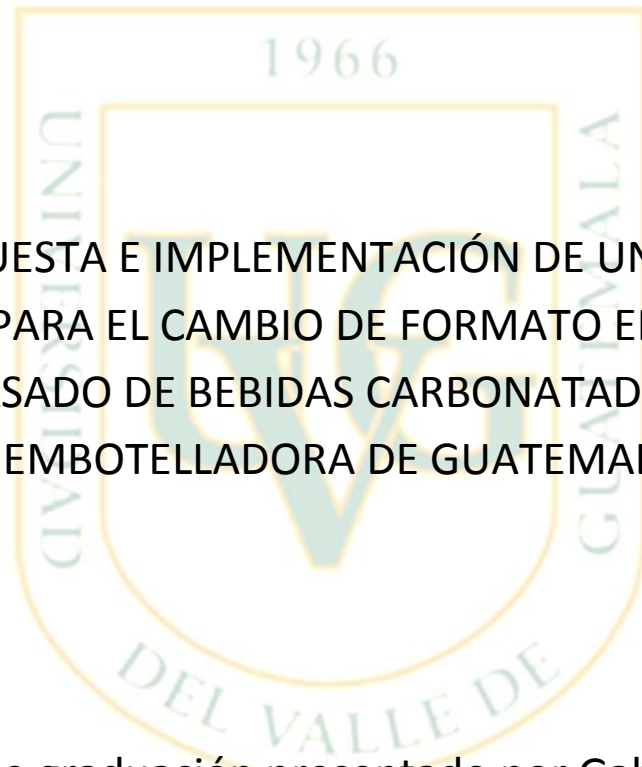


UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería
Ingeniería en Ciencia de la Administración



PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO PARA EL CAMBIO DE FORMATO EN UNA LÍNEA DE ENVASADO DE BEBIDAS CARBONATADAS EN UNA EMBOTELLADORA DE GUATEMALA

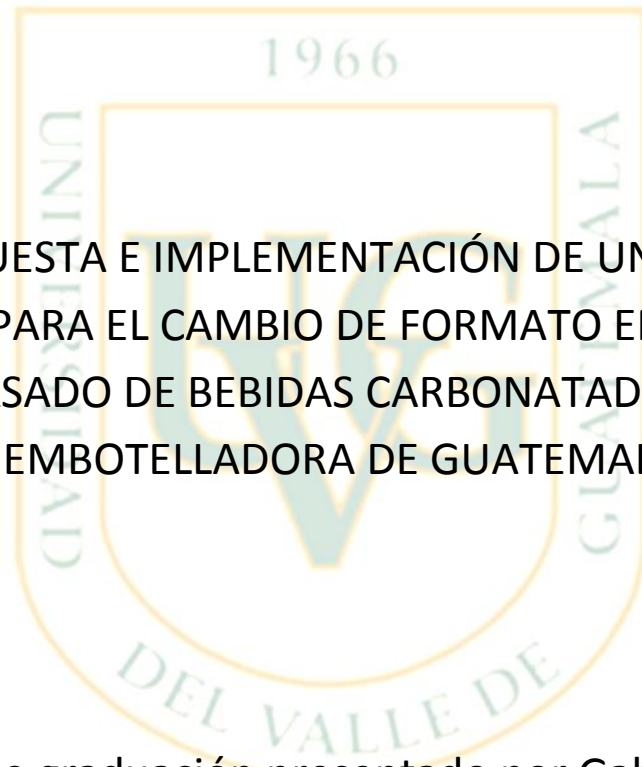
Trabajo de graduación presentado por Gabriela María
Rosales Ardón para optar al grado académico de
Licenciada en Ciencia de la Administración

Guatemala de la Asunción
2015

PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO
PROCESO PARA EL CAMBIO DE FORMATO EN UNA LÍNEA
DE ENVASADO DE BEBIDAS CARBONATADAS EN UNA
EMBOTELLADORA DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería
Ingeniería en Ciencia de la Administración



PROPUESTA E IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO PROCESO PARA EL CAMBIO DE FORMATO EN UNA LÍNEA DE ENVASADO DE BEBIDAS CARBONATADAS EN UNA EMBOTELLADORA DE GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por Gabriela María
Rosales Ardón para optar al grado académico de
Licenciada en Ciencia de la Administración

Guatemala de la Asunción
2015

Vo. Bo

(f) 
Lic. Cristian Álvarez

Tribunal Examinador

(f) 
Lic. Cristian Álvarez

(f) 
Ing. Celso Cerezo

(f) 
Ing. Juan José Lira

Fecha de aprobación: Guatemala, 10 de junio de 2015

PREFACIO

La optimización de tiempo y recursos es vital en la sociedad actual, al estar el mundo en constantes cambios, las grandes compañías deben adaptarse a las nuevas tendencias y así satisfacer a los consumidores. Por eso, la optimización de los recursos, el aumento de eficiencia y productividad se han vuelto un tema de trascendental importancia para alcanzar los objetivos que, en particular, cada empresa requiere.

Este trabajo ejemplifica cómo una empresa busca optimizar el tiempo que utiliza para el envasado de bebidas, para satisfacer la demanda sin afectar la calidad del producto y también otorgar beneficios a sus colaboradores. El estudio realizado para esta empresa busca disminuir el tiempo requerido para el cambio de formato en una línea de envasado, esta operación necesita que la línea de producción esté parada en su totalidad, y que se realicen modificaciones en las distintas máquinas utilizadas para cada operación de envasado. Este tiempo sin producir es un costo para la empresa, por lo que se encontró una oportunidad de mejora, buscando, otorgar a sus colaboradores mejores herramientas para las operaciones de cambio de formato y así para beneficiarlos con mejores métodos de cambio, además mejores herramientas para la operación. La optimización de este proceso se transformará en ahorros futuros para la compañía. En este trabajo se contó con la ayuda de todo el personal de la planta de producción, tanto operativa como administrativa, ya que los cambios representan beneficios a todos los involucrados en el proceso de cambio de formato, la planta de producción y por ende la empresa.

Se realizaron los análisis pertinentes para determinar las posibilidades de mejora en el proceso actual de cambio de formato en la maquinaria utilizada y así adaptarla a las distintas presentaciones de envase PET que se manejan. El envase PET varía de una presentación a otra, debido a que se utilizan tamaños diferentes de etiqueta, tapadera distinta, tamaño de envase y hasta boquillas diferentes. Esto hace que, analizar las operaciones de cambio de formato para cada componente que conforme la línea de envasado sea necesario y así poder determinar los beneficios económicos obtenidos por la optimización de este proceso.

Esta empresa está comprometida con sus empleados, clientes y proveedores, por lo que se encuentra en constante búsqueda de mejoras para brindar la mayor satisfacción a la gente involucrada con la compañía. El estudio busca cumplir con todos los objetivos establecidos en la empresa, siendo uno de los más importantes el compromiso que ellos poseen con sus colaboradores, brindándoles un área de trabajo adecuado para las diferentes actividades realizadas y otorgando las herramientas necesarias para las mismas.

ÍNDICE

PREFACIO.....	xi
LISTA DE TABLAS.....	xvii
LISTA DE GRÁFICAS.....	xix
LISTA DE ILUSTRACIONES	xxi
GLOSARIO	xxiii
RESUMEN	xxv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
A. GENERALES.....	3
B. ESPECÍFICOS	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. MARCO TEÓRICO.....	7
A. ESTUDIO DE TIEMPOS	7
B. REQUERIMIENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	7
1. SELECCIÓN DE LA OPERACIÓN.	7
2. SELECCIONAR AL OPERARIO.....	8
3. ACTITUD DEL OPERARIO ANTE EL ESTUDIO DE TIEMPOS	8
4. REGISTRO DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA.....	9
C. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS	9
1. DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS	9
D. EQUIPO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS	9
E. CÁLCULOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS.....	10
1. CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO Y HOLGURAS	10
F. TIEMPO ESTÁNDAR	11
G. CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR	11
H. ANÁLISIS DE PROCESOS.....	12
I. DIAGRAMAS	12
1. DIAGRAMA DE FLUJO	12
2. DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	12
J. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO.....	12
K. TABLAS DE DECISIÓN.....	12
L. JORNADA LABORAL	13
M. SALARIO MÍNIMO.....	14

N.	DISEÑO DE PUESTOS	14
1.	PUESTO	14
2.	ORGANIGRAMA.....	14
O.	DETERMINAR MUESTRA DE UNA POBLACIÓN	14
P.	CAPACITACIÓN DE PERSONAL.....	16
1.	PROCESO DE CAPACITACIÓN.....	16
Q.	ANÁLISIS FINANCIEROS PARA PROYECTOS CON INVERSIÓN	17
1.	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	17
2.	VALOR PRESENTE NETO (VPN)	17
3.	TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR)	18
R.	ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DE UN SOLO PROYECTO	18
V.	SITUACIÓN ACTUAL.....	19
A.	EMPRESA	19
B.	PLANTA DE PRODUCCIÓN	19
C.	MAQUINARIA	20
D.	ORGANIGRAMA.....	21
E.	DISTRIBUCIÓN DE MANO DE OBRA.....	23
VI.	PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO ACTUAL.....	25
A.	CÁLCULO DE MUESTRA PARA TOMA DE TIEMPOS	25
B.	ANÁLISIS EN POSIMAT.....	26
C.	ANÁLISIS EN ETIQUETADORA	29
D.	ANÁLISIS EN LLENADORA	33
E.	ANÁLISIS EN EMPACADORA	38
F.	ANÁLISIS DE TODA LA LÍNEA DE ENVASADO	41
VII.	PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO.....	45
A.	PROPUESTA DE MEJORA PARA POSIMAT,.....	47
B.	PROPUESTA DE MEJORA PARA ETIQUETADORA.....	51
C.	PROPUESTA DE MEJORA PARA LLENADORA	53
D.	PROPUESTA DE MEJORA PARA EMPACADORA	57
VIII.	IMPLEMENTACIÓN	61
A.	MANUALES PARA EL CAMBIO DE FORMATO	61
B.	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	62
C.	TOMA DE TIEMPOS	68
1.	TOMA DE TIEMPO EN POSIMAT.....	68

2.	TOMA DE TIEMPO EN ETIQUETADORA	71
3.	TOMA DE TIEMPO EN LLENADORA	73
4.	TOMA DE TIEMPO EN EMPACADORA	75
IX.	BENEFICIOS ECONÓMICOS	79
X.	CONCLUSIONES	85
XI.	RECOMENDACIONES	87
XII.	BIBLIOGRAFÍA	89
XIII.	ANEXOS	91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Calificación de la actuación	11
Tabla 2 Matriz para la evaluación de alternativas	13
Tabla 3 Salario mínimo en Guatemala en el año 2014	14
Tabla 4 Tabla para cálculo de número de observaciones	15
Tabla 5 Personal relacionado con proceso de cambio de formato.....	22
Tabla 6 Toma de tiempo para obtener muestra del estudio	25
Tabla 7 Tiempo de cambio de formato, POSIMAT	26
Tabla 8 Calificación para operación de cambio de formato, POSIMAT	26
Tabla 9 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato, POSIMAT	27
Tabla 10 Análisis de Pareto para POSIMAT	28
Tabla 11 Tiempo de cambio de formato, etiquetadora	30
Tabla 12 Calificación para operación de cambio de formato, etiquetadora	30
Tabla 13 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato, etiquetadora	30
Tabla 14 Análisis de Pareto para etiquetadora	32
Tabla 15 Tiempo de cambio de formato, llenadora	34
Tabla 16 Calificación para operación de cambio de formato, llenadora	34
Tabla 17 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato, llenadora	34
Tabla 18 Análisis de Pareto para llenadora	36
Tabla 19 Tiempo de cambio de formato, empacadora	38
Tabla 20 Calificación para operación de cambio de formato, empacadora	38
Tabla 21 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato, empacadora	39
Tabla 22 Análisis de Pareto para empacadora	40
Tabla 23 Principales fuentes de retraso en maquinaria.....	42
Tabla 24 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato	43
Tabla 25 Evaluación de alternativas en POSIMAT.....	47
Tabla 26 Evaluación de alternativas en etiquetadora	51
Tabla 27 Evaluación de alternativas en llenadora.....	54
Tabla 28 Evaluación de alternativas en empacadora.....	57
Tabla 29: Costo de herramientas y muebles recomendados.....	59
Tabla 30 Programa de capacitación de empleados	63
Tabla 31 Módulo 1, capacitación de personal	64
Tabla 32 Módulo 2, capacitación de personal	65
Tabla 33 Módulo 3, capacitación de personal	66
Tabla 34 Módulo 4, capacitación de personal	67
Tabla 35 costo de capacitación de personal	68
Tabla 36: Tiempo cronometrado para POSIMAT, propuestas implementadas	68
Tabla 37 Calificación para operación de cambio de formato en POSIMAT, propuestas implementadas.....	69
Tabla 38 Tiempo normal y tiempo estándar para operación de cambio de formato mejorado, POSIMAT.....	69
Tabla 39 Tiempo cronometrado para etiquetadora, propuestas implementadas	71
Tabla 40 Calificación para operación de cambio de formato en etiquetadora, propuestas implementadas.....	71

Tabla 41: Tiempo normal y tiempo estándar para operación de cambio de formato mejorado, etiquetadora.....	71
Tabla 42 Tiempo cronometrado para llenadora, propuestas implementadas	73
Tabla 43 Calificación para operación de cambio de formato en llenadora, propuestas implementadas.....	73
Tabla 44 Tiempo normal y tiempo estándar para operación de cambio de formato mejorado, llenadora	73
Tabla 45 Tiempo cronometrado para empacadora, propuestas implementadas	75
Tabla 46 Calificación para operación de cambio de formato en empacadora, propuestas implementadas.....	75
Tabla 47 Tiempo normal y tiempo estándar para operación de cambio de formato mejorado, empacadora	75
Tabla 48 Reducción de tiempos de cambio de formato en cada maquinaria.....	77
Tabla 49 Reducción de tiempos de cambio de formato en la línea de envasado.....	78
Tabla 50 Velocidad de envasado	79
Tabla 51 Unidades producidas en 328 minutos	79
Tabla 52 Costo de mano de obra por unidad	79
Tabla 53 Ahorro generado	80
Tabla 54 Disminución de tiempo por máquina analizada	80
Tabla 55 Pago por hora de producción	80
Tabla 56 Disminución de tiempo de cambio de formato en todas las máquinas	81
Tabla 57 Equivalente de pago de horas extras de 797.04 minutos de producción	81
Tabla 58 Ahorro producido por optimización de tiempo.....	81
Tabla 59 Inversión realizada por la Embotelladora de Guatemala	82
Tabla 60 TIR para el proyecto realizado y VNA	83
Tabla 61 Análisis beneficio/costo.....	84

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Tiempo de cambio en POSIMAT	29
Gráfica 2 Tiempo de cambio en etiquetadora	33
Gráfica 3 Tiempo de cambio en llenadora	37
Gráfica 4 Tiempo de cambio en empacadora	41
Gráfica 5 Reducción de tiempos por estación.....	77
Gráfica 6 Recuperación de inversión.....	84

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Proceso de capacitación	17
Ilustración 2 Diagrama de recorrido de planta de producción	20
Ilustración 3 Organigrama, planta de producción.....	22
Ilustración 4 Diagrama de operaciones, POSIMAT.....	27
Ilustración 5 Análisis de ISHIKAWA para POSIMAT	28
Ilustración 6 Diagrama de operaciones, etiquetadora.....	31
Ilustración 7 Análisis de ISHIKAWA para etiquetadora	32
Ilustración 8 Diagrama de operaciones, llenadora	35
Ilustración 9 Análisis de ISHIKAWA para llenadora	36
Ilustración 10 Diagrama de operaciones, empacadora.....	39
Ilustración 11 Análisis de ISHIKAWA para llenadora.....	40
Ilustración 12 Análisis de diagrama de operaciones, POSIMAT	49
Ilustración 13 Análisis de diagrama de operaciones, etiquetadora.....	52
Ilustración 14 Análisis de diagrama de operaciones, llenadora.....	55
Ilustración 15 Análisis de diagrama de operaciones, empacadora.....	58
Ilustración 16 Esquema para la elaboración de manuales.....	61
Ilustración 17 Diagrama de flujo POSIMAT, propuestas implementadas	70
Ilustración 18 Diagrama de flujo etiquetadora, propuestas implementadas	72
Ilustración 19 Diagrama de flujo llenadora, propuestas implementadas	74
Ilustración 20 Diagrama de flujo empacadora, propuestas implementadas	76

GLOSARIO

- **Agitador:** Elemento mecánico utilizado para separar en filas las botellas que ingresan a la empacadora.
- **Cañas:** Elemento que define el volumen de llenado de la botella en sus diferentes presentaciones.
- **Capper:** Elemento utilizado para recoger el tapón y colocarlo en los envases en sus diferentes presentaciones.
- **Cepillo plancha etiqueta:** Elemento que facilita el adecuado etiquetado del envase
- **Checkmat:** Dispositivo que verifica el nivel de llenado, la colocación de la tapa en el envase ya lleno, para efectuar la última clasificación previa al empaque del producto terminado.
- **Control de entrada:** Elemento utilizado para determinar si hay o no botella en la entrada de la empacadora.
- **Formatos de entrada y salida de llenadora:** Elementos que direccionan envase PET hacia dentro de la llenadora y fuera de la misma, con el fin de que lleven la posición adecuada para el envasado de producto.
- **Formatos de taponadora:** Elementos que guían el envase dentro de la taponadora para realizar la sujeción de tapadera correspondiente.
- **Guías:** Elementos utilizados para dar dirección a las botellas hacia donde se deben dirigir.
- **PUCKS:** Elementos que transportan el envase posicionado verticalmente hacia el transportador aéreo.
- **Tambor de almohadilla:** Elemento utilizado para colocar la etiqueta en el área requerida del envase a etiquetar.
- **Tolvas:** Elementos mecánicos que posicionan envase de manera correcta para su envasado, por medio de la fuerza centrífuga.
- **Tornillo sin fin:** Elemento mecánico utilizado para guiar la botella hacia la estrella de entrada de etiquetadora haciendo la separación entre envase y envase.
- **Videojet:** Dispositivo que imprime el código de producción al producto terminado, así como la fecha de caducidad del producto terminado.

RESUMEN

El objetivo del trabajo perseguía detectar los tiempos perdidos durante el proceso de cambio de formato en una línea de envasado en una embotelladora de Guatemala en la cual se encontró la posibilidad de mejora y así, aumentar la eficiencia y productividad de la planta de producción. Este estudio busca reducir los tiempos muertos existentes en el proceso de cambio de formato, evaluando diferentes propuestas, buscando así, optimizar el mismo y reducir el tiempo de esta operación.

El proceso consta del análisis de las diferentes operaciones realizadas al momento de cambio de formato, siendo estos, en su mayoría, ajustes mecánicos necesarios en la maquinaria de envasado para adaptar la línea a las diferentes presentaciones de envase PET manejada por la compañía. Las presentaciones manejadas cambian según: **a)** el tamaño de envase, **b)** el ancho de boquilla, **c)** el tipo de tapadera, **d)** el tamaño de etiqueta, etc. lo que hacía necesaria la adaptación de la línea, a las diferentes presentaciones de envase que la compañía maneja.

El estudio de tiempos realizado involucró el análisis de cada proceso de cambio de formato en la línea de envasado y así determinar los puntos críticos de esta operación en cada maquinaria que constituye la línea de envasado PET. Para este análisis se contó con la ayuda del personal operativo, de mantenimiento eléctrico y mecánico, para garantizar que las propuestas obtenidas mejorarán el proceso de cambio de formato y no afectaran negativamente al equipo de envasado o al personal involucrado. El análisis del proceso de cambio se hizo por medio de estudio de tiempos, así como la evaluación de las alternativas por tablas de decisión. Todas las propuestas fueron validadas y se capacitó al personal con el nuevo proceso de cambio de formato a implementar.

La validación de la propuesta incluyó:

- el análisis para el uso de herramientas especializadas,
- mejoramiento de la maquinaria utilizada y
- capacitación del personal.

Involucrar a todo el personal de la línea de envasado en este proceso, determinó el éxito del estudio, por el aporte de ideas de mejora e involucramiento para implementar las mejoras.

I. INTRODUCCIÓN

La evaluación de procesos realizados en cualquier compañía, ayuda a encontrar posibilidades de mejorar varios aspectos, tales como disminución tiempos muertos, uso de herramientas más eficientes para realizar cualquier proceso, encontrar errores dentro del proceso analizado, etc. En la Embotelladora de Guatemala se hizo una evaluación en el proceso de envasado. Esta evaluación mostró como resultado que existe una posibilidad de mejora en el proceso de cambio de formato, esta operación requiere hasta de 2 horas. Durante este tiempo la línea de envasado se encuentra detenida en su totalidad, generando una pérdida de tiempo productivo dentro de la planta de producción. Al analizar el proceso de cambio de formato se estableció que el tiempo de esta operación podría ser reducido en un 25%.

El personal involucrado en el proceso de cambio de formato aportó ideas para encontrar posibles soluciones para cumplir con el objetivo de disminuir el tiempo de operación. También se evaluaron alternativas de realizar cambios en algunas herramientas, adaptándolas a las necesidades de cada maquinaria.

En la línea de envasado está la máquina de POSIMAT, que posiciona el envase de manera correcta para posteriormente transportarlo al área de etiquetadora, lugar donde se coloca la etiqueta en el envase. Posteriormente el envase es enviado a la llenadora, donde es agregado el líquido de la bebida deseada, y por último el envase es empacado, colocado en pallets y almacenado. Para proponer un nuevo proceso de cambio de formato se evaluaron las propuestas obtenidas por parte del personal, así como un análisis costo/beneficio, para identificar las más prometedoras.

La implementación del nuevo proceso implicó involucrar a todo el personal, tanto operativo, mecánico y eléctrico, como las áreas administrativas, ya que se buscaba que el personal tuviera la capacidad requerida para entender el nuevo proceso, así como los beneficios que este iba a traer a la compañía y las inversiones que se debían realizar para cumplir con el objetivo de disminuir el tiempo de cambio de formato, en por lo menos un 25%. Al tener a todo el personal capacitado y haber implementado el nuevo proceso se tuvo una reducción de tiempo de cambio de formato de 33%, lo que otorgó 8 horas mensuales adicionales de producción a la Embotelladora de Guatemala.

II. OBJETIVOS

A. GENERALES

Proponer e implementar un nuevo proceso para el cambio de formatos en una línea de envasado de bebidas carbonatadas que disminuya dicho tiempo en, por lo menos, un 25%.

B. ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis del proceso actual de cambio de formato dentro de la línea de envasado para determinar tiempos y movimientos actuales.
- Diseñar y plantear diferentes propuestas para el cambio de formato dentro de la línea de envasado con el fin de reducir tiempos muertos, reducir costos y aumentar la productividad de la línea.
- Evaluar las diferentes propuestas operativas y financieras para determinar un mejor diseño para el nuevo proceso.
- Implementar en planta el nuevo proceso de cambio de formato y evaluar el impacto real.

III. JUSTIFICACIÓN

El aumento de la demanda de bebidas carbonatadas, ha obligado a la planta de producción a realizar un análisis en las áreas donde exista la posibilidad de incrementar la capacidad de producción. Motivo por el cual se realizó un estudio de tiempos en el proceso de cambio de formato en una línea de envasado PET, para la disminución de tiempos muertos en dicha operación, ayudando a que la empresa fuera más productiva y por ende más rentable.

El cambio de formato es una operación necesaria en las diferentes líneas de envasado, ya que estos ajustes mecánicos adaptan las diferentes máquinas a las diversas presentaciones de envase PET manejadas por la compañía. Los formatos se cambian en POSIMAT, Etiquetadora, Llenadora y Empacadora. Para el cambio de formato, todas las máquinas están sin funcionar, por lo que este tiempo sin producción representa un costo para la empresa.

Al realizar el estudio se determinó que existían operaciones innecesarias para el cambio de formato en las diferentes máquinas, uso incorrecto de herramientas, recorridos innecesarios para acercar los formatos al área de cambio y personal insuficiente en ciertas áreas. El análisis de estos procesos era una necesidad para determinar posibles mejoras en el mismo y buscar un aumento en la productividad y la eficiencia de la planta de producción.

IV. MARCO TEÓRICO

A. ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos es la aplicación de diversas técnicas para identificar el tiempo que le lleva a un sujeto realizar una operación, actividad o proceso y son llevadas a cabo por una persona, máquina o equipo. El estudio de tiempos toma en cuenta:

- la fatiga causada por la operación analizada;
- demoras personales;
- fatiga y demoras inevitables.

Un estudio de tiempos se ejecuta cuando se poseen los recursos y son aplicables las siguientes condiciones:

- Se analiza la propuesta de un método nuevo para la realización de determinada operación.
- Determinada operación es realizada con más tiempo del requerido, provocando retrasos en las operaciones siguientes.
- Se presentan quejas por parte del equipo de trabajo, supervisores y jefes por el tiempo que toma realizar determinada operación.
- Se detecta una disminución en el rendimiento o excesivos tiempos muertos en la operación de una persona o máquina.

B. REQUERIMIENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

1. SELECCIÓN DE LA OPERACIÓN. Al realizar un estudio de tiempos se deben realizar los siguientes pasos: seleccionar las operaciones a medir e identificar los objetivos del estudio.

Los criterios para seleccionar la operación de estudio son:

- El orden en que se realizan las operaciones del proceso analizado.
- Posibilidades de ahorro en la realización de determinada operación.
- Determinando las necesidades específicas de las operaciones.

2. SELECCIONAR AL OPERARIO. Se debe seleccionar al operario para realizar el estudio de tiempos, con la ayuda del supervisor del área. Para esta selección se debe tener en cuenta que el operario debe poseer conocimientos sobre el proceso actual y también tomar en cuenta que se busca obtener datos fidedignos. Para esta selección se tienen en cuenta los siguientes criterios:

- Habilidad: debe presentar conocimientos ante el proceso analizado.
- Deseo de cooperar: debe poseer deseos de ayudar en la mejora del proceso analizado.
- Temperamento: debe seleccionarse a una persona con temperamento tranquilo pero capaz de dar su opinión acerca de los procesos analizados para proponer ideas de mejora en el estudio realizado.
- Experiencia en la operación analizada: debe ser una persona con experiencia mínima para garantizar los conocimientos técnicos y empíricos de la operación y así proceder a su estandarización.

3. ACTITUD DEL OPERARIO ANTE EL ESTUDIO DE TIEMPOS. Se debe dar a conocer el estudio a realizar en el área seleccionada para involucrar al personal adecuado y explicarles el objetivo principal del estudio de tiempos, esto con el fin de buscar el apoyo del personal y lograr los objetivos establecidos para dicho estudio.

Para esto se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Políticas de la empresa para llevar a cabo estudios dentro de sus instalaciones.
- Comunicación con el personal involucrado en el estudio.
- Familiarización con el método analizado para entendimiento del mismo.
- Involucrar al personal adecuado para garantizar la seguridad de la maquinaria y la salud del personal que ayuda al estudio.

4. REGISTRO DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA. El analista debe proceder al registro de la maquinaria, herramientas manuales, soportes, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número de operario, departamento, fecha del estudio y nombre del observador. Todo esto para llevar un control de todos los elementos involucrados en el estudio y proceder a su análisis posteriormente y encontrar posibilidades de mejora.

C. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Para la ejecución del estudio se debe llevar un registro de toda la información recolectada por parte del analista para posteriormente proceder a su análisis y llevar a cabo la implementación de las sugerencias obtenidas durante el tiempo de obtención de información. Para esta recopilación de datos se puede utilizar:

- Hojas de registros que lleven el control de los tiempos analizados.
- Información que permita identificar al personal involucrado en el estudio, así como la maquinaria y herramientas utilizadas.
- Información de las posibles mejoras en el proceso analizado.
- Información que permita documentar el proceso analizado como videos, toma de tiempos, grabaciones de sonido, fotografías, etc.

1. DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS. La facilitación de la medición y operación debe ser dividida en grupos de movimientos conocidos como elementos, esto con el fin de dividir la operación en elementos individuales y proceder al análisis del mismo para determinar los elementos que son necesarios en el proceso y cuáles podrían ser modificados o eliminados para facilitar el mismo, alcanzando los objetivos establecidos para el estudio de tiempos.

D. EQUIPO PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

El equipo necesario para un estudio de tiempos consta de los siguientes elementos como mínimo:

- Cronómetro
- Tablero de estudio de tiempos
- Hojas de registro para el estudio de tiempos
- Calculadora
- Cámara de video

Este equipo tiene como fin la documentación y obtención de información necesaria para realizar un análisis de una operación para determinar puntos críticos y proponer mejoras en el mismo.

E. CÁLCULOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

1. CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO Y HOLGURAS. Calificación del desempeño:

Se basa en el juicio por parte del analista de detectar la habilidad que posee cada operario para realizar determinada operación, el analista asigna una calificación a la operación designada basándose; en la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de la operación realizada. Esta calificación ayudará a determinar el tiempo normal de la operación.

- **Habilidad:** Se le define como la capacidad que posee el operario para realizar determinada operación, siguiendo el método designado. La habilidad es la facilidad con la que se ejecuta la acción o acciones de dicha operación. La calificación de habilidad se otorga entre los parámetros de; habilísimo, excelente, bueno, medio, regular, malo y torpe.
- **Esfuerzo:** El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que el operario ejecuta determinada operación, así como la voluntad por parte del operario para realizar dicha operación. La calificación del esfuerzo se otorga entre los parámetros de habilísimo, excelente, bueno, medio, regular, malo y torpe.
- **Condiciones:** Las condiciones son todas las circunstancias que afectan al operador y no a la operación analizada las cuales podrían ser temperatura, iluminación, ruido, ventilación, etc. Estas se califican utilizando los parámetros de buena, media y mala.
- **Consistencia:** Definimos consistencia como la variación entre los tiempos transcurridos en relación a la media, tomando en cuenta la habilidad y el esfuerzo realizado por el operador para realizar determinada operación.

Tabla 1 Calificación de la actuación

HABILIDAD			ESFUERZO		
A	Habilísimo	+0.15	A	Habilísimo	+0.15
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05
B	Media	0.00	B	Media	0.00
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05

Fuente: Roberto García Criollo. "Estudio del Trabajo Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo". Pág. 210

F. TIEMPO ESTÁNDAR

El tiempo estándar es determinado por el tiempo necesario para realizar determinada operación, trabajando a un ritmo normal. El tiempo estándar se obtiene con la suma de los tiempos elementales.

G. CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR

Para el cálculo de los tiempos estándar se debe tener en cuenta

$$TN = TO * C$$

Siendo:

- TN = Tiempo Normal
- TO = Tiempo Observado o cronometrado
- C = Calificación en porcentaje

$$TE = TN * (1 + holgura)$$

Siendo:

- TE = Tiempo estándar
- TN = Tiempo normal
- Holguras asignadas a la operación 9% por necesidades personales y fatiga básica. La mayor parte de los operarios tienen 9% de holgura inicial constante. (Benjamín W. Niebel A. F., 2009)

H. ANÁLISIS DE PROCESOS

El análisis de procesos tiene como objetivo eliminar las deficiencias del proceso analizado, buscando la mejor distribución posible de maquinaria, herramientas utilizadas para el proceso y el área de trabajo. Este análisis se basa en los diagramas de flujo y recorrido para realizar los análisis pertinentes para el proceso analizado.

I. DIAGRAMAS

1. DIAGRAMA DE FLUJO. Diagrama utilizado para la representación gráfica de los procesos llevados a cabo en el estudio de tiempos. Este diagrama muestra una secuencia cronológica de las actividades realizadas durante el proceso así como; inspecciones, transporte, espera y almacenamiento de producto.

2. DIAGRAMA DE RECORRIDO. Diagrama que representa objetivamente la distribución de zonas específicas. Este diagrama muestra posibles distribuciones de maquinaria, muebles, edificios, etc.

J. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO

La etapa de implementación de un método propuesto busca eliminar todas las operaciones que causen retrasos en el proceso utilizado, buscando aumentar la productividad y eficiencia de las operaciones llevadas a cabo. Para realizar la implementación de un método se debe proceder al análisis de las alternativas obtenidas por parte del personal involucrado con el proceso actual y el análisis del proceso en sí, buscando; garantizar la seguridad de la maquinaria utilizada, utilización de las herramientas adecuadas para el proceso, así como garantizar la ergonomía de la operación para no afectar al operario encargado de dicha operación.

K. TABLAS DE DECISIÓN

Las tablas de decisión son matrices utilizadas para la evaluación de las alternativas obtenidas durante el estudio de tiempos, buscando descartar las alternativas que no cumplan con las especificaciones requeridas para la operación. Estas matrices califican las alternativas de 1 a 4, realizando calificaciones ponderadas y posteriormente proceder a la

selección de la alternativa con mayor calificación. Los criterios de calificación son obtenidos dependiendo de la operación analizada.

El peso se refiere a la importancia que tiene cada criterio a evaluar, siendo 1 poco importante y 10 el más importante. Con base en esos pesos, los criterios son establecidos por las partes involucradas con lo que se desea evaluar.

Para llegar a decidir entre qué alternativa utilizar, se debe otorgar la calificación a la alternativa, siendo esta de 1 a 4 de acuerdo a los criterios establecidos. Posteriormente, esta calificación debe multiplicarse por el peso del factor evaluado, y por último, al tener la calificación por cada factor, se suman los resultados, y la alternativa con mayor puntaje, es la que se escoge.

Tabla 2 Matriz para la evaluación de alternativas

Área:		A	B
Proyecto:	ALTERNATIVAS		
Fecha:			
Analista:			
	Calificaciones y calificaciones ponderadas		
Factor/consideración	PESO	A	B
Disminución de tiempo de operación	10		
Ayuda en ergonomía de operación	9		
Garantiza el buen funcionamiento de maquinaria	8		
Bajo costo	7		
TOTAL			

Fuente: Benjamín W. Niebel. *“Ingeniería industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo”*. Pág. 301 y 302.

L. JORNADA LABORAL

De conformidad con el Código de Trabajo el **Artículo 116** especifica

“La jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana.

La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno no puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana.

Tiempo de trabajo efectivo es aquel en que el trabajador permanezca a las órdenes del patrono.

Trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.

Trabajo nocturno es el que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.

La labor diurna normal semanal será de cuarenta y cinco horas de trabajo efectivo, equivalente a cuarenta y ocho horas para los efectos exclusivos del pago de salario. Se exceptúan de esta disposición, los trabajadores agrícolas y ganaderos y los de las empresas donde labore un número menor de diez, cuya labor diurna normal semanal será de cuarenta y ocho horas de trabajo efectivo, salvo costumbre más favorable al trabajador. Pero esta excepción no debe extenderse a las empresas agrícolas donde trabajen quinientos o más trabajadores.”

M. SALARIO MÍNIMO

El salario mínimo en Guatemala está establecido por el Ministerio de trabajo, siendo este:

Tabla 3 Salario mínimo en Guatemala en el año 2014

ACTIVIDADES	HORA ORDINARIA	DIARIO	MENSUAL	BONIFICACIÓN INCENTIVO	TOTAL
NO AGRÍCOLA	Q 9.38	Q 74.97	Q 2,280.34	Q 250.00	Q 2,530.34
AGRÍCOLA	Q 9.38	Q 74.97	Q 2,280.34	Q 250.00	Q 2,530.34

Fuente: Gobierno de Guatemala. “*Ministerio de Trabajo y Previsión Social*”

N. DISEÑO DE PUESTOS

1. PUESTO. El puesto se integra de todas las actividades que desempeña una persona, que pueden ser contenidas en un todo unificado y que ocupa una posición formal en el organigrama de la organización. La persona que ocupa un puesto debe tener una posición definida en el organigrama de la organización. (Chiavenato, Administración de recursos humanos, 2007)

2. ORGANIGRAMA. Representación gráfica de los puestos necesarios en una organización y su posición jerárquica en la misma.

O. DETERMINAR MUESTRA DE UNA POBLACIÓN

Determinar el tamaño de la muestra, tiene como objetivo encontrar el número de observaciones que son necesarias para que los datos evaluados sean representativos. Para el estudio de tiempos, la muestra puede ser determinada de la siguiente forma:

- Si la operación toma más de 2 minutos en realizarse, se deben hacer 5 corridas de toma de tiempos.
- Si la operación toma menos de 2 minutos en realizarse, se deben hacer 10 corridas de toma de tiempos, ya que a menor tiempo tome una operación, existe mayor probabilidad de error.
- Calcular el rango de la toma de tiempos realizada, es decir, $X_{max} - X_{min}$, donde X_{max} es el número mayor y X_{min} es el número menor en la serie de datos.
- Calcular el promedio de la toma de tiempos realizada.
- Dividir $\frac{Rango}{Promedio}$
- El número obtenido del paso anterior, debe buscarse en la Tabla 4.

Tabla 4 Tabla para cálculo de número de observaciones

Número de Lecturas Necesarias para Nivel de Confianza de 95% y Precisión de 5%

$\frac{R}{\bar{X}}$	Lecturas para una Muestra de		$\frac{R}{\bar{X}}$	Lecturas para una Muestra de	
	5 Obs.	10 Obs.		5 Obs.	10 Obs.
0.10	3	2	0.56	93	53
0.12	4	2	0.58	100	57
0.14	6	3	0.60	107	61
0.16	8	4	0.62	114	65
0.18	10	6	0.64	121	69
0.20	12	7	0.66	129	74
0.22	14	8	0.68	137	78
0.24	17	10	0.70	145	83
0.26	20	11	0.72	153	88
0.28	23	13	0.74	162	93
0.30	27	15	0.76	171	98
0.32	30	17	0.78	180	103
0.34	34	20	0.80	190	108
0.36	38	22	0.82	199	113
0.38	43	24	0.84	209	119
0.40	47	27	0.86	218	125
0.42	52	30	0.88	229	131
0.44	57	33	0.90	239	138
0.46	63	36	0.92	250	143
0.48	68	39	0.94	261	149
0.50	74	42	0.96	273	156
0.52	80	46	0.98	284	162
0.54	86	49	1.00	296	169

Fuente: *INGENIERÍA DE MÉTODOS Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias*

- El número que se obtenga de la tabla R/X, es el número de veces que debe realizarse la toma de tiempos, este número debe ser buscado en la columna correspondiente al número de tomas hechas previamente.

P. CAPACITACIÓN DE PERSONAL

La capacitación es un medio para adecuar a cada persona a su trabajo y para desarrollar la fuerza de trabajo de la organización a partir de los puestos que ocupan. (Chiavenato, 2009)

El proceso de capacitación tiene como objetivos principales, que la fuerza laboral desarrolle por medio de diversas técnicas, las cualidades de cada individuo, buscando mejorar el rendimiento para que contribuyan mejor en la organización donde laboran. La capacitación es un medio para lograr alcanzar los objetivos establecidos en las organizaciones, por medio de una serie de pasos.

1. PROCESO DE CAPACITACIÓN

- La capacitación debe ser elaborada en los siguientes pasos:
- Diagnóstico: Se realiza un análisis de las necesidades o carencias de capacitación que deben ser atendidas.
- Diseño: Es realizar la programación de la capacitación a ejecutar, teniendo en cuenta las necesidades y carencias diagnosticadas.
- Implementación: Es ejecutar el programa de capacitación.
- Evaluación: Se evalúa los resultados obtenidos en el personal capacitado y evaluar el impacto y asimilación del mismo.

Ilustración 1 Proceso de capacitación



Fuente: Idalberto Chiavenato. “*Gestión del Talento Humano*”. Pág 372

Q. ANÁLISIS FINANCIEROS PARA PROYECTOS CON INVERSIÓN

Se realiza un análisis para determinar si un proyecto es económicamente viable, según los flujos de efectivo que generen al transcurrir el tiempo. El análisis realizado toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, interpretando la TIR y VPN del proyecto realizado.

1. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR). La TIR es la Tasa Interna de Retorno que determina la tasa de interés máxima a la que es posible endeudarse para financiar determinado proyecto sin generar pérdidas. La TIR de un proyecto debe ser mayor a 0 para empezar a considerar un proyecto económicamente viable.

2. VALOR PRESENTE NETO (VPN). El Valor Presente Neto analiza flujos de efectivo, proyectados a una cantidad de tiempo deseado. El VPN ayuda a determinar el valor del dinero en el tiempo deseado. Con un VPN mayor a 0 se justifica la inversión realizada para el proyecto.

3. TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR). Tasa Mínima Atractiva de Retorno es la tasa establecida por las compañías, grupos o personas, en las cuales se representa una medida de rentabilidad, de tal manera que se pueda cubrir:

- Inversión inicial realizada para el proyecto
- Egresos generados por la operación del proyecto
- Intereses a pagar por los préstamos realizados para el proyecto.
- Pago de impuestos
- Rentabilidad que exigen los inversionistas a la inversión realizada.

R. ANÁLISIS BENEFICIO/COSTO DE UN SOLO PROYECTO

La razón B/C se creó para asignar mayor objetividad a la economía y toma en cuenta los costos en los que incurre un proyecto, así como los beneficios y contra-beneficios obtenidos por el mismo. (Tarquin, 2012)

La directriz para la decisión es:

Si $B/C \geq 1$ se determina que el proyecto es económicamente aceptable para los estimados y la tasa de descuento aplicada.

Si $B/C < 1$ el proyecto no es económicamente aceptable.

La razón B/C se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios} - \text{contrabeneficios}}{\text{costos}} = \frac{B - D}{C}$$

V. SITUACIÓN ACTUAL

A. EMPRESA

La Embotelladora de Guatemala, se dedica a la producción y envasado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, contando con la maquinaria e instalaciones necesarias para dicha operación. Esta empresa cuenta con más de 50 años de experiencia en el mercado guatemalteco, logrando cumplir con las necesidades de sus consumidores, así como evolucionar según las tendencias del mercado para colocar su marca en la mente de los consumidores.

La Embotelladora de Guatemala se encuentra en constante búsqueda de métodos que aumenten la eficiencia y productividad de todos los departamentos que la conforman. En el caso del presente trabajo de graduación, se buscó una mejora en el departamento de producción, ya que se encontró una oportunidad de mejora para reducir tiempos muertos en la operación de cambio de formato.

B. PLANTA DE PRODUCCIÓN

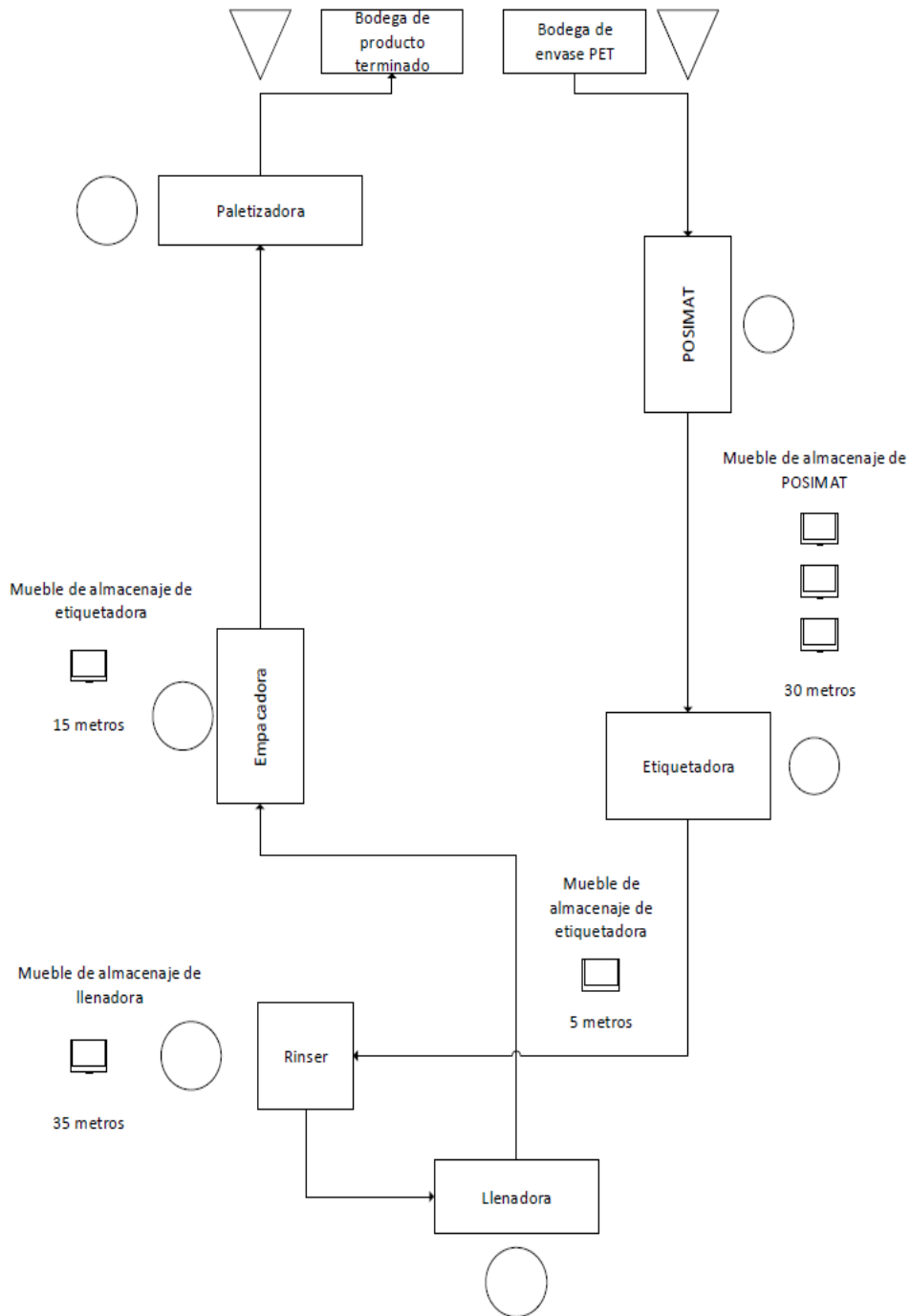
La planta de producción de la Embotelladora de Guatemala, cuenta con el personal operativo para la realización de las operaciones de envasado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Al ser una empresa con alta demanda en sus productos y manejar envase PET de 2 litros y de 20 onzas, la empresa debe ser capaz de adaptar la maquinaria a sus diferentes necesidades. Es por eso que se debe adaptar la línea de envasado a las presentaciones mencionadas, por lo que la compañía realiza un cambio de formato en las áreas de POSIMAT, etiquetadora, llenadora y empacadora. Para la realización de dicho cambio, la línea de envasado debe estar detenida en su totalidad, por seguridad de la maquinaria y la seguridad del operador que realice el cambio. La línea de envasado no inicia producción, hasta que en todas las máquinas mencionadas, se haya terminado la operación de cambio de formato.

El cambio de formato se realiza aproximadamente 8 veces al mes. Este cambio se efectúa, debido a que; el envase varía de tamaño, tipo de tapadera, tamaño de tapadera, tamaño de etiqueta, etc. El cambio de formato, implica modificar elementos mecánicos que adaptan la línea de envasado a las presentaciones mencionadas.

C. MAQUINARIA

El flujo del proceso de embotellado se muestra en la Ilustración 2, dando una idea de la ubicación de la maquinaria utilizada.

Ilustración 2 Diagrama de recorrido de planta de producción



Fuente: Elaboración propia

- **Transportador de envase**

Elemento mecánico encargado de transportar el envase hacia las diferentes estaciones de envasado de bebidas carbonatadas. El transportador conecta dichas estaciones.

- **POSIMAT**

Máquina encargada de introducir el envase de forma correcta al transportador de envase y enviarlo al área de etiquetadora.

- **Etiquetadora**

Máquina donde se coloca la etiqueta al envase PET para diferenciar los productos ofrecidos por la compañía.

- **Llenadora**

Máquina donde se introduce el líquido al envase PET.

- **Empacadora**

Máquina que empaca el producto para ser enviado al área de paletizadora y posteriormente ser almacenado.

- **Paletizadora**

Máquina encargada de colocar en pallets el producto terminado y ser almacenado posteriormente.

- **Formatos**

Elementos mecánicos utilizados para adaptar la maquinaria las diferentes presentaciones de envase PET manejadas por la compañía. Estos elementos varían dependiendo de la máquina a utilizar y la presentación a envasar, según el tamaño del envase.

- **Rinser**

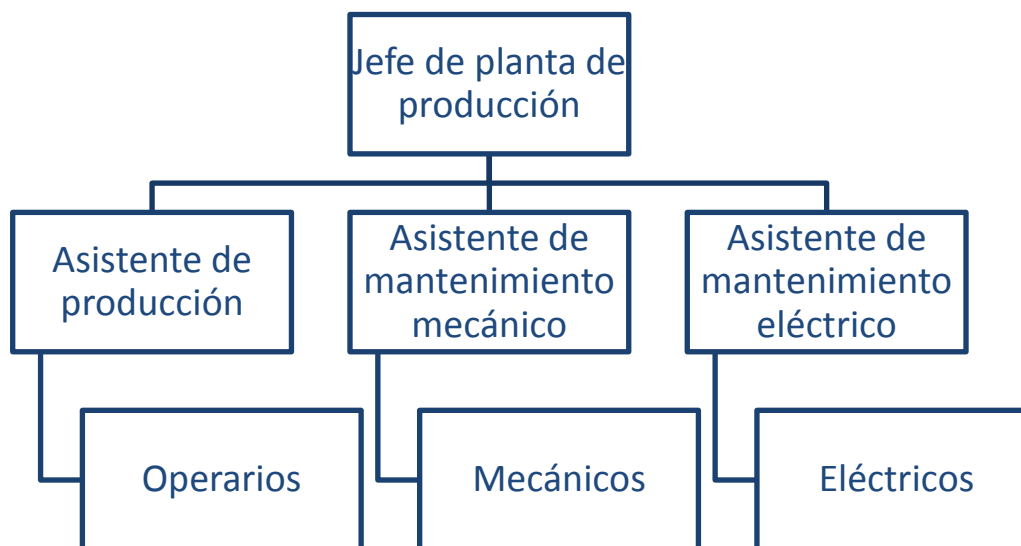
Máquina que realiza el lavado al envase PET antes de que ingrese a la llenadora.

D. ORGANIGRAMA

La Planta de Producción cuenta con el personal mostrado en la Ilustración 3, siendo esta, una referencia de la distribución jerárquica, ya que no se tuvo acceso al organigrama original por seguridad de la empresa.

Con el personal mencionado en la Ilustración 3, se tuvo comunicación durante la realización del presente trabajo de graduación, para concluir el análisis en la operación de cambio de formato en la línea de envasado.

Ilustración 3 Organigrama, planta de producción



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Personal relacionado con proceso de cambio de formato

Puesto	Cantidad
Jefe de planta de producción	1
Asistente de producción	1
Asistente de mantenimiento eléctrico	1
Asistente de mantenimiento mecánico	1
Operarios	12
Mecánicos	2
Eléctricos	2

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5 muestra el número de personas que tienen relación con la línea de envasado que se analizará. Las tareas de cada uno de los puestos mencionados es la siguiente:

- **Jefe de planta de producción**

Persona encargada de supervisar al asistente de producción, asistente de mantenimiento mecánico y eléctrico. Esta persona verifica el desarrollo del trabajo en el área de producción para posteriormente informar al Gerente de Producción.

- **Asistente de producción**

Persona encargada de llevar un control del desempeño del personal operador, verificando que se cumpla con el programa de producción, así como coordinar las jornadas laborales, según sea el caso.

- **Asistente de mantenimiento mecánico**

Persona encargada de supervisar al personal mecánico, programar y verificar la realización del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria utilizada para envasar. Debe atender las necesidades de la maquinaria utilizada en dado caso ocurra algún problema con la misma, de índole mecánico.

- **Asistente de mantenimiento eléctrico**

Persona encargada de supervisar al personal eléctrico así como programar y verificar la realización de los mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria utilizada para envasar. Debe atender las necesidades de la maquinaria utilizada en dado caso ocurra algún problema con la misma, de índole eléctrico.

- **Operador**

Persona encargada de un área específica en la línea de envasado. Supervisa el buen funcionamiento de la máquina, así como realizar el cambio de formato cuando sea necesario cambiar la presentación a envasar.

- **Mecánico**

Persona encargada de realizar el mantenimiento mecánico a la maquinaria utilizada para envasar. Debe atender las necesidades de la maquinaria en dado caso ocurra algún problema que afecte al equipo o atrase el programa de producción.

- **Eléctrico**

Persona encargada de realizar el mantenimiento eléctrico a la maquinaria utilizada para envasar. Esta persona debe atender las necesidades de la maquinaria en dado caso ocurra algún problema que afecte al equipo o atrase el programa de producción.

- **Volante**

Persona encargada de apoyar a cualquiera de las áreas donde se ausente una persona, o bien, sea necesaria su ayuda para cualquier otra tarea relacionada con la maquinaria de la línea de envasado.

E. DISTRIBUCIÓN DE MANO DE OBRA

POSIMAT y Paletizadora: una persona se encarga de ver el funcionamiento de ambas máquinas, así como de realizar el cambio de formato en el momento que sea necesaria esta operación en el área de POSIMAT. Paletizadora no hace cambio de formatos.

Etiquetadora y Empacadora: una persona es encargada de verificar el funcionamiento de ambas máquinas, así como de realizar el cambio de formato cuando sea necesario. Para el cambio de formato en esta área, el volante es el encargado de hacer el cambio en la empacadora, ya que el cambio de formato de estas áreas se hace de manera simultánea.

Llenadora: dos personas son las encargadas de verificar el buen funcionamiento de esta máquina, así como realizar el cambio de formato en el momento que sea necesario.

Así mismo, se cuenta con dos volantes en la línea de envasado que se encargan de ayudar al personal operativo responsable de la maquinaria ya mencionada. Estas personas suplen al personal al momento de ausentarse algún empleado, o bien, se encuentren en hora de desayuno, almuerzo, refacción o descanso.

La empresa realiza dos jornadas de trabajo, siendo estas de doce horas cada una. Es por eso que la compañía maneja dos turnos para realizar las actividades de envasado diurno y nocturno.

VI. PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO ACTUAL

Cada máquina que conforma la línea de envasado empieza la operación de cambio de formato, una vez terminada la producción correspondiente. Todas las máquinas inician dicha operación al mismo tiempo, lo que hace que cada máquina posea un tiempo independiente de cambio entre una maquinaria y otra. El proceso productivo de la línea de envasado empieza una vez terminado el cambio de formato en todas las máquinas que la conforman.

El proceso de cambio de formato se realiza en cuatro máquinas que conforman la línea de envasado, siendo estas POSIMAT, etiquetadora, llenadora y empacadora. Cada proceso fue observado y se realizaron la toma de tiempos correspondientes para determinar el tiempo estándar de cada área.

A. CÁLCULO DE MUESTRA PARA TOMA DE TIEMPOS

El cálculo de la muestra para realizar el estudio de tiempos se hizo como se explica en el capítulo IV inciso o del presente trabajo de graduación. El número de toma de tiempos para el cambio de formato, se determinó en base al tiempo de cambio en POSIMAT, esto porque la producción inicia hasta que esta máquina terminal a operación de cambio, y lo que se busca con este estudio es la reducción de tiempo de cambio de formato para que la línea de envasado inicie producción a la brevedad posible.

Tabla 6 Toma de tiempo para obtener muestra del estudio

Cambio	Tiempo
1	125.31
2	121.16
3	115.36
4	107.05
5	129.2
Promedio	119.61

Fuente: Elaboración propia.

- La Tabla 6, muestra la toma de tiempos realizadas a POSIMAT, obteniendo un rango de 22.15 y promedio de 119.62.
- Realizando la razón R/X , se obtiene como resultado 0.185
- Con una razón de R/X igual a 0.18, se determina que el número de toma de tiempos a realizar es de 10.

B. ANÁLISIS EN POSIMAT

Los tiempos cronometrados para el cambio de formatos se muestran en la Tabla 7, mostrando así, el tiempo de operación de cambio de formato por cada máquina que conforma la línea de envasado PET, así posteriormente, determinar el tiempo estándar para POSIMAT.

Tabla 7 Tiempo de cambio de formato, POSIMAT

Cambio No.	POSIMAT
1	135.05
2	140.56
3	107.34
4	90.53
5	93.13
6	120.47
7	95.34
8	103.45
9	115.44
10	130.23
Total	1131.54
Promedio	113.15

Fuente: Elaboración propia.

Para otorgar la calificación al ritmo de trabajo, se usará el método de nivelación, mostrando en la Tabla 8, las calificaciones otorgadas al operador. Estas calificaciones fueron otorgadas según se explica en el capítulo IV inciso e del presente trabajo de graduación.

Tabla 8 Calificación para operación de cambio de formato, POSIMAT

Operador	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias	Calificación	Calificación (C)%
POSIMAT	-0.03	-0.08	-0.03	0.03	$1-0.11=0.91$	89%

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención del tiempo normal y tiempo estándar de la operación de cambio de formato, se debe calcular según se muestra en el capítulo IV inciso g del presente trabajo de graduación.

En la Tabla 9 se muestra el Tiempo Estándar de la operación de cambio de formato en POSIMAT.

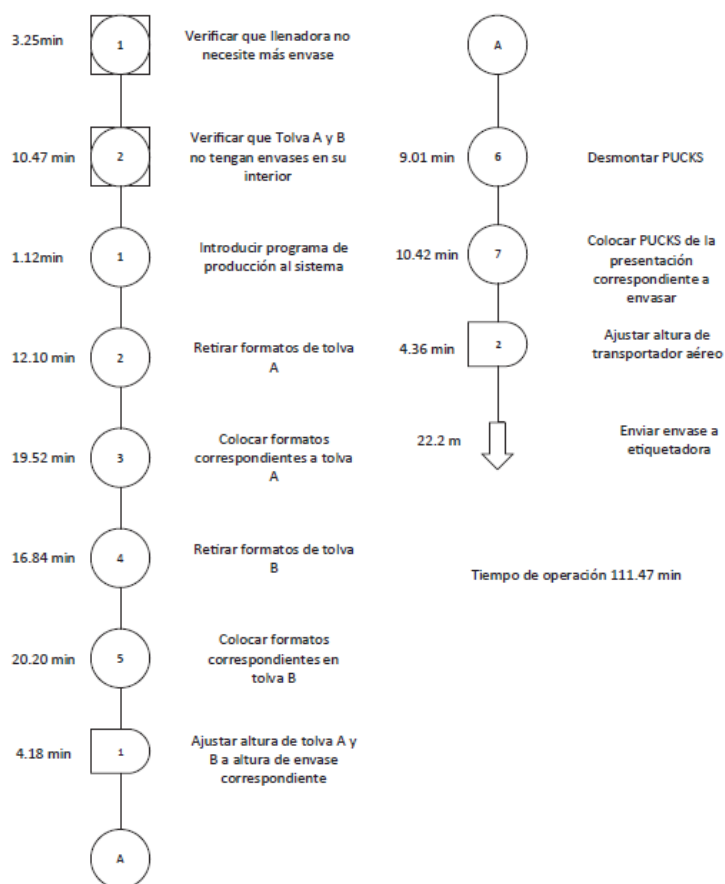
Tabla 9 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato, POSIMAT

Operador	Tiempo cronometrado (min)	Calificación	Tiempo normal (min)	Holgura	Tiempo estándar (min)
POSIMAT	115.13	89%	103	9%	111.47

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la toma de tiempos, se determinó que el diagrama de flujo del proceso de cambio en POSIMAT queda como se muestra en la Ilustración 4.

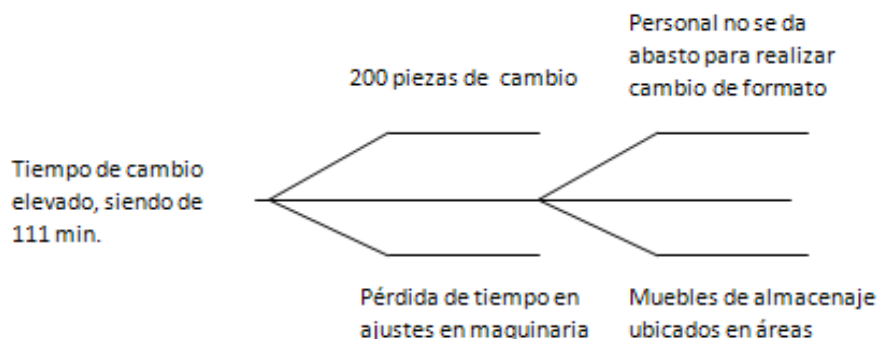
Ilustración 4 Diagrama de operaciones, POSIMAT



Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación-inspección		2
Operación		7
Demora		2
Transporte		1

Al observar el proceso de cambio de formato en POSIMAT, se encontraron las posibles causas del problema, las cuales se muestran en la Ilustración 5.

Ilustración 5 Análisis de ISHIKAWA para POSIMAT



Fuente: Elaboración propia

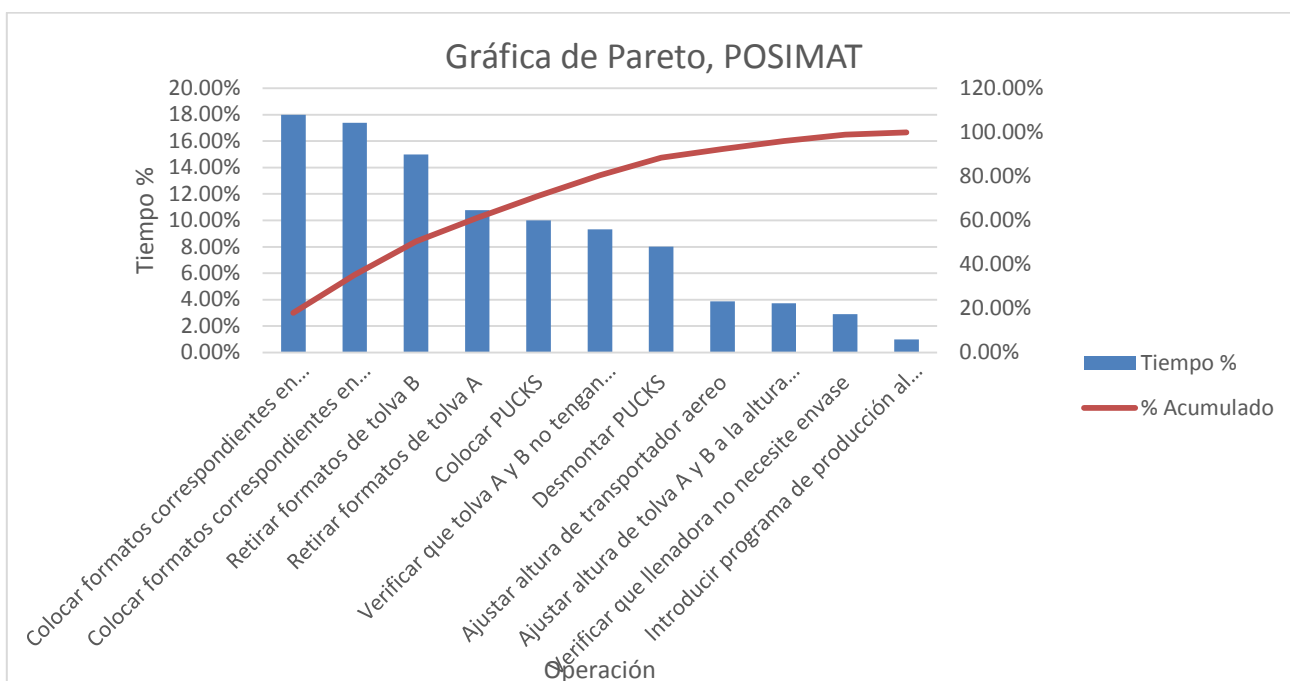
En el área del POSIMAT (ver Anexo1) al analizar cada paso para hacer el cambio de formato, se determinó que el 80% del tiempo de cambio de formato, está dado por 6 actividades (ver Tabla 10). La Gráfica 1, muestra el análisis de Pareto realizado para esta área.

Tabla 10 Análisis de Pareto para POSIMAT

Operación	Tiempo	Tiempo %	% Acumulado
Colocar formatos correspondientes en tolva B	20.20	17.99%	17.99%
Colocar formatos correspondientes en tolva A	19.52	17.39%	35.38%
Retirar formatos de tolva B	16.84	15.00%	50.38%
Retirar formatos de tolva A	12.10	10.78%	61.16%
Colocar PUCKS	10.42	9.99%	71.15%
Verificar que tolva A y B no tengan envase en su interior	10.47	9.33%	80.48%
Desmontar PUCKS	9.01	8.03%	88.50%
Ajustar altura de transportador aéreo	4.36	3.88%	92.38%
Ajustar altura de tolva A y B a la altura de envase correspondiente	4.18	3.72%	96.11%
Verificar que llenadora no necesite envase	3.25	2.89%	99.00%
Introducir programa de producción al sistema de maquinaria	1.12	1.00%	100.00%
Total	111.47		

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 1 Tiempo de cambio en POSIMAT



Fuente: Elaboración propia

Se concluye que los principales problemas para esta área son:

- La persona que realiza el cambio de formato en Tolva A y Tolva B, no se da abasto para realizar la operación. (Ver anexo 1)
- Los muebles de almacenaje para esta área se encuentran lejanos al área de cambio, obligando a los operadores a colocar los formatos en el piso durante el tiempo de cambio, lo que ocasiona una reducción de espacio dentro del área de cambio, dificultando la movilización. (Ver anexo 2)
- Para trasladar los formatos al área de POSIMAT, el operador recorre 30 metros, realizando hasta 50 viajes para esta área para alcanzar los formatos que son necesarios, ya que son 206 formatos.

C. ANÁLISIS EN ETIQUETADORA

Los tiempos cronometrados para el cambio de formatos se muestran en la Tabla 11, mostrando así, el tiempo de operación de cambio de formato por cada máquina que conforma la línea de envasado PET, así posteriormente, determinar el tiempo estándar de cada máquina.

Tabla 11 Tiempo de cambio de formato, etiquetadora

Cambio No.	Etiquetadora
1	45.23
2	50.34
3	49.05
4	56.23
5	45.39
6	38.27
7	49.28
8	59.6
9	60.31
10	58.19
Total	511.89
Promedio	51.19

Fuente: Elaboración propia.

Para otorgar la calificación al ritmo de trabajo, se usará el método de nivelación, mostrando en la Tabla 12, las calificaciones otorgadas al operador. Estas calificaciones fueron otorgadas según se explica en el capítulo IV inciso e del presente trabajo de graduación.

Tabla 12 Calificación para operación de cambio de formato, etiquetadora

Operador	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias	Calificación	Calificación (C)%
Etiquetadora	0.07	0	-0.03	0.07	$1+0.07=1.07$	107%

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención del tiempo normal y tiempo estándar de la operación de cambio de formato, se debe calcular según se muestra en el capítulo IV inciso g del presente trabajo de graduación.

En la Tabla 13 se muestra el Tiempo Estándar de la operación de cambio de formato para etiquetadora.

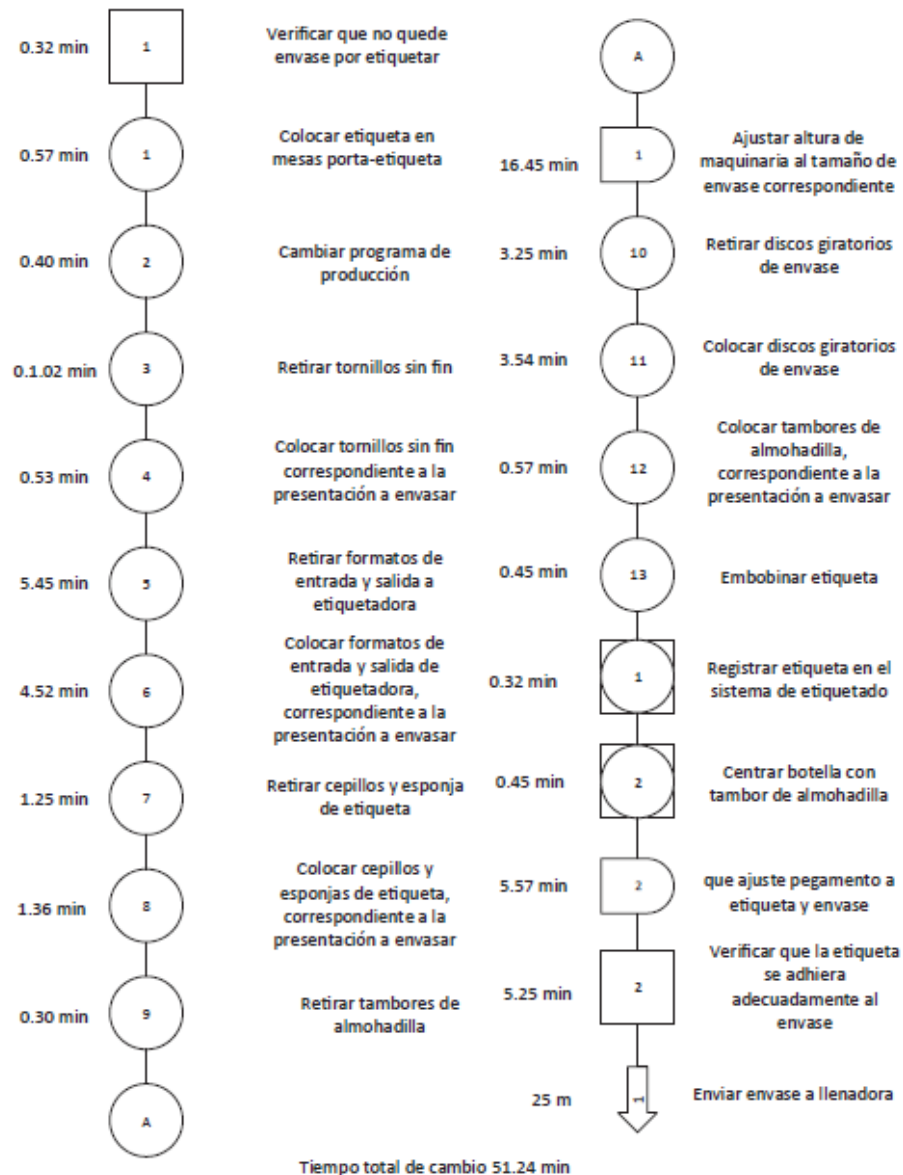
Tabla 13 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato, etiquetadora

Operador	Tiempo cronometrado (min)	Calificación	Tiempo normal (min)	Holgura	Tiempo estándar (min)
Etiquetadora	43.54	107%	47.01	9%	51.24

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la toma de tiempos, se determinó que el diagrama de flujo del proceso de cambio en Etiquetadora queda como se muestra en la Ilustración 6.

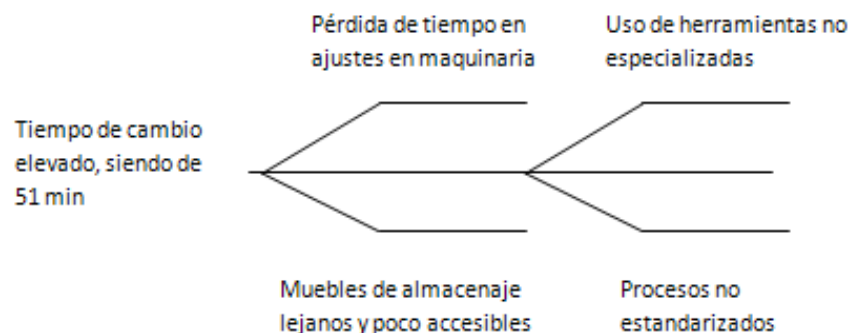
Ilustración 6 Diagrama de operaciones, etiquetadora



Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación-inspección		2
Operación		13
Demora		2
Inspección		2
Transporte		1

Al observar el proceso de cambio de formato en etiquetadora, se encontraron las posibles causas del problema, las cuales se muestran en la Ilustración 7.

Ilustración 7 Análisis de ISHIKAWA para etiquetadora



Fuente: Elaboración propia

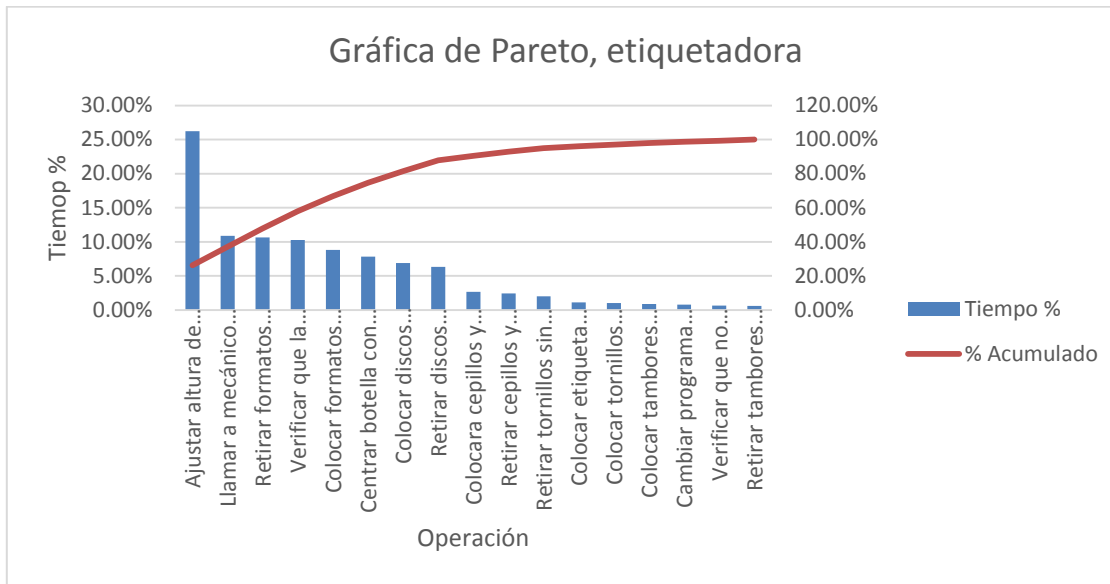
En Etiquetadora, ver Anexo 3, al analizar cada paso para hacer el cambio de formato en esta área, se determinó que las actividades que más tiempo representan son 4, (ver Tabla 14). La Gráfica 2, muestra el análisis de Pareto realizado para esta área.

Tabla 14 Análisis de Pareto para etiquetadora

Operación	Tiempo	Tiempo %	% Acumulado
Ajustar altura de maquinaria al envase correspondiente	16.45	26.25%	26.25%
Llamar a mecánico para que ajuste pegamento de etiqueta	5.57	10.87%	37.12%
Retirar formatos de salida y entrada a etiquetadora	5.45	10.64%	47.76%
Verificar que la etiqueta se adhiera adecuadamente al envase	5.25	10.25%	58.00%
Colocar formatos correspondientes de entrada y salida de etiquetadora	4.52	8.82%	66.82%
Centrar botella con tambores de almohadilla	4.01	7.83%	74.65%
Colocar discos giratorios de envase	3.54	6.91%	81.56%
Retirar discos giratorios de envase	3.25	6.34%	87.90%
Colocar cepillos y esponjas de etiqueta correspondientes	1.36	2.65%	90.55%
Retirar cepillos y esponjas de etiqueta	1.25	2.44%	92.99%
Retirar tornillos sin fin	1.02	1.99%	94.98%
Colocar etiqueta en mesas porta-etiquetas	0.57	1.11%	96.10%
Colocar tornillos sin fin correspondientes a la presentación a etiquetar	0.53	1.03%	97.13%
Colocar tambores de almohadilla correspondientes	0.45	0.88%	98.01%
Cambiar programa de producción	0.40	0.78%	98.79%
Verificar que no quede envase por etiquetar	0.32	0.62%	99.41%
Retirar tambores de almohadilla	0.30	0.59%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 2 Tiempo de cambio en etiquetadora



Fuente: Elaboración propia

Se concluye que los principales problemas para esta área son:

- La actividad que representa 26.25% es el de ajuste de nivel para maquinaria, esto debido a que perdió su punto cero, causando que el nivel de la máquina varíe y no está estandarizada la nivelación. El anexo 4 muestra los elementos que ajustan la altura de la maquinaria al envase deseado.
- Los formatos utilizados en esta área están almacenados a 8 metros, lo que dificulta la adquisición del mismo, ya que se deben hacer 10 viajes para adquirirlos.

D. ANÁLISIS EN LLENADORA

Los tiempos cronometrados para el cambio de formatos se muestran en la Tabla 15, mostrando así, el tiempo de operación de cambio de formato por cada máquina que conforma la línea de envasado PET, así posteriormente, determinar el tiempo estándar de cada máquina.

Tabla 15 Tiempo de cambio de formato, llenadora

Cambio No.	Llenadora
1	88.56
2	95.36
3	75.4
4	84.25
5	99.29
6	85.12
7	110.53
8	73.49
9	97.52
10	100.51
Total	910.03
Promedio	91

Fuente: Elaboración propia.

Para otorgar la calificación al ritmo de trabajo, se usará el método de nivelación, mostrando en la Tabla 16, las calificaciones otorgadas al operador. Estas calificaciones fueron otorgadas según se explica en el capítulo IV inciso e del presente trabajo de graduación.

Tabla 16 Calificación para operación de cambio de formato, llenadora

Operador	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias	Calificación	Calificación (C)%
Llenadora	0.05	0.08	-0.03	0.05	$1+0.15=1.15$	115%

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención del tiempo normal y tiempo estándar de la operación de cambio de formato, se debe calcular según se muestra en el capítulo IV inciso g del presente trabajo de graduación.

En la Tabla 17 se muestra el Tiempo Estándar de la operación de cambio de formato para llenadora.

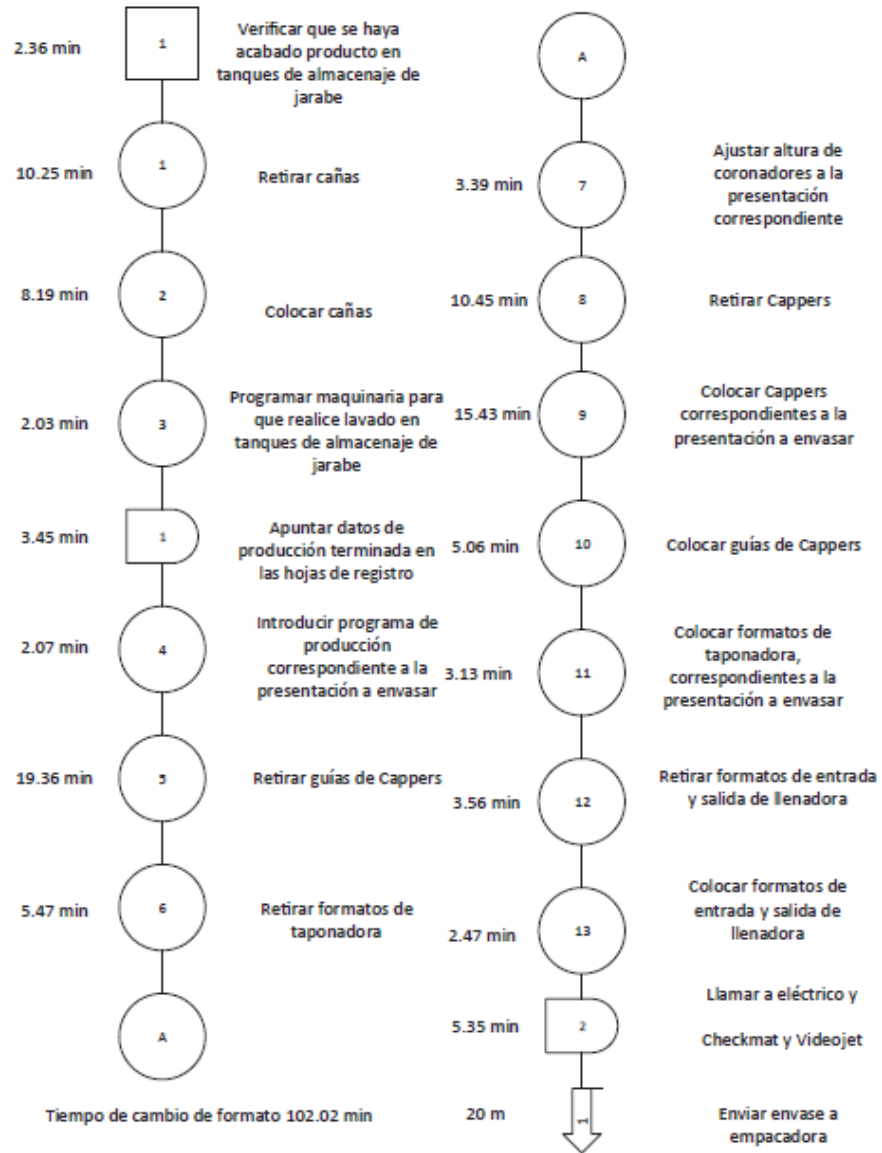
Tabla 17 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato, llenadora

Operador	Tiempo cronometrado (min)	Calificación	Tiempo normal (min)	Holgura	Tiempo estándar (min)
Llenadora	81.12	115%	93.28	9%	102.02

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la toma de tiempos, se determinó que el diagrama de flujo del proceso de cambio en Llenadora queda como se muestra en la Ilustración 8.

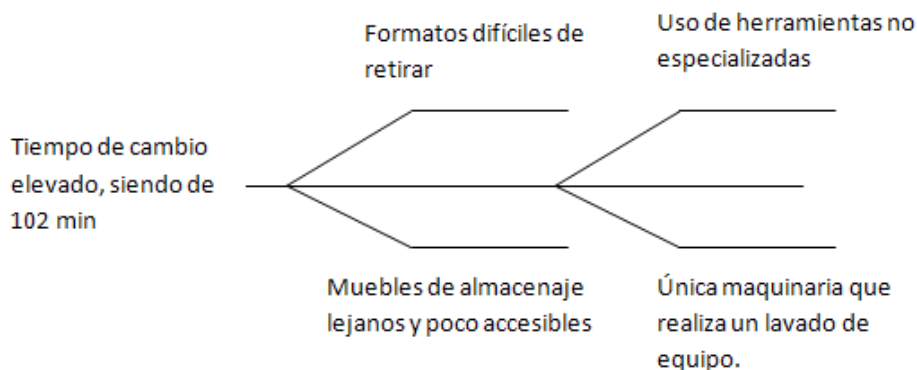
Ilustración 8 Diagrama de operaciones, llenadora



Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación	(○)	13
Demora	[D]	2
Inspección	[□]	1
Transporte	↓	1

Al observar el proceso de cambio de formato en llenadora, se encontraron las posibles causas del problema, las cuales se muestran en la Ilustración 9.

Ilustración 9 Análisis de ISHIKAWA para llenadora



Fuente: Elaboración propia.

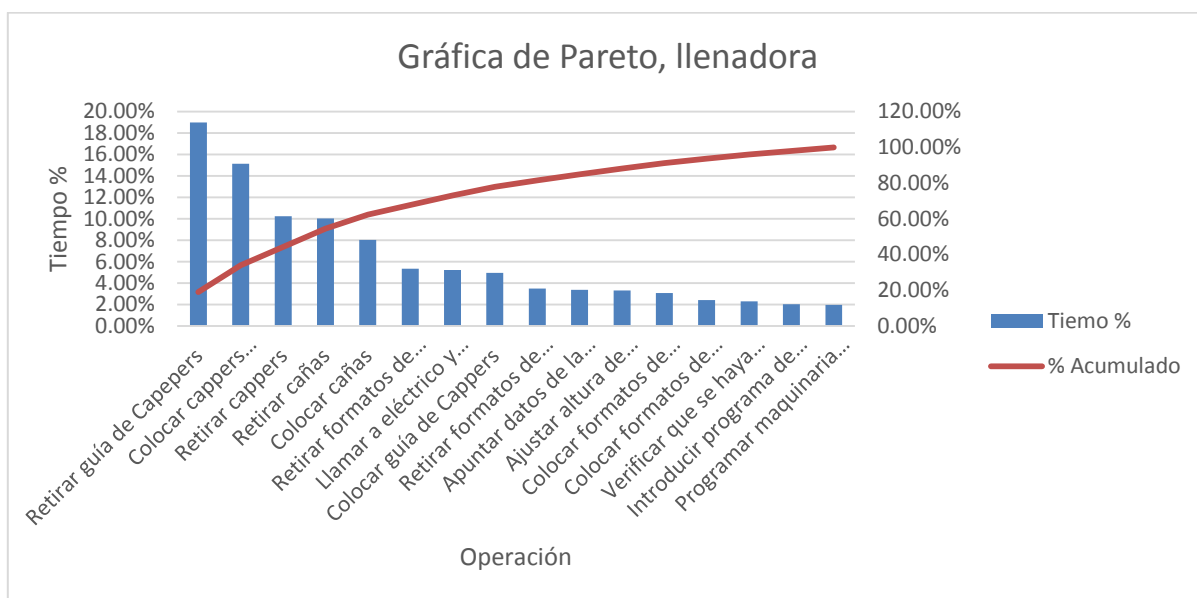
En la Llenadora (ver Anexo 5) 44% del tiempo de cambio está dado por 3 actividades, ver Tabla 18. La Gráfica 3, muestra el análisis de Pareto que se realizó para esta área.

Tabla 18 Análisis de Pareto para llenadora

Operación	Tiempo	Tiempo %	% Acumulado
Retirarguía de Capepers	19.36	18.98%	18.98%
Colocar cappers correspondientes	15.43	15.12%	34.10%
Retirar cappers	10.45	10.24%	44.34%
Retirarcañas	10.25	10.05%	54.39%
Colocarcañas	8.19	8.03%	62.42%
Retirarformatos de taponadera	5.47	5.36%	67.78%
Llamar a eléctrico y mecánico para que ajuste mecanismos para colocar fecha de vencimiento del producto	5.35	5.24%	73.02%
Colocarguía de Cappers	5.06	4.96%	77.98%
Retirar formatos de entrada y salida de llenadora	3.56	3.49%	81.47%
Apuntar datos de la producción terminada en la hoja de registro	3.45	3.38%	84.86%
Ajustar altura de taponadores a la presentación correspondiente	3.39	3.32%	88.18%
Colocar formatos de taponadora, correspondientes a la presentación a envasar	3.13	3.07%	91.25%
Colocar formatos de entrada y salida de llenadora correspondientes	2.47	2.42%	93.67%
Verificar que se haya terminado el producto en los tanques de almacenaje	2.36	2.31%	95.98%
Introducir programa de producción correspondiente al sistema	2.07	2.03%	98.01%
Programar maquinaria para que realice el lavado correspondiente	2.03	1.99%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3 Tiempo de cambio en llenadora



Fuente: Elaboración propia.

- Para el área de llenadora se concluye:
- Las actividades de retirar guía de Cappers, retirar y colocar los Capper's, representan un 44% del tiempo de operación (ver tabla 18). Los Capper's son elementos mecánicos que colocan la tapadera al envase PET, ver anexo 6.
- La llenadora debe realizar un lavado en tuberías de jarabe y tanques de jarabe para garantizar la calidad del producto. Por lo tanto, el tiempo de cambio de formato de esta se podrá reducir el tiempo que le tome a la maquinaria realizar dicho lavado, ya que mientras la maquinaria realiza esta operación, se puede estar ejecutando el cambio de formato.
- Los formatos necesarios en esta área, se encuentran almacenados a 25 metros de donde son requeridos y son colocados en el piso al momento de realizar el cambio en la maquinaria.
- Esta área no cuenta con ningún mecanismo para trasladar los formatos al área donde son requeridos. Actualmente, estos son cargados hasta el lugar donde se necesitan, lo que puede dañar el formato o al operador que ejecute dicha acción (Ver anexo 7).
- La guía de Cappers es un elemento que es difícil de retirar, al estar ajustado con 30 tuercas, las cuales deben ser retiradas una por una para proceder a quitar el Capper. Para esta operación se utiliza una llave inglesa, la cual es muy difícil de maniobrar.

E. ANÁLISIS EN EMPACADORA

Los tiempos cronometrados para el cambio de formatos se muestran en la Tabla 19, mostrando así, el tiempo de operación de cambio de formato por cada máquina que conforma la línea de envasado PET, así posteriormente, determinar el tiempo estándar de cada máquina.

Tabla 19 Tiempo de cambio de formato, empacadora

Cambio No.	Empacadora
1	45.15
2	50.28
3	40.25
4	46.19
5	40.01
6	48.37
7	55.32
8	35.28
9	38.55
10	35.44
Total	434.83
Promedio	43.48

Fuente: Elaboración propia.

Para otorgar la calificación al ritmo de trabajo, se usará el método de nivelación, mostrando en la Tabla 20, las calificaciones otorgadas al operador. Estas calificaciones fueron otorgadas según se explica en el capítulo IV inciso e del presente trabajo de graduación.

Tabla 20 Calificación para operación de cambio de formato, empacadora

Operador	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias	Calificación	Calificación (C)%
Empacadora	0.1	-0.07	-0.03	0.02	$1+0.02=1.18$	102%

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención del tiempo normal y tiempo estándar de la operación de cambio de formato, se debe calcular según se muestra en el capítulo IV inciso g del presente trabajo de graduación.

En la Tabla 21 se muestra el Tiempo Estándar de la operación de cambio de formato para empacadora.

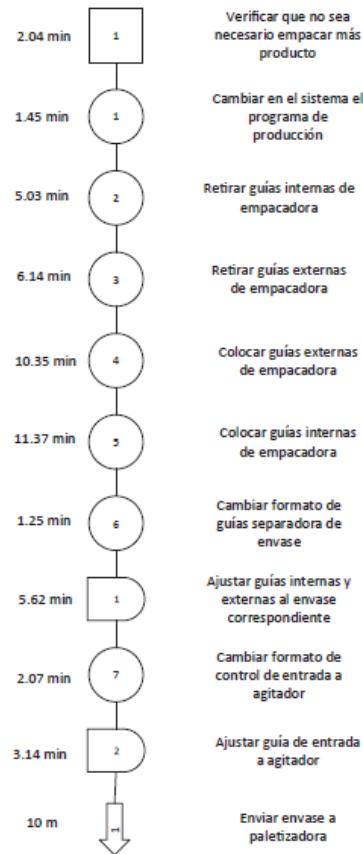
Tabla 21 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato, empacadora

Operador	Tiempo cronometrado (min)	Calificación	Tiempo normal (min)	Holgura	Tiempo estándar (min)
Empacadora	44.49	102%	45.38	9%	48.46

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la toma de tiempos, se determinó que el diagrama de flujo del proceso de cambio en Etiquetadora queda como se muestra en la Ilustración 10.

Ilustración 10 Diagrama de operaciones, empacadora

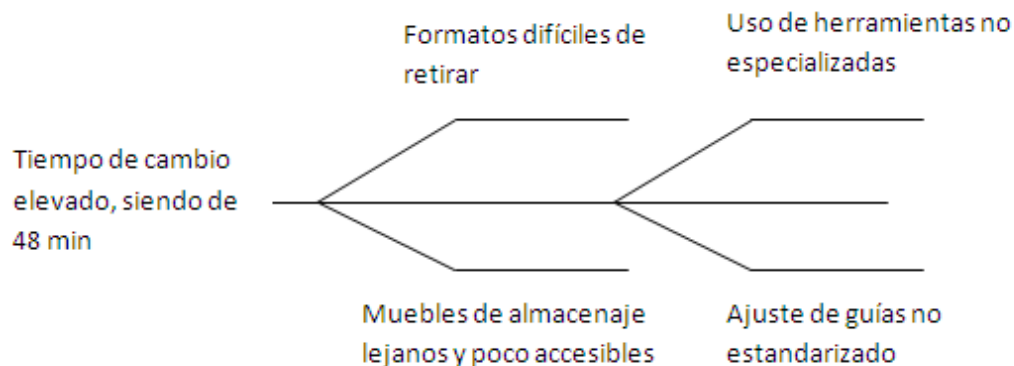


Tiempo de cambio de formato 48.46 min

Descripción	Símbolo	Cantidad
Inspección		1
Operación		7
Demora		2
Transporte		1

Al observar el proceso de cambio de formato en empacadora, se encontraron las posibles causas del problema, las cuales se muestran en la Ilustración 11.

Ilustración 11 Análisis de ISHIKAWA para llenadora



Fuente: Elaboración propia

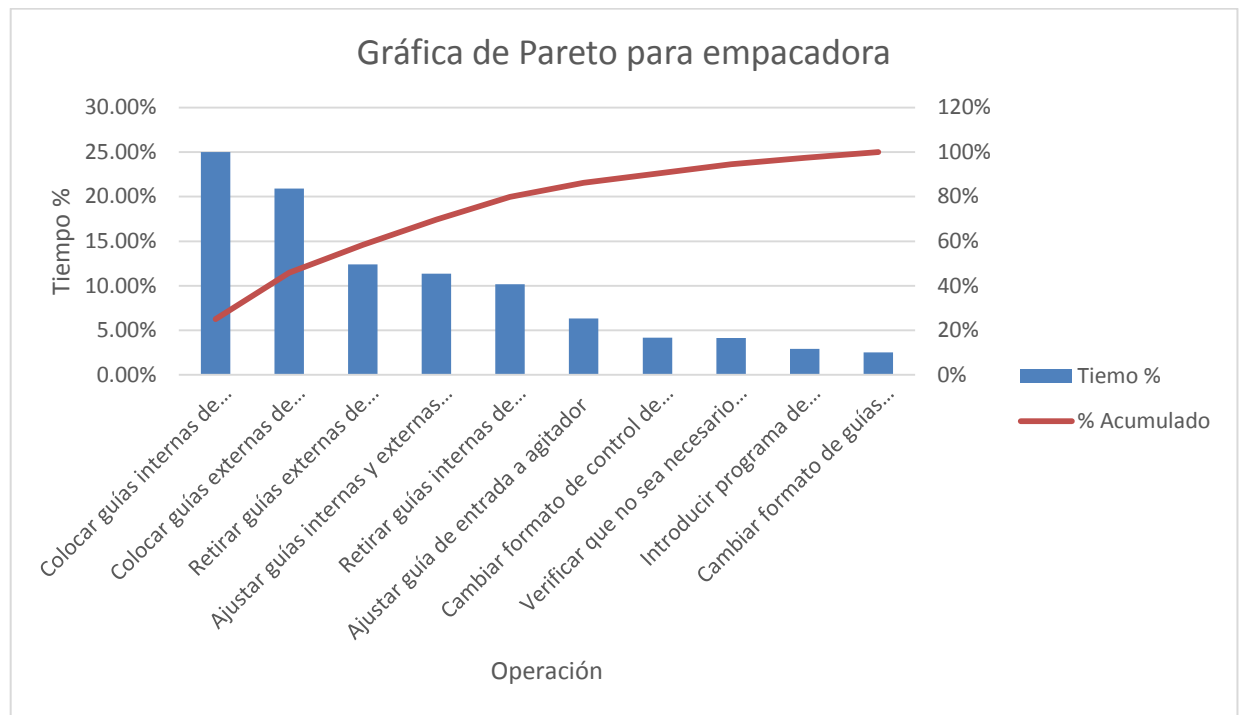
En empacadora (ver Anexo 8) el 80% del tiempo de cambio de formato está dado por retirar y colocar las guías de la maquinaria, así como hacer el ajuste de las mismas para adaptarse al envase correspondiente (ver Anexo 9 y Anexo 10). La Gráfica 4 muestra el análisis de Pareto realizado para esta área.

Tabla 22 Análisis de Pareto para empacadora

Operación	Tiempo	Tiempo %	% Acumulado
Colocar guías internas de empacadora	11.37	25.01%	25%
Colocar guías externas de empacadora	10.35	20.93%	46%
Retirar guías externas de empacadora	6.14	12.41%	58%
Ajustar guías internas y externas al envase correspondiente	5.62	11.36%	70%
Retirar guías internas de empacadora	5.03	10.17%	80%
Ajustar guía de entrada a agitador	3.14	6.35%	86%
Cambiar formato de control de entrada a agitador	2.07	4.19%	90%
Verificar que no sea necesario empacar más envase	2.04	4.12%	95%
Introducir programa de producción al sistema de la maquinaria	1.45	2.93%	97%
Cambiar formato de guías separadora de envase	1.25	2.53%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4 Tiempo de cambio en empacadora



Fuente: Elaboración propia.

Para el área de empacadora se concluye que:

- Las guías son elementos pesados que dificultan su manejo, al realizar la operación de cambio de estos elementos es complicado en cuanto a manejo de formatos.
- El ajuste de guías no está estandarizado, al no contar con una medida exacta para realizar el ajuste de estos mecanismos al envase que se empacará.
- Las guías son colocadas en el piso al momento de realizar el cambio de formato, por lo que el operario debe agacharse y recoger estos elementos y se debe tomar en cuenta que son pesados.

F. ANÁLISIS DE TODA LA LÍNEA DE ENVASADO

El análisis del proceso de cambio de formato que se realizó en cada área, ayudó a determinar las principales fuentes de retraso, así como, encontrar los cuellos de botella para cada área. La Tabla 23 muestra las principales fuentes de retraso para cada área, según el número de operarios que se encuentren en esa máquina, las herramientas y el almacenaje de los formatos necesarios para cada área.

Tabla 23 Principales fuentes de retraso en maquinaria

Máquina	Problema	
POSIMAT	Personal operativo	Para el cambio de formato en esta área, una persona realiza dicha operación y no se da abasto para realizar esta actividad en menos de 100 minutos, ya que son más de 200 piezas de cambio.
	Muebles de almacenaje	Los muebles de almacenaje para esta área se encuentran a 30 metros de distancia de donde son requeridos, siendo necesario trasladar más de 200 piezas al área desea. En esta área no se cuenta con ningún mecanismo que facilite el traslado de los formatos, teniendo que realizar hasta 50 viajes para alcanzar los elementos deseados.
	Herramientas	Esta área no utiliza herramientas para realizar un cambio de formato.
Etiquetadora	Personal operativo	Una persona realiza el cambio de formato en esta área.
	Muebles de almacenaje	Los muebles de almacenaje para esta área se encuentran en lugares poco accesibles para el operario, lo que dificulta el traslado de los formatos deseados.
	Herramientas	Esta área posee un desajuste en la maquinaria utilizada, lo que retrasa el proceso de cambio de formato, ya que se debe ajustar, dicha maquinaria, a los elementos deseados del envase.
Llenadora	Personal operativo	Dos personas son las encargadas de esta área, lo que facilita el cambio de formato.
	Muebles de almacenaje	Los muebles de almacenaje para esta área se encuentran a 35 metros de distancia, lo que dificulta el traslado de los elementos deseados. No se cuenta con ningún mecanismo de traslado para los mismos.
	Herramientas	Las herramientas utilizadas para el cambio de formato no son especiales para la operación, lo que dificulta el uso de las mismas.
Empacadora	Personal operativo	Una persona no se da abasto a realizar el cambio en esta área, ya que los formatos son pesados y difíciles de colocar.
	Muebles de almacenaje	Las guías necesarias en esta máquina se encuentran almacenadas en el mismo mueble que los formatos de etiquetadora.
	Herramientas	No se cuenta con ninguna herramienta que facilite el ajuste de guías al envase deseado, lo que dificulta el cambio de formato en esta área.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24 Tiempo normal y tiempo estándar de cambio de formato

Operador	Tiempo estándar (min)
POSIMAT	111.47
Etiquetadora	51.24
Llenadora	102.02
Empacadora	48.46

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de cambio de formato tiene una duración de 111.47 minutos, este tiempo, ya toma en cuenta las necesidades básicas del operador, así como demoras inevitables durante el proceso de cambio de formato. Se necesitan 111.47 minutos, para iniciar nuevamente el proceso productivo de la línea de envasado.

El almacenaje de los formatos para cada maquinaria que conforma la línea de envasado, se muestra en el Anexo 11, lo que da una idea de cómo están ubicados estos muebles. Los muebles están ubicados de esta forma, ya que no se encuentra con suficiente espacio dentro de la planta de producción, para acercarlos más al área donde son requeridas. Todos los formatos son cargados desde el área de almacenaje, hasta donde son necesarios, lo que aumenta el riesgo de dañar el mecanismo o al operador que realice dicha operación.

VII. PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO.

Para crear la propuesta de mejora, se trabajó directamente con el personal mencionado en la Tabla 5. Como bien se mencionó en el capítulo V y capítulo VI, era necesario un análisis de cada proceso, para determinar los problemas de cada área y proceder a su optimización o cambio total si fuese necesario. Para esto se trabajó con todo el personal, tanto operativo como gerencial, ya que se buscaba que la empresa realizara una inversión en muebles, capacitación y contratación de más empleados, si fuera el caso.

La observación de los procesos de cambio de formato, toma de tiempo de cada área involucrada, así como las reuniones semanales realizadas con el personal involucrado con el proceso, ayudó a determinar las principales fuentes de retraso. De esta forma se obtuvieron las ideas para agilizar el proceso. Sin embargo, estas debían cumplir con ciertos parámetros establecidos por el área de mantenimiento mecánico y eléctrico, ya que el objetivo era que la maquinaria no sufriese ningún daño por alguna mala práctica al momento de realizar la operación de cambio de formato. En el caso del personal operativo, se buscaba que las herramientas utilizadas, así como el proceso de mejora propuesto no afectara la salud de la persona, ya que se desea que este tenga un desempeño óptimo en el área laboral por medio del buen estado de salud.

Para la evaluación de las propuestas, se utilizó matrices de decisión, como se indica en el capítulo IV inciso j y k del presente trabajo de graduación, y así otorgar una calificación a las ideas obtenidas por parte de todo el personal involucrado con el proceso. Se establecieron los criterios y ponderaciones siguientes:

- **Facilidad de implementación.**

La evaluación de este criterio se estableció porque la planta necesitaba ver resultados en la disminución de tiempo en la operación de cambio de formato de forma inmediata, ya que en los últimos años, ha aumentado la producción, dejando a la planta con poco margen para realizar pruebas que lleven mucho tiempo de implementación más el periodo de prueba correspondiente. Es por eso que a este criterio se le estableció un peso de 10.

- **Ayuda de ergonomía de operación.**

La salud del personal involucrado con el proceso es importante para la compañía, es por eso que se le estableció un peso de 8. Este peso es bajo, en comparación a la disminución de tiempo, la empresa ha analizado el proceso actual de manera que las

herramientas sean aptas para su uso sin dañar la salud del personal. Este criterio fue establecido a causa de que existen formatos que son pesados y son trasladados del área de almacenaje, cargados o arrastrados, lo que puede causar un problema en la salud del operario.

- **Garantizar el buen funcionamiento de maquinaria.**

Al revisar la diversidad de alternativas para optimizar el proceso de cambio de formato, se encontraron alternativas que podrían causar problemas en la maquinaria si fuesen mal ejecutadas, es por eso que era importante la evaluación de las alternativas con base en este criterio establecido por el área de mantenimiento mecánico y eléctrico. Para este criterio se estableció un peso de 8, ya que utilizar herramientas que no sujetaran de manera adecuada al formato o a la maquinaria utilizada, podría provocar pérdidas mayores de tiempo, o en el peor de los casos, arruinar la máquina, causando un atraso en la producción hasta por varios días.

- **Bajo costo.**

El criterio de bajo costo es el que menor peso posee, esto debido a que la compañía estaba en la mejor de las disposiciones a realizar las inversiones necesarias para optimizar el proceso de cambio de formato, siempre y cuando, el tiempo de cambio de formato se viera reducido en por lo menos 25%. El peso establecido para este criterio de evaluación fue de 5 porque se buscaba que las herramientas, muebles y hasta en las capacitaciones que hubiese que invertir, fueran hechas con el objetivo de disminuir el tiempo de cambio de formato.

Al evaluar cada maquinaria que conforma la línea de envasado, se obtuvieron diversidad de ideas, algunas de las cuales fueron descartadas al momento de su evaluación y verificando si cumplían con los requisitos de seguridad del equipo, disminución de tiempo, etc.

Así mismo, fue evaluado cada proceso para determinar qué actividades podrían ser realizadas antes de que la maquinaria detenga su proceso productivo, para esto se separaron las actividades de la siguiente forma:

Actividades internas: Las actividades internas fueron las clasificadas como toda actividad que no se podría realizar antes de que la maquinaria terminara su proceso productivo, siendo éstas las esenciales para realizar el proceso de cambio de formato. Las actividades internas involucran todos los cambios de formato dentro de la maquinaria, así como ajustes a la misma para adaptar los mecanismos al envase correspondiente.

Actividades externas: Las actividades externas fueron clasificadas como toda actividad que se podría realizar antes de que la maquinaria termine su proceso productivo, siendo estas las actividades como obtener las herramientas necesarias para el cambio de formato y acercar los formatos deseados al área de cambio.

Al separar las actividades en internas y externas, se pretende que todos los elementos necesarios para la operación de cambio de formato se realicen sin interrupción y tener a mano los elementos necesarios como herramientas y los formatos.

A. PROPUESTA DE MEJORA PARA POSIMAT,

En POSIMAT las alternativas evaluadas son las mostradas en la Tabla 25, la contratación de personal para el área, solicitar ayuda del personal de bodega y por último, solicitar ayuda del volante.

Tabla 25 Evaluación de alternativas en POSIMAT

Área: POSIMAT		A		B		C	
Proyecto: Cambios rápidos	ALTERNATIVAS	Contratación de personal para el área		solicitar ayuda del personal de bodega		Solicitar ayuda de volante	
Fecha: -----							
Analista: Gabriela Rosales							
	Calificaciones y calificaciones ponderadas						
Factor/consideración	PESO	A		B		C	
Facilidad de implementación	10	2	20	8	80	1	10
Ayuda en ergonomía de operación	8	3	24	3	24	3	24
Garantiza el buen funcionamiento de maquinaria	8	4	32	4	32	4	32
Bajo costo	5	1	5	4	20	1	5
TOTAL			81		156		71

Fuente: Elaboración propia.

Para el área de POSIMAT se evaluaron las tres propuestas más relevantes, las cuales consistieron; en contratación de personal para ayudar al momento del cambio, sin embargo, esta opción no era la más atractiva para los jefes, ya que esto iba a incrementar el costo en salarios y la persona sería únicamente útil al momento de cambio de formato y no para otras actividades, debido a que los roles estaban ya bien definidos para cada línea de envasado, así como para cada maquinaria.

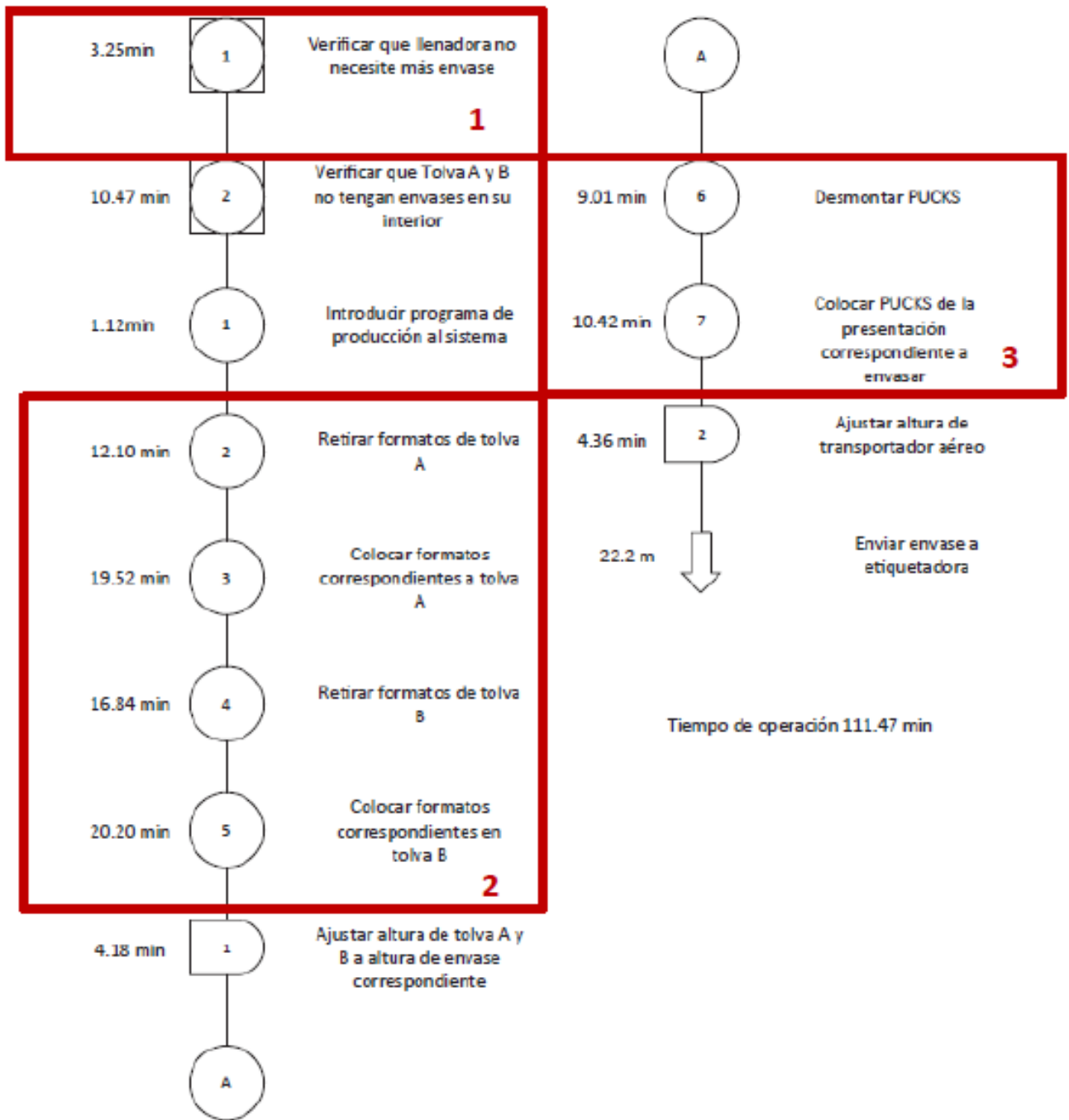
Se encontró la alternativa de que el personal de bodega ayudara con el cambio de formato en el POSIMAT, debido a que este personal estaba siendo contratado por la

empresa, y al momento del cambio, no realizaban ninguna tarea. Es por eso que solicitar la ayuda de este personal ayudaría a disminuir el tiempo de cambio de formato sin generar un costo adicional.

Solicitar ayuda de a los volantes fue otra opción, teniendo en cuenta que el volante sustituye al personal que se encuentre ausente por algún motivo. Sin embargo, los volantes son los encargados de realizar el cambio de formato en la empacadora, es por eso que ayudar al área de POSIMAT se podría hacer hasta después de terminar el cambio de formato en empacadora.

Al estar los muebles alejados del área de cambio, se propuso otorgar un mecanismo de traslado que facilite esta operación, por lo que el mueble de almacenaje quedó como se muestra en el Anexo 12 y el mecanismo de traslado es una carreta donde caben todos los formatos necesarios para cada tolva de POSIMAT, teniendo que realizar únicamente dos viajes para el traslado de formatos y no 50 como era anteriormente (ver Anexo 13). El costo de la carreta es de Q5,000.00.

Ilustración 12 Análisis de diagrama de operaciones, POSIMAT



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de las operaciones realizadas en el POSIMAT, dieron como resultado una posible mejora, siendo las actividades marcadas con rojo en la Ilustración 12.

- Operación-Inspección: la operación-inspección marcada dentro del cuadro número 1 en la Ilustración 12, fue catalogada como actividad externa, por lo que se procedió a eliminarla del diagrama de operaciones del POSIMAT.
- Operación: las operaciones marcadas dentro del cuadro número 2 en la Ilustración 12, fueron las actividades que representaban 61% del tiempo de cambio (ver capítulo VI inciso b) se evaluaron las alternativas de mejorar esta área, dando como resultado que la actividad que más ayudará para la disminución de tiempo será solicitar ayuda al personal de bodega.
- Operación: las operaciones marcadas dentro del cuadro número 3 en la Ilustración 12 son actividades realizadas de manera independiente, por lo que se determinó que es posible desmontar los PUCKS de la presentación utilizada e ir colocando los PUCKS de la presentación deseada.

B. PROPUESTA DE MEJORA PARA ETIQUETADORA

Para el área de etiquetadora no se obtuvieron muchas opciones para evaluar, ya que la actividad que mayor tiempo toma es ajustar altura de la maquinaria al envase, debido a un desajuste en la maquinaria, provocando un retraso durante el proceso de cambio de formato en esta área. La Tabla 26 muestra las opciones obtenidas para disminuir el tiempo de esta actividad y sus puntuaciones correspondientes.

Tabla 26 Evaluación de alternativas en etiquetadora

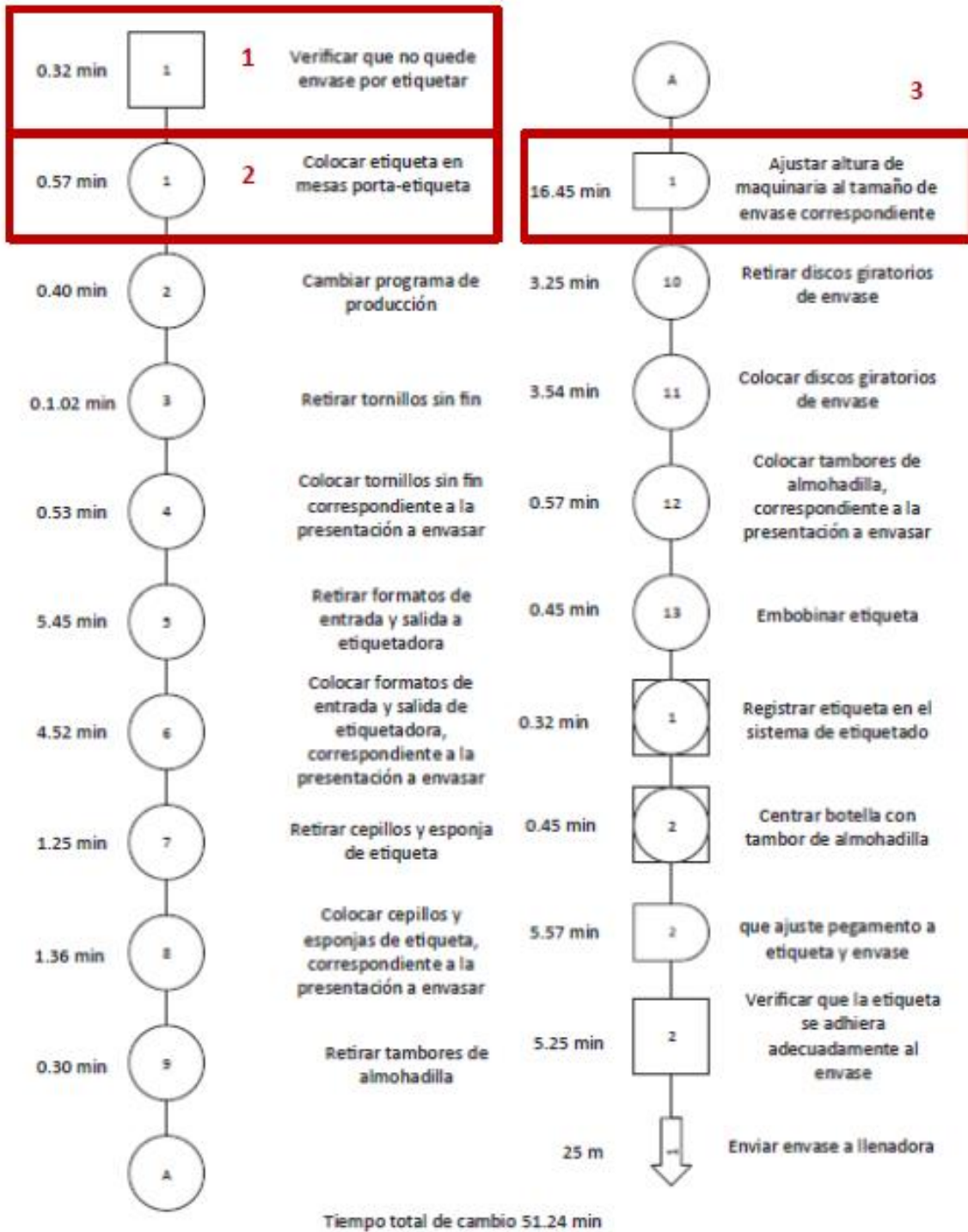
Área: Etiquetadora		A		B	
Proyecto: Cambios rápidos	ALTERNATIVAS	Restablecer el punto cero de mesas de ajuste de altura		Estandarizar las alturas de mesas de ajuste de altura	
Fecha: ----					
Analista: Gabriela Rosales					
	Calificaciones y calificaciones ponderadas				
Factor/consideración	PESO	A		B	
Facilidad de implementación	10	4	40	3	30
Ayuda en ergonomía de operación	8	4	32	4	32
Garantiza el buen funcionamiento de maquinaria	8	4	32	4	32
Bajo costo	5	1	5	3	3
TOTAL			109		97

Fuente: Elaboración propia.

Para el área de etiquetadora se tiene como cuello de botella el ajuste de alturas de las mesas, ya que están desequilibradas. Estas mesas dan la altura de la maquinaria para que la etiqueta sea pegada al envase. Es por eso que restablecer el punto cero de la misma es la opción más viable para disminuir el tiempo de cambio de formato, en comparación con la alternativa de estandarizar las alturas de mesas de ajustes. Esta opción se ha realizado en otras ocasiones, sin embargo, como estas mesas no se encuentran en buen estado, las alturas la desequilibran conforme se va utilizando la maquinaria, teniendo que buscar nuevamente las alturas que encajen con la etiqueta para el envase deseado.

Para esta área se invirtió en muebles que sean capaces de almacenar y trasladar los formatos cuando sea necesario, quedando como se muestra en el Anexo 15 y Anexo 16. El costo de la inversión en estos muebles fue de Q31,000.00. Estos muebles almacenan los formatos de la maquinaria de empacadora y etiquetadora, ya que no se cuenta con el espacio suficiente como para tener muebles independientes para cada una.

Ilustración 13 Análisis de diagrama de operaciones, etiquetadora



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de las operaciones realizadas en la etiquetadora, se concluyó como resultado una posible mejora, siendo las actividades marcadas con rojo en la Ilustración 13.

- Inspección: la actividad marcada dentro del cuadro número 1 en la Ilustración 13, puede ser catalogada como actividad externa, ya que el operario no debe iniciar su proceso de etiquetado hasta estar seguro que no existe más producto por etiquetar.
- Operación: la actividad marcada dentro del cuadro número 2 en la Ilustración 13, se cataloga como actividad externa, ya que la máquina posee 2 estaciones de trabajo, es decir, dos áreas de etiquetado e independientes una de otra, por lo que es posible terminar de etiquetar la presentación deseada, utilizando únicamente 1 estación, mientras que en la otra estación, puede ser colada la etiqueta de la presentación deseada.
- Operación: la actividad marcada dentro del cuadro número 3 en la Ilustración 13 representa un 26% (ver capítulo VI inciso c) del tiempo de cambio de formato, siendo la actividad que mayor tiempo de operación posee. Esta actividad toma tanto tiempo, pues los mecanismos que ajustan la maquinaria para etiquetar el envase de manera adecuada, no se encuentra en buen estado, lo que provoca que las alturas no sean estándares, sino van cambiando conforme se le va dando uso a este mecanismo. Es por eso que la mejor opción para lograr una disminución de tiempo significativa dentro de esta área, es restablecer el punto cero como bien se determinó con la matriz de decisión hecha para el área.

C. PROPUESTA DE MEJORA PARA LLENADORA

En el área de llenadora se encontró que retirar y colocar las guías de Capper's era el cuello de botella, por lo que disminuyendo el tiempo de esta actividad se podría reducir significativamente el tiempo de cambio total de esta área. Para esta operación, se evaluó; retirar guías de Capper's con pistola neumática, estandarizar el uso de Capper's, o bien, retirar las guías por medio de llave articulada. La Tabla 27 muestra las calificaciones otorgadas a las alternativas mencionadas.

Tabla 27 Evaluación de alternativas en llenadora

Área: Llenadora		A		B		C	
Proyecto: Cambios rápidos	ALTERNATIVAS	Retirar guías de Capper's con pistola neumática		Estandarizar el uso de Capper's		Retirar guías de Capper's con llave articulada	
Fecha: -----							
Analista: Gabriela Rosales							
	Calificaciones y calificaciones ponderadas						
Factor/consideración	PESO	A		B		C	
Facilidad de implementación	10	4	40	4	40	8	80
Ayuda en ergonomía de operación	8	3	24	4	32	3	24
Garantiza el buen funcionamiento de maquinaria	8	1	8	1	8	3	24
Bajo costo	5	2	10	1	5	4	20
TOTAL			82		85		148

Fuente: Elaboración propia.

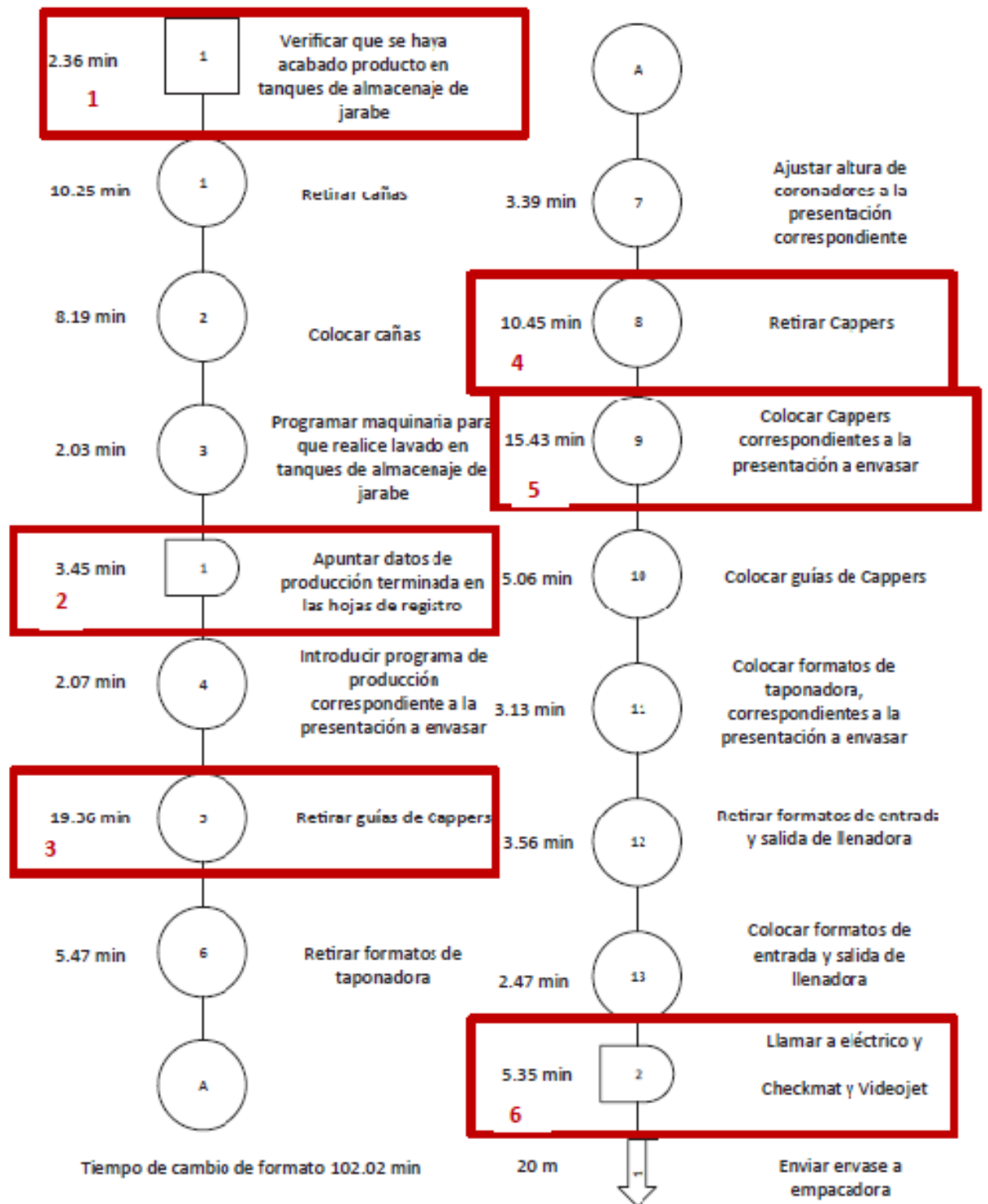
Al evaluar la alternativa de utilizar pistola neumática para retirar guías de Capper's, fue la opción que más rápido iba a realizar esta actividad. Sin embargo, el Asistente de Mantenimiento Mecánico, no autorizó el uso de este elemento, ya que puede afectar la maquinaria y hacer que las tuercas y los elementos que sujetan esta guía se arruinen por no dejarlas ajustadas de forma correcta, causando así, daños al equipo o posibles fallas en el mismo.

La estandarización del uso de Capper's era una alternativa, sin embargo esta necesitaba que la compañía realizara un rediseño en sus presentaciones ofrecidas, estandarizando el tamaño de la tapadera, tipo de tapadera, etc. La estandarización del uso de Capper significaba un tiempo de implementación de por lo menos un año, dejando esta alternativa fuera de implementación, por el tiempo que tomaba llevar a cabo las pruebas necesarias.

La opción restante, es la de utilizar una llave articulada, lo que ayuda a tener una mayor facilidad para retirar la guía y el Capper (antes de utilizar esta llave se utilizaba una llave inglesa). El diseño de la herramienta para retirar los Capper's debe ser como se muestra en el Anexo 17, la cual se fabricó dentro de la planta de producción, adicionalmente se compró la llave articulada teniendo un costo un Q100.00. (ver Anexo 18)

Para la llenadora, al almacenar los formatos en áreas lejanas a donde son requeridas, se analizó cambiar los muebles de almacenaje de formatos (ver Anexo 19), a carretas como se muestra en el Anexo 20 y Anexo 21, esto con el fin de facilitar la operación de cambio de formato, y el traslado de los mismos. El costo de la inversión en las carretas mostradas es de Q6,000.00.

Ilustración 14 Análisis de diagrama de operaciones, llenadora



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de las operaciones realizadas en lallenedora, dieron como resultado una posible mejora, siendo las actividades marcadas con rojo en la Ilustración 14.

- Inspección: la actividad marcada dentro del cuadro número 1 en la Ilustración 14, puede ser eliminada, al ser catalogada como actividad externa, por lo que no es necesario parar la maquinaria para verificar si se acabó el producto en los tanques de jarabe.
- Demora: la demora marcada dentro del cuadro número 2 en la Ilustración 14, es catalogada como actividad externa, ya que se pueden apuntar los datos una vez terminado el proceso de cambio de formato.
- Operación: la actividad marcada dentro del cuadro número 3 en la Ilustración 14, representa 18% del tiempo de cambio dentro de esta máquina (ver capítulo VI inciso d) y se observó que el operario no cuenta con una herramienta especializada para realizar dicha actividad.
- Operación: la actividad marcada dentro del cuadro número 4 en la Ilustración 14, representa un 10% (ver capítulo VI inciso d) del tiempo de cambio de formato, y se pudo observar que no se cuenta con una herramienta especializada para hacer esta operación, lo que la dificulta.
- Operación: la actividad marcada dentro del cuadro número 5 en la Ilustración 14, representa un 15% del tiempo de cambio de formato (ver capítulo VI inciso d), esta actividad es realizada con dificultad por no poseer una herramienta que se adapte a los elementos a retirar y colocar.
- Demora: llamar al mecánico y eléctrico, marcada dentro del cuadro número 6 en la Ilustración 14, es una actividad que no puede ser eliminada, sin embargo puede ser realizada después de colocar las cañas. Esta actividad no pueda ser realizada por el operario ya que es necesaria porque se ajusta la altura de los elementos que colocan de forma electrónica, la fecha de producción y vencimiento del producto envasado, por ende, la realizan únicamente los mecánicos y eléctricos de la planta de producción.

D. PROPUESTA DE MEJORA PARA EMPACADORA

En empacadora se obtuvieron como propuestas utilizar mecanismo de almacenaje de guías adecuado y solicitar ayuda de personal.

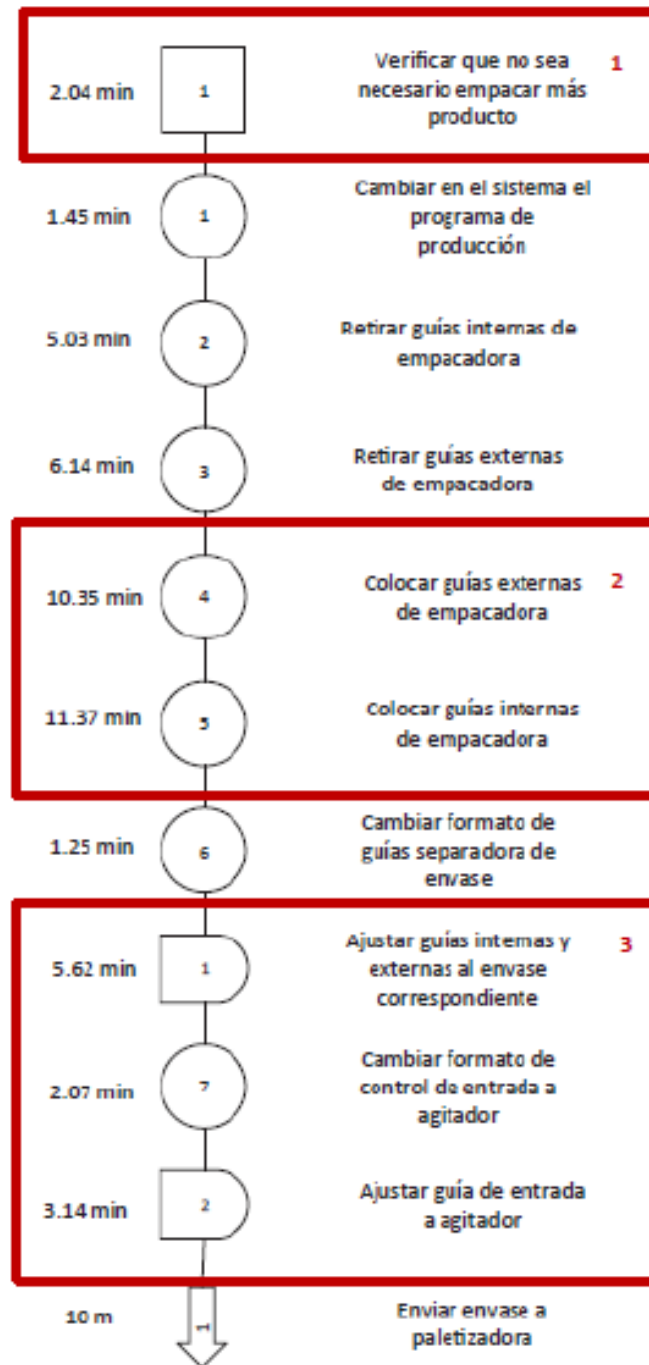
Tabla 28 Evaluación de alternativas en empacadora

Área: Empacadora			A		B	
Proyecto: Cambios rápidos	ALTERNATIVAS		Utilizar mecanismo de almacenaje guías adecuado		Solicitar apoyo de personal	
Fecha: -----						
Analista: Gabriela Rosales						
	Calificaciones y calificaciones ponderadas					
Factor/consideración	PESO		A		B	
Facilidad de implementación	10	3	30		3	30
Ayuda en ergonomía de operación	8	4	32		2	16
Garantiza el buen funcionamiento de maquinaria	10	3	30		3	30
Bajo costo	5	2	10		2	10
TOTAL			102		86	

Fuente: Elaboración propia.

Para el área de empacadora, la alternativa más viable para la disminución de tiempo de cambio de formato es la utilización de un mecanismo de traslado de las guías, ya que éstas son pesadas y el mayor problema en esta operación se encuentra en alcanzar estos elementos ya que son formatos pesados y pueden provocar daño, tanto a la maquinaria utilizada, como daño físico al operador.

Ilustración 15 Análisis de diagrama de operaciones, empacadora



Tiempo de cambio de formato 48.46 min

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de las operaciones realizadas en la empacadora, dieron como resultado una posible mejora, siendo las actividades marcadas con rojo en la Ilustración 15.

- Inspección: la actividad marcada dentro del cuadro número 1 en la Ilustración 15, fue catalogada como actividad externa, esta actividad se puede realizar sin que la maquinaria pare en su totalidad.
- Operación: las actividades marcadas dentro del cuadro número 2 en la Ilustración 15, representan 30% del tiempo de cambio de formato (ver capítulo VI inciso e) por lo que acercar el mueble de almacenaje al área de cambio, ayudará a facilitar y agilizar la operación, ya que las guías son elementos pesados y difíciles de maniobrar.
- Operación: el ajuste de guías al envase correspondiente, representan 11% del tiempo de cambio (ver capítulo VI inciso e) al indicar la posición exacta de las guías, ayudará a que esta operación se realice en menos tiempo, para esto es necesario marcar las áreas deseadas.

El Anexo 22 muestra uno de los muebles utilizados para el almacenaje de guías internas y externas de la empacadora. Dicho mueble posee la capacidad de movilizarse hasta el área de cambio, facilitando la operación.

Para todas las áreas es necesaria la inversión en muebles. Los muebles serán capaces de almacenar los formatos, así como trasladarlos hasta el área donde son requeridos. El costo de la inversión en muebles es de Q64,100. En la Tabla 29 se detalla la cantidad de muebles a comprar para cada área, así como del Anexo 23 y Anexo 24, se adjunta la cotización para la compra de los mismos.

Tabla 29: Costo de herramientas y muebles recomendados

Muebles	Inversión	Cantidad	Total inv.
Carreta para POSIMAT	Q5,000.00	1	Q5,000.00
Llavearticulada para llenadora	Q100.00	1	Q100.00
Carreta para llenadora	Q6,000.00	3	Q18,000.00
Mueble 1 para etiquetadora	Q13,000.00	1	Q13,000.00
Mueble 2 para etiquetadora	Q10,000.00	1	Q10,000.00
Mueble 3 para etiquetadora	Q8,000.00	1	Q8,000.00
Mueble para empacadora	Q10,000.00	1	Q10,000.00
Total de inversión en muebles			Q64,100.00

Fuente: Elaboración propia

VIII. IMPLEMENTACIÓN

A. MANUALES PARA EL CAMBIO DE FORMATO

Se establecieron los manuales respectivos para cada máquina que conforma la línea de envasado, teniendo como objetivo, indicar el procedimiento correcto para realizar el cambio de formato en cada máquina de la línea de envasado. Los manuales de cambio de formato se establecieron en base a la optimización del proceso, tomando en cuenta lo observado en el proceso y las mejoras propuestas.

Los manuales de cambio de formato están en el esquema mostrado en la Ilustración 16.

Ilustración 16 Esquema para la elaboración de manuales

Logo de la compañía	MANUAL DE CAMBIO RÁPIDOS	Código:	Correlativo Página 1/76
		Versión:	Fecha:
Elaborado por: Asistente Gerencia Tecnología de Bebidas Firma:	Revisado por: Gerente de Envasado Firma:	Autorizado por: Gerente Tecnología de Bebidas Firma:	

1 OBJETIVO

Establecer el Manual de Cambio de Formato de las líneas de envasado de Refrescos.

2 ALCANCE

Este manual se aplica al proceso de cambio de formatos en las líneas de envasado de Refrescos.

3 DEFINICIONES

Cambios rápidos: Actividades realizadas para el cambio de presentación de una línea de producción, buscando realizar esta actividad en el menor tiempo posible.

Formatos: Elementos mecánicos utilizados para el envasado de una determinada presentación (20 onzas, 2 litros, 350 ml, 1.5 litros, etc.) ajustando la línea a dicha presentación.

4 DESARROLLO

Cambios Rápidos consiste en optimizar los procesos de cambio de presentación en las líneas de envasado de la empresa Embotelladora de Guatemala S.A, buscando que dichas actividades se realicen en el menor tiempo posible, garantizando la efectividad y eficiencia de dichas operaciones; para la realización de cambio de presentación se busca otorgar las herramientas necesarias y especializadas, para la realización de cada cambio de presentación.

En los anexos encontrados en este documento, se podrá determinar los pasos a seguir para realizar un proceso de cambio de presentación en las diferentes líneas de envasado en la planta de producción de la Embotelladora de Guatemala

Logo y nombre de la compañía	MANUAL DE CAMBIO RÁPIDOS	Versión: 2 Página 2 / 76
------------------------------	-----------------------------	-----------------------------

5 RESPONSABILIDADES

Estas se explican en los anexos respectivos para cada una de las líneas de los procesos de cambio.

6 DOCUMENTOS Y REGISTROS INVOLUCRADOS EN ESTE PROCEDIMIENTO

Control de cambios de presentación

7 ANEXOS

B. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Para la Embotelladora de Guatemala es de suma importancia que sus empleados estén capacitados en las diferentes tareas que realicen. Por lo tanto, al tener establecidos los manuales a utilizar para el cambio de formato, se procedió a la capacitación del personal involucrado con este proceso, ya que se busca que todo el personal esté informado en relación a los cambios realizados y el uso de las nuevas herramientas.

La capacitación de personal se dividió en cuatro módulos, buscando implementar el nuevo proceso al área de producción, teniendo como fin la reducción de tiempo en el cambio de formato. La capacitación de empleados se realizó de forma dinámica, con la participación de todo el personal de la planta de producción logrando de esta forma que el personal sintiera empoderamiento y también se sintiera identificado con la empresa. La Tabla 30 contiene un resumen de las actividades que se realizaron durante la capacitación de empleados, así como las evaluaciones y objetivos pertinentes.

La capacitación de empleados tuvo una duración de 40 horas, las cuales fueron divididas de la siguiente forma:

- Módulo 1: Sensibilización al cambio, 5 horas.
- Módulo 2: Conocimiento de maquinaria I, 10 horas.
- Módulo 3: Conocimiento de maquinaria II, 15 horas.
- Módulo 4: Trabajo en equipo, 10 horas

Tabla 30 Programa de capacitación de empleados

Cambios rápidos				
Capacitación de empleados				
<p>Objetivo: El personal debe hacerse responsable de realizar el cambio de formato en el menor tiempo posible para lograr el éxito del proyecto de cambios rápido, disminuyendo así los tiempos muertos por el cambio de presentación y aumentando la productividad de la planta de producción en la Embotelladora de Guatemala.</p>				
Módulo	Nombre	Objetivo	Descripción	Duración
Módulo 1	Sensibilización al cambio	El personal de la Embotelladora de Guatemala debe conocer la importancia de realizar cambios en el proceso de cambio de formato, logrando así aumentar la productividad y eficiencia en las operaciones realizadas por ellos.	En este módulo se busca dar la información necesaria a la gente que participa en la operación de cambio de formato y hacerles ver la importancia de los cambios a realizar y no crear resistencia al cambio.	5 horas
Módulo 2	Conocimiento de maquinaria I	El personal de la Embotelladora de Guatemala debe conocer la maquinaria y herramientas a utilizar para el cambio para garantizar su buen uso y posteriormente realizar el cambio de formato en las áreas correspondientes.	En este módulo se busca que todo el personal tenga los conocimientos básicos de la maquinaria utilizada para el embotellado, así como los procesos generales de cambio de formato.	10 horas
Módulo 3	Conocimiento de maquinaria II	El personal de la Embotelladora de Guatemala debe conocer la maquinaria y equipo a utilizar específicamente en su área de trabajo para garantizar el cambio de formato a la brevedad posible y realizada según lo establecido por los manuales de cambio.	En este módulo se busca que todo el personal tenga los conocimientos necesarios de la maquinaria utilizada en su área de trabajo específicamente y así pueda realizar el cambio de formato.	15 horas
Módulo 4	Trabajo en equipo	Todo el personal de la planta de producción de la Embotelladora de Guatemala debe aprender a trabajar en equipo para garantizar que el cambio de formato en cada área sea realizado a la brevedad posible, cumpliendo con las normas establecidas por la institución.	En este módulo se busca que todo el personal aprenda a trabajar en equipo y sepa de forma general las responsabilidades de sus compañeros y así realizar el cambio de manera conjunta cuando sea posible.	10 horas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Módulo 1, capacitación de personal

Módulo: Sensibilización al cambio	
Objetivo: El personal de la Embotelladora de Guatemala debe conocer la importancia de realizar cambios en el proceso de cambio de formato, logrando así aumentar la productividad y eficiencia en las operaciones realizadas por ellos.	
Actividad	Descripción
Presentación de proyecto de Cambios Rápidos	Se desea dar los conocimientos básicos del proyecto de Cambios Rápidos, así como sus beneficios hacia ellos y la corporación.
Análisis de caso de cambios en una organización	Se realizará el estudio de caso de la importancia de los cambios en una organización y los beneficios que estos conlleven.
Actividad relacionada con el tema de sensibilización al cambio	Se realizará una actividad mostrando la importancia del cambio en una corporación para la búsqueda de aumento en la eficiencia y productividad para lograr los objetivos como corporación y cómo estos benefician a sus empleados.
Evaluación del tema impartido en el módulo	Se debe realizar una evaluación por parte del Departamento de Recursos Humanos para verificar que el personal que tome la capacitación asimile la información brindada y que pueda tomar el siguiente módulo que conforma la capacitación.

Fuente: Elaboración propia.

El módulo 1 se impartirá en un lapso de 5 días, durante una hora diaria o menos, ya que se quiere dar a conocer la importancia del proyecto al personal involucrado con el proceso de cambio de formato, así como mostrar los beneficios obtenidos al cambiar el proceso.

Tabla 32 Módulo 2, capacitación de personal

Módulo: Conocimiento de maquinaria I	
Objetivo: El personal de la Embotelladora de Guatemala debe conocer la maquinaria utilizada en la línea de envasado para hacer uso de ella de la manera adecuada y posteriormente realizar los cambios de formato sin incurrir en atrasos por falta de conocimiento de la misma.	
Actividad	Descripción
Actividad de seguridad de maquinaria	Para esta área se busca que el personal de mantenimiento indique los procedimientos adecuados para la realización de cambios de formatos, así como indicaciones para hacer buen uso del equipo.
Actividad para tener conocimiento de la maquinaria de forma general	Para esta actividad el personal involucrado en la capacitación debe estar en las áreas de la maquinaria y explicar el funcionamiento de la misma a todo el grupo para tener los conocimientos básicos de la misma.
Actividad de cambio de formato	Para esta actividad se realizarán simulaciones, por el personal adecuado, de cambio de formato para crear conocimientos generales del cambio de formato.
Evaluación del tema impartido en el módulo	Se debe realizar una evaluación por parte del área de mantenimiento para verificar que el personal que tome la capacitación asimile la información brindada y que pueda tomar el siguiente módulo que conforma la capacitación.

Fuente: Elaboración propia.

El módulo 2 de la capacitación de empleados busca que el operador conozca la maquinaria utilizada en la empresa, por lo que esta capacitación tendrá una duración de 10 días, 1 hora diaria.

Tabla 33 Módulo 3, capacitación de personal

Módulo: Conocimiento de maquinaria II	
Objetivo: El personal de la Embotelladora de Guatemala debe conocer la maquinaria que estará a su cargo y el funcionamiento específico de la misma, utilizando los manuales correspondientes para la realización de cambio de formato.	
Actividad	Descripción
Actividad de conocimiento de maquinaria	Para esta actividad se otorgarán los manuales correspondientes a los operarios para que hagan uso de ellos en el momento de ejecución de cambio de formato y se procederá con la explicación de los mismos.
Actividad de cambio de formato	Para esta actividad se realizarán simulaciones de cambio de formato para que el personal se familiarice con los cambios realizados en el proceso utilizado con anterioridad.
Actividad de resolución de problemas ante el cambio de formato	Para esta actividad el personal involucrado en la capacitación debe estar en las áreas de la maquinaria y explicar al equipo de capacitación los problemas presentados ante el uso del nuevo proceso.
Evaluación del tema impartido en el módulo	Se debe realizar una evaluación por parte de los supervisores para verificar que el personal que tome la capacitación asimile la información brindada y que pueda tomar el siguiente módulo que conforma la capacitación.

Fuente: Elaboración propia.

En el módulo 3 se capacitó al operario de forma más específica, según la maquinaria que le haya sido asignada, con temas relacionados al cambio de formato. Esta capacitación tendrá una duración de 15 días, 1 hora diaria.

Tabla 34 Módulo 4, capacitación de personal

Módulo: Trabajo en equipo	
Objetivo: El personal de la Embotelladora de Guatemala debe aprender a trabajar en equipo ante el proceso de cambio de formato para aumentar la productividad y eficiencia en dicha operación.	
Actividad	Descripción
Dinámicas de cambio de formato en equipo	Para esta actividad se trabajará con el personal para la realización de cambio de formatos en las diferentes áreas.
Dinámicas de cambio de resolución de problemas de manera grupal	Para esta actividad se realizarán simulaciones de los posibles problemas ocurridos durante el proceso de cambio, buscando de manera grupal la solución del mismo.
Evaluación del tema impartido en el módulo	Para la evaluación de este módulo se debe proceder a la toma de tiempos del cambio de formato, así como la evaluación de agilidad durante el proceso y el trabajo realizado por todo el equipo de la línea de envasado y su colaboración en dichas operaciones.

Fuente: Elaboración propia.

En el módulo 4 se busca involucrar a todo el equipo de la línea de envasado, dando demostraciones de los procesos de cambio de formato, así como la importancia del trabajo en equipo al momento de esta operación. Este módulo tendrá una duración de 10 días, durante una hora diaria.

Para la capacitación de empleados se trabajará directamente con el departamento de Recursos Humanos para buscar la empresa encargada de impartir la capacitación al personal.

La capacitación de empleados busca que todos los operadores tengan conocimiento de las actividades que realizan las demás máquinas, esto con el fin de que el operador sea capaz de sustituir a cualquiera de sus compañeros de trabajo en cualquier área en la que este se encuentre, así como brindar ayuda para agilizar el proceso de cambio de formato, sin dañar la maquinaria o a él mismo.

El costo de la capacitación se muestra en la Tabla 35 y la cotización de la misma se encuentra en el Anexo 25. La cantidad de personas a recibir la capacitación es de 16, esto debido a que éste es el número de personas que realizan el cambio de formato dentro de la línea de envasado.

Tabla 35 costo de capacitación de personal

Capacitación	Costopor persona	# de personas	Total
Módulo 1	Q385.00	16	Q6,160.00
Módulo 2	Q385.00	16	Q6,160.00
Módulo 3	Q450.00	16	Q7,200.00
Módulo 4	Q450.00	16	Q7,200.00
Total de capacitación			Q26,720.00

Fuente: Elaboración propia.

C. TOMA DE TIEMPOS

Para la toma de tiempos con el nuevo proceso de cambio se determinó que se realizaría la misma cantidad de tomas que al inicio del proyecto.

1. TOMA DE TIEMPO EN POSIMAT. La implementación de las mejoras propuestas para el área de POSIMAT, dieron como resultado los tiempos mostrados en la Tabla 36, Tabla 37 y Tabla 38.

Tabla 36: Tiempo cronometrado para POSIMAT, propuestas implementadas

Tiempo cronometrado en min	
Cambio No.	POSIMAT
1	90.34
2	83.29
3	75.54
4	80.24
5	55.17
6	50.15
7	45.32
8	35.44
9	33.95
10	30.36
Total	31.44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37 Calificación para operación de cambio de formato en POSIMAT, propuestas implementadas

Operador	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias	Calificación	Calificación (C)%
POSIMAT	0.00	-0.02	-0.03	0.07	1+0.02=1.02	102%

Fuente: Elaboración propia.

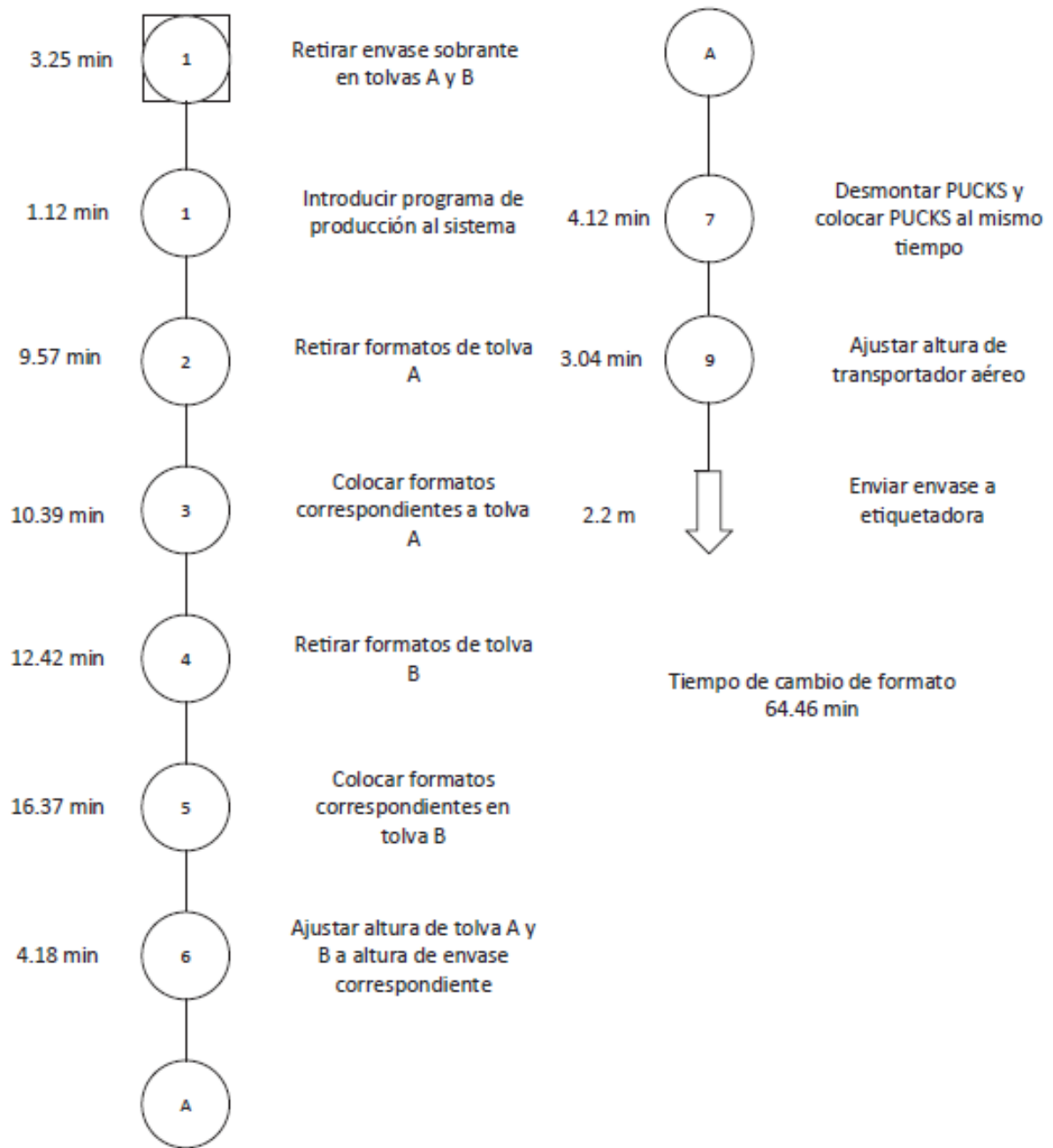
Tabla 38 Tiempo normal y tiempo estándar para operación de cambio de formato mejorado, POSIMAT



Operador	T cronometrado (min)	Calificación	T normal (min)	Holgura	T estándar (min)
POSIMAT	57.98	102%	59.14	9%	64.46

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la toma de tiempos al proceso de cambio de formato en POSIMAT, se determinó que el diagrama de proceso para esta área queda como se muestra en la Ilustración 17.

Ilustración 17 Diagrama de flujo POSIMAT, propuestas implementadas



Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación-inspección		1
Operación		8

Transporte		1
------------	---	---

2. TOMA DE TIEMPO EN ETIQUETADORA. La implementación de las mejoras propuestas para el área de Etiquetadora, dieron como resultado los tiempos mostrados en la Tabla 39, Tabla 40 y Tabla 41.

Tabla 39 Tiempo cronometrado para etiquetadora, propuestas implementadas

Cambio No.	Etiquetadora
1	38.56
2	41.43
3	39.29
4	48.5
5	31.18
6	28.45
7	29.1
8	25.01
9	29.06
10	31.48
Total	35.25
Promedio	34.21

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40 Calificación para operación de cambio de formato en etiquetadora, propuestas implementadas

Operador	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias	Calificación	Calificación (C)%
Etiquetadora	0.07	0.05	-0.03	0.07	$1+0.16=1.16$	116%

Fuente: Elaboración propia.

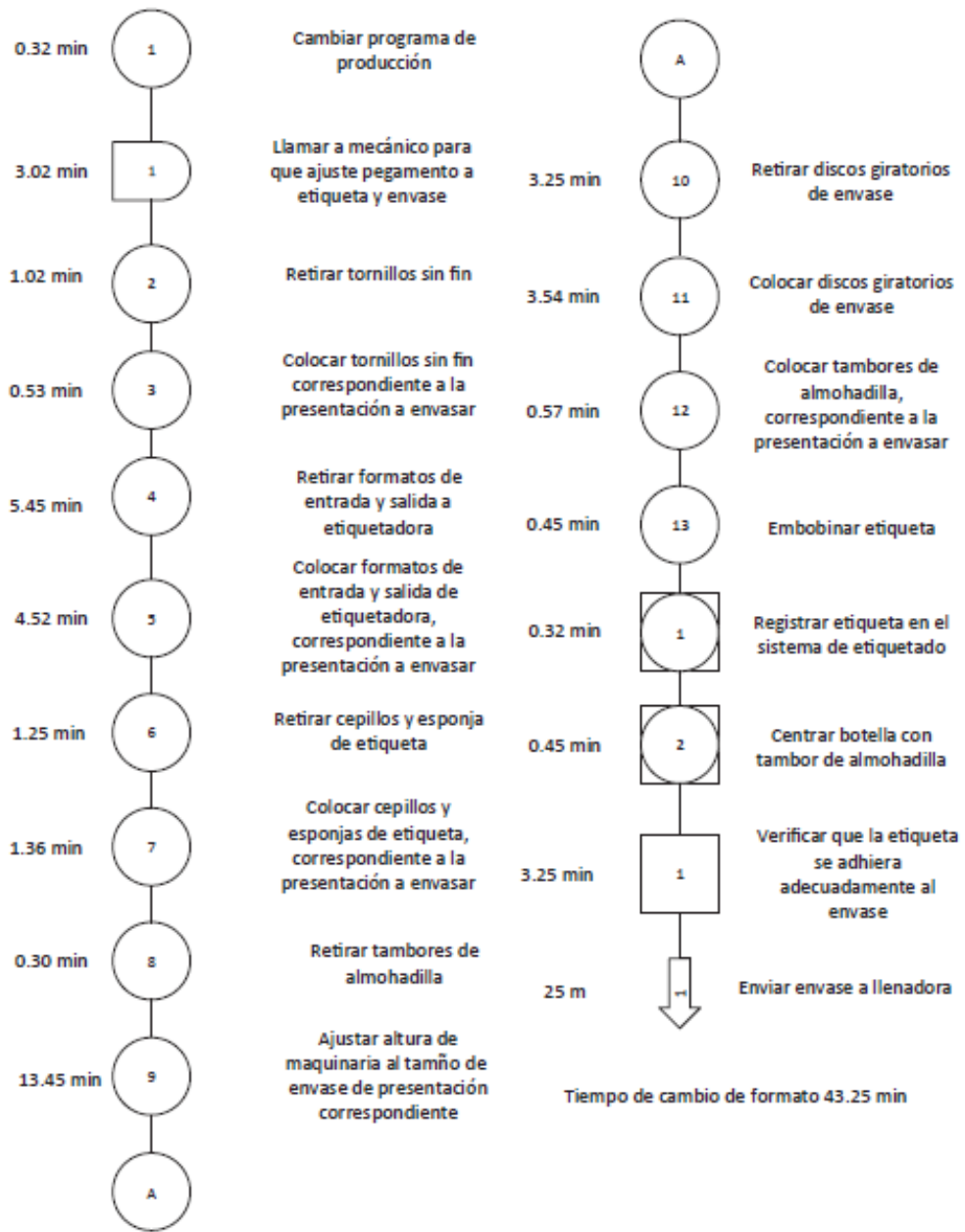
Tabla 41: Tiempo normal y tiempo estándar para operación de cambio de formato mejorado, etiquetadora

Operador	T cronometrado (min)	Calificación	T normal (min)	Holgura	T estándar (min)
Etiquetadora	34.21	116%	39.68	9%	43.25

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la toma de tiempos al proceso de cambio de formato en Etiquetadora, se determinó que el diagrama de proceso para esta área queda como se muestra en la Ilustración 18.

Ilustración 18 Diagrama de flujo etiquetadora, propuestas implementadas



Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación-inspección		2
Operación		13
Inspección		1
Transporte		1

3. TOMA DE TIEMPO EN LLENADORA. La implementación de las mejoras propuestas para el área de Llenadora, dieron como resultado los tiempos mostrados en la Tabla 42, Tabla 43 y Tabla 44.

Tabla 42 Tiempo cronometrado para llenadora, propuestas implementadas

Cambio No.	Llenadora
1	85.39
2	62.33
3	59.18
4	55.34
5	49.27
6	45.23
7	49.1
8	45
9	47.56
10	50.01
Total	548.41
Promedio	54.84

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43 Calificación para operación de cambio de formato en Llenadora, propuestas implementadas

Operador	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias	Calificación	Calificación (C)%
Llenadora	0.05	0.08	-0.03	0.08	$1+0.18=1.18$	118%

Fuente: Elaboración propia.

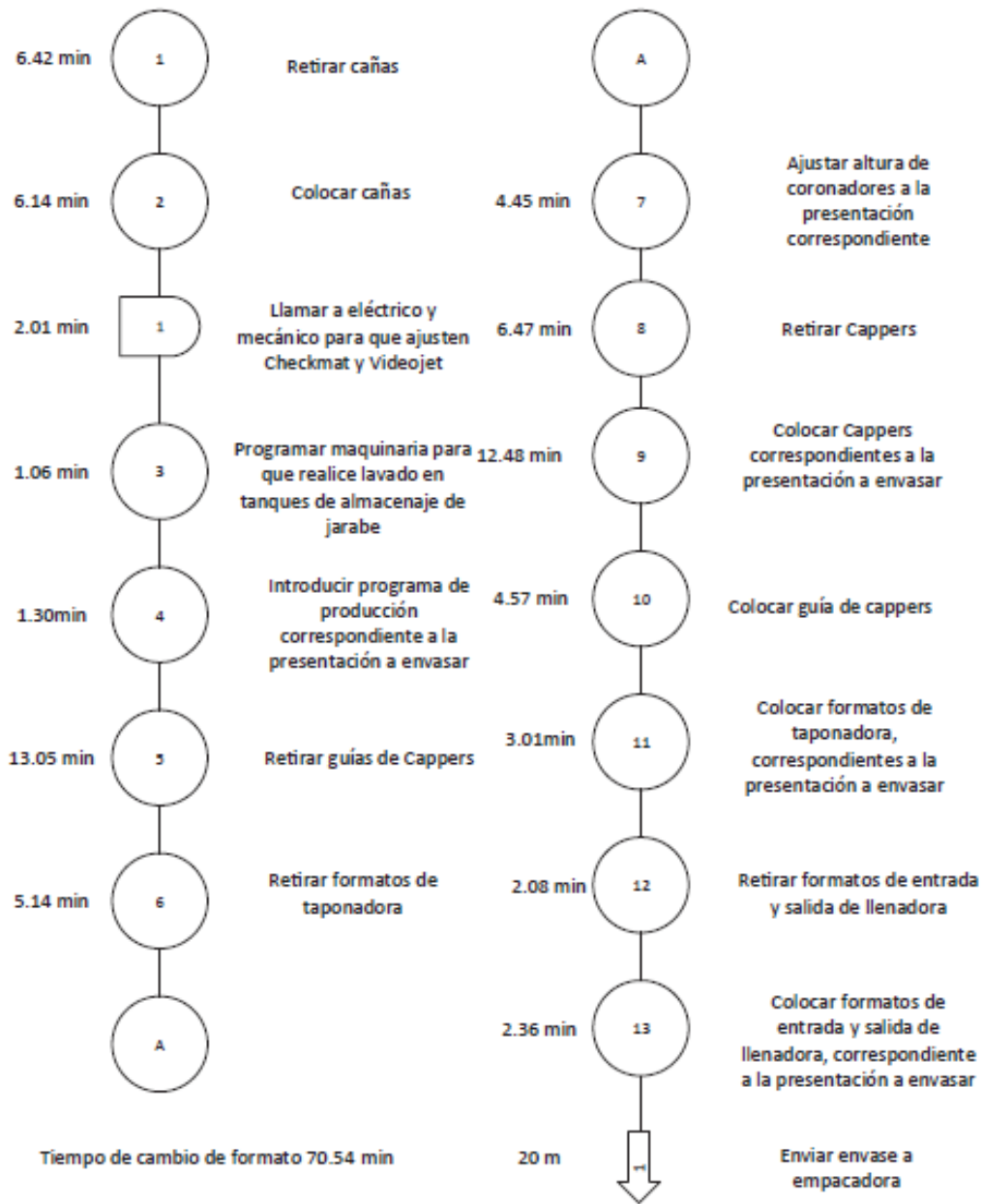
Tabla 44 Tiempo normal y tiempo estándar para operación de cambio de formato mejorado, llenadora




Operador	T cronometrado (min)	Calificación	T normal (min)	Holgura	T estándar (min)
Llenadora	54.84	118%	64.71	9%	70.54

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la toma de tiempos al proceso de cambio de formato en Llenadora, se determinó que el diagrama de proceso para esta área queda como se muestra en la Ilustración 19.

Ilustración 19 Diagrama de flujo llenadora, propuestas implementadas



Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación		13
Demora		1
Transporte		1

4. TOMA DE TIEMPO EN EMPACADORA. La implementación de las mejoras propuestas para el área de Llenadora, dieron como resultado los tiempos mostrados en la Tabla 45, Tabla 46 y Tabla 47.

Tabla 45 Tiempo cronometrado para empacadora, propuestas implementadas

Cambio No.	Empacadora
1	40.45
2	38.49
3	35.26
4	31.5
5	25.09
6	27.45
7	30.04
8	31.38
9	25.57
10	26.29
Total	311.52
Promedio	31.15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46 Calificación para operación de cambio de formato en empacadora, propuestas implementadas

Operador	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencias	Calificación	Calificación (C)%
Empacadora	0.05	-0.03	-0.03	0.05	$1+0.04=1.04$	104%

Fuente: Elaboración propia.

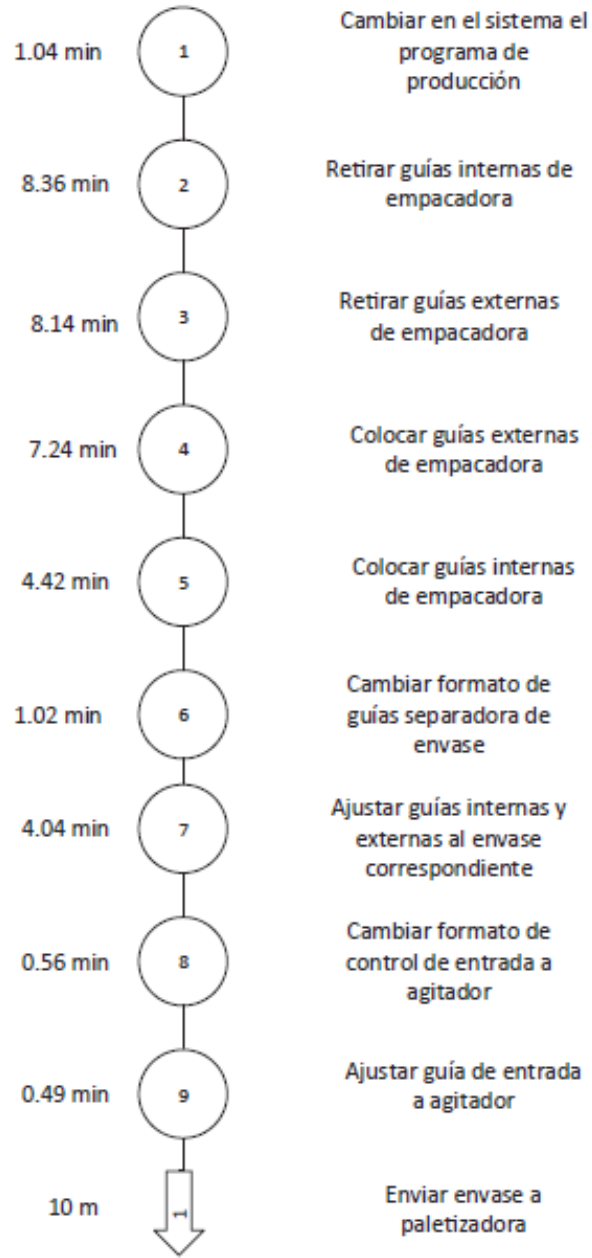
Tabla 47 Tiempo normal y tiempo estándar para operación de cambio de formato mejorado, empacadora

Operador	T cronometrado (min)	Calificación	T normal (min)	Holgura	T estándar (min)
Empacadora	31.15	104%	32.4	9%	35.31



Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la toma de tiempos al proceso de cambio de formato en Empacadora, se determinó que el diagrama de proceso para esta área queda como se muestra en la Ilustración 20.

Ilustración 20 Diagrama de flujo empacadora, propuestas implementadas



Tiempo de cambio de formato 35.31 min

Descripción	Símbolo	Cantidad
Operación		9
Transporte		1

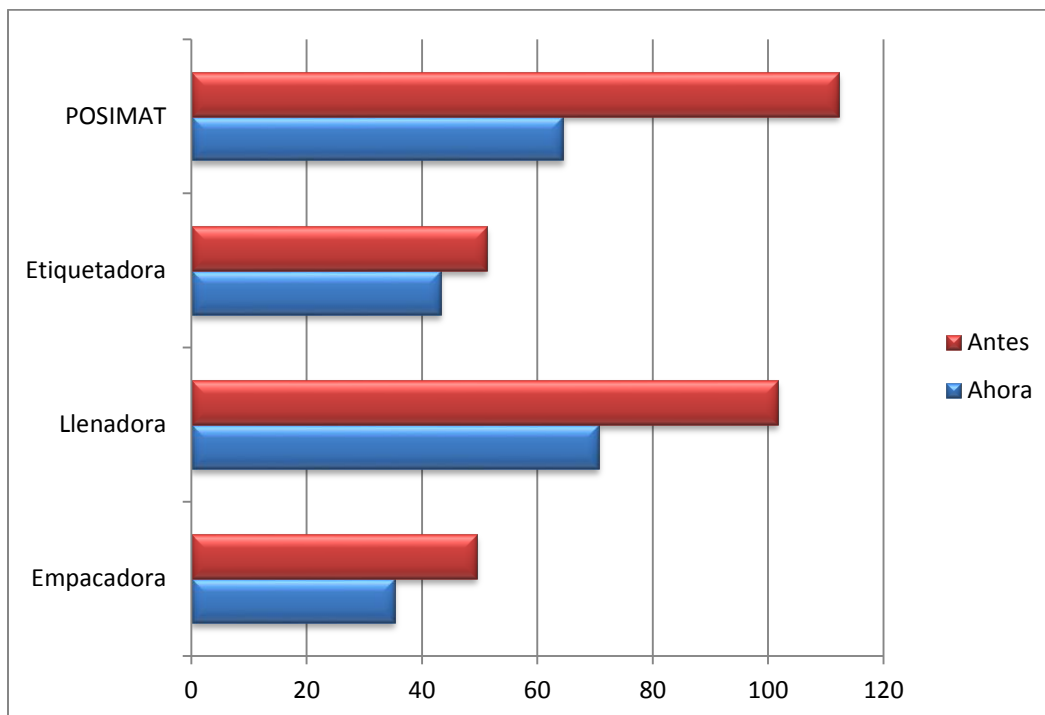
En la Gráfica 5 y Tabla 48 se muestran los resultados obtenidos utilizando el proceso ya con las herramientas y sugerencias implementadas, notando una reducción de tiempos significativos en cada área de la línea de envasado. En el área de POSIMAT se logró reducir un 42.58% del tiempo, en etiquetadora 15.6%, empacadora 28.6% y en llenadora 30.63%.

Tabla 48 Reducción de tiempos de cambio de formato en cada maquinaria

Área	Tiempo de cambio antiguo (min)	Tiempo de cambio actual (min)	Disminución de tiempo %
POSIMAT	111.47	64.46	42.58%
Etiquetadora	51.24	43.25	15.60%
Llenadora	102.02	70.54	30.63%
Empacadora	48.46	35.31	28.60%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 5 Reducción de tiempos por estación



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 49, muestra la disminución de tiempo de cambio de formato en la línea de envasado desde que esta detiene su proceso productivo, hasta que lo inicia nuevamente, teniendo una reducción de 30.63%. Anteriormente, la línea de envasado empezaba su proceso productivo una vez que POSIMAT terminara de realizar su cambio. Con la implementación del nuevo proceso de cambio de formato, la llenadora es la que dicta el tiempo para empezar la producción nuevamente, debido a que esta es la única máquina que tiene un tiempo establecido para hacer la operación de lavado en tuberías y tanques. Al ser la llenadora la única máquina con tiempos determinados para realizar la operación de cambio, las máquinas que conforman la línea de envasado no deben tardar más del tiempo de cambio de formato en llenadora.

La línea de envasado ahora empieza su proceso productivo después de 70 minutos con 54 segundos (ver Tabla 49), logrando una reducción de 30.63%, dejando a la línea de envasado con más horas productivas.

Tabla 49 Reducción de tiempos de cambio de formato en la línea de envasado

Tiempo de cambio antiguo (min)	Tiempo de cambio actual (min)	Reducción %	Reducción total (min)
111.47	70.54	30.63%	41

Fuente: Elaboración propia.

IX. BENEFICIOS ECONÓMICOS

La Embotelladora de Guatemala fue capaz de disminuir el tiempo de cambio de formato de un tiempo de 111.47 minutos a 70.54 minutos, otorgando 41 minutos más de producción. Al realizar 8 cambios al mes, la producción aumenta 328 minutos mensualmente (Ver Tabla 49). La maquinaria envasa a una velocidad promedio de 36,000 botellas por hora, equivalentes a 600 botellas por minuto (ver Tabla 50).

Tabla 50 Velocidad de envasado

Unidades producidas por hora	Unidades producidas por minuto
36,000	600

Fuente: Elaboración propia.

Al otorgar 328 minutos más de producción mensualmente, se envasan 196,800 unidades en dicho tiempo. (Ver Tabla 51)

Tabla 51 Unidades producidas en 328 minutos

Unidades producidas por minuto	Aumento de producción en minutos	Unidades producidas en 328 minutos
600	328	196,800.00

Fuente: Elaboración propia.

La Embotelladora de Guatemala tiene un costo de mano de obra, aproximadamente de Q0.02 por botella producida. Con el aumento de unidades producidas, el costo de mano de obra disminuye a Q0.01, lo que genera un ahorro de Q0.01 por botella producida (Datos obtenidos del Departamento de Costo, dicha información, no es exacta por motivos de confidencialidad). La Tabla 52 muestra un aproximado del costo de mano de obra por unidad producida.

Tabla 52 Costo de mano de obra por unidad

Costo mano de obra antiguo	Costo de mano de obra actual
Q 0.02	Q 0.01

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 53 muestra un aproximado del ahorro obtenido por el aumento de unidades producidas durante 328 minutos, dicho ahorro es de Q1,968.00 en pago de mano de obra.

Tabla 53 Ahorro generado

Costo de mano de obra produciendo 196,800 unidades		
Costo a Q0.02	Q	3,936.00
Costo a Q0.01	Q	1,968.00
Ahorro	Q	1,968.00

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 54 muestra la reducción de tiempo por máquina y la disminución de tiempo total, entre las máquinas analizadas, obteniendo un total de 99.63 minutos.

Tabla 54 Disminución de tiempo por máquina analizada

Área	Tiempo de cambio antiguo (min)	Tiempo de cambio actual (min)	Disminución de tiempo (min)
POSIMAT	111.47	64.46	47.01
Etiquetadora	51.24	43.25	7.99
Llenadora	102.02	70.54	31.48
Empacadora	48.46	35.31	13.15
Disminución de tiempo total minutos			99.63

Fuente: Elaboración propia

La reducción de 99.63 minutos en el cambio de formato se refleja en el pago de salarios a los operarios, debido a que actualmente es un tiempo productivo. La Embotelladora de Guatemala paga aproximadamente Q30 por hora ordinaria y Q45 por hora extraordinaria. Al ser 16 operarios los que laboran en la línea de envasado, el pago por hora se muestra en la Tabla 55.

Tabla 55 Pago por hora de producción

Pago por hora ordinaria	Pago por hora ordinaria, 16 operarios.	Pago por hora extra	Total de pago por hora extra, 16 operarios
Q30.00	Q480.00	Q45.00	Q720.00

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar 8 cambios al mes, se redujo 797.04 minutos en la operación de cambio de formato (ver tabla 56), lo cual implica una reducción en el pago por hora extraordinaria, ya que de no haber existido esta reducción de tiempo, la Embotelladora de Guatemala, hubiera tenido que incurrir a pago de horas extras para cumplir con la producción.

Tabla 56 Disminución de tiempo de cambio de formato en todas las máquinas

Reducción de tiempo (min)	Cambios realizados al mes	Reducción de tiempo mensual (min)
99.63	8	797.04

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 57 muestra el pago a operarios por los 797.04 minutos necesarios para cumplir con la producción establecida mensualmente.

Tabla 57 Equivalente de pago de horas extras de 797.04 minutos de producción

Pago por hora ordinaria	Pago por hora ordinaria, 16 operarios.	Pago por hora extra	Total de pago por hora extra, 16 operarios	Equivalente de pago horas extras de 797.04 min.
Q30.00	Q480.00	Q45.00	Q720.00	Q9,564.48

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 58 muestra el ahorro generado por la optimización de tiempo en la línea de envasado. Al aumentar 328 minutos la producción mensualmente, se generó un ahorro de Q1,968.00, más el ahorro generado por la reducción 797.04 minutos mensualmente, equivalentes a Q9,564.48 de pago en horas extras, se genera un ahorro mensual de Q11,532.48.

Tabla 58 Ahorro producido por optimización de tiempo

Costo de mano de obra produciendo 196,800 unidades	Equivalente de ahorro en pago de horas extras, 797.04 min.	Ahorro aproximado al mes
Q 1,968.00	Q9,564.48	Q11,532.48

Fuente: Elaboración propia.

La Embotelladora de Guatemala necesita realizar una inversión de Q90,820.00 para lograr disminuir el tiempo de operación de cambio de formato. La Tabla 59 muestra en detalle la inversión a realizar.

Tabla 59 Inversión realizada por la Embotelladora de Guatemala

Inversión	Monto
Carreta para POSIMAT	Q5,000.00
Llavearticulada para llenadora	Q100.00
Carreta para llenadora	Q18,000.00
Mueble 1 para etiquetadora	Q13,000.00
Mueble 2 para etiquetadora	Q10,000.00
Mueble 3 para etiquetadora	Q8,000.00
Muebleempacadora	Q10,000.00
Módulo 1	Q6,160.00
Módulo 2	Q6,160.00
Módulo 3	Q7,200.00
Módulo 4	Q7,200.00
Inversión total	Q90,820.00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 60 se muestra la Tasa Interna de Retorno obtenida por la disminución de tiempo en la operación de cambio de formato, así como el Valor Presente Neto con una Tasa Mínima Atractiva de Retorno de 20% anual, lo que equivale a 1.67% mensual. Para el cálculo del retorno de inversión, se obtuvo dicha TMAR del departamento de finanzas.

Tabla 60 TIR para el proyecto realizado y VNA

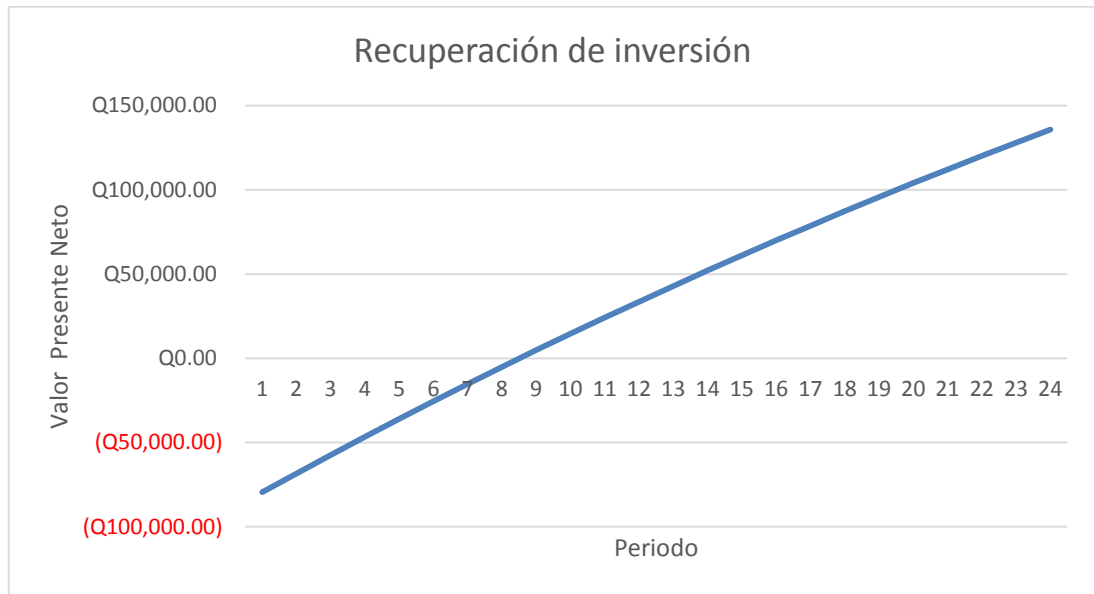
Periodo	Monto	Recuperación de inversión
0	Q (90,820.00)	
1	Q 11,532.48	(Q79,476.58)
2	Q 11,532.48	(Q68,319.11)
3	Q 11,532.48	(Q57,344.56)
4	Q 11,532.48	(Q46,549.91)
5	Q 11,532.48	(Q35,932.23)
6	Q 11,532.48	(Q25,488.60)
7	Q 11,532.48	(Q15,216.19)
8	Q 11,532.48	(Q5,112.17)
9	Q 11,532.48	Q4,826.21
10	Q 11,532.48	Q14,601.66
11	Q 11,532.48	Q24,216.86
12	Q 11,532.48	Q33,674.43
13	Q 11,532.48	Q42,976.96
14	Q 11,532.48	Q52,126.99
15	Q 11,532.48	Q61,127.02
16	Q 11,532.48	Q69,979.51
17	Q 11,532.48	Q78,686.87
18	Q 11,532.48	Q87,251.50
19	Q 11,532.48	Q95,675.71
20	Q 11,532.48	Q103,961.83
21	Q 11,532.48	Q112,112.11
22	Q 11,532.48	Q120,128.78
23	Q 11,532.48	Q128,014.02
24	Q 11,532.48	Q135,770.00
TIR mensual		12%
VPN		Q135,770.08

Fuente: Elaboración propia.

El valor presente neto de la inversión es de Q135,770.08 con una Tasa Interna de Retorno de 136% anual.

La Gráfica 6 muestra el periodo en que la Embotelladora de Guatemala logra recuperar la inversión a partir del noveno mes.

Gráfica 6 Recuperación de inversión



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 61 muestra que es justificable la inversión, ya que se tiene un B/C de 1.49, siendo mayor a 1 (Ver capítulo IV inciso r), por lo que se justifica la inversión, y así, alcanzar el objetivo de disminución de tiempo en la operación de cambio de formato.

Tabla 61 Análisis beneficio/costo

Beneficios	Q135,770.08
Costos	Q 90,820.00
B/C	1.49

Fuente: Elaboración propia.

X. CONCLUSIONES

- Utilizando el método propuesto para el cambio de formato en la línea de envasado de la Embotelladora de Guatemala, se redujo un 30.63% el tiempo requerido para el cambio de formato.
- El proceso de cambio de formato anterior tenía actividades sin estandarizar y actividades que podían ser eliminadas, lo que provocaba un aumento en el tiempo requerido para el cambio de formato.
- La utilización de matrices de decisión ayudó a agilizar el proceso de depuración de las propuestas obtenidas. Logrando así, descartar las ideas que tomaría mucho tiempo de implementación y las que podrían causar un daño al equipo o al operador. Las propuestas generadas para acercar los muebles de almacenaje a las diferentes áreas donde eran requeridos, ayudó a facilitar la operación de cambio en cada maquinaria.
- La inversión en muebles fue de Q64,100.00, lo cual ayudó a agilizar el proceso de cambio de formato. La capacitación de personal tuvo un costo de Q26,720.00. La inversión en herramientas fue de Q100.00. Para reducir el tiempo de cambio de formato se realizó una inversión total de Q90,820.00.
- Con una inversión de Q90,820.00 se generó un ahorro de Q11,532.48 mensualmente, recuperando la inversión a partir del noveno mes.

XI. RECOMENDACIONES

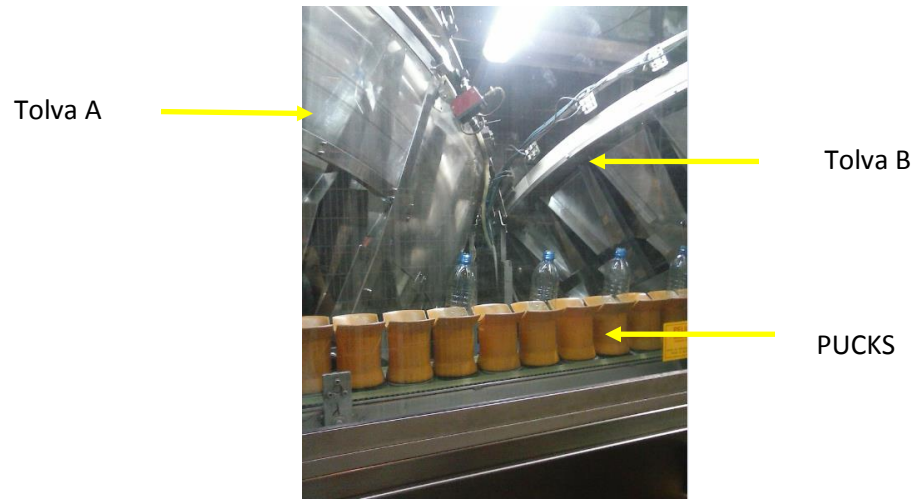
- Se debe verificar constantemente que los manuales establecidos para la operación de cambio de formato se realicen de la manera establecida.
- Los tiempos de cambio de formato deben ser monitoreados para verificar el cumplimiento de los tiempos establecidos para la operación de cambio de formato en cada máquina.
- Los operarios deben estar capacitados para realizar cualquier operación que se involucre con el cambio de formato en cualquier área de la línea de producción.
- Se debe verificar constantemente que el equipo utilizado para el cambio de formato esté en óptimas condiciones, ya que de lo contrario, estos pueden aumentar el tiempo de dicha operación.
- El nuevo cuello de botella se encuentra en llenadora, ya que esta máquina posee tiempos establecidos para realizar un lavado en el equipo; por lo que se recomienda realizar un estudio posterior para verificar si los tiempos de cambio pueden ser reducidos nuevamente.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Benjamín W. Niebel, A. F. (2009). *Ingeniería industria, Métodos, estándares y diseño del trabajo* (Duodécima ed., Vol. I). (T. d. Ana, Ed.) México, Monterrey: Mc Graw Hill.
- Benjamín W. Niebel, A. F. (2009). *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*. (Duodécima edición ed.). (T. d. Ana, Ed.) México: Mc Graw Hill.
- Blanco, A. (2006). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Editorial Texto. 5ta Edición. Caracas, Venezuela.
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos* (Octava Edición ed.). México Distrito Federal: Mc Graw Hill/Interamericana Editores, S.A de C.V.
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del Talento Humano* (Tercera Edición ed.). México Distrito Federal: Mc Graw Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Garay, U y González, M. (2005). *Fundamentos de Finanzas*. Ediciones IESA, 2da Edición. Caracas, Venezuela.
- labwa. (s.f.). *latin american bottled water association* .Obtenido de <http://labwa.org/es/agua-pura-salvavidas-1>
- Leland Blank, P. A. (2012). *Ingeniería Económica*. Texas: Mc Graw Hill.
- Social, M. d. (s.f.). *Gobierno de Guatemala*. Recuperado el noviembre de 2014, de <http://www.mintrabajo.gob.gt/>
- Tarquin, L. B. (2012). *Ingeniería Económica*. México: Mc Graw Hill.

XIII. ANEXOS

Anexo 1 Tolva A y B de POSIMAT



Anexo 2 Cambio de formato en POSIMAT



Anexo 3 Etiquetadora



Anexo 4 Ajustador de altura de mesas porta-etiqueta



Anexo 5 Llenadora



Anexo 6 Guía de Capperr's



Guía de
Capperr's

Capperr's

Anexo 7 Formatos para llenadora



Anexo 8 Empacadora



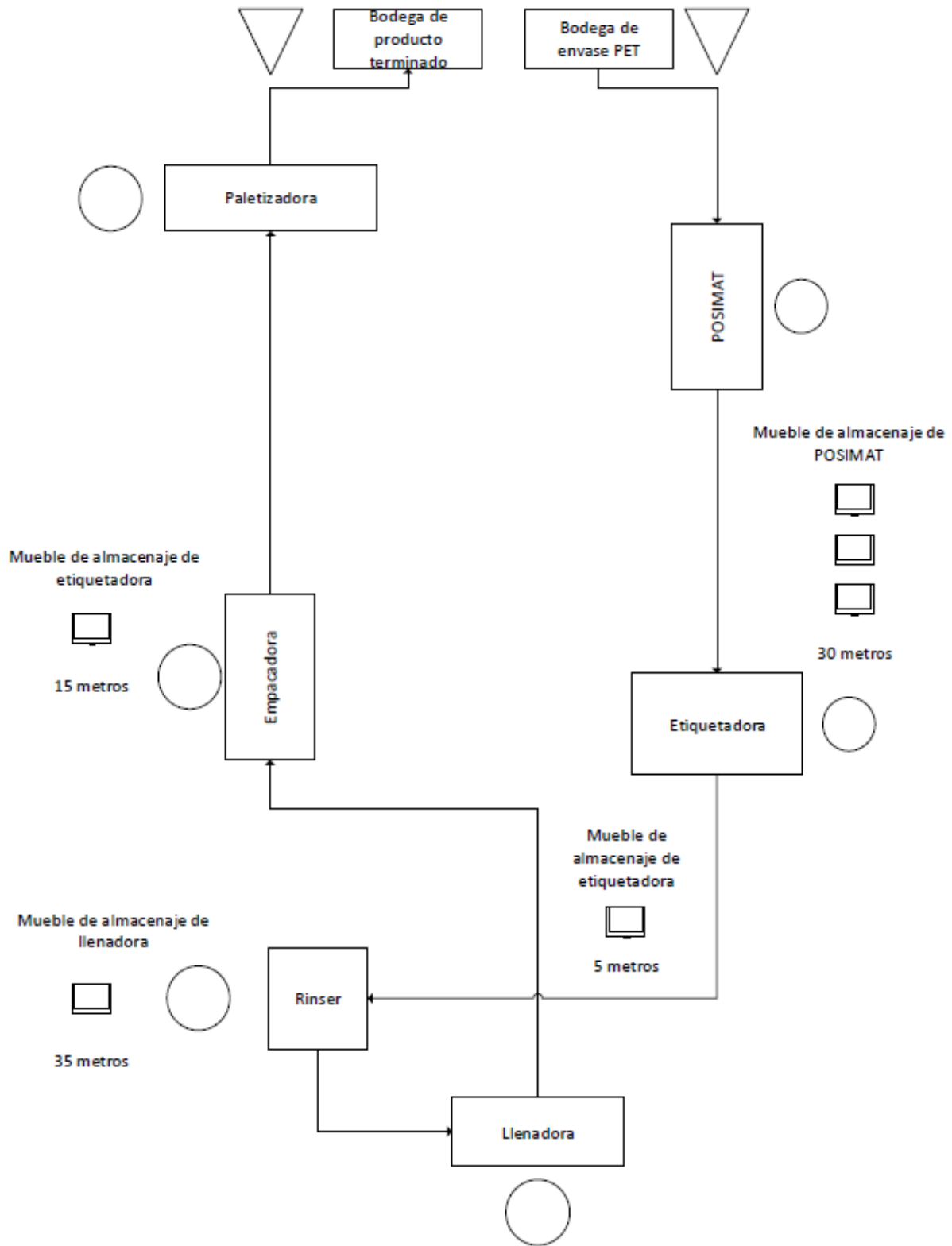
Anexo 9 Guías internas



Anexo 10 Guías externas



Anexo 11 Distribución de línea de envasado PET



Anexo 12 Carreta para traslado de formatos en POSIMAT



Anexo 13 Mueble de almacenaje de formatos en POSIMAT



Anexo 14 Mueble de almacenaje de formatos en etiquetadora y empacadora



Anexo 15 Mueble de almacenaje de formatos en etiquetadora y empacadora



Anexo 16 Mueble de almacenaje de formatos en etiquetadora y empacadora



Anexo 17 Herramienta para retirar Capper



Figura a.



Figura b.

Anexo 18 Llave articulada para retirar guías de Capper



Anexo 19 Mueble de almacenaje de formatos en llenadora



Anexo 20 Carreta para traslado de formatos en llenadora




Anexo 21 Mueble de almacenaje y traslado de formatos en llenadora




Anexo 22 Mueble de almacenaje de formatos en etiquetadora y empacadora



Anexo 23 Cotización para compra de muebles 1





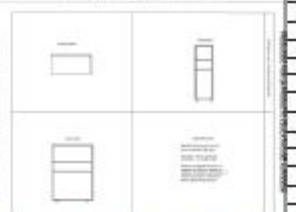
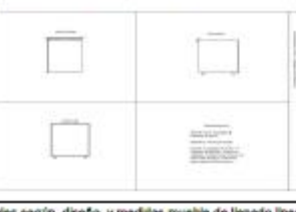
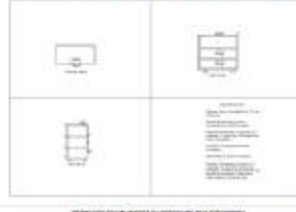

E-mail: industriaalonzos@gmail.com
www.industriaalonzos.com
2438-6693

Mixco 6 de Abril del 2014

SEÑORITA:
Gabriela Rosales
PRESENTE

Atención: Srita. Rosales

Reciba un cordial saludo de parte de nuestra empresa.
De acuerdo con la conversación sostenida por teléfono le cotizo lo siguiente.

No.	Descripción	VALOR UNI.	TOTAL
1	Muebles según diseño y medidas carrito para llenadora	Q8,000.00	Q8,000.00
			
1	Muebles según diseño y medidas carrito para posimat	Q5,000.00	Q5,000.00
			
1	Muebles según diseño y medidas mueble de llenado línea 3	Q8,000.00	Q8,000.00
			
1	Muebles según diseño y medidas mueble de etiquetadora	Q11,000.00	Q11,000.00
			

Mobiliario para:
OFICINA

OFICINA

- * Escritorios
- * Archivos
- * Librerías
- * Credenzas
- * Armarios
- * Lockers

BILLAS

- * Sillas
- * Amueblados
- * Bancos

Mecas

- * Computadora
- * Telefono
- * fotocopiadora
- * Conferencia
- Y más....

CLINICOS

- * Atri
- * Carro de curación *
- * Blombos
- * Camillas plexiglass
- Y más....

Anexo 25 Cotización para capacitación de empleados



Propuesta: Capacitaciones	FECHA: 3 de abril de 2014
CLIENTE: Embotelladora de Guatemala	CONTACTO: Gabriela Rosales
TELEFONO: 5424-6825	CORREO: ros11538@uvg.edu.gt
ASESOR: Alejandra Chaj	Correlativo: 13-030430

CODIGO 002-VC	Inversión por persona	Q. 385.00
Tema: Trabajo en equipo <ul style="list-style-type: none"> Tiempo de Duración: 10 horas 		
CODIGO 002-VC	Inversión por persona	Q. 385.00
Tema: Sensibilización al cambio <ul style="list-style-type: none"> Tiempo de Duración: 5 horas 		
CODIGO 002-VC	Inversión por persona	Q. 450.00
Tema: Conocimiento de Maquinaria I <ul style="list-style-type: none"> Tiempo de Duración: 10 horas 		
CODIGO 002-VC	Inversión por persona	Q. 450.00
Tema: Conocimiento de Maquinaria II <ul style="list-style-type: none"> Tiempo de Duración: 15 horas Todas las capacitaciones incluyen: Diploma de participación Material de apoyo		

CONDICIONES GENERALES

- Los precios incluyen impuestos del país donde se requieran los servicios.
- Forma de Pago: 8 días de anticipación a la fecha de la capacitación.
- Vigencia del presente convenio: 15 días contados a partir de la presente fecha.

Atentamente,

Dayrín Soto, Gerente de Desarrollo

(f) firma de autorización por parte del cliente