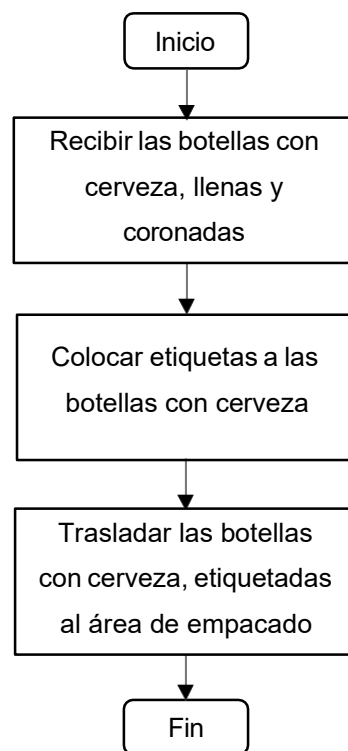
De esta manera, para realizar las siete actividades que conforman el proceso de cambio de Llenado, solo se cuenta con un operario.

4.2.3.2.3 Estudio del proceso de cambio de Etiquetado

El proceso de Etiquetado inicia cuando se reciben del proceso de Llenado, a través de la banda transportadora, todas las botellas llenas con producto y debidamente coronadas (tapadas). Luego, las botellas con producto son etiquetadas mediante la máquina etiquetadora. Después, son trasladadas por medio de la banda transportadora hacia el área de empaçado.

En la siguiente figura, se muestra el diagrama del proceso de Etiquetado:

Figura 4.29: Diagrama de flujo del proceso de Etiquetado

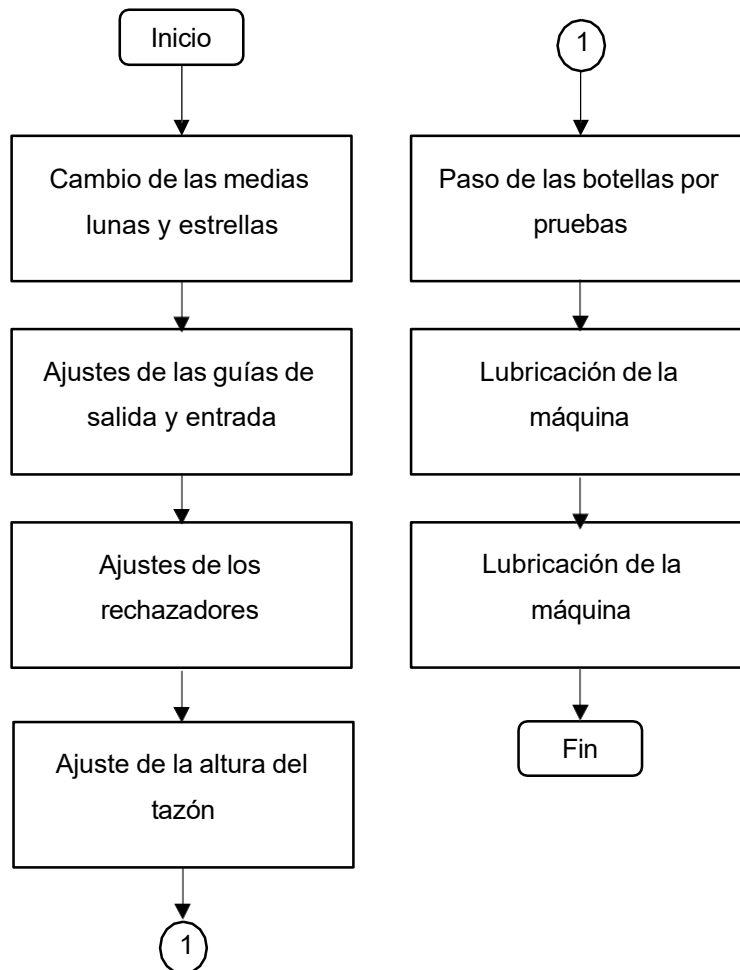


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la figura 4.29, el proceso de Etiquetado está formado por tres etapas en las cuales se reciben las botellas llenas con producto y tapadas, se pasan por la etapa de etiquetado y luego se trasladan al área de empaçado.

Dentro de este proceso, surge el proceso de cambio de Etiquetado, que está conformado por siete actividades, a saber:

Figura 4.30: Diagrama de flujo del proceso de cambio de Etiquetado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura 4.30, se indica que el diagrama de flujo del proceso de cambio de Etiquetado está compuesto por siete actividades, estas inician con el cambio de las medias lunas y estrellas y finalizan con la lubricación de la máquina.

Para realizar el estudio del proceso de cambio de Etiquetado, se determina si cada actividad es interna o externa, así como el tiempo de duración promedio, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 4.12: Actividades del proceso de cambio de Etiquetado

Actividad	Tipo de operación	Tiempo promedio (min)	% relativo	% acumulado
Cambio de las medias lunas y estrellas	Interna	60	40 %	40 %
Ajuste de las guías de salida y entrada	Interna	20	13 %	53 %
Ajuste de los rechazadores	Externa	15	10 %	63 %
Ajuste de la altura del tazón	Interna	15	10 %	73 %
Paso de las botellas de prueba	Externa	15	10 %	83 %
Lubricación de la máquina	Interna	15	10 %	93 %
Ajuste del tornillo sin fin	Interna	10	7 %	100 %
Totales		150	100 %	
Actividades internas		120	80 %	
Actividades externas		30	20 %	

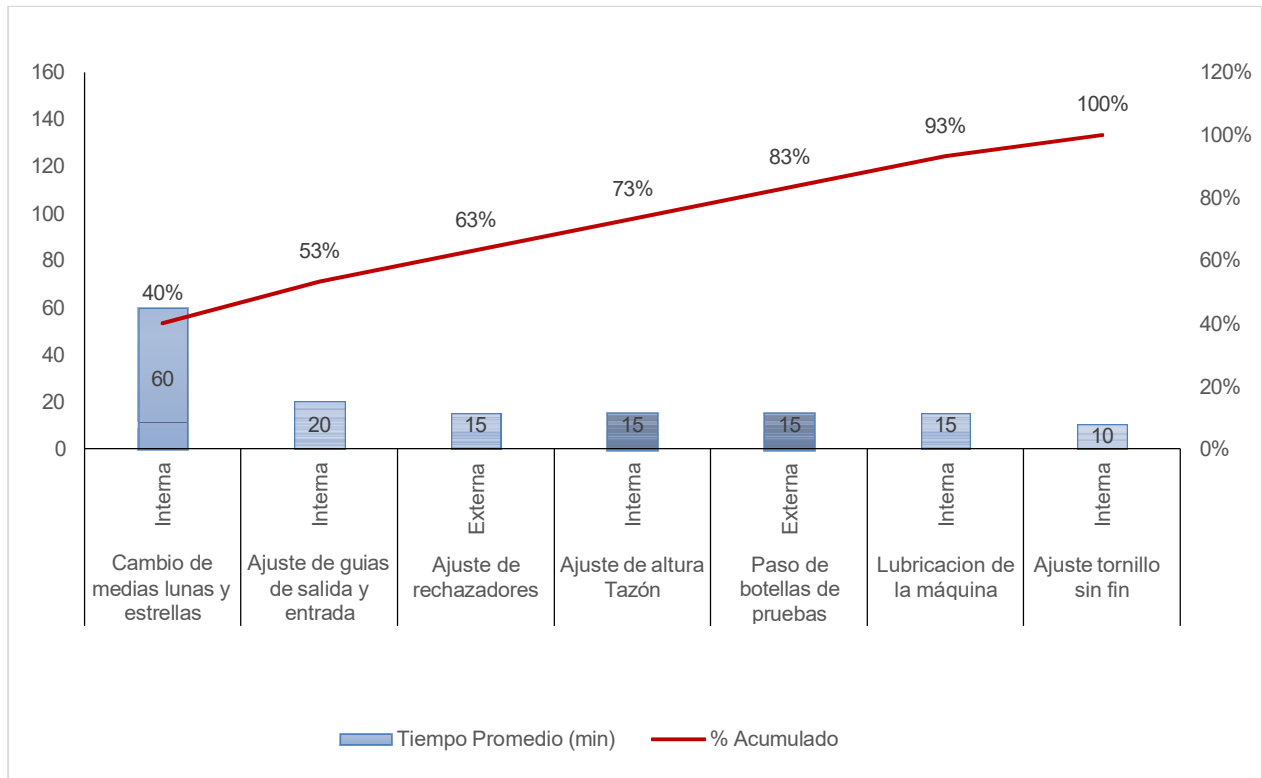
Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la tabla anterior, se detectan siete actividades de las cuales cinco son internas y dos son externas.

Además, se comprueba que la actividad con mayor tiempo promedio es el cambio de las medias lunas y estrellas con 60 minutos, seguido por los ajustes de las guías de salida y entrada con 20 minutos.

Una vez identificadas las actividades que generan mayor tiempo en atrasos, se procede con el análisis de las actividades a partir de su nivel de criticidad, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.31: Actividades del proceso de cambio de Etiquetado según su criticidad

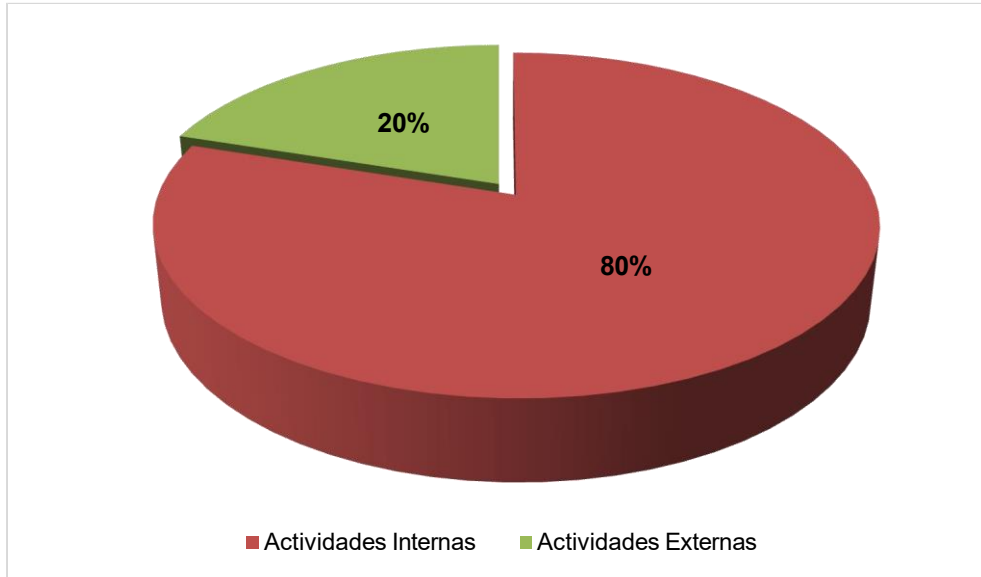


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura 4.31, las actividades con mayor criticidad son los cambios de las medias lunas y estrellas, los ajustes de las guías de salida y entrada, los ajustes de los rechazadores y el ajuste de la altura del tazón; todas representan el 73 % del total de las actividades.

Por otro lado, es vital identificar los porcentajes correspondientes a las actividades internas, es decir, las realizadas con la máquina detenida, y las actividades externas, las ejecutadas con la máquina puesta en marcha, como se indica en la siguiente figura:

Figura 4.32: Porcentaje de actividades internas y externas en el proceso de cambio de Etiquetado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con relación a la figura 4.32, las actividades con mayor valor porcentual son las internas con un 80 %, mientras que las actividades externas representan un 20 %.

Las actividades externas en el proceso de cambio de Etiquetado corresponden a los ajustes de los rechazadores y el paso de las botellas de prueba, las mismas se llevan a cabo con la máquina en marcha porque las botellas patrón se deben pasar a través de la parte interna de la máquina etiquetadora para asegurar su adecuado etiquetado.

Análisis de las herramientas en el proceso de cambio de Etiquetado

Para llevar a cabo las actividades del proceso de cambio de Etiquetado, se requiere del apoyo de las siguientes herramientas:

Tabla 4.13: Herramientas para el proceso de cambio de Etiquetado

Actividades	Herramienta
Cambio de las medias lunas y estrellas	Llave # 24 y # 32
Ajuste de las guías de salida y entrada	Llave # 17
Ajuste de los rechazadores	Llave Allen # 5
Paso de las botellas de prueba	Manual
Ajuste de la altura del tazón	Manual
Ajuste del tornillo sin fin	Llave # 17
Lubricación de la máquina	Manual

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, las herramientas utilizadas en el proceso de cambio de Etiquetado son el manual operativo de la máquina etiquetadora; las llaves # 17, # 24 y # 32, y la llave Allen # 5.

Además de las herramientas, el proceso de cambio de Etiquetado requiere de personal operativo para llevar a cabo cada una de sus actividades, este se menciona a continuación:

Tabla 4.14: Personal operativo para el proceso de cambio de Etiquetado

Actividades	Cantidad de operarios
Cambio de las medias lunas y estrellas	1
Ajuste de las guías de salida y entrada	1
Ajuste de los rechazadores	1
Paso de las botellas de prueba	1
Ajuste de la altura del tazón	1
Ajuste del tornillo sin fin	1
Lubricación de la máquina	1

Fuente: Elaboración propia, 2024.

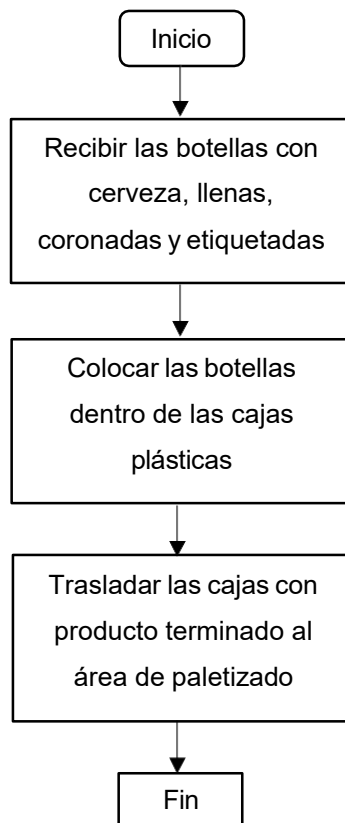
De esta forma, para realizar las siete actividades que conforman el proceso de cambio de Etiquetado, solo se cuenta con un operario.

4.2.3.2.4 Estudio del proceso de cambio de Empacado

El proceso de Empacado inicia cuando se reciben del proceso de Etiquetado, a través de la banda transportadora, todas las botellas llenas con producto, coronadas (tapadas) y etiquetadas. Luego, las botellas con producto son colocadas en cajas plásticas de 12 unidades. Después, las cajas son trasladadas por medio de la banda transportadora hacia el área de paletizado.

En la siguiente figura, se muestra el diagrama del proceso de Empacado:

Figura 4.33: Diagrama de flujo del proceso de Empacado

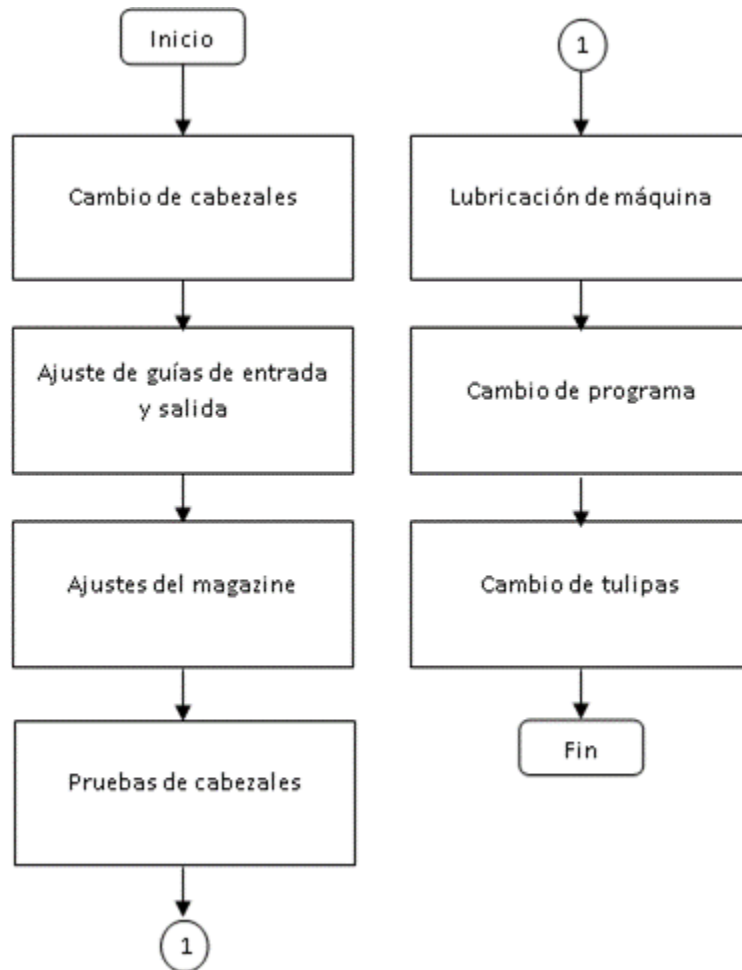


Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura 4.33 se indica que el proceso de Empacado está formado por tres etapas en las cuales se reciben las botellas llenas con producto, tapadas y etiquetadas; se pasan por la etapa de empacado y luego se trasladan al área de paletizado.

Dentro de este proceso, surge el proceso de cambio de Empacado, conformado por siete actividades, a saber:

Figura 4.34: Diagrama de flujo del proceso de cambio de Empacado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se muestra en la figura 4.34, el diagrama de flujo del proceso de cambio de Empacado está compuesto por siete actividades, estas inician con el cambio de los cabezales y finalizan con los cambios.

Para realizar el estudio del proceso de cambio de Empacado, se identifica si cada actividad es interna o externa, así como el tiempo de duración promedio, como se establece en la siguiente tabla:

Tabla 4.15: Actividades del proceso de cambio de Empacado

Actividad	Tipo de operación	Tiempo promedio (min)	% relativo	% acumulado
Cambio de los cabezales	Interna	60	34 %	34 %
Ajuste de las guías de entrada y salida	Interna	30	17 %	51 %
Ajustes del <i>magazine</i>	Interna	30	17 %	69 %
Pruebas de los cabezales	Interna	20	11 %	80 %
Lubricación de la máquina	Externa	15	9 %	89 %
Cambio del programa	Interna	10	6 %	94 %
Cambio de las tulipas	Interna	10	6 %	100 %
Totales		175	100 %	
Actividades internas		160	91 %	
Actividades externas		15	9 %	

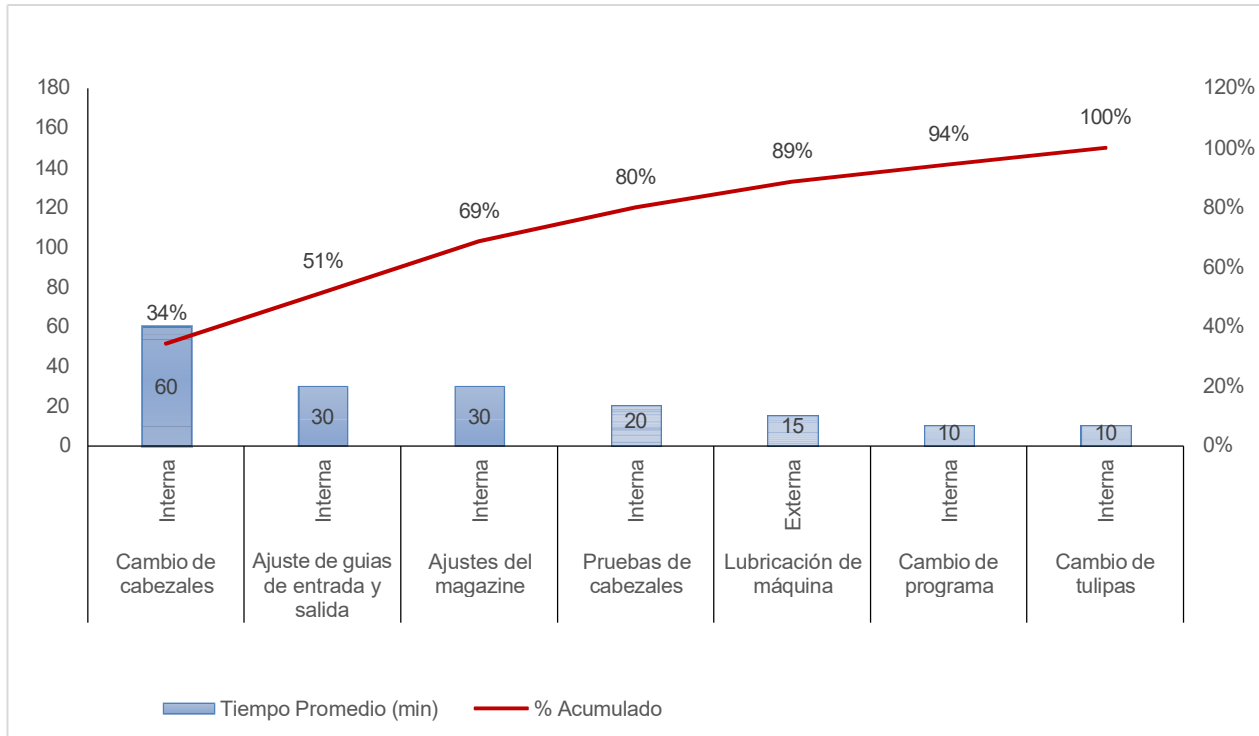
Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la tabla anterior, se detectan siete actividades de las cuales seis son internas y una es externa.

Además, se comprueba que la actividad con mayor tiempo promedio es el cambio de los cabezales con 60 minutos, seguido por los ajustes de las guías de salida y entrada con 30 minutos.

Una vez identificadas las actividades que generan mayor tiempo en atrasos, se procede con el análisis de las actividades de acuerdo con su nivel de criticidad, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 4.35: Actividades del proceso de cambio de Empacado según su criticidad

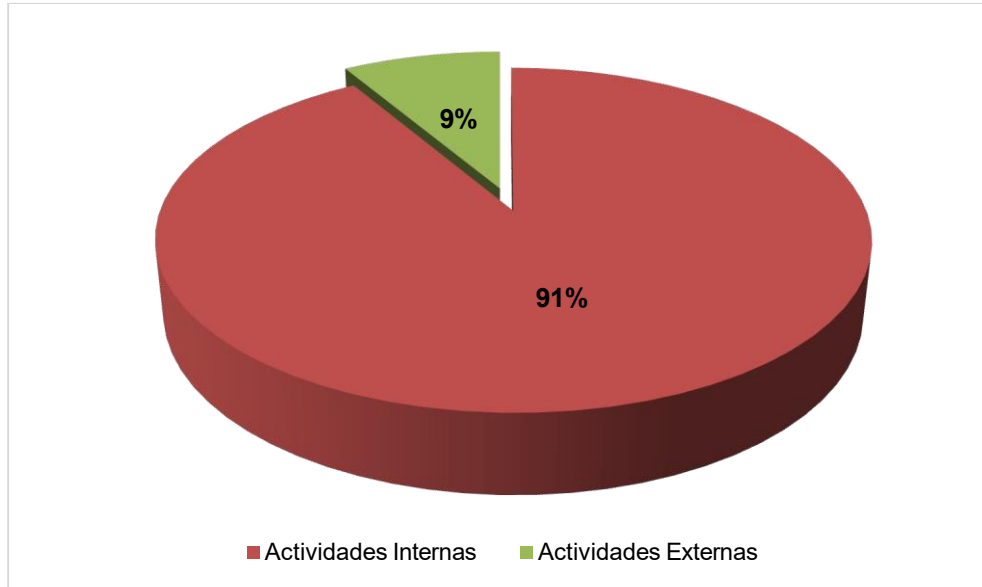


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura 4.35, las actividades con mayor criticidad son los cambios de los cabezales, los ajustes de las guías de salida y entrada, los ajustes de los *magazines* y las pruebas de los cabezales; todas representan el 80 % del total de las actividades.

Por otro lado, es fundamental determinar los porcentajes correspondientes a las actividades internas, es decir, las realizadas con la máquina detenida, y las actividades externas, las ejecutadas con la máquina puesta en marcha, como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 4.36: Porcentaje de actividades internas y externas en el proceso de cambio de Empacado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura 4.36, las actividades con mayor valor porcentual son las internas con un 91 %, mientras que las actividades externas representan un 9 %.

Al respecto, la actividad externa en el proceso de cambio de Empacado corresponde a la lubricación de la máquina, la misma se realiza con la máquina en marcha, pues se debe lubricar toda la parte interna de la máquina empacadora.

Análisis de las herramientas en el proceso de cambio de Empacado

Para llevar a cabo las actividades del proceso de cambio de Empacado, se requiere del apoyo de las siguientes herramientas:

Tabla 4.16: Herramientas para el proceso de cambio de Empacado

Actividades	Herramienta
Cambio del programa	Manual
Cambio de los cabezales	Manual
Ajuste de las guías de entrada y salida	Llave # 24
Pruebas de los cabezales	Manual
Lubricación de la máquina	Manual
Ajustes del <i>magazine</i>	Llave # 17
Cambio de las tulipas	Manual

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con relación a la tabla anterior, las herramientas utilizadas en el proceso de cambio de Empacado son el manual operativo de la máquina de empacado y las llaves # 17 y # 24.

Además de las herramientas, el proceso de cambio de Empacado requiere de personal operativo para llevar a cabo cada una de sus actividades, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 4.17: Personal operativo para el proceso de cambio de Empacado

Actividades	Cantidad de operarios
Cambio del programa	1
Cambio de los cabezales	1
Ajuste de las guías de entrada	1
Pruebas de los cabezales	1
Lubricación de la máquina	1
Cambio de las tulipas	1
Ajustes del <i>magazine</i>	1

Fuente: Elaboración propia, 2024.

De este modo, para llevar a cabo las siete actividades que conforman el proceso de cambio de Empacado, solo se cuenta con un operario.

4.3 ANALIZAR

En la etapa “analizar” de la metodología DMAIC, se efectúa el análisis de la información recolectada con el propósito de establecer las causas raíz del problema identificado en el capítulo I y buscar las oportunidades de mejora para solucionar el problema planteado.

Cabe mencionar que la información recolectada en la etapa de medición de la metodología DMAIC requiere analizarse desde distintos aspectos, con la finalidad de encontrar las causas del problema en estudio.

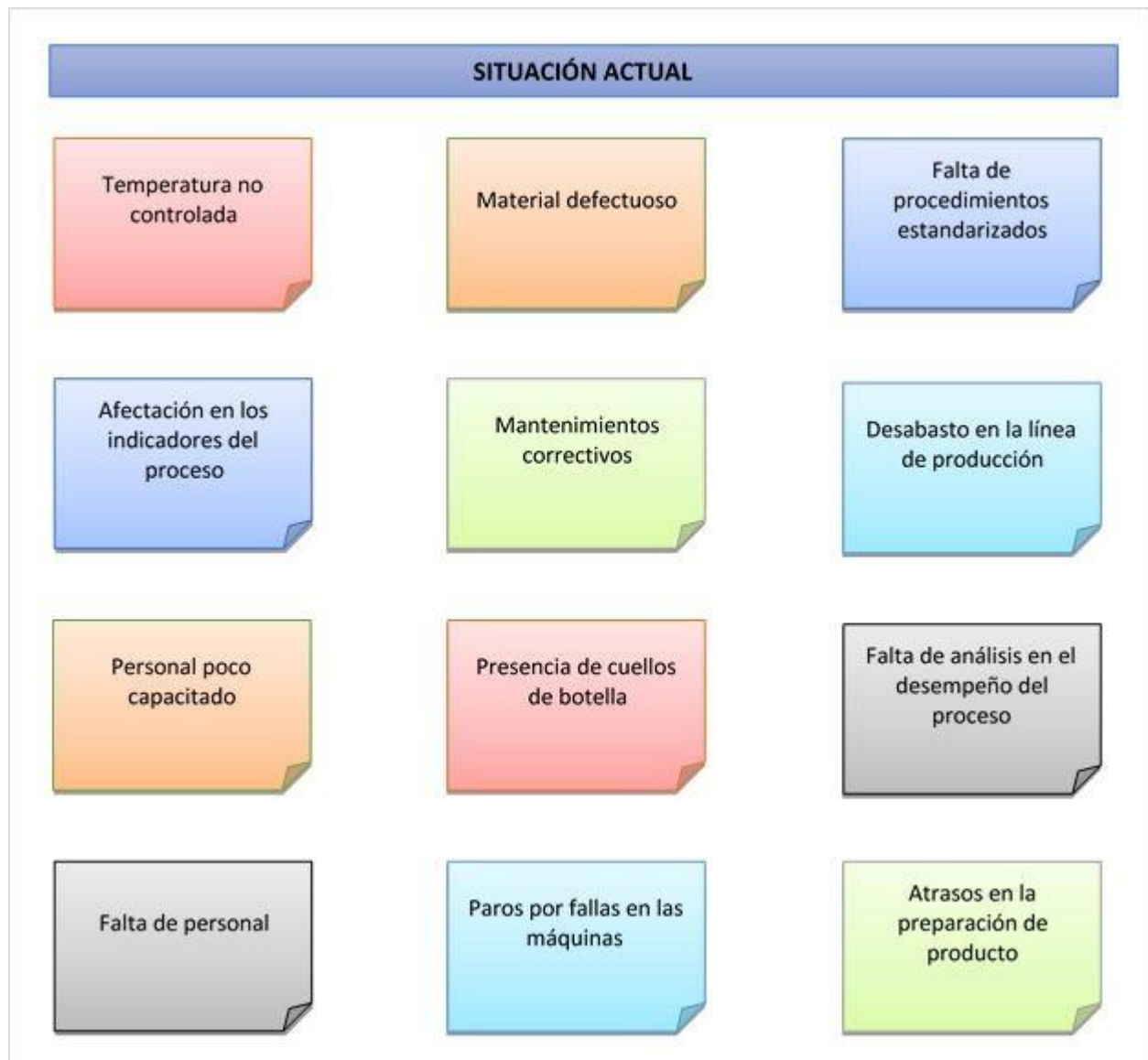
A continuación, se describen las herramientas ingenieriles utilizadas en la etapa “analizar” de la metodología DMAIC.

4.3.1 Lluvia de ideas

Debido a que se presentan deficiencias en la Línea 2 del proceso de envasado de la empresa, se programa una reunión con el personal operativo para que, mediante una lluvia de ideas, se determinen las causas que provocan el problema detectado. Para esta reunión, se convoca a la jefatura de producción, supervisores de línea y operadores de máquinas.

En la siguiente figura se muestra la lluvia de ideas para identificar las posibles causas:

Figura 4.37: Lluvia de ideas para identificar las causas que provocan deficiencias en la Línea 2



Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la figura 4.37, las causas se enfocan en las actividades del proceso y en los mantenimientos de las máquinas.

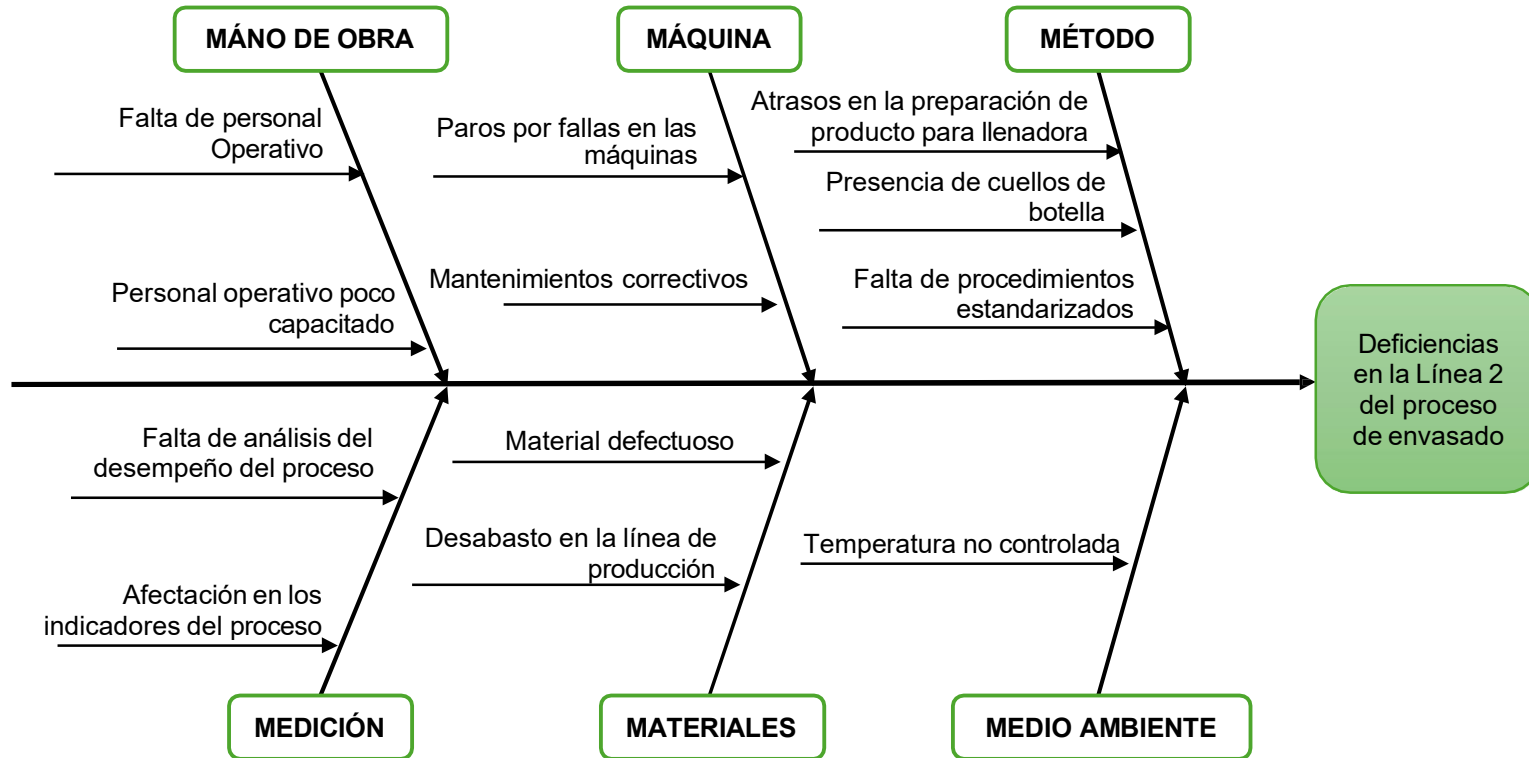
Una vez establecidas las causas que provocan las deficiencias en la Línea 2 del proceso de envasado, se categorizan por medio del diagrama de Ishikawa detallado en la siguiente sección.

4.3.2 Diagrama de Ishikawa

Con el propósito de identificar las causas que generan el problema en estudio, se elabora un diagrama de Ishikawa.

Por medio de los recorridos, las entrevistas al personal operativo y las observaciones realizadas a lo largo de la Línea 2 del proceso de envasado, se establecen las causas primarias en cuanto a la mano de obra, máquina, método, medición, materiales y medio ambiente. Asimismo, se determinan las causas secundarias, como se muestra en la figura:

Figura 4.38: Diagrama de Ishikawa con las causas que provocan deficiencias en la Línea 2 del proceso de envasado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la figura 4.38, 12 causas provocan las deficiencias detectadas en la Línea 2 del proceso de envasado.

A continuación, se describen las deficiencias encontradas en cada una de las causas.

Mano de obra

Falta de personal operativo: la jefatura de producción señala que el proceso de envasado es afectado por la alta rotación de personal en el área de producción; además, solo hay un operario por cada máquina, esto dificulta la respuesta oportuna para los procesos de cambio de productos. Por lo tanto, ocurren atrasos en el cumplimiento de la meta de producción diaria.

Personal poco capacitado: no se cuenta con un programa de capacitación para asegurarse de que el personal de la Línea 2 del proceso de envasado cumple con las competencias adecuadas al puesto de trabajo. La jefatura de producción menciona que no se dispone del tiempo necesario para el entrenamiento requerido, sino que los colaboradores se capacitan según los eventos se presentan en las máquinas. Los conocimientos los van adquiriendo al avanzar día tras día en el proceso.

Máquina

Paros por fallas en las máquinas: de acuerdo con el personal de mantenimiento, por lo general las fallas suceden debido a problemas eléctricos o mecánicos. Estos paros afectan directamente el rendimiento de la máquina llenadora porque queda sin abastecimiento de producto al depender de las máquinas que podrían estar presentando la falla.

Mantenimientos correctivos: no se cuenta con un programa de mantenimientos preventivos para las máquinas, tampoco se realizan inspecciones de las máquinas a lo largo de la línea porque, según el encargado de mantenimiento, no alcanza el tiempo para atender todas las fallas o problemas que se experimentan en las máquinas.

Por otro lado, el presupuesto para repuestos y reparaciones es limitado, por lo que las fallas se resuelven por orden de prioridad.

Método

Atrasos en la preparación del producto para la llenadora: a partir de las consultas realizadas al encargado de la Línea 2, los atrasos se producen debido a que los operarios no cuentan con las instrucciones claras sobre el orden de las actividades por ejecutar para la preparación del producto. Además, en ocasiones se presentan fallas en los equipos por falta de mantenimientos preventivos y atrasos en la solicitud, recibo del proceso de pasteurización de la materia prima o la limpieza y desinfección de la máquina llenadora.

Presencia de cuellos de botella: según el encargado de la línea de producción, no se cuenta con una estación para el almacenamiento de botellas vacías que pueda cubrir la demanda de producto en la máquina llenadora, por lo cual esta debe detenerse hasta que los operarios a cargo vuelvan a suplir la necesidad de botellas vacías para el envasado del producto.

Falta de procedimientos estandarizados: no se cuenta con procedimientos que sirvan de guías para que el personal operativo efectúe los ajustes en la máquina llenadora, los registros sobre las actividades realizadas y la dinámica del proceso de envasado.

Medición

Falta de análisis en el desempeño del proceso: no se cuenta con indicadores que validen el desempeño del proceso en toda la línea de producción. Por otro lado, no se ha analizado si la cantidad de limpiezas programadas en el proceso son las adecuadas para mantener la inocuidad y la eficiencia del proceso.

Afectación en los indicadores del proceso: los indicadores actuales se enfocan en el cumplimiento de metas de producción, es decir, debido a los eventos no planificados que se presentan en el proceso, las jefaturas establecieron metas anuales en la programación de la producción, sin embargo, no se logra llegar a la meta establecida; tampoco se cuenta con indicadores enfocados en la mejora continua del desempeño del proceso de envasado.

Materiales

Material defectuoso: de acuerdo con las observaciones y las consultas al personal, se ha detectado material defectuoso como tapas deformes y problemas en las etiquetas, esta situación provoca devoluciones de todo el lote de producción, por consiguiente, se generan atrasos en la entrega del producto final a la bodega de producto terminado.

Desabasto en la línea de producción: los recorridos por la bodega también permiten identificar la acumulación de material de empaque de algunas presentaciones y otras con muy pocas existencias. Cuando se le consulta al encargado de bodega, este indica que en ocasiones el área de compras realiza pedidos al proveedor sin ningún control debido a que este material es el más utilizado por el personal de operaciones para el empaque de los productos.

Medio ambiente

Temperatura no controlada: en la planta de procesos no se mide la temperatura para que se pueda controlar el proceso. Según la jefatura de producción, al momento de diseñar el edificio, no se pensó en el acondicionamiento del mismo, por esto se le brindan alternativas al personal operativo como los dispensadores de agua para la constante hidratación, el uso de un uniforme adecuado para las condiciones de la planta y las salidas controladas.

4.3.3 Técnica del multivoto

Después de analizadas todas las causas determinadas en el diagrama de Ishikawa, se programa una reunión con el personal operativo de la Línea 2 del proceso de envasado, con el fin de que lleven a cabo su votación en cuanto a las causas identificadas.

Al momento de ejecutar la votación, se les explican los aspectos por tomar en cuenta, a saber, valorar cada causa en una escala de 1 a 25 puntos según su criterio y la frecuencia en que se presenta cada una.

Para la votación, se considera la participación de cuatro colaboradores: el encargado de mantenimiento, el supervisor de producción y dos operarios.

En la figura 4.55, se muestran los resultados de las votaciones, utilizando la técnica del multivoto:

Tabla 4.18: Técnica multivoto con los resultados de la votación

CAUSAS	VOTACIÓN				Frecuencia
	Mantenimiento	Supervisor	Operario 1	Operario 2	
Atrasos en la preparación del producto para la llenadora	17	20	18	21	76
Paros por fallas en las máquinas	16	17	18	19	70
Mantenimientos correctivos	15	16	14	17	62
Falta de personal operativo	14	15	13	16	58
Presencia de cuellos de botella	6	7	9	4	26
Personal operativo poco capacitado	10	6	4	5	25
Falta de procedimientos estandarizados	6	5	6	5	22
Falta de análisis en el desempeño del proceso	5	4	5	3	17
Afectación en los indicadores del proceso	3	4	3	3	13
Desabasto en la línea de producción	3	2	3	3	11
Material defectuoso	2	2	4	2	10
Temperatura no controlada	3	2	3	2	10
TOTAL	100	100	100	100	400

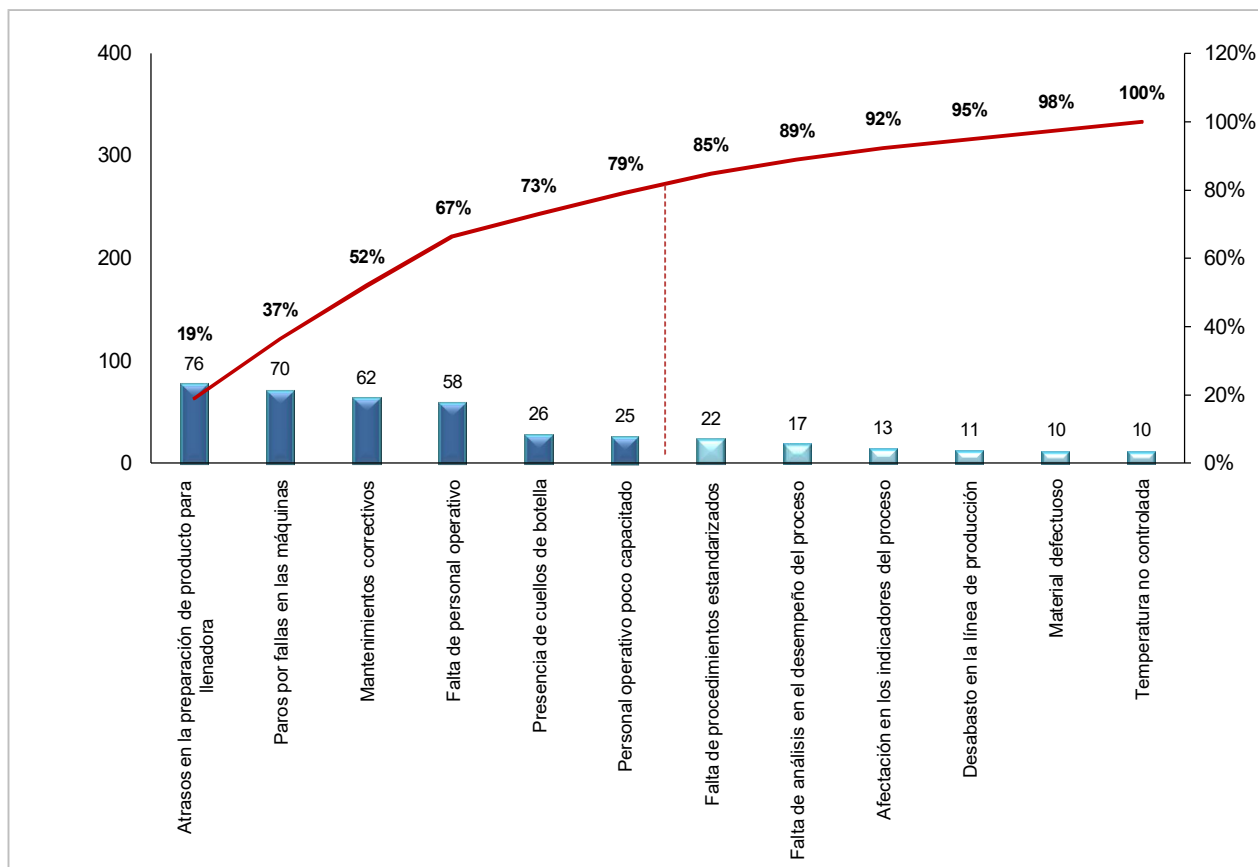
Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la tabla anterior, las cuatro causas con una mayor votación son: atrasos en la preparación de producto para la llenadora con 76 puntos, paros por fallas en las máquinas con 70 puntos, mantenimientos correctivos con 62 puntos y falta de personal de mantenimiento con 58 puntos.

4.3.4 Diagrama de Pareto

Identificadas y evaluadas las causas de acuerdo con los criterios establecidos mediante la técnica multivoto, se categorizan según la frecuencia en que se presentan por medio del siguiente diagrama de Pareto:

Figura 4.39: Diagrama de Pareto con las causas ordenadas por prioridad



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la figura 4.39, se presentan 12 causas de las cuales 6 representan el 80 % de las deficiencias que se experimentan en la Línea 2 del proceso de envasado.

4.3.5 Análisis de las causas identificadas mediante la técnica de los 5 porqués

Después de identificadas y evaluadas las causas mediante las herramientas ingenieriles detalladas en los apartados anteriores, se analizan para encontrar la causa raíz de las deficiencias en la Línea 2 del proceso de envasado y darle solución.

En la siguiente tabla se muestra el análisis de las causas por medio de la técnica de los 5 porqués.

A estas causas se les brindan soluciones de mejora en el capítulo V.

Tabla 4.19: Análisis de las causas mediante la técnica de los 5 porqués

Causa	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	SOLUCIÓN
Atrasos en la preparación de producto	Porque los operarios no tienen claridad sobre el orden de las actividades para la preparación del producto.	Porque no se tienen procedimientos con las instrucciones establecidas para la preparación del producto.				Diseñar procedimientos estandarizados de trabajo utilizando la metodología SMED, donde se defina el qué y el cómo se debe ejecutar el paso a paso del proceso, y capacitar al personal involucrado.
Paros por fallas en las máquinas	Se presentan problemas eléctricos o mecánicos.	Por falta de mantenimientos preventivos.	Por falta de personal técnico en el área de mantenimiento para atender las fallas.			Diseñar un programa de mantenimientos preventivos donde el equipo de mantenimiento defina la frecuencia con la que se les debe dar mantenimiento a los equipos.
Mantenimientos correctivos	No se cuenta con un programa de mantenimientos preventivos para las máquinas.	Según el encargado de mantenimiento, no alcanza el tiempo para atender todas las fallas o problemas que se presentan en las máquinas.	Porque el presupuesto para repuestos y reparaciones es limitado, por lo que las fallas se van resolviendo por orden de prioridad.			Solicitar a la jefatura de mantenimiento que se establezca el presupuesto trimestral en lugar del anual, con el fin de cubrir todas las necesidades de mantenimientos de las máquinas.
Falta de personal operativo	Se presenta una alta rotación de personal en el área de mantenimiento.	Porque la alta demanda de mantenimientos correctivos no permite que se les brinden capacitaciones y los conocimientos requeridos para el puesto.	Porque indican que se presenta sobrecarga laboral, desmotivación y el salario poco atractivo, por lo que optan por renunciar a su puesto de trabajo.			Elaborar un programa de capacitación dirigido al personal de mantenimiento y establecer una distribución de equipos de trabajo para cubrir los tres turnos; además, recomendar a las jefaturas de mantenimiento y recursos humanos que se revisen los salarios del personal de mantenimiento y de producción de acuerdo con la carga laboral.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

En este capítulo se exponen las soluciones de mejora a las causas identificadas en el capítulo anterior, mediante la aplicación de la metodología DMAIC y la filosofía SMED, con el propósito de lograr un aumento de al menos un 5 % en la eficiencia de la Línea 2 del proceso de envasado.

5.1 MEJORAR

En la etapa “mejorar” de la metodología DMAIC, se describen las propuestas de mejora con el fin de abordar las causas identificadas en el capítulo IV y darles solución.

Por otro lado, se aplican las etapas de la filosofía SMED con el objetivo de reducir los tiempos de cambio en los procesos de Inspección, Llenado, Etiquetado y Empacado.

A continuación, se describen las propuestas planteadas.

5.1.1 Propuesta 1: Cambio de actividades de internas a externas

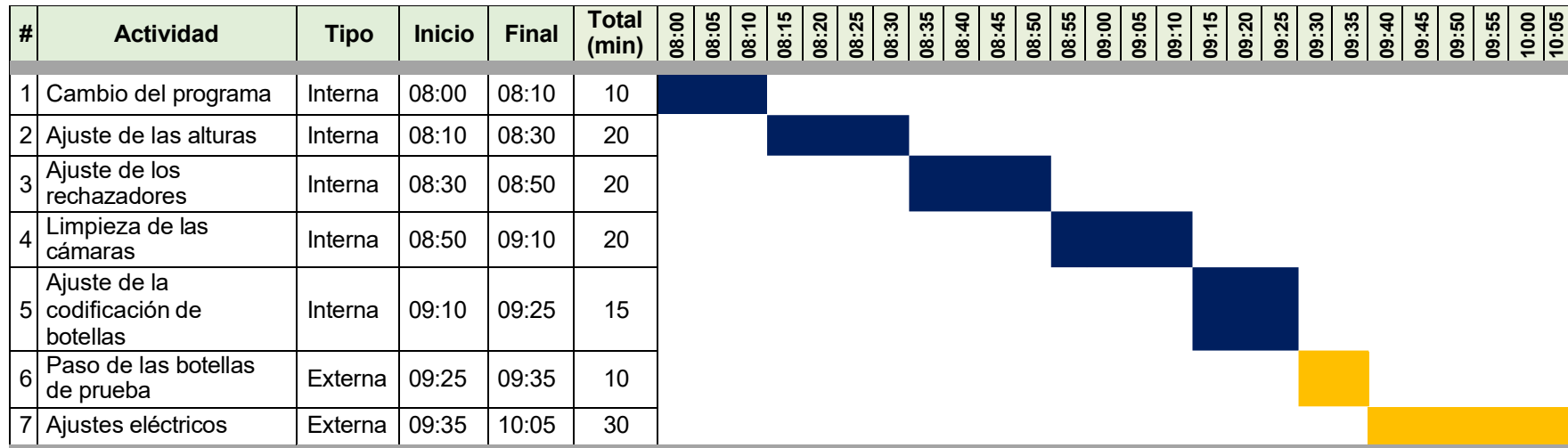
La tercera etapa de la filosofía SMED consiste en trasladar algunas de las actividades internas, es decir, las realizadas con la máquina apagada, a actividades externas, en otras palabras, las ejecutadas con la máquina en marcha.

Al efectuar estos cambios, se logra aumentar el indicador de eficiencia de la Línea 2 de envasado, debido a la reducción en el tiempo invertido en los procesos de cambio.

5.1.1.1 Propuesta de actividades internas a externas en el proceso de cambio de Inspección

El proceso de cambio de Inspección actual cuenta con siete actividades; al respecto, cinco son internas y dos son externas, cumplen un tiempo total aproximado de 125 minutos e inician en el primer turno a las 8:00 a.m. y finalizan a las 10:35 a.m., como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5.1: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Inspección actual



Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la figura anterior, en las actividades internas se contabiliza un total de 85 minutos, mientras que en las externas se tiene un tiempo total de 40 minutos.

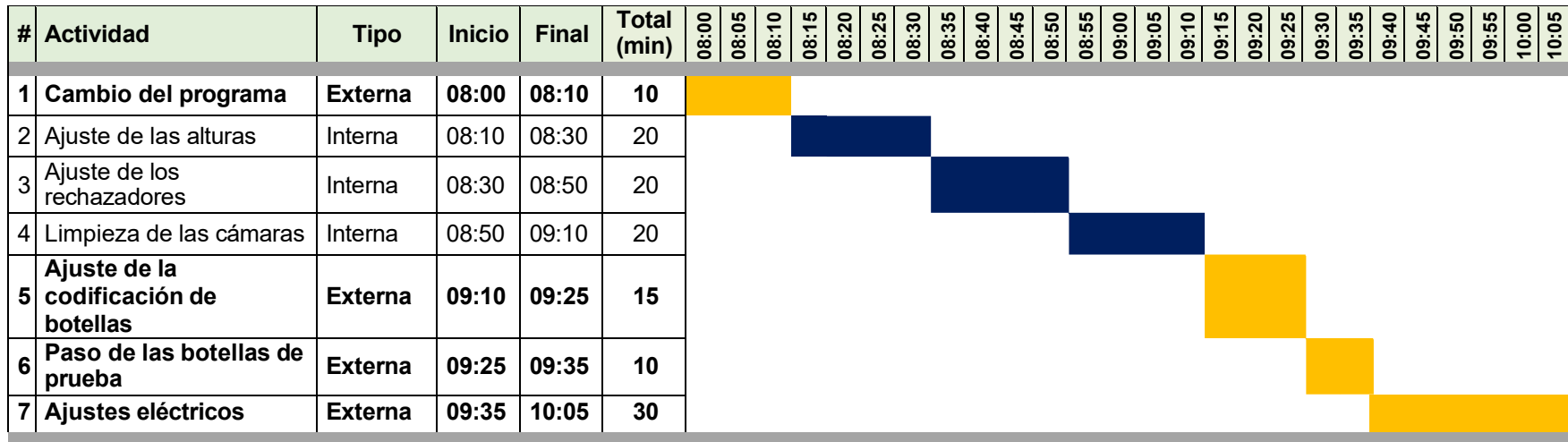
Al conocer la duración de cada una de las actividades que comprende el proceso de cambio de Inspección, se identifica la oportunidad de transformar algunas de las actividades internas en externas.

Es importante aclarar que las actividades se seleccionan de manera que se resguarde la integridad de los colaboradores y, así, evitar el riesgo de accidentes.

El objetivo de esta propuesta es transformar dos de las operaciones internas en externas; estas actividades son el cambio del programa y los ajustes de la codificación de botellas.

En la siguiente figura se muestra el cronograma de actividades propuesto para el proceso de cambio de Inspección:

Figura 5.2: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Inspección propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2024.

La figura anterior arroja que al trasladar las actividades internas a externas se obtiene un ahorro de 25 minutos.

En total el tiempo correspondiente a las cuatro actividades externas que se muestran en la figura anterior es de 65 minutos, mientras que las actividades internas tienen un tiempo total de 60 minutos.

Al aplicar la filosofía SMED, se lleva a cabo el cálculo de la eficiencia del proceso de cambio de Inspección, tomando en cuenta la reducción de tiempos obtenida en las actividades internas, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 5.1: Tiempo de setup al aplicar la filosofía SMED

	Proceso de cambio de Inspección actual	Proceso de cambio de Inspección propuesto	Tiempo real de <i>setup</i> (min)
Tiempo en actividades internas (min)	85	60	25

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la tabla anterior, el tiempo real de *setup* en el proceso de cambio de Inspección es de 25 minutos.

Asimismo, se calcula la eficiencia del proceso de cambio de Inspección con la propuesta al aplicar la filosofía SMED, como se muestra a continuación:

$$\% \text{ Mejora} = \frac{\textit{Tiempo actual} - \textit{Tiempo propuesto}}{\textit{Tiempo actual}}$$

$$\% \text{ Mejora} = \frac{85 \text{ min} - 60 \text{ min}}{85 \text{ min}}$$

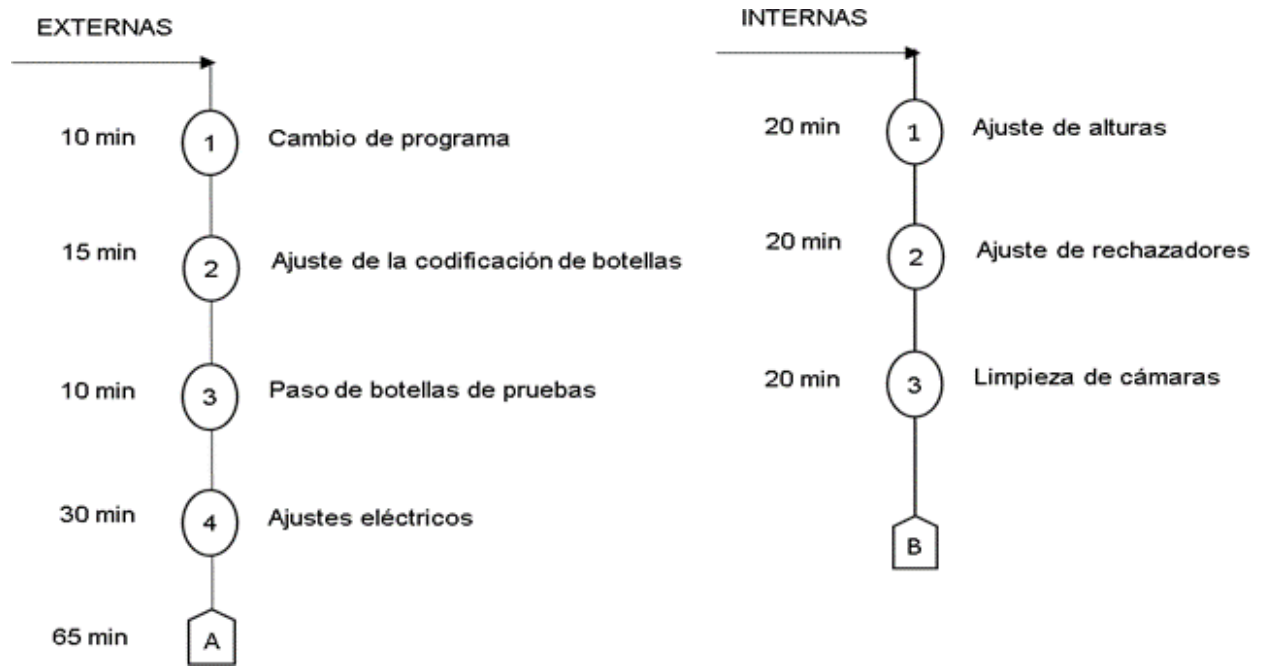
$$\textit{Mejora} = 29,41 \%$$

Por lo tanto, después de aplicar el SMED en el proceso de cambio de Inspección en la Línea 2 de envasado, disminuirían los tiempos en aproximadamente 25 minutos, es decir, se mejorarían los tiempos en un 29,41 %; así, la Línea 2 de envasado ahorraría tiempos e incrementaría su producción.

De esta manera, posterior a la aplicación de la filosofía SMED, se diseña el procedimiento estandarizado de trabajo con el paso a paso del proceso de cambio de Inspección.

En la siguiente figura, se indica el proceso de cambio de Inspección propuesto, iniciando por el diagrama de operaciones:

Figura 5.3: Diagrama de operaciones para el proceso de cambio de Inspección propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura anterior, se detalla cada una de las actividades que constituyen el proceso de cambio de Inspección.

Además, el diagrama está formado por dos partes: en la parte A se describen las actividades externas, o sea, las realizadas con la máquina en marcha y que tienen un máximo de duración de 65 minutos. Por otro lado, en la parte B se presentan las actividades internas, las ejecutadas con la máquina totalmente parada y correspondientes a un tiempo máximo de 60 minutos.

Ahora bien, para el proceso de cambio de productos en la máquina inspectora, se establece que es necesaria la participación de dos personas: el operario a cargo de la máquina inspectora y un operario auxiliar encargado de brindar soporte.

Estos operarios deben contar con una adecuada capacitación del procedimiento para el proceso de cambio de Inspección, en sus siete actividades.

En la siguiente figura se expone el diseño del procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Inspección en la Línea 2 de envasado:

Figura 5.4: Procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Inspección

(Logo de la empresa)	PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE PRODUCTO DE INSPECCIÓN	
Código: PR-PR-01	Fecha de emisión:	Versión n.º: 01
Elaborado por: Supervisión de producción	Revisado por: Jefatura de producción	Aprobado por: Jefatura de producción
Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:	Fecha de aprobación:
<p>I. OBJETIVO</p> <p>Establecer los pasos necesarios en el proceso de cambio de producto de Inspección, con el propósito de facilitar oportunamente que en el proceso de Llenado el producto cumpla con los requisitos de calidad e inocuidad determinados.</p> <p>II. ALCANCE</p> <p>Inicia con el cambio del programa y finaliza con los ajustes eléctricos.</p> <p>III. RESPONSABLES</p> <p>3.1 Supervisor de la Línea 2 de envasado.</p> <p>3.2 Operario encargado de la máquina inspectora.</p> <p>IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Cambio del programa: el operador de la máquina inspectora carga el programa en la pantalla operativa. Una vez que el programa está cargado, pone la máquina en funcionamiento para que reconozca el nuevo programa cargado según la presentación. Esta actividad se realiza con la máquina en marcha en un tiempo de 10 minutos.</p> <p>4.2 Ajuste de las alturas: cuando el programa está cargado, el operador se encarga de ajustar las alturas según el programa seleccionado. Esta actividad se efectúa con la máquina apagada en un tiempo de 20 minutos.</p> <p>4.3 Ajuste de los rechazadores: el operador ajusta los rechazadores según la presentación, para que los rechazos sean correctos durante la producción de botellas. Esta actividad se hace</p>		

(Logo de la empresa)	PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE PRODUCTO DE INSPECCIÓN
----------------------	--

con la máquina apagada en un tiempo de 20 minutos.

4.4 Limpieza de las cámaras: el operador limpia con toallas y alcohol todas las cámaras de inspección de la inspectora, para evitar suciedad y excesos de rechazos. Esta actividad se realiza con la máquina apagada en un tiempo de 20 minutos.

4.5 Ajuste de la codificación de botellas: el operador ajusta la altura de la botella para que la codificación de la botella quede en el cuello y selecciona la codificación en el programa según la presentación. Esta actividad se lleva a cabo con la máquina en marcha en un tiempo de 15 minutos.

4.6 Paso de las botellas de prueba: con la máquina en movimiento, el operador se encarga de pasar las botellas patrón a través del interior de la máquina, para que sean reconocidas por las cámaras y, si son rechazadas, pasan a la mesa de rechazo. Esta actividad se ejecuta con la máquina en marcha en un tiempo de 10 minutos.

4.7 Ajustes eléctricos: los técnicos de mantenimiento realizan ajustes en las zonas de detección de las botellas de prueba, en el caso de que alguna botella patrón no sea detectada por la máquina. Esta actividad se hace con la máquina en marcha en un tiempo de 30 minutos.

V. GESTIÓN DE CAMBIOS

Versión n.º	Justificación del cambio	Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2024.

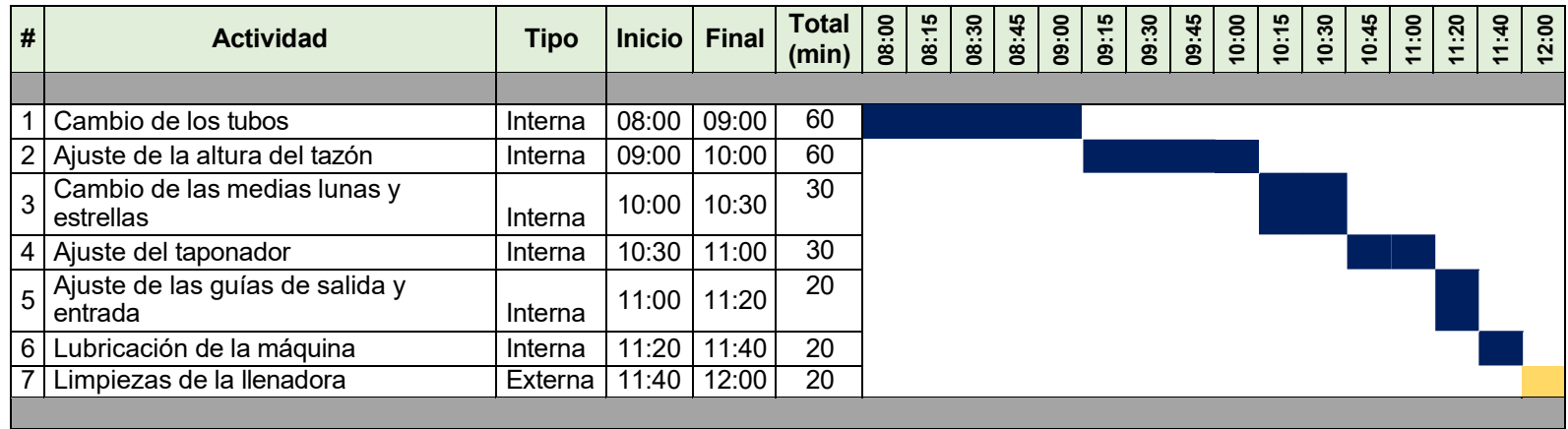
De este modo, el procedimiento estandarizado cuenta con cinco apartados donde se describe el proceso de cambio de producto de Inspección en sus siete actividades, con sus respectivos responsables y tiempos de duración.

5.1.1.2 Propuesta de actividades internas a externas en el proceso de cambio de Llenado

El proceso de cambio de Llenado actual cuenta con siete actividades. Al respecto, seis son internas y una es externa, implican un tiempo total aproximado de 240 minutos e

inician en el primer turno a las 8:00 a.m. y finalizan a las 12:00 p.m., como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5.5: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Llenado actual



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la figura anterior, en las actividades internas se contabiliza un total de 220 minutos, mientras que en las externas se tiene un tiempo total de 20 minutos.

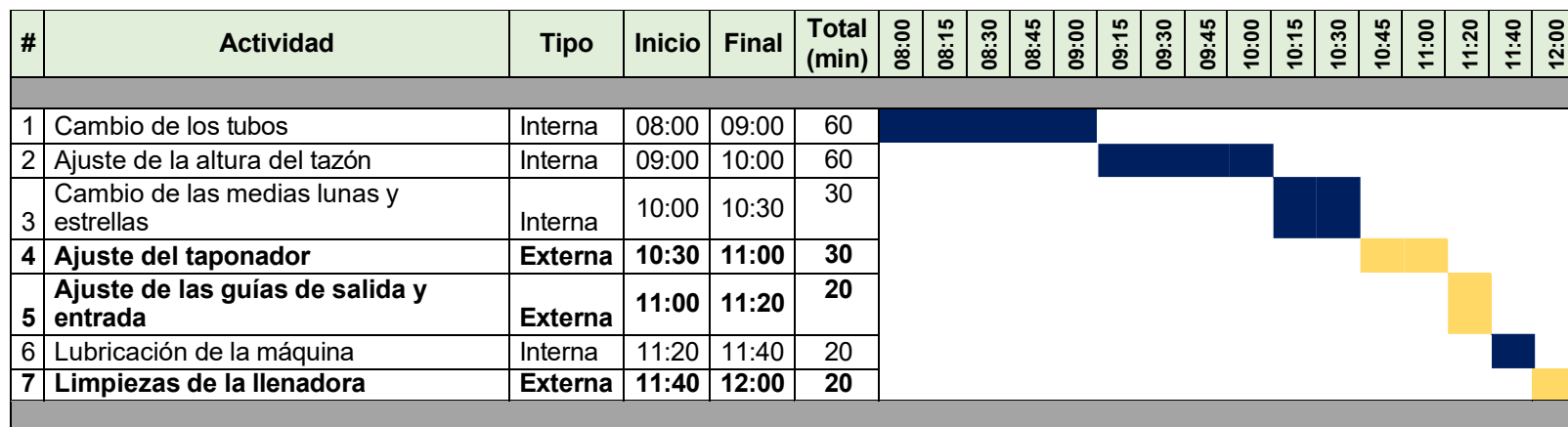
Al conocer la duración de cada una de las actividades que comprende el proceso de cambio de Llenado, se identifica la oportunidad de transformar algunas de las actividades internas en externas.

Es importante aclarar que las actividades son debidamente seleccionadas de manera que se resguarde la integridad de los colaboradores, con el fin de evitar el riesgo de accidentes.

El objetivo de esta propuesta es transformar dos de las operaciones internas en externas; estas actividades son el ajuste del taponador y el ajuste de las guías de salida y entrada.

En la siguiente figura se aprecia el cronograma de actividades propuesto para el proceso de cambio de Llenado:

Figura 5.6: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Llenado propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura anterior, al trasladar las actividades internas a externas, se obtiene un ahorro de 50 minutos.

En total el tiempo logrado de las tres actividades externas que se muestran en la figura anterior es de 70 minutos, mientras que las actividades internas tienen un tiempo total de 170 minutos.

Al aplicar la filosofía SMED, se realiza el cálculo de la eficiencia del proceso de cambio de Llenado, tomando en cuenta la reducción de los tiempos obtenida en las actividades internas, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5.2: Tiempo de setup al aplicar la filosofía SMED

	Proceso de cambio de Llenado actual	Proceso de cambio de Llenado propuesto	Tiempo real de setup (min)
Tiempo en actividades internas (min)	220	170	50

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior se establece que el tiempo real de *setup* en el proceso de cambio de Llenado es de 25 minutos.

Asimismo, se calcula la eficiencia del proceso de cambio de Llenado con la propuesta al aplicar la filosofía SMED, como se muestra a continuación:

$$\% \text{ Mejora} = \frac{\textit{Tiempo actual} - \textit{Tiempo propuesto}}{\textit{Tiempo actual}}$$

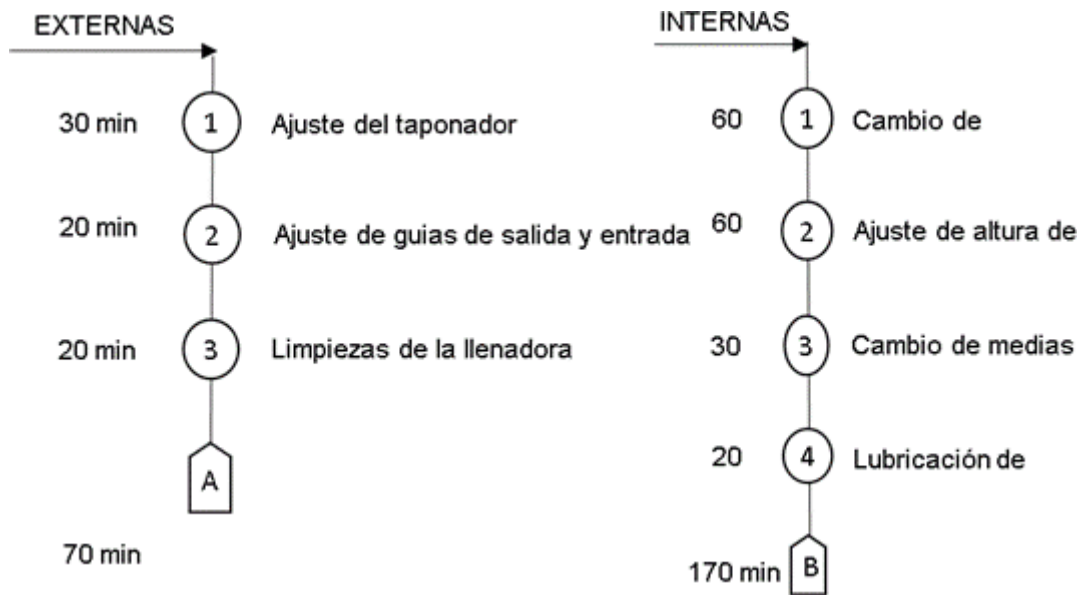
$$\% \text{ Mejora} = \frac{220 \textit{ min} - 170 \textit{ min}}{220 \textit{ min}}$$

$$\textit{Mejora} = 22,73 \%$$

Por lo tanto, después de aplicar el SMED en el proceso de cambio de Llenado en la línea 2 de envasado, disminuiría sus tiempos en aproximadamente 50 minutos, es decir, se mejorarían los tiempos en un 22,73 %; así, la línea de envasado ahorraría tiempos e incrementaría su producción.

De esta manera, posterior a la aplicación de la filosofía SMED, se diseña el procedimiento estandarizado de trabajo con el paso a paso del proceso de cambio de Llenado:

Figura 5.7: Diagrama de operaciones para el proceso de cambio de Llenado propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura anterior, se detalla cada una de las actividades que constituyen el proceso de cambio de Llenado.

Además, el diagrama está formado por dos partes. En la parte A se describen las actividades externas, o sea, las realizadas con la máquina en marcha y que tienen un máximo de duración de 70 minutos. Por otro lado, en la parte B se presentan las actividades internas, las ejecutadas con la máquina totalmente parada y correspondientes a un tiempo máximo de 170 minutos.

Ahora bien, para el proceso de cambio de productos en la máquina llenadora, se establece que es necesaria la participación de dos personas: el operario a cargo de la máquina llenadora y un operario auxiliar encargado de brindar soporte.

Estos operarios deben contar con una adecuada capacitación del procedimiento para el proceso de cambio de Llenado.

En la siguiente figura se muestra el diseño del procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Llenado en la Línea 2 de envasado:

Figura 5.8: Procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Llenado

(Logo de la empresa)	PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE PRODUCTO DE LLENADO	
Código: PR-PR-02	Fecha de emisión:	Versión n.º: 01
Elaborado por: Supervisión de producción	Revisado por: Jefatura de producción	Aprobado por: Jefatura de producción
Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:	Fecha de aprobación:
<p>I. OBJETIVO</p> <p>Establecer los pasos necesarios en el proceso de cambio de producto de Llenado, con el propósito de facilitar oportunamente que en el proceso de Etiquetado el producto cumpla con los requisitos de calidad e inocuidad determinados.</p> <p>II. ALCANCE</p> <p>Inicia con el cambio de tubos y finaliza con las limpiezas de la llenadora.</p> <p>III. RESPONSABLES</p> <p>3.1 Supervisor de la Línea 2 de envasado.</p> <p>3.2 Operario encargado de la máquina llenadora.</p> <p>IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Cambio de tubos: el operador se encarga de cambiar todos los tubos de la llenadora de forma manual, paso a paso, según la presentación por llenar. Esta actividad se realiza con la máquina apagada en un tiempo de 60 minutos.</p> <p>4.2 Ajuste de la altura del tazón: en la pantalla principal operativa, el operador selecciona la opción de ajuste de altura. Con un selector de altura, ajusta la altura de la botella según la presentación. Esta actividad se efectúa con la máquina apagada en un tiempo de 60 minutos.</p> <p>4.3 Cambio de las medias lunas y estrellas: el operador debe hacer el cambio del formato completo de todo el juego de medias lunas y estrellas de acuerdo con la presentación, esto de forma manual y asegurándose de que queden muy bien socadas con los seguros. Esta actividad se lleva a cabo con la máquina apagada en un tiempo de 30 minutos.</p> <p>4.4 Ajuste del taponador: en la pantalla principal operativa, el operador selecciona la opción de</p>		

(Logo de la empresa)	PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE PRODUCTO DE LLENADO
-----------------------------	---

ajuste de altura. Con un selector de altura, ajusta la altura de la botella según la presentación. Esta actividad se ejecuta con la máquina en marcha en un tiempo de 30 minutos.

4.5 Ajuste de las guías de salida y entrada: el operador realiza los ajustes de las guías con las botellas llenas para garantizar que ingresen de manera óptima a la máquina. De igual forma, se asegura de que pasen muy bien por la salida de la máquina para evitar cuellos de botella tanto en la salida como en la entrada. Esta actividad se efectúa con la máquina en marcha en un tiempo de 20 minutos.

4.6 Lubricación de la máquina: el operador se encarga de aplicar grasa en todos los puntos de la máquina, garantizando que la grasa llegue a todas las partes de la máquina, como los rodamientos principales. Esta actividad se lleva a cabo con la máquina apagada en un tiempo de 20 minutos.

4.7 Limpiezas de la llenadora: la limpieza de la llenadora se hace de forma automática por medio de duchas internas dentro de la máquina, para garantizar que se laven todas las partes de la llenadora. El operador prepara el químico utilizado para la limpieza. Pone en funcionamiento la máquina llenadora con el fin de asegurarse de que la limpieza y desinfección de la llenadora sea efectiva. Esta actividad se ejecuta con la máquina en marcha en un tiempo de 20 minutos.

V. GESTIÓN DE CAMBIOS

Versión n.º	Justificación del cambio	Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2024.

De este modo, el procedimiento estandarizado cuenta con cinco apartados donde se describe el proceso de cambio de producto de Llenado en sus siete actividades, con sus respectivos responsables y tiempos de duración.

5.1.1.3 Propuesta de actividades internas a externas en el proceso de cambio de Etiquetado

El proceso de cambio de Etiquetado actual cuenta con siete actividades. Al respecto, cinco son internas y dos son externas, implican un tiempo total aproximado de 150

minutos e inician en el primer turno a las 8:00 a.m. y finalizan a las 10:30 a.m., como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5.9: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Etiquetado actual

#	Actividad	Tipo	Inicio	Final	Total (min)	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:25	09:30	09:40	09:50	10:00	10:15	10:30	
1	Cambio de las medias lunas y estrellas	Interna	08:00	09:00	60														
2	Ajuste de la altura del tazón	Interna	09:00	09:15	15														
3	Ajuste del tornillo sin fin	Interna	09:15	09:25	10														
4	Lubricación de la máquina	Interna	09:25	09:40	15														
5	Ajuste de las guías de salida y entrada	Interna	09:40	10:00	20														
6	Ajuste de los rechazadores	Externa	10:00	10:15	15														
7	Paso de las botellas de prueba	Externa	10:15	10:30	15														

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la figura anterior, en las actividades internas se contabiliza un total de 120 minutos, mientras que en las externas se tiene un tiempo total de 30 minutos.

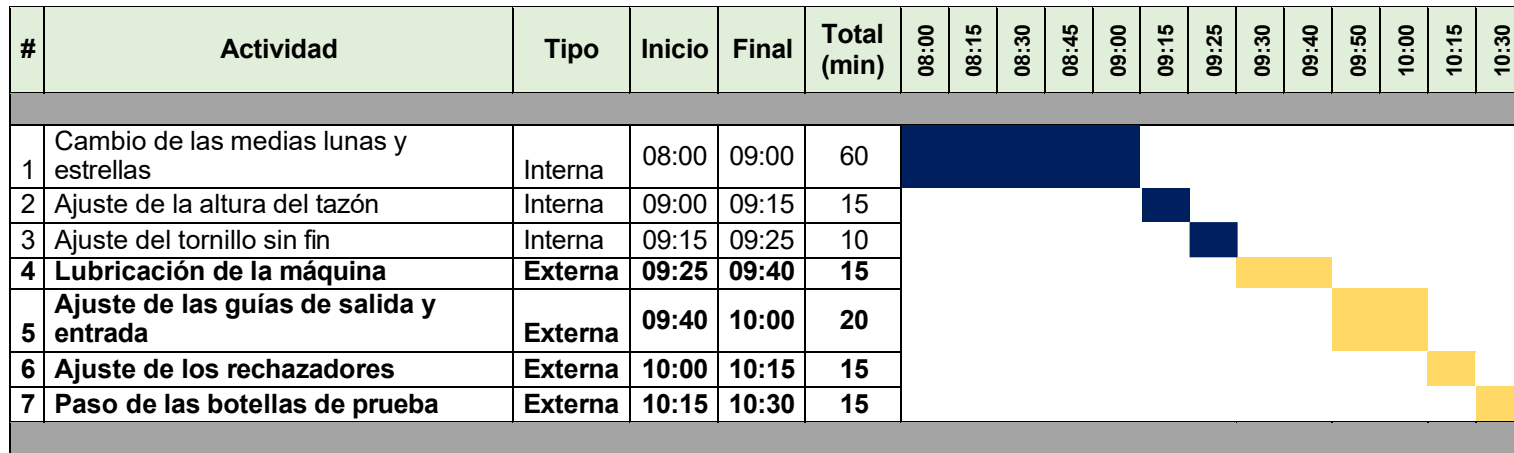
Al conocer la duración de cada una de las actividades que comprende el proceso de cambio de Etiquetado, se identifica la oportunidad de transformar algunas de las actividades internas en externas.

Es importante aclarar que las actividades son debidamente seleccionadas de manera que se resguarde la integridad de los colaboradores, con el fin de evitar el riesgo de accidentes.

El objetivo de esta propuesta es transformar dos de las operaciones internas en externas; estas actividades son la lubricación de la máquina y el ajuste de las guías de salida y entrada.

En la siguiente figura se aprecia el cronograma de actividades propuesto para el proceso de cambio de Etiquetado:

Figura 5.10: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Etiquetado propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura anterior, al trasladar las actividades internas a externas, se obtiene un ahorro de 35 minutos.

En total el tiempo logrado de las cuatro actividades externas que se muestran en la figura anterior es de 65 minutos, mientras que las actividades internas tienen un tiempo total de 85 minutos.

Al aplicar la filosofía SMED, se realiza el cálculo de la eficiencia del proceso de cambio de Etiquetado, tomando en cuenta la reducción de tiempos obtenida en las actividades internas, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5.11: Tiempo de setup al aplicar la filosofía SMED

	Proceso de cambio de Etiquetado actual	Proceso de cambio de Etiquetado propuesto	Tiempo real de <i>setup</i> (min)
Tiempo en actividades internas (min)	120	85	35

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior se establece que el tiempo real de *setup* en el proceso de cambio de Etiquetado es de 35 minutos.

Asimismo, se calcula la eficiencia del proceso de cambio de Etiquetado con la propuesta al aplicar la filosofía SMED, como se muestra a continuación:

$$\% \text{ Mejora} = \frac{\textit{Tiempo actual} - \textit{Tiempo propuesto}}{\textit{Tiempo actual}}$$

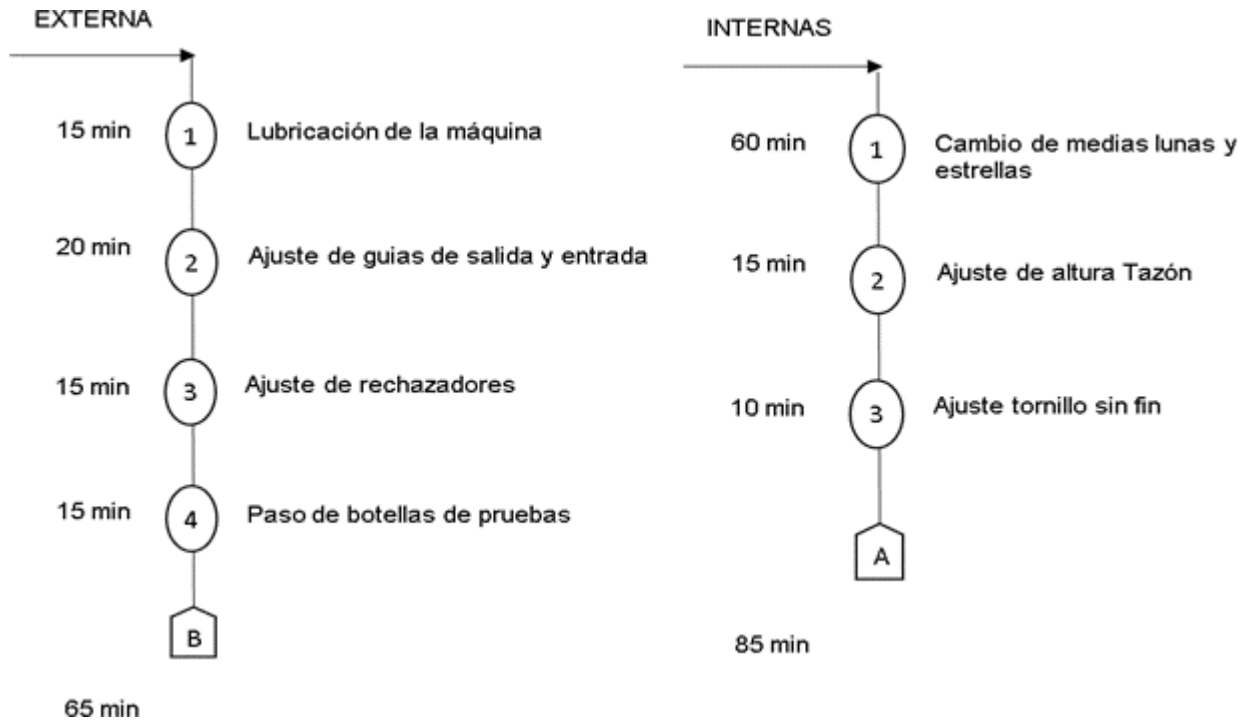
$$\% \text{ Mejora} = \frac{120 \textit{ min} - 85 \textit{ min}}{120 \textit{ min}}$$

$$\textit{Mejora} = 29,17 \%$$

Por lo tanto, después de aplicar el SMED en el proceso de cambio de Etiquetado en la línea 2 de envasado, se disminuirían sus tiempos en aproximadamente 35 minutos, es decir, se mejorarían los tiempos en un 29,17 %; así, la línea de envasado ahorraría tiempos e incrementaría su producción.

De esta manera, posterior a la aplicación de la filosofía SMED, se diseña el procedimiento estandarizado de trabajo con el paso a paso del proceso de cambio de Etiquetado:

Figura 5.12: Diagrama de operaciones para el proceso de cambio de Etiquetado propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura anterior, se detalla cada una de las actividades que constituyen el proceso de cambio de Etiquetado.

Además, el diagrama está formado por dos partes. En la parte A se describen las actividades externas, o sea, las realizadas con la máquina en marcha y que tienen un máximo de duración de 65 minutos. Por otro lado, en la parte B se presentan las actividades internas, las ejecutadas con la máquina totalmente parada y correspondientes a un tiempo máximo de 85 minutos.

Ahora bien, para el proceso de cambio de productos en la máquina de etiquetado, se establece que es necesaria la participación de dos personas: el operario a cargo de la máquina etiquetadora y un operario auxiliar encargado de brindar soporte.

Estos operarios deben contar con una adecuada capacitación del procedimiento para el proceso de cambio de Etiquetado.

En la siguiente figura, se muestra el diseño del procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Etiquetado en la Línea 2 de envasado:

Figura 5.13: Procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Etiquetado

(Logo de la empresa)	PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE PRODUCTO DE ETIQUETADO	
Código: PR-PR-03	Fecha de emisión:	Versión n.º: 01
Elaborado por: Supervisión de producción	Revisado por: Jefatura de producción	Aprobado por: Jefatura de producción
Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:	Fecha de aprobación:
<p>I. OBJETIVO</p> <p>Establecer los pasos necesarios en el proceso de cambio de producto de Etiquetado, con el propósito de facilitar oportunamente que en el proceso de Empacado el producto cumpla con los requisitos de calidad e inocuidad determinados.</p> <p>II. ALCANCE</p> <p>Inicia con el cambio de las medias lunas y estrellas, y finaliza con el paso de las botellas de prueba.</p> <p>III. RESPONSABLES</p> <p>3.1 Supervisor de la Línea 2 de envasado.</p> <p>3.2 Operario encargado de la máquina etiquetadora.</p> <p>IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Cambio de las medias lunas y estrellas: el operador debe realizar el cambio del formato completo de todo el juego de estrellas y medias lunas según la presentación, de forma manual y asegurándose de que queden bien socadas con los seguros. Esta actividad se hace con la máquina apagada en un tiempo de 60 minutos.</p> <p>4.2 Ajuste de la altura del tazón: en la pantalla principal operativa, el operador selecciona la opción de ajuste de altura y, con un selector de altura, ajusta la altura de la botella de acuerdo con la presentación. Esta actividad se efectúa con la máquina apagada en un tiempo de 15 minutos.</p>		

(Logo de la empresa)	PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE PRODUCTO DE ETIQUETADO
----------------------	--

4.3 Ajuste del tornillo sin fin: el operador debe ejecutar el ajuste necesario del tornillo, de manera que quede muy bien socado. Esta actividad se realiza con la máquina apagada en un tiempo de 10 minutos.

4.4 Lubricación de la máquina: el operador aplica grasa en todos los puntos de la máquina, garantizando que la grasa llegue a todas las partes de la máquina, como los rodamientos principales. Esta actividad se efectúa con la máquina en marcha en un tiempo de 15 minutos.

4.5 Ajuste de las guías de salida y entrada: el operador realiza los ajustes de las guías con las botellas llenas para garantizar que ingresen bien a la máquina y, de igual manera, pasen bien por la salida de la máquina, para evitar pegas de botellas tanto en la salida como en la entrada. Esta actividad se ejecuta con la máquina en marcha en un tiempo de 20 minutos.

4.6 Ajuste de los rechazadores: el operador ajusta los rechazadores según la presentación, para que los rechazos sean correctos durante la producción de botellas. Esta actividad se realiza con la máquina en marcha en un tiempo de 15 minutos.

4.7 Paso de las botellas de prueba: con la máquina en movimiento, el operador pasa las botellas por el interior de la máquina para garantizar el correcto etiquetado de las botellas de acuerdo con su presentación. Esta actividad se hace con la máquina en marcha en un tiempo de 15 minutos.

V. GESTIÓN DE CAMBIOS

Versión n.º	Justificación del cambio	Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2024.

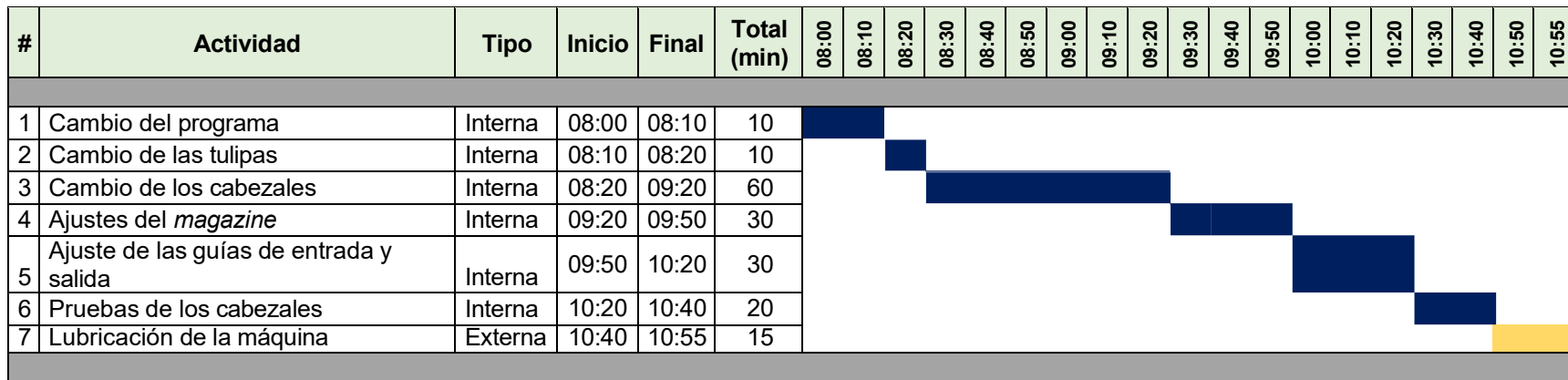
De este modo, el procedimiento estandarizado cuenta con cinco apartados donde se describe el proceso de cambio de producto de Etiquetado en sus siete actividades, con sus respectivos responsables y tiempos de duración.

5.1.1.4 Propuesta de actividades internas a externas en el proceso de cambio de Empacado

El proceso de cambio de Empacado actual cuenta con siete actividades. Al respecto, seis son internas y una es externa, implican un tiempo total aproximado de 175 minutos

e inician en el primer turno a las 8:00 a.m. y finalizan a las 10:55 p.m., como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5.14: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Empacado actual



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la figura anterior, en las actividades internas se contabiliza un total de 160 minutos, mientras que en la externa se tiene un tiempo total de 15 minutos.

Al conocer la duración de cada una de las actividades que comprende el proceso de cambio de Empacado, se identifica la oportunidad de transformar algunas de las actividades internas en externas.

Es importante aclarar que las actividades son debidamente seleccionadas de manera que se resguarde la integridad de los colaboradores, con el fin de evitar el riesgo de accidentes.

El objetivo de esta propuesta es transformar tres de las operaciones internas en externas; estas actividades son el cambio del programa, el ajuste de las guías de salida y entrada, y las pruebas de los cabezales.

En la siguiente figura se aprecia el cronograma de actividades propuesto para el proceso de cambio de Empacado:

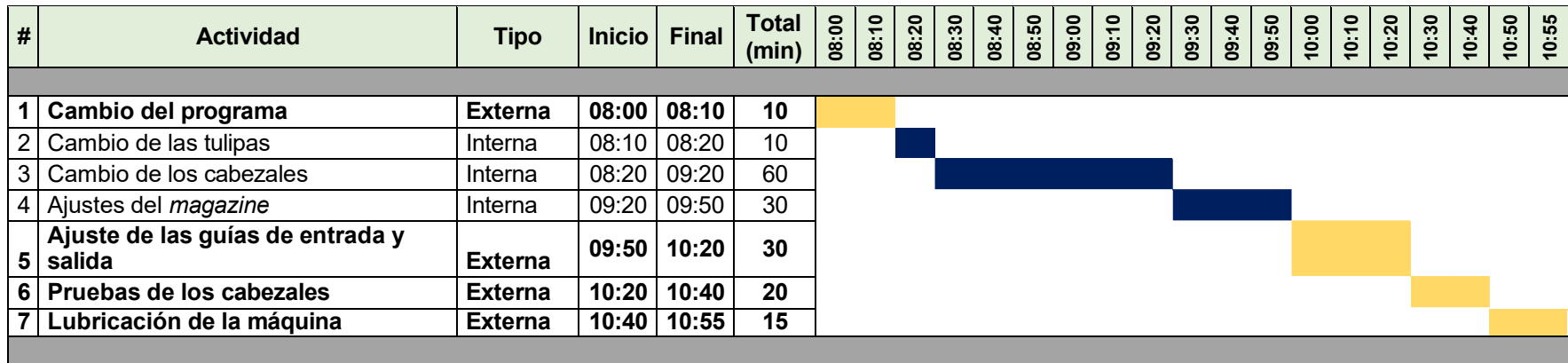


Figura 5.15: Cronograma de actividades del proceso de cambio de Empacado propuesto

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura anterior, al trasladar las actividades internas a externas, se obtiene un ahorro de 60 minutos.

En total el tiempo logrado de las tres actividades externas que se muestran en la figura anterior es de 75 minutos, mientras que las actividades internas tienen un tiempo total de 100 minutos.

Al aplicar la filosofía SMED, se realiza el cálculo de la eficiencia del proceso de cambio de Empacado, tomando en cuenta la reducción de tiempos obtenida en las actividades internas, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5.4: Tiempo de setup al aplicar la filosofía SMED

	Proceso de cambio de Empacado actual	Proceso de cambio de Empacado propuesto	Tiempo real de <i>setup</i> (min)
Tiempo en actividades internas (min)	160	100	60

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior se establece que el tiempo real de *setup* en el proceso de cambio de Empacado es de 60 minutos.

Asimismo, se calcula la eficiencia del proceso cambio de Empacado con la propuesta al aplicar la filosofía SMED, como se muestra a continuación:

$$\% \text{ Mejora} = \frac{\textit{Tiempo actual} - \textit{Tiempo propuesto}}{\textit{Tiempo actual}}$$

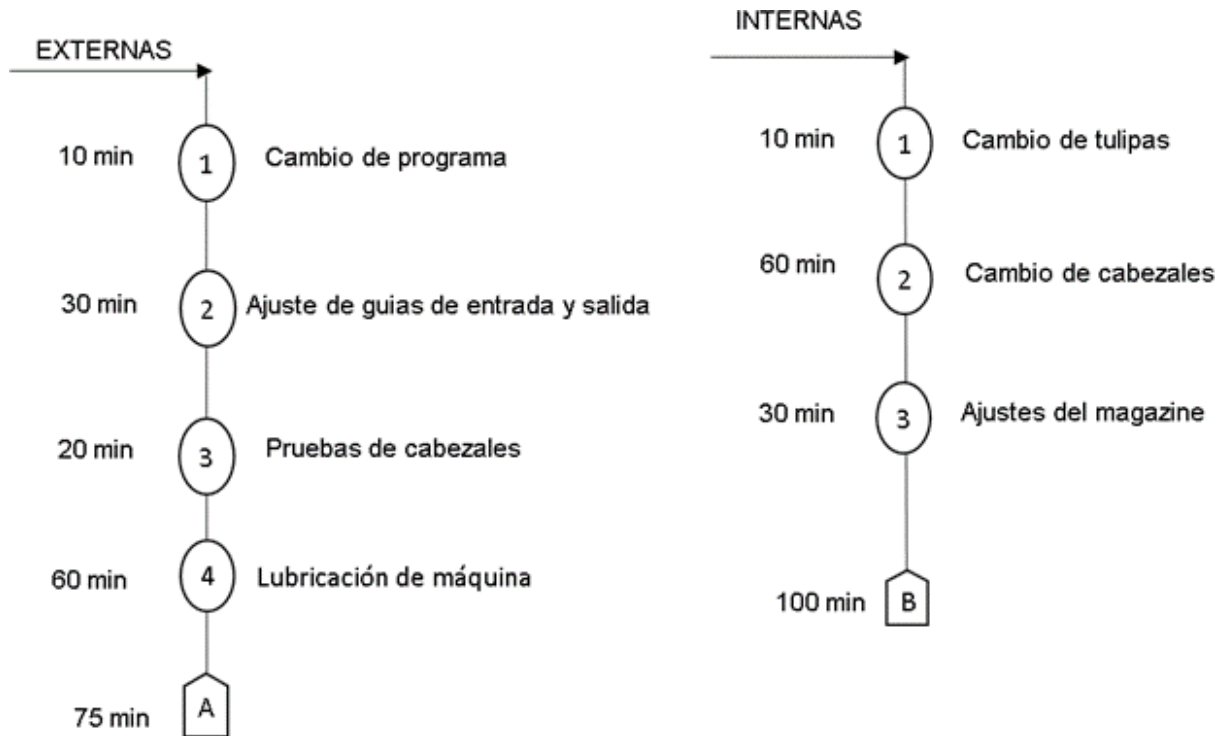
$$\% \text{ Mejora} = \frac{160 \textit{ min} - 100 \textit{ min}}{160 \textit{ min}}$$

$$\textit{Mejora} = 37,50 \%$$

Por lo tanto, después de aplicar el SMED en el proceso de cambio de Empacado en la línea 2 de envasado, se disminuirían sus tiempos en aproximadamente 60 minutos, es decir, se mejorarían los tiempos en un 37,50 %; así, la línea de envasado ahorraría tiempos e incrementaría su producción.

De esta manera, posterior a la aplicación de la filosofía SMED, se diseña el procedimiento estandarizado de trabajo con el paso a paso del proceso de cambio de Empacado:

Figura 5.16: Diagrama de operaciones para el proceso de cambio de Empacado propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la figura anterior, se detalla cada una de las actividades que constituyen el proceso de cambio de Empacado.

Además, el diagrama está formado por dos partes. En la parte A se describen las actividades externas, o sea, las realizadas con la máquina en marcha y que tienen un máximo de duración de 75 minutos. Por otro lado, en la parte B se presentan las actividades internas, las ejecutadas con la máquina totalmente parada y correspondientes a un tiempo máximo de 100 minutos.

Ahora bien, para el proceso de cambio de productos en la máquina empacadora, se establece que es necesaria la participación de dos personas: el operario a cargo de la máquina empacadora y un operario auxiliar encargado de brindar soporte.

Estos operarios deben contar con una adecuada capacitación del procedimiento para el proceso de cambio de Empacado.

En la siguiente figura se muestra el diseño del procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Empacado en la Línea 2 de envasado:

Figura 5.17: Procedimiento estandarizado para el proceso de cambio de Empacado

(Logo de la empresa)	PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE PRODUCTO DE EMPACADO	
Código: PR-PR-04	Fecha de emisión:	Versión n.º: 01
Elaborado por: Supervisión de producción	Revisado por: Jefatura de producción	Aprobado por: Jefatura de producción
Fecha de elaboración:	Fecha de revisión:	Fecha de aprobación:
<p>I. OBJETIVO</p> <p>Establecer los pasos necesarios en el proceso de cambio de producto de Empacado, con el propósito de facilitar oportunamente que en el proceso de Paletizado el producto cumpla con los requisitos de calidad e inocuidad determinados.</p> <p>II. ALCANCE</p> <p>Inicia con el cambio de programa y finaliza con la lubricación de la máquina.</p> <p>III. RESPONSABLES</p> <p>3.1 Supervisor de la Línea 2 de envasado.</p> <p>3.2 Operario encargado de la máquina llenadora.</p> <p>IV. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Cambio del programa: el operador de la máquina carga el programa en la pantalla operativa y, una vez que el programa está cargado, pone la máquina en funcionamiento para que reconozca el nuevo programa cargado según la presentación. Esta actividad se realiza con la máquina en marcha en un tiempo de 10 minutos.</p> <p>4.2 Cambio de las tulipas: el operador cambia todas las tulipas a los cabezales de forma manual de acuerdo con la presentación. Esta actividad se lleva a cabo con la máquina apagada en un tiempo de 10 minutos.</p> <p>4.3 Cambio de los cabezales: el operador monta los cabezales en un riel de traslado para</p>		

(Logo de la empresa)	PROCEDIMIENTO PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE PRODUCTO DE EMPACADO
----------------------	--

luego montarlos en las máquinas y se asegura de que queden bien sujetos y colocados de la forma correcta según la presentación. Esta actividad se realiza con la máquina apagada en un tiempo de 60 minutos.

4.4 Ajustes del *magazine*: el operador carga el programa de acuerdo con la presentación en la pantalla principal y realiza los ajustes de sensores, guías y alturas de cajas del *magazine*. Esta actividad se lleva a cabo con la máquina apagada en un tiempo de 30 minutos.

4.5 Ajuste de las guías de salida y entrada: el operador efectúa los ajustes de las guías de entrada con las botellas y las cajas según la presentación, para garantizar que ingresen bien a la máquina y, de igual manera, que pasen bien por la salida de la máquina para evitar pegas de botellas y cajas tanto en la salida como en la entrada. Esta actividad se ejecuta con la máquina en marcha en un tiempo de 30 minutos.

4.6 Pruebas de los cabezales: luego de que los cabezales son montados en la máquina, se realizan las pruebas con botellas y cajas para asegurar el correcto empacado de las botellas dentro de la máquina. Esta actividad se efectúa con la máquina en marcha en un tiempo de 20 minutos.

4.7 Lubricación de la máquina: el operador se encarga de aplicar grasa en todos los puntos de la máquina, garantizando que esta llegue a todas las partes de la máquina, como los rodamientos principales. Esta actividad se hace con la máquina en marcha en un tiempo de 15 minutos.

V. GESTIÓN DE CAMBIOS

Versión n.º	Justificación del cambio	Fecha

Fuente: Elaboración propia, 2024.

De este modo, el procedimiento estandarizado cuenta con cinco apartados donde se describe el proceso de cambio de producto de Empacado en sus siete actividades, con sus respectivos responsables y tiempos de duración.

Por otro lado, el objetivo principal de este proyecto se cumple a cabalidad, ya que la intención es aumentar la eficiencia de la Línea 2 en al menos un 5 %, sin embargo, al

realizar la reducción de actividades internas mediante la aplicación de la filosofía SMED, la eficiencia de los procesos obtiene un promedio de 26,07 %.

5.1.2 Propuesta 2: Diseño de un programa de mantenimiento preventivo

En la siguiente figura se aprecia el programa de mantenimiento propuesto para las máquinas de la Línea 2:

Figura 5.18: Programa de mantenimiento preventivo para las máquinas de la Línea 2 de envasado

(Logo de la empresa)		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MÁQUINAS												Código: PR-MT-01 Fecha de aprobación: Revisión n.º: 01		
MÁQUINA	CÓDIGO	RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTOS												RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN	OBSERVACIONES
			Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
Inspectora	L2-001	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	
Llenadora	L2-0022	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	
Etiquetadora	L2-0013	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	
Empacadora	L2-003	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	
Depaletizadora	L2-102	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	
Paletizadora	L2-021	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	
Lavadora	L2-0122	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	
Desempacadora	L2-003	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	
Bandas transportadoras	L2-010	Técnico de mantenimiento													Jefe de mantenimiento	

ELABORADO POR: Jefatura de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Por lo tanto, en el programa anual se registran las máquinas que se encuentran en la Línea 2 de envasado con su frecuencia de mantenimiento preventivo, así como el responsable de realizar el mantenimiento y el responsable de la verificación, de manera que se mantengan las máquinas en óptimas condiciones para cumplir con la programación de la producción, sin que se experimenten atrasos por causa de fallas en las máquinas.

5.1.3 Propuesta 3: Diseño de un plan anual de capacitaciones

Con el propósito de que tanto el personal operativo de la Línea 2 de envasado como el personal de mantenimiento se mantengan debidamente capacitados, surge la necesidad de proponer el diseño de un plan anual de capacitaciones para el personal, en el cual se registran los temas por desarrollar, la fecha de programación, la fecha en que se lleva a cabo la capacitación, los colaboradores que participan en la capacitación y la persona responsable de impartir la capacitación.

En la siguiente figura, se muestra el diseño del plan anual de capacitaciones:

(Logo de la empresa)	PLAN ANUAL DE CAPACITACIONES	Código: Fecha de aprobación: Revisión n.º:
----------------------	-------------------------------------	---

TEMA	FECHA PROGRAMADA	FECHA DE CAPACITACIÓN	PARTICIPANTES	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
Procedimiento de cambio de producto de Inspección	Por definir	Por definir	Operarios y auxiliares de la Línea 2	Jefe de producción	
Procedimiento de cambio de producto de Llenado	Por definir	Por definir	Operarios y auxiliares de la Línea 2	Jefe de producción	
Procedimiento de cambio de producto de Etiquetado	Por definir	Por definir	Operarios y auxiliares de la Línea 2	Jefe de producción	
Procedimiento de cambio de producto de Empacado	Por definir	Por definir	Operarios y auxiliares de la Línea 2	Jefe de producción	
Mantenimiento de máquinas en la Línea 2	Por definir	Por definir	Técnicos de mantenimiento	Jefe de mantenimiento	
Tipos de fallas en las máquinas	Por definir	Por definir	Técnicos de mantenimiento	Jefe de mantenimiento	

Figura 5.19: Plan anual de capacitaciones

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura anterior, para llevar a cabo las capacitaciones, se deben definir con anticipación tanto las fechas programadas como las fechas de ejecución de cada capacitación.

5.2 CONTROLAR


En esta etapa de la metodología DMAIC, se proponen las actividades de control que permitan dar seguimiento a las soluciones de mejora planteadas en la etapa “mejorar”, con el fin de asegurarse de que el proceso se mantenga en el tiempo.


5.2.1 Diagrama de Gantt con el plan para las propuestas de implementación

Una vez descritas las propuestas de mejora, se establecen todas las actividades para su realización. Estas se incluyen en un plan de implementación, como se expone en la siguiente figura:

Figura 5.20: Plan de implementación de las propuestas de mejora

#	Propuesta	Actividades	Fecha de inicio	Fecha final	2024												2025													
					Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero					Febrero				
					36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Estandarización de procesos	Contratar un pasante con conocimiento en gestión documental para la elaboración de los procedimientos estandarizados.	6/9/2024	27/9/2024	Programado	Programado	Programado	Programado																						
5		Recopilar toda la información requerida para la elaboración de los procedimientos.	4/10/2024	27/12/2024					Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado													
6		Elaborar y divulgar los procedimientos de cada proceso.	10/1/2025	31/1/2025														Programado	Programado	Programado	Programado	Programado								
9	Programa de mantenimientos preventivos	Elaborar el programa para los mantenimientos preventivos.	6/9/2024	27/9/2024	Programado	Programado	Programado	Programado																						
10		Establecer el presupuesto trimestral de manera que se logren cubrir todas las necesidades de mantenimiento de las máquinas.	4/10/2024	31/10/2024					Programado	Programado	Programado	Programado																		
11		Reunir a los técnicos de mantenimiento para la presentación del programa de mantenimientos preventivos.	1/11/2024	29/11/2024									Programado	Programado	Programado	Programado														
12	Plan anual de capacitación	Elaborar el plan de capacitaciones dirigido al personal operativo de la Línea 2 y técnicos de mantenimiento.	4/10/2024	31/10/2024					Programado	Programado	Programado	Programado																		
		Asignar a las personas encargadas de impartir las capacitaciones.	1/11/2024	29/11/2024									Programado	Programado	Programado															
13		Desarrollar los temas para las capacitaciones establecidas en el plan de capacitaciones.	6/12/2024	28/2/2025														Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado	Programado		

 Programado

 Ejecutado

Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la figura anterior, tanto en la primera propuesta como en la tercera, el recurso requerido es el tiempo invertido del personal involucrado. En el caso de la tercera propuesta, se necesita una inversión económica, es decir, disponer de presupuesto para la compra de repuestos o materiales usados en la reparación y el mantenimiento de las máquinas.

5.2.2 Matriz RACI (asignaciones y responsabilidades) con la propuesta

Para definir a los colaboradores responsables de la realización de las actividades descritas en el plan de implementación, se asignan las responsabilidades en una matriz RACI, como se muestra a continuación:

Figura 5.21: Matriz RACI con los responsables de implementar las propuestas

#	Propuesta	Actividades	Colaborador Interesado					Observaciones
			Jefatura de Producción	Operarios	Jefatura de Mantenimiento	Técnicos de Mantenimiento	Recursos Humanos	
1	Estandarización de procesos	Contratar un pasante con conocimiento en gestión documental para la elaboración de los procedimientos estandarizados.	A	C	I	I	R	
2		Recopilar toda la información requerida para la elaboración de los procedimientos.	R	C	I	I	A	
3		Elaborar y divulgar los procedimientos de cada proceso.	R	C	I	I	A	
4	Programa de mantenimientos preventivos	Elaborar el programa para los mantenimientos preventivos.	A	I	R	C	I	
5		Establecer el presupuesto trimestral de manera que se logren cubrir todas las necesidades de mantenimiento de las máquinas.	C	I	I	R	A	
6		Reunir a los técnicos de mantenimiento para la presentación del programa de mantenimientos preventivos.	C	I	R	I	A	
7	Plan anual de capacitación	Elaborar el plan de capacitaciones dirigido al personal operativo de la Línea 2 y técnicos de mantenimiento.	R	I	R	I	A	
8		Asignar a las personas encargadas de impartir las capacitaciones.	R	I	R	I	A	
9		Desarrollar los temas para las capacitaciones establecidas en el plan de capacitaciones.	R	I	R	I	A	
<p>Criterios</p> <p>R = Responsable de la ejecución</p> <p>A = Aprueba</p> <p>C = Consultado</p> <p>I = Informado</p>								

Fuente: Elaboración propia, 2024.

5.2.3 Plan de control para la implementación de las propuestas

Posterior a la realización de cada una de las actividades establecidas en el plan de implementación descrito en la sección anterior, se efectúa la verificación de la aplicación de cada actividad y la revisión de las evidencias, con el propósito de asegurarse de que se cumple con la implementación de las propuestas.

Para monitorear y dar seguimiento a las actividades planteadas, se elabora el siguiente plan de control:

Figura 5.22: Plan de control para la verificación y el monitoreo de las propuestas

#	Propuesta	Actividades	Fecha de verificación	Responsable de verificación	Estado de la implementación			Resultados de la verificación	Observaciones
					Pendiente	En proceso	Ejecutada		
1	Estandarización de procesos	Contratar un pasante con conocimiento en gestión documental para la elaboración de los procedimientos estandarizados.	4/10/2024	Jefatura de producción	x				
2		Recopilar toda la información requerida para la elaboración de los procedimientos.	10/1/2025	Jefatura de producción	x				
3		Elaborar y divulgar los procedimientos de cada proceso.	14/2/2025	Jefatura de producción	x				
4	Programa de mantenimientos preventivos	Elaborar el programa para los mantenimientos preventivos.	11/10/2024	Jefatura de mantenimiento	x				
5		Establecer el presupuesto trimestral de manera que se logren cubrir todas las necesidades de mantenimiento de las máquinas.	8/11/2024	Jefatura de mantenimiento	x				
6		Reunir a los técnicos de mantenimiento para la presentación del programa de mantenimientos preventivos.	6/12/2024	Jefatura de mantenimiento	x				
7	Plan anual de capacitación	Elaborar el plan de capacitaciones dirigido al personal operativo de la Línea 2 y técnicos de mantenimiento.	8/11/2024	Recursos Humanos	x				
8		Asignar a las personas encargadas de impartir las capacitaciones.	6/12/2024	Recursos Humanos	x				
9		Desarrollar los temas para las capacitaciones establecidas en el plan de capacitaciones.	7/3/2025	Recursos Humanos	x				

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según la figura anterior, posterior a la fecha final de implementación de cada actividad, se lleva a cabo la revisión de las evidencias para garantizar que la propuesta se implementó y se mantendrá en el tiempo.

El responsable de la verificación revisa el estado de implementación de cada actividad tomando en cuenta las siguientes condiciones:

- Si la actividad aún no se implementa, se mantiene como pendiente.
- Si la actividad se implementó, pero no se muestran evidencias, se mantiene en proceso.
- Si la actividad se implementó y cuenta con las evidencias que respaldan su cumplimiento, se cierra como ejecutada.

Al final del plan de control, se revisan los resultados de la implementación de las actividades. Además, se realizan caminatas *gemba* y se ejecuta una evaluación del proceso en general, de manera que se identifiquen oportunidades de mejora y se repita el ciclo DMAIC.

5.3 ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO DE LAS PROPUESTAS

A continuación, se presentan las propuestas con sus requerimientos y sus respectivos costos de inversión:

Tabla 5.5: Costos iniciales de implementación de las propuestas

Propuesta	Actividades	Inversión inicial		
		Cantidad (horas)	Costo unitario	Costo total
Cambio de actividades de internas a externas	Contratación de un pasante con conocimiento en gestión documental para la elaboración de los procedimientos estandarizados.	144	₡ 1389	₡ 200 016
	Contratación de un operario auxiliar para que brinde soporte en los procesos de cambio.	1248	₡ 1800	₡ 2 246 400
Programa de mantenimientos preventivos	Presupuesto para mantenimientos preventivos de las máquinas.	N/A	₡ 2 931 400	₡ 17 588 400
	Técnicos asignados al mantenimiento de las máquinas de la Línea 2.	1872	₡ 2800	₡ 5 241 600
Plan de capacitación	Encargado de capacitar a los operarios y auxiliares.	48	₡ 6000	₡ 288 000
	Encargado de capacitar a los técnicos de mantenimiento.	48	₡ 7000	₡ 336 000
	4 operarios y 1 auxiliar.	48	₡ 2300	₡ 110 400
	2 técnicos de mantenimiento.	48	₡ 2800	₡ 134 400
			Costo total	₡ 26 145 216

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior se indica que para implementar la propuesta se requiere una inversión inicial de ₡ 26 145 216. Esta inversión abarca un periodo aproximado de seis meses. Por otro lado, también se establece el costo operativo anual de las propuestas:

Tabla 5.6: Costo operativo anual para la implementación de las propuestas

Propuesta	Actividades	Costo operativo anual		
		Cantidad (horas)	Costo unitario	Costo total
Cambio de actividades de internas a externas	Actualización de los procedimientos estandarizados.	48	₡ 1389	₡ 66 672
	Actividades de soporte por operario auxiliar.	2496	₡ 1800	₡ 4 492 800
Programa de mantenimientos preventivos	Presupuesto para mantenimientos preventivos de las máquinas.	N/A	₡ 2 931 400	₡ 35 176 800
	Técnicos asignados al mantenimiento de las máquinas de la Línea 2.	3744	₡ 2600	₡ 9 734 400
Plan de capacitación	Encargado de capacitar a los operarios y auxiliares.	48	₡ 6000	₡ 288 000
	Encargado de capacitar a los técnicos de mantenimiento.	48	₡ 7000	₡ 336 000
	4 operarios y 1 auxiliar.	48	₡ 2300	₡ 110 400
	2 técnicos de mantenimiento.	48	₡ 2800	₡ 134 400
			Costo total	₡ 50 339 472

Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la tabla anterior, el costo operativo anual para implementar la propuesta es de ₡ 50 339 472.

Por otro lado, se establecen los beneficios esperados al implementar la propuesta, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.7: Beneficio esperado por la implementación de las propuestas

Concepto	Monto anual
Eliminación de las causas que provocan deficiencias en la Línea 2 del proceso de envasado	₡ 399 431 184
Total	₡ 399 431 184

Fuente: Elaboración propia, 2024.

En la tabla anterior se indica que al eliminar las causas analizadas en el capítulo 4, se percibe un monto total de ₡ 399 431 184.

Este beneficio se obtiene al recuperar la cantidad de productos que se deja de producir, es decir, en el caso del producto en presentación de 750 ml, resulta un total de ₡ 115 821 911 y, en cuanto al producto en presentación de 1 L, un monto de ₡ 283 609 273.

Con esta información, se consulta a la jefatura de producción sobre el porcentaje de ahorro anual deseado al implementar las propuestas.

Según la jefatura, se establece en un 71 % anual, tomando en cuenta el monto de ₡ 283 609 273 al no poder producir el producto en presentación de 1 L.

A este monto, 71 %, se le restan los costos operacionales anuales y queda un total aproximado de ₡ 233 269 801, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 5.8: Flujo de efectivo para la implementación de las propuestas

Periodo (anual)	0	1	2	3
Inversión inicial	-₡ 26 145 216			
Ahorro por eliminar las causas que provocan deficiencias en la Línea 2 (71 %)		₡ 283 609 273	₡ 283 609 273	₡ 283 609 273
Costo operativo anual		₡ 50 339 472	₡ 50 339 472	₡ 50 339 472
Flujo de efectivo	-₡ 26 145 216	₡ 233 269 801	₡ 233 269 801	₡ 233 269 801
Saldo con tasa del 10 %	-₡ 26 145 216	₡ 212 063 455	₡ 192 784 960	₡ 175 259 054
Valor presente	-₡ 26 145 216	₡ 185 918 239	₡ 378 703 199	₡ 553 962 253

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en la tabla anterior, al flujo de efectivo se le descuenta un 10 % que corresponde a la tasa anual.

Por otro lado, se estiman indicadores resultantes del flujo de efectivo con el propósito de verificar si la implementación de las propuestas le genera beneficios a la empresa.

En la siguiente tabla, se expone el detalle de los indicadores:

Tabla 5.9: Flujo de efectivo

Indicador	Resultado
VAN	₡ 553 962 253
TIR	891 %
PRI	-1
Beneficio	₡ 553 962 253
Costo	₡ 26 145 216
B/C	21,19

Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con la tabla anterior, el VAN es de ₡ 553 962 253, lo cual es un valor positivo, por lo tanto, la implementación de la propuesta es viable para la empresa. En cuanto al TIR, el resultado es de 891 %, esto significa que la propuesta es rentable para la empresa. En el caso del PRI (periodo de retorno de la inversión), se estima que la inversión de este proyecto se recupera en menos de un periodo.

Con respecto a la relación beneficio costo, se estima que el costo inicial de este proyecto es de aproximadamente ₡ 26 145 216 y el beneficio es de ₡ 553 962 253. El resultado de esta relación es de 21,19. Ahora bien, como este resultado es mayor a 1, la inversión es viable para la empresa.

Esta información permite verificar que la propuesta de este proyecto es viable para la empresa: el retorno de la inversión y el periodo de cumplimiento son a corto plazo.

Al analizar la relación beneficio costo de esta propuesta, se estima que la empresa va a lograr cumplir con sus objetivos y ejecutar sus procesos en óptimas condiciones.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

Conclusiones

- Al realizar el análisis del contexto de la organización, se evidenció que la empresa no solo debe cumplir a nivel operativo, sino también a nivel legal, económico, sociocultural, político, tecnológico y ecológico.
- Mediante el análisis de *stakeholders*, se determinó que los clientes nacionales e internacionales están en la categoría de “trabajar para él”. Además, los diferentes proveedores, los bancos, los colaboradores y los subcontratistas se encuentran en la categoría “trabajar con ellos”. En cuanto a los accionistas, la comunidad, la municipalidad, el Ministerio de Trabajo, el Ministerio de Hacienda, el INS y el Ministerio de Salud se ubican en “mantenerlos informados y nunca ignorarlos”.
- Por medio del árbol de CTQ, se observó que lo más crítico se encuentra en el óptimo funcionamiento de las máquinas y en la estandarización de los procedimientos.
- Al analizar las seis líneas de producción de la empresa, se comprobó que la Línea 2 presentó un menor valor porcentual en cuanto al cumplimiento de la eficiencia del proceso de envasado con un 36,69 %, lo cual está por debajo de la meta establecida del 48 %.
- Al detectar que los tiempos de cambio y preparación son los más críticos, surgió la necesidad de utilizar la filosofía SMED, con la que se evidenciaron las actividades internas y externas de cada proceso de Inspección, Llenado, Etiquetado y Empacado; por lo tanto, se hizo un análisis detallado de los tiempos consumidos por cada actividad de las herramientas y la cantidad de operarios en las actividades.
- A partir del análisis del producto con mayor tiempo de duración debido a los cambios experimentados antes, durante y posterior al proceso productivo, se identificó la cerveza en presentación de 1 L, con un porcentaje de participación de 65 %.

- Mediante un comparativo entre los procesos de cambio de las actividades, se detectó que el proceso con mayor tiempo promedio de duración es el Llenado con un 34 %.
- En el análisis de las causas que afectan el proceso de envasado de la Línea 2, por medio de las herramientas como el diagrama de Ishikawa, la técnica del multivoto, el diagrama de Pareto y la técnica de los 5 porqués, se determinó que las causas más importantes son los atrasos en la preparación del producto con un 19 %, los paros por fallas en las máquinas con un 37 %, los mantenimientos correctivos con un 52 % y la falta de personal de operativo con un 67 %.
- Se desarrollaron tres propuestas de las cuales la primera se enfoca en la estandarización de los procesos de cambio mediante la aplicación de la filosofía SMED, la segunda en el diseño de un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas de la Línea 2 de envasado y la tercera en un plan de capacitación dirigido tanto al personal operativo como al de mantenimiento.
- Al llevar a cabo la propuesta de cambio de actividades de internas a externas, los resultados revelaron un aumento en la eficiencia del proceso productivo del 26,07 %.
- De acuerdo con el análisis costo beneficio de la propuesta, se determinó el requerimiento de una inversión inicial de ₡ 26 145 216 y un costo operativo anual de ₡ 50 339 472.
- Se estimó que al implementar la propuesta se obtendrá un beneficio aproximado de ₡ 553 962 253.

Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa coordinar con los departamentos de Producción y Mantenimiento la implementación de las propuestas, ya que así se pueden evaluar los progresos de los cambios por implementar con la filosofía SMED en los procesos correspondientes a cambios de productos.
- Implementar el plan de los mantenimientos preventivos anuales, tomando en cuenta la prioridad de las máquinas a las que se les hará el mantenimiento, así como establecer el presupuesto para la compra de repuestos y materiales en una

frecuencia trimestral, con el propósito de que al momento de ejecutar los mantenimientos se tengan a la mano todos los implementos necesarios.

- Establecer el plan anual de capacitaciones, de manera que se aborden todos los temas dirigidos a los operarios y los técnicos de mantenimiento para que logren aumentar sus conocimientos requeridos en sus puestos de trabajo.
- Realizar las verificaciones de las actividades establecidas en las propuestas conforme se implementen, con el fin de asegurar que se ejecutaron a cabalidad y se mantendrán en el tiempo.
- Se recomienda a la empresa evaluar la factibilidad de cambiar las máquinas actuales por máquinas nuevas para evitar las reparaciones recurrentes en algunas de las máquinas existentes.

REFERENCIAS

Libros

Berenson, M., Levine, D. y Krehbiel, T. (2014). *Estadística para administración*. México: Pearson Educación.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia: Pearson Educación.

Brandl, E. (2023). *Conocimiento para la excelencia: una colección de temas relevantes para expertos en 5S*. México: Autor.

Cabeza, P. (2022). *Un nuevo pacto empresa-sociedad. Economía social y ética*. España: Editorial Dykinson.

Cristina & Olivier Rebiere. (2018). *¿Qué es un diagrama de Gantt?* Autor.

García, J. (2018). *Proyectos bajo ataque*. México: Ediciones Díaz de Santos.

González, F. (2023). *Seis Sigma para gerentes y directores*. Ediciones Libros en Red.com.

González, I., Rodríguez, J. M., Rodríguez, R. y Limón, J. (2021). *Auditoría administrativa: diagnostique, evalúe y optimice la eficiencia de sus procesos*. Autor.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodologías de la investigación*. (6° ed.). México: McGraw Hill.

Locher, D. (2017). *Lean office: metodología Lean en servicios generales, comerciales y administrativos*. España: Profit Editorial.

Martínez, J. (2019). *Construir equipos ganadores*. España: LID Editorial.

Molina, Z. (1997). *Planeamiento didáctico: fundamentos, principios, estrategias y procedimientos para su desarrollo*. Costa Rica: EUNED.

Sánchez, O. (coord.). (2020). *Los métodos de la investigación para la elaboración de las tesis de maestría en educación*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/195750/libro-los-metodos-de-investigacion-maestria-2020-botones-2-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santiago, H. (2018). *Herramientas para la gestión de calidad*. España: Grupo Editorial Círculo Rojo.

Sim, R. (2018). *SMED. Implantación integral del sistema*. Amazon Digital Services LLC-KDP Print US.

Socconini, L. y Escobedo, E. (2020). *Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso*. España: Ediciones ICG Marge.

Proyectos de investigación

Bastos, E. (2017). *Gestión energética en procesos de elaboración y producción como estrategia de eficiencia operativa para una planta de bebidas*. [Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura de Ingeniería Ambiental, Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9344/gestion_energetica_pr ocesos_elaboracion_produccion.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Bolaños, J. (2022). *Implementación de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S. A.* [Proyecto de Graduación de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica, Universidad Latina de Costa Rica]. Recuperado de https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1600/1/TFG_Ulatina_Jonathan_Bola%c3%b1os_Alfaro_20170210638.pdf

Cabrera, P., Carrillo, P. y Huaricanha, C. (2018). *Propuesta de mejora de una línea de bebidas para incrementar su productividad.* [Trabajo de investigación para optar por el grado académico de Maestría en Dirección de Operaciones y Logística, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625474/Cabrera_H_P.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Cevallos, M. (2016). *Implementación de un aumento en la capacidad del proceso de pasteurizados de la empresa Del Campo Cía. Ltda, con la finalidad de balancear la línea principal de producción y cumplir con su estrategia de crecimiento.* [Tesis para la obtención del grado de Magister en Ingeniería Industrial y Productividad, Escuela Politécnica Nacional]. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16942/1/CD-7524.pdf>

Moncayo, G. (2014). *Mejora de la efectividad de una línea de embotellado de cervezas mediante la aplicación de TPM.* [Proyecto de graduación para la titulación en Ingeniería Química, Universidad de Sevilla]. Recuperado de https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/20449/fichero/PFC_Diego_Moncayo.pdf

Mora, A. y Zamora, J. (2021). Aprovechamiento de las tecnologías de la información y comunicación por la comunidad académica en una universidad pública de Costa Rica. *Revista Educación y Tecnología*, (14), 47-63. Recuperado de <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/20179?show=full>

- Orozco, O. (2021). *Estudio y aplicación de mejora en prensa automática CNC en la línea de producción de tapas, en Technoends, San José, Costa Rica, con el fin de aumentar el rendimiento y calidad de producción de la máquina mencionada.* [Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Mecánica y Administración, Universidad Latina de Costa Rica]. Recuperado de https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1466/1/TFG_Ulatina_Oscar_Orozco_Donosos_201602110571.pdf
- Pérez, E. y García, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Revista Tecnología En Marcha*, 27(3), 88–106. Recuperado de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2070
- Ramírez, Z. y Tyrone, U. (2022). *Aplicación de la gestión por procesos para la mejora de la eficiencia de envasado en la Empresa Productora de Cerveza, Planta Ate 2021* [Tesis para optar por el grado académico de Maestría en Administración de Negocios, Universidad César Vallejos]. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81944>
- Rojas, V. y Víquez, J. (2022). *Desarrollo de una propuesta que mejore la productividad en la línea de líquidos 1, con el fin de optimizar el sistema de envasado de medicamentos líquidos en el Laboratorio de Productos Farmacéuticos de la Caja Costarricense de Seguro Social en la Uruca San José Costa Rica.* [Trabajo de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería en Procesos y Calidad, Universidad Técnica Nacional]. Recuperado de <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/8387c84b-6334-4d59-98de-746aff4c22fe/content>
- Torres, N. (2018). *Propuesta de mejora del proceso de embotellamiento basado en la metodología TPM, para lograr elevar la eficiencia del sistema productivo en el área de envasado en una cervecería, Arequipa-2018.* [Tesis para optar por el título profesional en Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica del Perú].

Recuperado de
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2376/Noemi%20Torres_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Fuentes de Internet

Acosta, R., Arellano, M., Barrios, F., Cordero, F., Hernández, L. y Sequeria, C. (2002). *Flujograma*. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos14/flujograma/flujograma>

Asociación Española para la Calidad (AEC). (s.f.). *Diagrama SIPOC*. Recuperado de <https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/diagrama-sipoc/>

Bello, E. (2021). *Qué es el análisis de coste-beneficio de una empresa y cómo hacerlo*. Recuperado de <https://www.iebschool.com/blog/analisis-coste-beneficio-finanzas/>

Cantú, M. (2022). *Ejemplo de análisis PESTEL. Qué es, cómo se usa y plantilla*. Recuperado de <https://www.miguelcantu.mba/blog/analisis-PESTEL-ejemplos-y-definiciones>

Delgado, L. (s.f.). *Análisis PESTEL: qué es, cuándo y cómo hacerlo*. Recuperado de <https://gestion.pensemos.com/analisis-pestel-que-es-cuando-como-ejecutarlo>

FTM Packaging. (2024). *FTM Packaging*. Recuperado de <https://www.ftmpackaging.com/>

Gascón, O. (s.f.). *Planificar la gestión de los recursos*. Recuperado de <https://todopmp.com/planificar-la-gestion-los-recursos-humanos/>

GEO Tutoriales. (2017). *Qué es el diagrama de Ishikawa o diagrama de causa efecto*. Recuperado de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

González, N. (2020). *Bibliotecas, medios y métricas de la web social*. Recuperado de <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/48331/1/234001-874651-1-PB%20%281%29.pdf>

González, R. (2022). *¿Qué es un análisis de costo-beneficio?* Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-un-an%C3%A1lisis-de-costo-beneficio-rub%C3%A9n-gonz%C3%A1lez-cortezano>

Hernández, J. (2019). *Análisis de procesos con SIPOC*. Recuperado de <https://agileexperience.es/2019/12/30/analisis-de-procesos-con-sipoc/>

IBM. (2024). *Anotaciones históricas*. Recuperado de <https://www.ibm.com/docs/es/i/7.5?topic=logs-history>

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9000:2015 Sistemas de gestión de la calidad—fundamentos y vocabulario*. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 22000:2018 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos—requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria*. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:22000:ed-2:v2:es>

Jade Trading- Quality Equipment. (2024). *Jade Trading- Quality Equipment*. Recuperado de <https://www.jade.fi/>

Jiménez, E. (s.f.). *Lección 6. Lista de chequeo de competencias*. Recuperado de <https://www.calameo.com/books/00037903392422a1532bb>

Krones. (2024). *Krones*. Recuperado de <https://www.krones.com/es/index.php>

MacNeil, C. (2024). *¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios*. Recuperado de <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>

Maranto, M. y González, M. (2015). *Fuentes de información*. Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16700/LECT132.pdf>

Martínez, E. (2023). *Qué es una entrevista y para qué sirve*. Recuperado de <https://www.significados.com/entrevista/>

Medina, G. (2022). *¿Qué es un gemba walk?* <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-un-gemba-walk-gerardo-j-medina-c->

Memon, M. (2023). *Cómo y cuándo usar un gráfico de pastel*. Recuperado de <https://visme.co/blog/es/grafico-de-pastel/>

Mengibar–Packiging Machinery. (2024). *Mengibar–Packiging Machinery*. Recuperado de <https://www.mengibarfillers.com/es/>

Miro. (2024). *Gráfico de barras*. Recuperado de <https://miro.com/es/graficos/que-es-grafico-barras/>

Montiel, K. (2022). *Capacita a tu equipo*. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/capacita-tu-equipo-karolym-montiel>

Morillo, H. (s.f.). *Control, evaluación y cierre de un proyecto*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/slideshow/hm-127732514/127732514>

Muguirra, A. (s.f.). *¿Qué es una entrevista? Todo lo que debes saber al respecto*. Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/tecnicas-de-recoleccion-de-datos-entrevista/>

Núñez, E. (2023). *Brainstorming: por qué es importante la lluvia de ideas en cualquier proyecto*. Recuperado de <https://forbes.es/lifestyle/358199/brainstorming-por-que-es-importante-la-lluvia-de-ideas-en-cualquier-proyecto/>

Ortega, C. (s.f.). *Tipos de observación: características y ventajas*. Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-observacion/>

Pierre, N. (2020). *Investigación cualitativa: 3 tipos de entrevista*. Recuperado de <https://www.intotheminds.com/blog/es/investigacion-cualitative-tips-entrevista/>

Quiroa, M. (2020). *Mapa de procesos*. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/mapa-de-procesos.html>

Rock Content. (2019). *Aprende cómo distribuir mejor las responsabilidades con la matriz RACI*. Recuperado de <https://rockcontent.com/es/blog/matriz-raci/>

Rodríguez, D. (2022). *Gráficos de barras en Matplotlib*. Recuperado de <https://www.analyticslane.com/2022/07/05/graficos-de-barras-en-matplotlib/>

Rodríguez, J. (2019). *5 porqués. ¿Cómo aplicar correctamente esta metodología?* Recuperado de <https://spcgroup.com.mx/5-porque-como-aplicar-correctamente-esta-metodologia/>

Rosado, C. (2019). *El diagrama de Gantt y su vigencia*. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/el-diagrama-de-gantt-y-su-vigencia-m-carmen-rosado-suescun>

Sentrio. (2021). *Value Stream Mapping: qué es, pasos y consejos para hacer uno*. Recuperado de <https://sentrio.io/blog/value-stream-mapping/>

Silvestrini, M. y Vargas, J. (2008). *Fuentes de información primarias, secundarias y terciarias*. Recuperado de <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-autonoma-de-santo-domingo/metodologia-inv-educativa/fuentes-de-informacion-silvestrini-r-y-vargas-j-2008/24291696>

Soriano, Y. (2022). *La evaluación de procesos: qué es y cómo introducirla en el diseño de proyectos de innovación social*. Recuperado de <https://www.fresnoconsulting.es/blog/la-evaluacion-de-procesos-que-es-y-como-introducirla-en-el-diseno-de-proyectos-de-innovacion-social/>

SPC Consulting Group. (2015). *Gráfica de Pareto*. Recuperado de <https://spcgroup.com.mx/grafica-de-pareto/>

Torres, I. (2021). *Mejora de procesos—sigue esta guía paso a paso para conseguirlo*. Recuperado de <https://iveconsultores.com/mejora-de-procesos/>

APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Coronado:** Proceso del tapado de las botellas llenas de cerveza después del proceso de llenado, según la especificación.
- **Diagrama de procesos:** Es una representación gráfica de los principales procesos que se llevan a cabo en una empresa, su orden y sus interrelaciones.
- **Eficiencia:** Está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta. Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización.
- **Estrellas y medias lunas:** Piezas necesarias en la máquina llenadora para poder cumplir con el proceso de llenado de las botellas.
- **Indicador:** Mide los resultados propuestos para determinar si existe un progreso del logro de los resultados.
- **Matriz de riesgos:** Es una herramienta de análisis de riesgos que sirve para evaluar la probabilidad y la gravedad del riesgo durante el proceso de planificación del proyecto.
- **Metodología:** Procedimientos que ayudan a conseguir los objetivos planeados.
- **Metodología SMED:** Es una metodología destinada a mejorar el tiempo de las tareas de cambio y utillajes para dar el máximo aprovechamiento a la máquina, reducir el tamaño de los lotes, reducir los costes y aumentar la flexibilidad en el servicio a los clientes. SMED es un acrónimo de los términos en lengua inglesa *Single Minute Exchange os Die*, cuya traducción es “cambio de útiles en pocos minutos”.

- **Paradas rutinarias:** Tiempos que se dan para el mantenimiento, limpiezas, cambio de formatos u otras actividades que influyen en la disponibilidad de las máquinas.
- **Planificación:** Los esfuerzos realizados a fin de cumplir objetivos y hacer realidad diversos propósitos se enmarcan en una planificación. Este proceso exige respetar una serie de pasos que se fijan en un primer momento, para lo cual aquellos que elaboran una planificación emplean diferentes herramientas y expresiones.
- **Procesos de producción:** Un proceso de producción es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.
- **Saneamiento o limpiezas:** Secuencia de limpieza necesaria para garantizar la estetización de la llenadora.
- **Setup:** Tiempo de preparación que tiene algún proceso antes del cambio de formato.
- **Técnicas:** Procedimientos materiales o intelectuales ya establecidos que ayudan a obtener un resultado determinado.

APÉNDICE 2: COMPARATIVO ENTRE LOS TIEMPOS DEL PROCESO DE CAMBIO ACTUAL Y PROPUESTO

Proceso de Cambio	ACTUAL			PROPUESTO			Eficiencia
	Actividad	Tipo	Tiempo (min)	Actividad	Tipo	Tiempo (min)	
INSPECCIÓN	Cambio del programa	Interna	10	Cambio del programa	Externa	10	29,41 %
	Ajuste de las alturas	Interna	20	Ajuste de las alturas	Interna	20	
	Ajuste de los rechazadores	Interna	20	Ajuste de los rechazadores	Interna	20	
	Limpieza de las cámaras	Interna	20	Limpieza de las cámaras	Interna	20	
	Ajuste de la codificación de botellas	Interna	15	Ajuste de la codificación de botellas	Externa	15	
	Paso de las botellas de prueba	Externa	10	Paso de las botellas de prueba	Externa	10	
	Ajustes eléctricos	Externa	30	Ajustes eléctricos	Externa	30	
LLENADO	Cambio de los tubos	Interna	60	Cambio de los tubos	Interna	60	22,73 %
	Ajuste de la altura del tazón	Interna	60	Ajuste de la altura del tazón	Interna	60	
	Cambio de las medias lunas y estrellas	Interna	30	Cambio de las medias lunas y estrellas	Interna	30	
	Ajuste del taponador	Interna	30	Ajuste del taponador	Externa	30	
	Ajuste de las guías de salida y entrada	Interna	20	Ajuste de las guías de salida y entrada	Externa	20	
	Lubricación de la máquina	Interna	20	Lubricación de la máquina	Interna	20	
	Limpiezas de la llenadora	Externa	20	Limpiezas de la llenadora	Externa	20	
ETIQUETADO	Cambio de las medias lunas y estrellas	Interna	60	Cambio de las medias lunas y estrellas	Interna	60	29,17 %
	Ajuste de la altura del tazón	Interna	15	Ajuste de la altura del tazón	Interna	15	
	Ajuste del tornillo sin fin	Interna	10	Ajuste del tornillo sin fin	Interna	10	
	Lubricación de la máquina	Interna	15	Lubricación de la máquina	Externa	15	
	Ajuste de las guías de salida y entrada	Interna	20	Ajuste de las guías de salida y entrada	Externa	20	
	Ajuste de los rechazadores	Externa	15	Ajuste de los rechazadores	Externa	15	
	Paso de las botellas de prueba	Externa	15	Paso de las botellas de prueba	Externa	15	
EMPACADO	Cambio del programa	Externa	10	Cambio del programa	Externa	10	37,50 %
	Cambio de las tulipas	Interna	10	Cambio de las tulipas	Interna	10	
	Cambio de los cabezales	Interna	60	Cambio de los cabezales	Interna	60	
	Ajustes del <i>magazine</i>	Interna	30	Ajustes del <i>magazine</i>	Interna	30	
	Ajuste de las guías de entrada y salida	Externa	30	Ajuste de las guías de entrada y salida	Externa	30	
	Pruebas de los cabezales	Externa	20	Pruebas de los cabezales	Externa	20	
	Lubricación de la máquina	Interna	15	Lubricación de la máquina	Interna	15	

ANEXO 1: MODELOS DE BANDAS TRANSPORTADORAS DE BOTELLAS



Las bandas transportadoras son utilizadas para transportar las botellas llenas después de su salida de la llenadora hacia la etiquetadora de botellas, con el fin de ser etiquetadas con su respectiva etiqueta y, una vez etiquetadas, son trasladadas por otra banda transportadora hasta la empacadora para ser empacadas y trasladadas hasta el área de paletizado de producto terminado.

Fuente: Krones, 2024.

ANEXO 2: MODELO DE MÁQUINA INSPECTORA DE BOTELLAS



Máquina inspectora de botellas. En esta etapa del proceso, las botellas vacías son trasladadas mediante una banda transportadora que pasa por el interior de la máquina para ser inspeccionadas por las diferentes cámaras de inspección de la máquina, con el propósito de asegurarse de que no exista algún riesgo dentro de las botellas antes de ser llenadas con cerveza.

Fuente: Krones, 2024.

ANEXO 3: MODELO DE MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS



Máquina etiquetadora de botellas. En esta etapa del proceso las botellas llegan a la banda transportadora de entrada para empezar con su correcto etiquetado según las especificaciones de calidad. Una vez que las botellas son etiquetadas, se trasladan por medio de una banda transportadora hasta la entrada de la empacadora para ser empacadas, lo cual es la siguiente etapa del proceso.

Fuente: Jade Trading- Quality Equipment, 2024.

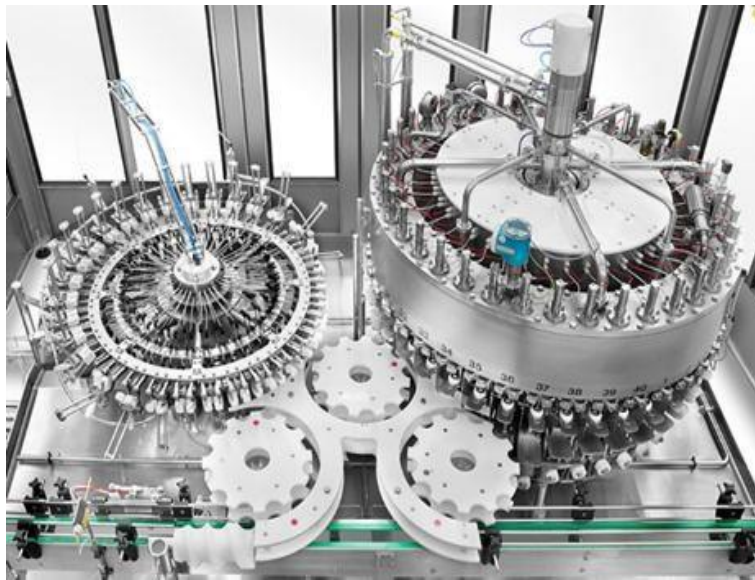
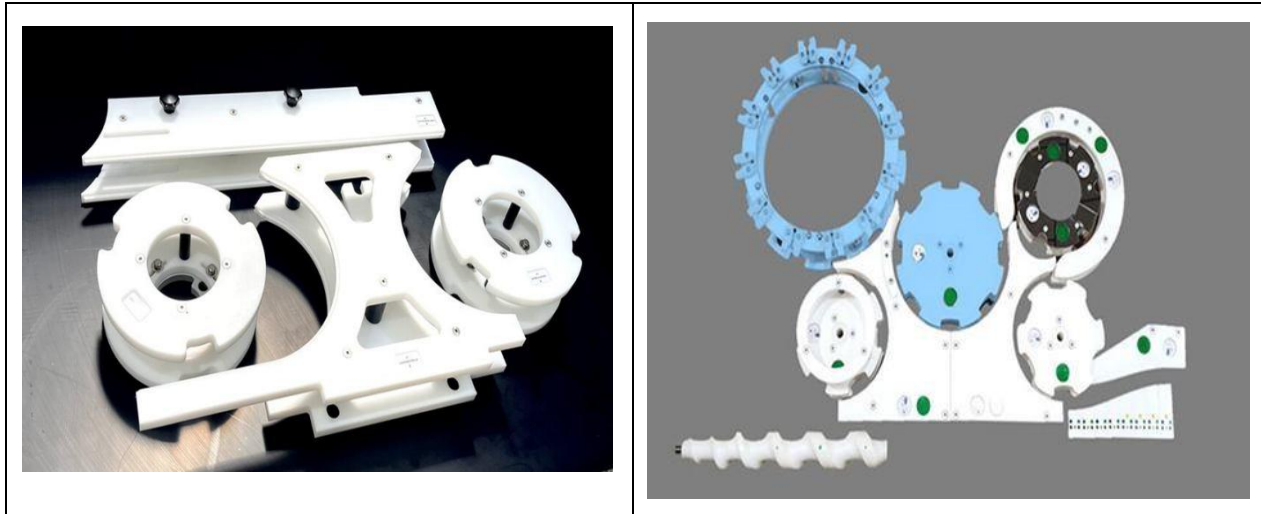
ANEXO 4: MODELO DE MÁQUINA EMPACADORA DE BOTELLAS



Máquina empacadora de botellas. En esta etapa del proceso, las botellas llegan a la banda transportadora de entrada para ser recogidas por medio de los cuatro cabezales que tiene la máquina, con el fin de empezar el proceso de empacado de las botellas dentro de las cajas con una cantidad de 12 botellas por caja plástica, para luego ser enviadas por medio de una banda transportadora a paletizado como producto terminado.

Fuente: FTM Packaging, 2024.

ANEXO 5: CAMBIO DE FORMATO DE LAS MEDIAS LUNAS



Cambio de formato de las medias lunas y estrellas. Son las piezas por cambiar dentro de la llenadora para realizar el cambio de formato según la presentación que se necesite envasar. En este caso, se deben cambiar todas las estrellas y medias lunas desmontándolas de la máquina y montando las que se necesitan. Es importante asegurarse de que las piezas queden colocadas de forma correcta y aseguradas para evitar atrasos de más a la hora de iniciar con el llenado de las botellas durante la producción.

Fuente: Mengibar–Packiging Machinery, 2024.

ANEXO 6: CAMBIO DE TUBOS DE LLENADO



En esta imagen se presentan los tubos de llenado de la llenadora, los cuales se deben cambiar según el formato por llenar en la llenadora. Los tubos de llenado son cambiados de forma manual por el operador de la máquina. En total son 140 tubos por cambiar; además, es necesario asegurarse de que queden bien colocados para evitar que se suelten durante el proceso de llenado de las botellas.

Fuente: Krones, 2024.