



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO
UTILIZANDO SMED PARA EL CASO DE ENVASADO DE CERVEZA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía
Roque Alejandro Morán Gortaire

Autor
Jorge Rommel Lascano Coca

Año
2015

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el/la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Roque Alejandro Morán Gortaire
Ingeniero Industrial, MSC.
C.I. 170490331-7

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Jorge Rommel Lascano Coca

C.I. 171656238-2

AGRADECIMIENTO

A mis Padres, por siempre guiarme, por ser mi ejemplo y apoyarme incondicionalmente para que cumpla mis objetivos.

A mis hermanos, por su cariño y apoyo.

A mi tu tutor de tesis, Roque por haberme guiado y aconsejado a que culmine con éxitos este proyecto.

DEDICATORIA

A mi familia, por todo el apoyo que me ha brindado siempre y más durante el desarrollo de este proyecto, animándome en todo instante a seguir hacia adelante.

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo aumentar la productividad de una línea de envasado de cerveza. En general busca aumentar el OEE de la línea, disminuyendo los tiempos de paro e incrementando el índice de disponibilidad de las máquinas para producir. Por lo tanto, se emplea la herramienta SMED de lean manufacturing, con el fin de disminuir considerablemente los tiempos de cambio de formato al pasar de un producto a otro distinto. Se inicia con la identificación de los cambios de formato críticos y las máquinas críticas, conjuntamente con el análisis inicial de la línea de envasado. Se identifica el cambio crítico y se realizan las cuatro etapas del SMED con especial énfasis en disminuir los tiempos de preparación; se emplean ciertas herramientas de mejora tales como 5's y eliminación de desperdicios, además quedan planteados cambios en la secuencia de operación y de producción. Como resultado se obtiene disminución de tiempo en los cambios, mejor despliegue visual y correcto uso de los elementos de cambio, mejora en la secuencia de producción, aumento de OEE y en efecto mayor productividad. Finalmente se realiza en el estudio económico con un beneficio para la empresa.

ABSTRACT

The aim of this Project is to increase the productivity of a beer packaging line. In general to increase the OEE of the line, decrease non production times and increase availability of machines to produce. Therefore using a lean tool called SMED is a way to potentially reduce the changeovers wasting time when change products from one to another. Starts with the identification of critical changeovers, critical machines and the packaging line analyze. Chose the critical changeover and applying the four stages of SMED, especially decreasing preparation times applying tools such as 5s and wastes elimination. Due to this application changeovers time reduce considerably, OEE increases, visual management and productivity improve. Finally the economic study shows the benefits of the project.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	1
JUSTIFICACION.....	3
ALCANCE.....	4
OBJETIVO.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
1. MARCO TEORICO.....	6
1.1 Lean Manufacturing	6
1.1.1 Herramientas de lean manufacturing.....	6
1.2 S.M.E.D.	8
1.3 Los 7 desperdicios.....	11
1.4 5s	12
1.5 Medición del Trabajo	14
1.5.1 Estudio de métodos	16
1.6 O.E.E. o E.G.E.	16
1.7 Proceso de producción de cerveza	18
1.8 Unidades de Volumen	21
2. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS INICIAL DE LA LÍNEA	
2 DE ENVASADO	23
2.1 Áreas de la planta.....	23
2.2 Área de Envasado de cerveza.....	23
2.3 Descripción de la línea 2 de Envasado de Cerveza.....	25
2.3.1 Productos envasados en la línea 2.....	26
2.3.2 Proceso de Envasado.....	28
2.4 Análisis inicial de la Etiquetadora.....	35
2.5 Análisis inicial de la Llenadora	47

2.6 Valores de OEE de la línea 2.....	52
3. APLICACIÓN DEL SMED A LA LÍNEA 2 DE ENVASADO	55
3.1 Estudio en Etiquetadora	56
3.1.1 Etapa Preliminar del SMED	56
3.1.2 Etapa 1 del SMED	57
3.1.3 Etapa 2 del SMED	61
3.1.4 Etapa 3 del SMED	64
3.2 Estudio en Llenadora	65
3.2.1 Caso 1	65
3.2.2 Caso 2	66
3.2.3 Caso 3	67
3.3 OEE	68
4. ESTUDIO ECONÓMICO	71
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1 Conclusiones.....	76
5.2 Recomendaciones.....	77
REFERENCIAS	79
ANEXOS	80

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa de Procesos de Empresa Cervecera.....	3
<i>Figura 2.</i> Beneficios de la implantación Lean.....	8
<i>Figura 3.</i> Ciclo de Set-up de la máquina (Eficiencia de Fabrica vs. Tiempo) ...	11
<i>Figura 4.</i> Armarios antes de 5's.....	13
<i>Figura 5.</i> Armarios después de 5's.....	14
<i>Figura 6.</i> E.G.E vs Pérdidas.....	18
<i>Figura 7.</i> Etapas del Proceso de Producción de Cerveza	19
<i>Figura 8.</i> Planta de Producción de Cerveza.....	23
<i>Figura 9.</i> Envase de Producto A.....	27
<i>Figura 10.</i> Envase de Producto B.....	27
<i>Figura 11.</i> Envase del Producto C.....	28
<i>Figura 12.</i> Envase del Producto D.....	28
<i>Figura 13.</i> Línea 2 de Envasado de Cerveza	30
<i>Figura 14.</i> Proceso de Envasado de Cerveza	31
<i>Figura 15.</i> Botella llena sin etiquetar	32
<i>Figura 16.</i> Pareto de Cambios de Formato	34
<i>Figura 17.</i> Gantt del Cambio de formato del Producto A al Producto D (Equipos vs. Tiempo).....	35
<i>Figura 18.</i> Relación de piezas del Producto A.....	36
<i>Figura 19.</i> Relación de piezas del Producto B.....	37
<i>Figura 20.</i> Relación de piezas del Producto C	38
<i>Figura 21.</i> Relación de piezas del Producto D	39
<i>Figura 22.</i> Estanterías Taller Línea 2	40
<i>Figura 23.</i> Estanterías Taller Línea 2	40
<i>Figura 24.</i> Racks de elementos de cambio	41
<i>Figura 25.</i> Colocación de cámaras.....	42
<i>Figura 26.</i> Movimientos Innesarios de operador en el cambio	43
<i>Figura 27.</i> Manipulación de rodillo encolador.....	44
<i>Figura 28.</i> Manipulación de elementos de cambio	44
<i>Figura 29.</i> Spaghetti en Etiquetadora 1.....	45
<i>Figura 30.</i> Spaghetti en Etiquetadora 2.....	46
<i>Figura 31.</i> Spaghetti en Etiquetadora 3.....	46
<i>Figura 32.</i> Tendencia Producto A.....	48
<i>Figura 33.</i> Tendencia Producto B.....	48
<i>Figura 34.</i> Tendencia Producto C.....	49
<i>Figura 35.</i> Tendencia Producto D.....	50
<i>Figura 36.</i> Estanterías con elementos de llenadora	51
<i>Figura 37.</i> Estructuras metálicas desaprovechadas.....	52
<i>Figura 38.</i> OEE de L1.....	53
<i>Figura 39.</i> OEE de L2 (2014)	54

<i>Figura 40.</i> Formación de Equipo SMED Racers.....	55
<i>Figura 41.</i> Aplicación S1	58
<i>Figura 42.</i> Mejorar transporte de elementos	60
<i>Figura 43.</i> Reutilización de estructuras	60
<i>Figura 44.</i> Estructura señalizada.....	61
<i>Figura 45.</i> Propuesta de cambio a actividades externas.....	63
<i>Figura 46.</i> Pruebas Piloto.....	64
<i>Figura 47.</i> Verificación de elementos	64
<i>Figura 48.</i> Disponibilidad sin SMED vs. Disponibilidad con SMED	69
<i>Figura 49.</i> Disponibilidad sin SMED vs. Disponibilidad con SMED	70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción Mensual de Cerveza (Abril - Septiembre).....	24
Tabla 2. Producción Mensual de Cerveza (Octubre - Marzo)	24
Tabla 3. Cantidad de Producto por Mes (Abril – Septiembre 2014)	25
Tabla 4. Volumen de Producto por Mes (Abril – Septiembre 2014)	25
Tabla 5. Producción (Abril -Septiembre 2014).....	26
Tabla 6. Máquinas y Equipos L2	29
Tabla 7. Historial de Cambios de Formato	33
Tabla 8. Relación de Cambios entre Productos	34
Tabla 9. OEE de L2.....	54
Tabla 10. Actividades del Cambio de Formato.....	56
Tabla 11. Separar actividades internas y externas.....	58
Tabla 12. Secuencia 1.....	65
Tabla 13. Secuencia 2.....	66
Tabla 14. Secuencia 3.....	67
Tabla 15. Eficiencias	67
Tabla 16. OEE Línea 2 con aumento de la disponibilidad para el cambio seleccionado.	68
Tabla 17. OEE Línea 2 con aumento de la disponibilidad para todos los cambios.....	69
Tabla 18. Inversión Inicial.....	72
Tabla 19. Costos y gastos a partir del segundo mes.....	72
Tabla 20. Flujo.....	74

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Historia

Inicialmente el consumo de cervezas en Ecuador se efectuaba a través de la importación de estos productos. A partir del 9 de octubre de 1887 esta situación cambia, en la ciudad de Guayaquil es fundada la empresa Guayaquil LBBA, en sus inicios como productora de cerveza y hielo. Años más tarde la empresa pasaría a tomar el nombre de CCN.

En el año 1910, la fábrica construida en uno de los sectores más conocidos de Guayaquil, sector las Peñas a las orillas del río Guayas empieza incrementar su producción, con tecnología traída del extranjero, consolidando así la actividad productora industrial de cerveza en Ecuador. Posteriormente en 1913 se realiza el lanzamiento de su marca líder.

Debido al crecimiento en la demanda de productos, en Guayaquil el año 1972 es adquirido un terreno de 20 hectáreas en el Parque Industrial Pascuales, lugar donde se construiría la actual Planta Guayaquil y que dio inicio a sus operaciones desde el año 1985.

En 1974 fomentando su crecimiento se fusiona con CAQ de Quito, esta se constituiría en la actual Planta Quito y que se encuentra operando ya 40 años en el país.

A partir de Octubre del 2005, la empresa fusión SM de cervezas se convierte en el mayor accionista de la compañía, adquiriendo el nombre de SBC.

SM es la segunda productora de cerveza a nivel mundial, teniendo operaciones en 75 países, con alrededor de 200 marcas y que genera alrededor de 5 millones de hectolitros de cerveza anualmente en Ecuador.

La demanda actual de cerveza en Ecuador ha hecho que la variedad de productos y presentaciones aumenten. En concreto la línea dos de planta Quito fue creada para dar mayor flexibilidad a la producción, inicialmente con un producto y actualmente envasando cuatro productos distintos, claramente la tendencia muestra un crecimiento en variedad de productos, esto ha impulsado a que las empresas quieran adaptarse mejor a las necesidades del cliente, optimizando sus operaciones, aplicando herramientas de mejora y mejorando sus procesos productivos.

Misión

Poseer y desarrollar marcas en los segmentos elegidos de bebidas que sean la primera elección de los consumidores y clientes en Ecuador (2014).

Visión

Ser la compañía más admirada del Ecuador

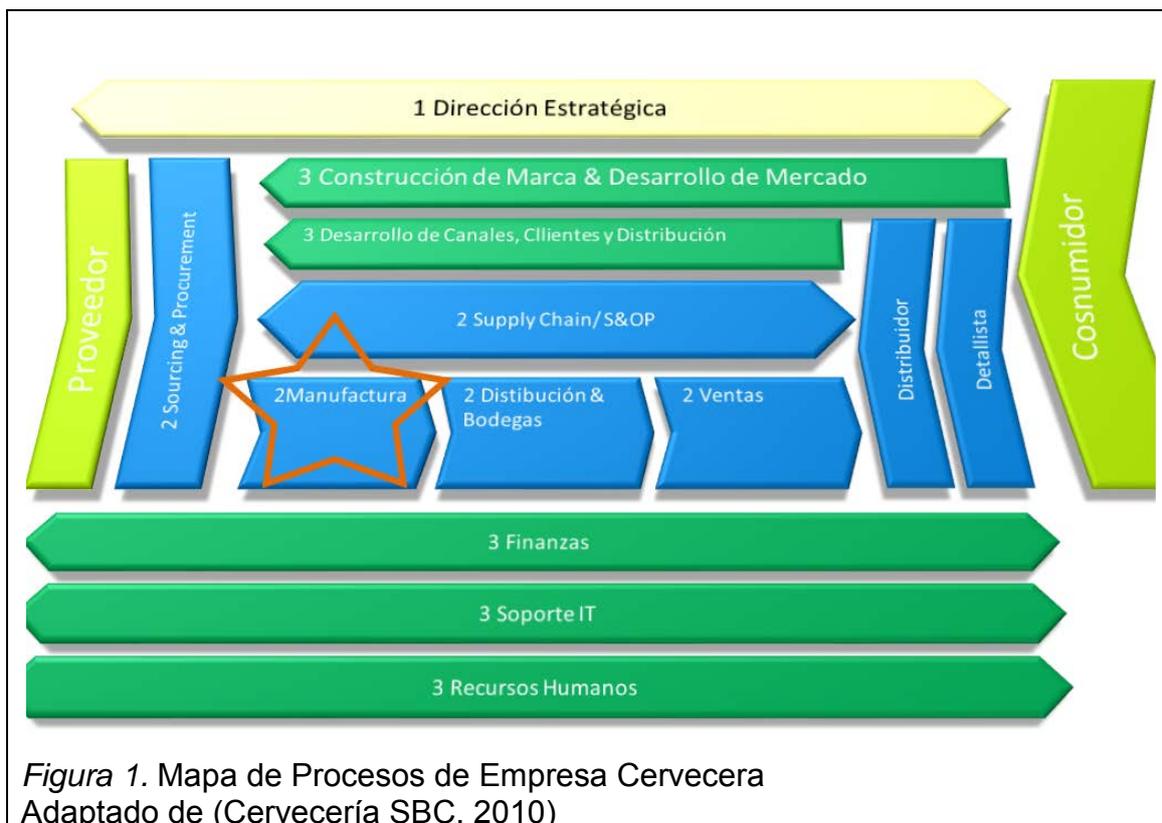
- ❖ Las marcas de elección
- ❖ La inversión de elección
- ❖ El empleador de elección
- ❖ El socio de elección

Valores

Según SBC (2014), sus valores estratégicos son:

- ❖ Nuestra gente es nuestra ventaja más duradera.
- ❖ La responsabilidad es clara e individual.
- ❖ Trabajamos y ganamos en equipo.
- ❖ Comprendemos y respetamos a nuestros clientes y consumidores.
- ❖ Nuestra reputación es indivisible

Macroprocesos



JUSTIFICACION

Inicialmente la línea de envasado trabajaba con un solo producto: Producto A (600cc), posteriormente con dos productos: Producto A (600cc) y Producto B (600cc), debido a la demanda en variedad de presentaciones, la línea aumento su tiempo de producción, actualmente trabaja casi todos los días, veinticuatro horas al día, en tres turnos de ocho horas, envasando cuatro diferentes productos: Producto A (600cc), Producto B (600cc), Producto C (550cc) y Producto D (550cc). La línea de envasado solo puede envasar un producto a la vez, para cambiar a otro necesita de una parada obligatoria en la cual se realizan los cambios pertinentes en las máquinas, con el fin de acondicionar la línea para que envase el nuevo producto, se producen de dos a tres cambios por semana, se emplean entre dos a cinco horas por cambio. En efecto mejorar la flexibilidad de la producción y enfocarse en los gustos del cliente es lo que ha generado la necesidad de implementar mejoras en la línea de producción para adaptarse a los cambios. El sistema SMED (Single Minute Exchange of

Die) es una herramienta de Lean Manufacturing que trabaja específicamente en mejorar la flexibilidad de la producción disminuyendo los tiempos en los cambios de moldes (o cambios de formato), mejorando la producción y disminuyendo en efecto los costos. Por ende este trabajo tiene por efecto emplear esta herramienta para conseguir las mejoras necesarias, disminuyendo tiempos, mejorando la productividad y manteniendo la calidad del producto.

ALCANCE

El alcance de este trabajo de Titulación está enfocado en aplicar el sistema SMED en la línea dos de envasado de cerveza, esto involucra directamente los cuatro productos que se envasan en la línea y las maquinas interventoras en los cambios de formato. Previo a la herramienta se realizara una evaluación de la línea de producción, de ser el caso levantando información a través de videos que involucren a las máquinas, los operadores y cambios de formato más importantes. Para la aplicación el sistema SMED estará constituido un plan para reducir los tiempos de preparación, análisis de información, planes de capacitación de la herramienta SMED, realización de diagramas, diseños y empleo de herramientas tales como el trabajo en paralelo de los operadores, además del uso correcto de los recursos. Todo esto con el fin de mejorar la productividad, la flexibilidad de la producción y en efecto disminuir desperdicios durante el proceso de cambio de formato.

OBJETIVO

Objetivo General

Aumentar la producción y optimizar tiempos durante los cambios de formato en la línea dos de envasado de cerveza aplicando el sistema SMED.

Objetivos Específicos

- ❖ Verificar el estado actual de trabajo en la línea dos de envasado de cerveza.

- ❖ Realizar un historial de cambios de formato, obtener la información necesaria de estos y su tendencia.
- ❖ Identificar las máquinas que intervienen en el cambio de formato y seleccionar las más críticas en este proceso de cambio.
- ❖ Rediseñar los procedimientos para la optimización de tiempo en la preparación y durante los cambios de formato.
- ❖ Elaborar la planificación para capacitaciones y lanzamiento de pruebas piloto de la metodología aplicada en la línea de envasado.

1. MARCO TEORICO

1.1 Lean Manufacturing

Durante los años sesenta, Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, ingenieros japoneses contribuyeron enormemente en el desarrollo de un sistema de fabricación (Toyota Production System) de gran impacto para la producción automotriz en Toyota, este sistema generador de grandes beneficios en la productividad, fue adoptado en occidente a través de ciertas herramientas, estas en conjunto tomaron el nombre de lean manufacturing.

Lean manufacturing, generalmente nombrada como manufactura esbelta o fabricación sin desperdicios, ha tomado varios nombres debido a las traducciones, sin embargo durante el desarrollo de este proyecto se empleará el término en inglés "*lean manufacturing*", esto con el fin de mantener un mismo término y facilitar su entendimiento.

Lean manufacturing puede considerarse como un conjunto de herramientas, que estratégicamente están enfocadas en:

- ❖ Mejorar la productividad de las fábricas
- ❖ Eliminar todos los desperdicios que se generan en las mismas
- ❖ Y en efecto reducir los costos innecesarios

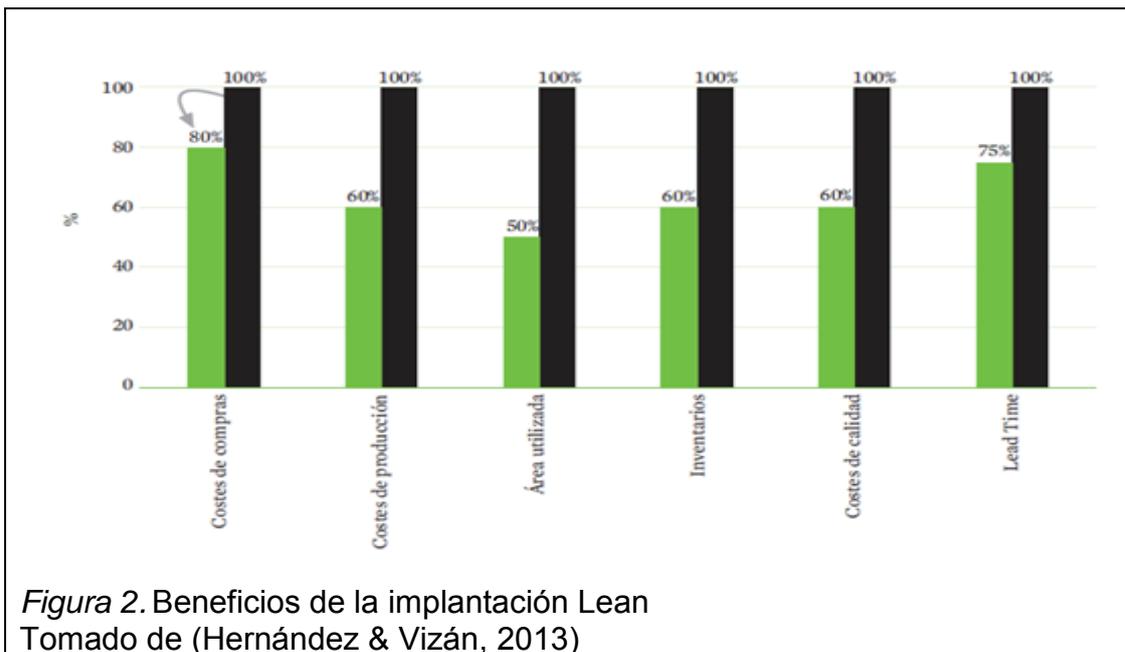
1.1.1 Herramientas de lean manufacturing

Generalmente las herramientas que en conjunto constituyen lean manufacturing son (Hernández & Vizán, 2013):

- ❖ **Las 5S.** Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

- ❖ **SMED.** Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.
- ❖ **Estandarización.** Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- ❖ **TPM.** Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada de las máquinas.
- ❖ **Control visual.** Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora
- ❖ **Jidoka.** Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- ❖ **Técnicas de calidad.** Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos.
- ❖ **Sistemas de participación del personal (SPP).** Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.
- ❖ **Heijunka.** Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza.
- ❖ **Kanban.** Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.

Para tener un concepto un poco más amplio del beneficio e impacto generado en la aplicación de lean manufacturing, en la siguiente figura se puede observar como en 300 empresas que aplicaron lean manufacturing, posteriormente disminuyeron en gran porcentaje los desperdicios que generaban.



1.2 S.M.E.D.

Previo a introducir el término SMED, es necesario tener en consideración varios términos que ayudaran a mejorar su entendimiento.

- ❖ El **montaje** es la actividad de preparar la máquina y/o proceso al comienzo de un período de producción (TRACC, 2004).
- ❖ El **cambio** es la actividad de tener la producción y preparar la máquina y/o proceso para fabricar un producto diferente (TRACC, 2004).

El Cambio de formato en minutos de un solo dígito o más, conocido por sus siglas en inglés como S.M.E.D. (Single Minute Exchange of Die), es un sistema de técnicas aplicadas por el ingeniero japonés Shigeo Shingo, que tienen como objetivo disminuir los tiempos de montaje o cambio en las máquinas cuando se pasa de producir un lote de producto X a un lote de producto Y.

Debido a la diversificación de los productos, las empresas buscan adaptarse a los cambios y enfocarse en los gustos del cliente. El inconveniente más grave para las empresas productoras de gran escala es justamente la diversificación,

ya que los cambios generados para producir bajos volúmenes diferentes generan problemas en:

- ❖ Los cambios de útiles
- ❖ Preparación de las herramientas
- ❖ Preparación de las máquinas
- ❖ Calibración de las herramientas

Ciertamente la mayoría de problemas se encuentran identificados en la preparación. Un concepto muy importante es el tiempo de preparación, y puede ser descrito de la siguiente manera:

El tiempo que se requiere para preparar el equipo o proceso para el próximo período de producción, desde el momento en que se detuvo el período de producción anterior o comenzaron las actividades de montaje, hasta el momento en que se logra la tasa de producción estable que se desea obtener. Por lo tanto, incluye el tiempo que se pierde afinando y realizando ajustes (TRACC, 2004).

Ahora teniendo claros la mayor parte de conceptos que se relacionan con SMED se puede establecer los pasos o criterios que presenta Shigeo Shingo para implementar la metodología, estos pasos pueden definirse en tres etapas conceptuales y una fase preliminar, de la cual parten generalmente la mayor parte de empresas, para tener claras las etapas se detallan a continuación (Shingo, 1993):

- ❖ Fase Preliminar: No están diferenciadas las preparaciones interna y externa.
- ❖ 1ra Etapa: Separación de las preparaciones interna y externa
 - Empleo de listas de comprobación
 - Realización de comprobaciones funcionales
 - Mejora del transporte de útiles y otras piezas
- ❖ 2da Etapa: Convertir la preparación interna en externa

- Preparación anticipada de las condiciones de operación
- Estandarización de funciones
- ❖ 3ra Etapa: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación

Según el manual del TRACC (2004), se expresan las etapas en 4 fases acorde a Shingo como se indica:

- 1) Primero, no se distingue entre IED Y OED
- 2) Segundo, se distinguen entre IED Y OED
- 3) Tercero, el proceso IED se convierte en OED
- 4) Cuarto, finalmente todos los aspectos del proceso de cambio de útiles o piezas se perfeccionan

Normalmente se debe establecer un intervalo de tiempo para medir el cambio de formato en las máquinas, ese intervalo consta de dos partes:

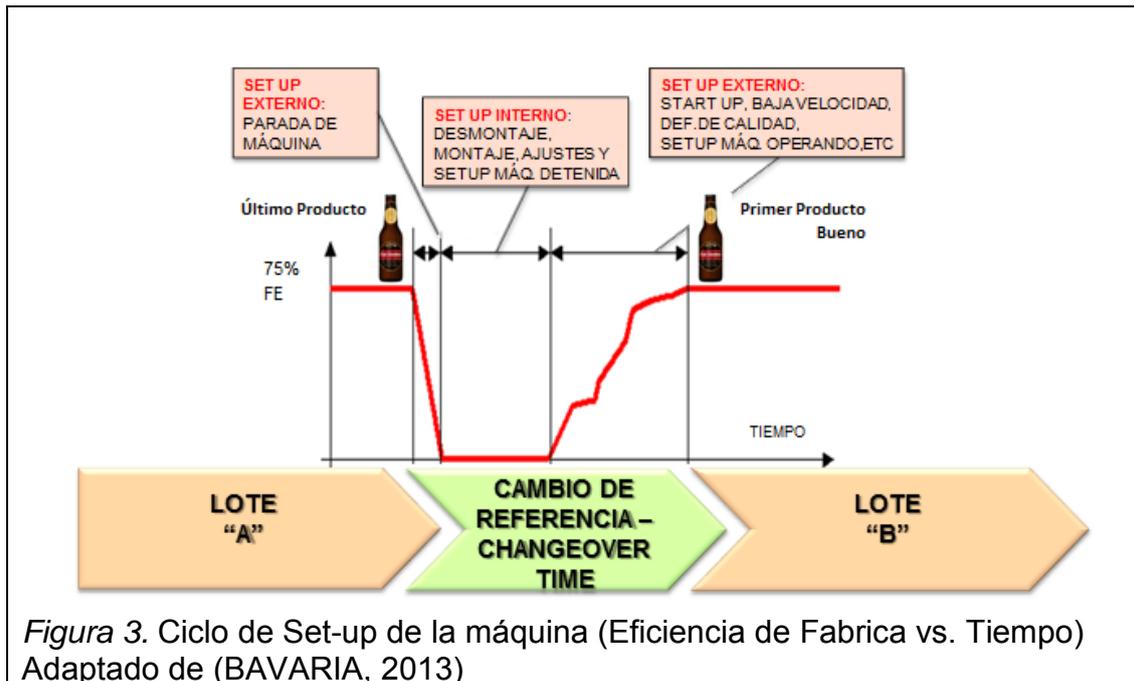
- ❖ Setup externo
- ❖ Setup interno

Los equivalentes a estos son justamente los términos IED y OED que representan lo siguiente:

- ❖ IED: Internal Exchange of Die: Proceso de Cambio Interno
- ❖ OED: External Exchange of Die: Proceso de Cambio Externo

Si se toma en consideración la Figura 3, se puede observar el intervalo de tiempo que debe cumplirse y los diferentes procesos de cambio, cuando se realiza un cambio de formato.

El Cambio de formato, Cambio de útiles o Changeover por su traducción al inglés, puede también considerarse como el tiempo medido a partir del último elemento sin defectos producido de un lote hasta el primer elemento producido sin defectos de un nuevo lote.



Dentro de las operaciones externas o Setup externo se consideran todas operaciones previas a la parada de la máquina y posteriores a la misma, es decir, incluye todas las operaciones de preparación externa realizadas a la máquina.

Por lo que a las operaciones internas o Setup interno se refiere, se consideran todas las acciones para reemplazar los elementos de la máquina con el fin de que esta varíe su producción de un producto a otro diferente.

1.3 Los 7 desperdicios

Habitualmente en una planta de producción se habla de dos aspectos importantes en los que se pueden dividir las actividades realizadas, estos son:

- ❖ El trabajo
- ❖ Y el desperdicio

Solo crea valor para el cliente aquellas actividades que transforman el ítem (producto, servicio, información) y el cliente está dispuesto a pagar por eso; toda actividad que no crea valor es muda (Moura, 2009).

El desperdicio o muda usualmente conocido por su término en japonés, es todo aquello que no agrega valor, recae en demoras y en efecto encarece los costos. Ahora, el desperdicio es un término que no puede expresarse en singular dentro de una planta productiva, por tal motivo el desperdicio está clasificado en distintas formas o tipos de desperdicios.

Generalmente se conocen o se mencionan como siete a los desperdicios generados y están mencionados a continuación:

1. Sobreproducción
2. Exceso de inventario
3. Esperas
4. Exceso de transporte
5. Movimientos innecesarios
6. Defectos
7. Reprocesos

Sin embargo, hay muchos autores que consideran que no son solo 7 los desperdicios que se generan, sino que existen 8, si se toma en consideración que el desperdicio del talento humano también genera una pérdida para las empresas.

Todas las personas que trabajan en una planta de producción deben estar en la capacidad de identificar los desperdicios generados y tratar de eliminarlos o reducirlos es ahí donde radica la importancia del talento humano.

1.4 5s

Considerando un enfoque de mejora continua Takashi Osada e Hiroyuki Hirano, son las personas que más se enfocaron en el desarrollo y aplicación de la metodología 5's, no solo enfocándola en el orden y limpieza, sino también considerándola como el pilar más importante dentro de una empresa que busca mejorar y competir en un mundo globalizado.

Generalmente se habla de 5's ya que provienen de 5 palabras en japonés que empiezan con la letra S:

- ❖ *Seiri*
- ❖ *Seiso*
- ❖ *Seiton*
- ❖ *Seiketsu*
- ❖ *Shitsuke*

Y que si se definieran en español, pueden ser expresadas de la siguiente manera (TRACC, 2004):

- ❖ *Seiri* - Elimine los objetos que no sean necesarios
- ❖ *Seiso* - Limpie el lugar de trabajo
- ❖ *Seiton* - Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar
- ❖ *Seiketsu* - Establezca los estándares
- ❖ *Shitsuke* - Mantenga los estándares por medio de disciplina

Las 5's son consideradas como la base para implementación para cualquier tipo de mejora dentro de una empresa, su enfoque no solo está enfocado para empresas productivas sino también para empresas de servicios.

5's y gestión visual trabajan de la mano, ya que el despliegue visual se aprecia claramente cuando en un área se ha aplicado esta metodología. Por ejemplo, vamos a partir de la situación inicial como se aprecia en la siguiente figura.



Figura 4. Armarios antes de 5's
Tomado de (Competitive Dynamics International, 2008)

Posteriormente a la aplicación de 5's el área se despliega de la siguiente manera.



Figura 5. Armarios después de 5's
Tomado de (Competitive Dynamics International, 2008)

En efecto la aplicación de las 5's permite mejorar la productividad, mejorar la calidad de los productos, cumplir con los tiempos de entrega y crear un ambiente más amigable para los trabajadores.

1.5 Medición del Trabajo

Es lógico que si se pretende hablar de medición de trabajo, lo correcto es empezar definiendo el término trabajo y lo que este representa. Por lo tanto, el trabajo se puede definir como la actividad que integra los recursos materiales, de mano de obra y maquinaria, con el fin de producir bienes y servicios (Garcia, 2005).

Por este motivo es que generalmente se habla de trabajo a toda actividad que genera valor o agrega valor a un producto o servicio.

Teniendo claro el concepto de trabajo nos enfocamos en el tema de la medición, algo que no se puede medir, no se puede mejorar. Por lo tanto, el

aspecto fundamental de obtener una medición del trabajo es justamente verificar la productividad que tiene una empresa.

Ahora introduciendo el término productividad, se toman en consideración algunas definiciones de este descritas a continuación:

La productividad es la relación que existe entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas (recursos como mano de obra y capital). Mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia (Heizer & Render, 2009).

La productividad parcial es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada).

$$Productividad\ Parcial = \frac{Salida\ Total}{Una\ Entrada} \quad (Ecuación\ 1)$$

La productividad total involucra a todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir, el cociente entre la salida y el agregado del conjunto de entradas (Carro Paz & Gonzalez Gomez, 2014).

$$Productividad\ total = \frac{Salida\ Total}{Entrada\ Total} \quad (Ecuación\ 2)$$

$$Productividad\ Total = \frac{Bienes\ y\ Servicios\ Producidos}{Mano\ de\ obra+Capital+Materias\ Primas+Otras} \quad (Ecuación\ 3)$$

En general se puede concluir como la relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes o servicios producidos.

Productividad es el grado de rendimiento en que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.

Para aumentar productividad hay que fijarse mucho, remover obstáculos, desarrollo de planes de acción y dirección eficaz.

1.5.1 Estudio de métodos

La importancia del estudio de métodos está en su aplicación, la correcta secuencia para implementar una metodología debe estructurarse de la siguiente forma (Niebel & Freivalds, 2004):

- ❖ Seleccionar el trabajo que debe mejorarse
- ❖ Registrar los detalles del trabajo
- ❖ Analizar los detalles del trabajo
- ❖ Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo
- ❖ Adiestrar a los operarios en el nuevo método de trabajo
- ❖ Aplicar el nuevo método de trabajo

1.6 O.E.E. o E.G.E.

Uno de los aspectos más importantes en una fábrica de producción a gran escala es medir la eficiencia de la misma. Por lo tanto, existen tres índices específicos que deben considerarse para evaluar que tan efectivas pueden ser las maquinarias y los equipos empleados en las líneas de producción.

Estos tres índices específicos son:

- ❖ Disponibilidad
- ❖ Rapidez
- ❖ Calidad

La disponibilidad se refiere al porcentaje del Tiempo de Operación Disponible en el que la maquinaria produce (Competitive Dynamics International, 2008), y puede ser expresado con la siguiente expresión.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Operacion Real}}{\text{Tiempo de Operacion Disponible}} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Planificado}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

El tiempo de operación disponible puede ser calculado tomando las horas de trabajo de fábrica y restando el tiempo requerido para el mantenimiento preventivo (Competitive Dynamics International, 2008), esto se expresa así:

$$\text{Tiempo de operación disponible} = \text{Horas de trabajo} - \text{Tiempo de MP} \quad (\text{Ecuación 5})$$

El tiempo de operación real es el tiempo total que la maquinaria se encuentra disponible para la producción (Competitive Dynamics International, 2008).

$$\text{Tiempo de operación real} = \text{Tiempo de operación disponible} - \text{Tiempo imprevisto de Paro} - \text{Tiempo previsto de paro} \quad (\text{Ecuación 6})$$

El índice de Rapidez o velocidad de producción puede ser expresada de la siguiente forma:

$$\text{Rapidez} = \frac{\text{Tiempo funcionamiento}}{\text{Tiempo Operativo}} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Calculada}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

El índice de Calidad es el porcentaje de productos de calidad que se obtienen en una producción real y puede expresarse de la siguiente forma:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Tiempo efectivo}}{\text{Tiempo funcionamiento}} = \frac{\text{Buena producción}}{\text{Producción Real}} \quad (\text{Ecuación 8})$$

La Efectividad Global de los Equipos (E.G.E.) o también conocido por su término en inglés como Overall Equipment Effectiveness (O.E.E.), es el indicador empleado para medir en conjunto estos tres índices.

$$E.G.E. = \text{Disponibilidad} \times \text{Rapidez} \times \text{Calidad} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Para obtener un valor preciso de los índices relacionados con el E.G.E hay que tener claros los factores que pueden afectar a los mismos, así se puede identificar los inconvenientes en las máquinas y los equipos para plantear mejoras, estos factores llamados también pérdidas son:

- ❖ Falla de Equipos
- ❖ Configuración y Ajustes
- ❖ Maquinas inactivas y Micro paros
- ❖ Reducción de velocidad
- ❖ Defectos en el proceso
- ❖ Reducción del rendimiento

La relación directa de estos factores con el E.G.E. y sus índices viene expresada en la siguiente figura.

Medida EGE (DRC)	Categoría de Pérdida	Las Seis Grandes Pérdidas
Disponibilidad	Pérdidas por paros	1. Falla de equipos (desperfectos) 2. Cambio de formato - Configuración y ajustes de máquina
Desempeño	Pérdidas por falta de velocidad	3. Micro paros 4. Reducción de velocidad y máquina inactiva
Calidad	Pérdidas por defectos	5. Defectos en el proceso 6. Rendimiento reducido

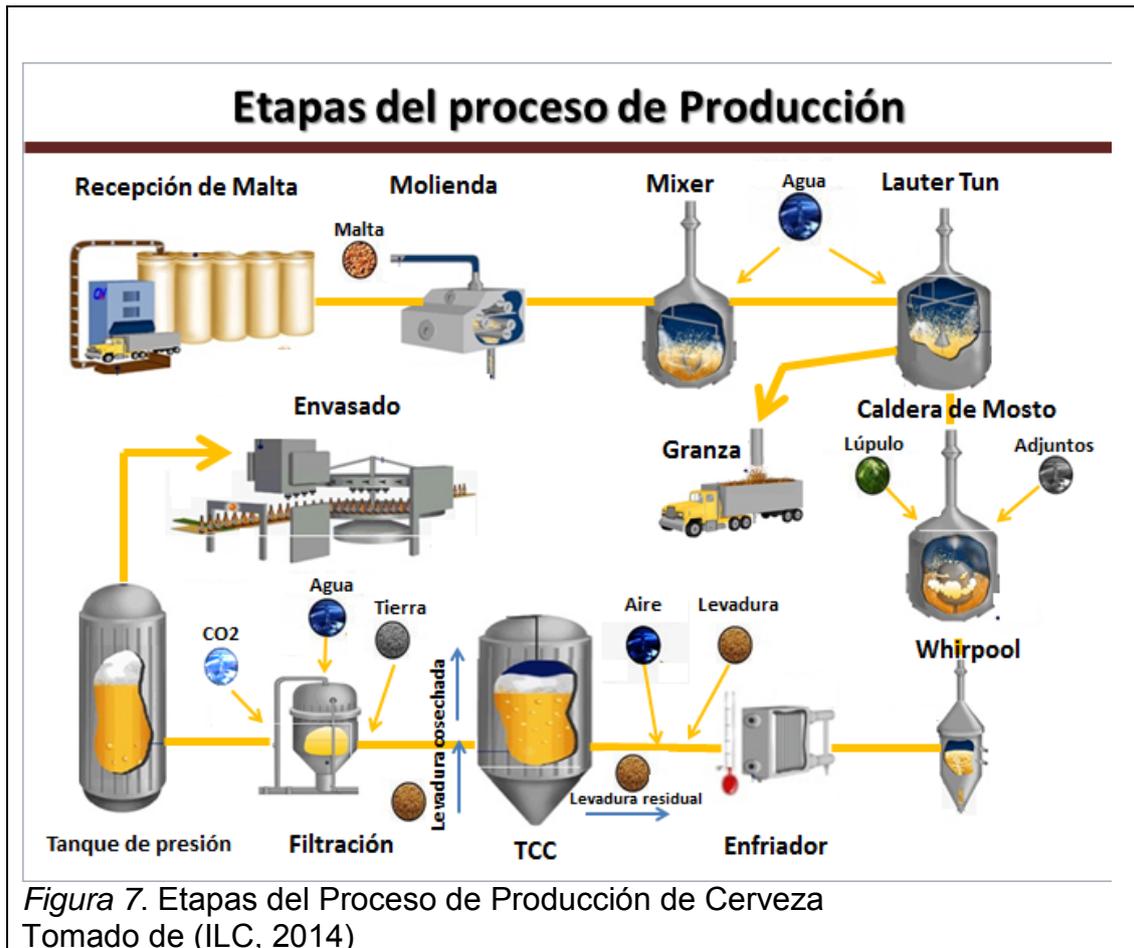
Figura 6. E.G.E vs Pérdidas

Tomado de (Competitive Dynamics International, 2008)

1.7 Proceso de producción de cerveza

Generalmente en el ámbito de manufactura y producción todo comienza con la recepción de las materias primas, posteriormente estas se transforman mediante varios procesos para finalmente obtener un producto terminado.

Tomando en cuenta este lineamiento el proceso de producción de cerveza comienza con la recepción de sus materias primas, que son: agua, malta, lúpulo, levadura y adjuntos.



El término “**Malta**” es aplicado a cualquier grano de cereal que ha sido llevado hasta una etapa de germinación parcial o controlada. La cebada es el cereal más utilizado debido a sus propiedades, generalmente a su recepción se almacena en silos de gran capacidad.

El “**agua**” constituye casi el 90% del producto, es indispensable su pureza química y microbiológica, su contenido de minerales, entre los cuales destacamos el calcio, el zinc, los sulfatos, los cloruros, el sodio entre otros.

Existen variedades de “**lúpulo**” en las que predomina el elemento aromático y en otras predominan los componentes amargantes. De aquí que se hable de variedades amargas y variedades aromáticas. La selección y/o combinación de ellos determinará el perfil de aroma y amargo en la cerveza terminada

La “**levadura**” es un ser vivo. Su cuerpo está conformado por una sola célula. Es visible únicamente al microscopio. Encargada de convertir o transformar

azúcares fermentables en alcohol, CO₂ y energía. Existen miles de variedades de levaduras diferentes y no todas pueden utilizarse en la elaboración de cerveza. Según el tipo de cepa utilizada se pueden generar otros componentes que dan diferentes características.

La función de los “**adjuntos**” es suplir carbohidratos de una manera alterna más económica que la malta. Con ellos se complementa la cantidad de carbohidratos que la malta, por si sola, aporta. (Ejemplo: *El arroz, la sémola de maíz, almidón, azúcar de caña, maltosa*).

Posteriormente a la recepción se continúa con el proceso de elaboración de cerveza, dentro de este proceso tenemos varios subprocesos, el primero de estos es la molienda, que consiste en separar la cáscara y quebrar el grano para obtener una sémola fina.

El segundo subproceso es el malteado, que se realiza en un mezclador de malta o “*mixer*”, este proceso consiste en solubilizar almidones y convertirlos en azúcares fermentables.

Luego se procede a realizar una filtración de la mezcla que tiene por objetivo separar mezcla líquida y dulce llamada Mosto (“*Wort*”) del material insoluble llamado granza o afrecho (“*Spent grain*”).

Posteriormente se lleva a cocción a 98,5°C en la caldera de mosto, realizando la inserción de adjuntos y lúpulo, con el fin de concentrar el mosto, solubilizar el lúpulo, esterilizar, precipitar proteínas, eliminar volátiles no deseados y finalizar la inactivación de enzimas.

Una vez pasado el tiempo de cocción se lleva al Whirlpool buscando clarificar el mosto y sedimentar los compuestos proteínas/polifenoles coagulados. El Mosto entra tangencialmente para formar un efecto de “remolino” de manera que las proteínas coaguladas se asienten en el centro del tanque.

Posteriormente se da el enfriamiento del mosto, es decir, llevar el mosto a la temperatura de arranque del proceso de fermentación. El mosto pasa por un intercambiador de calor en el que transfiere su energía térmica al agua fría, pasa de 97° a 8°C.

Durante el enfriamiento se inyecta la levadura y aire estéril a mosto frío en base a un esquema definido. El mosto frío, aireado y con levadura es enviado a los Tanque Cilindro Cónicos.

La fermentación es la conversión de los azúcares del mosto por la levadura principalmente en alcohol, gas carbónico y energía térmica. Dura entre 6 y 8 días dependiendo del tipo de cerveza

La filtración tiene como objetivo clarificar la cerveza a través de la retención de las células de levadura y proteínas que todavía puedan estar en suspensión. Asimismo en esta etapa se diluye y se carbonata la cerveza a las especificaciones de la marca

El almacenamiento temporal de la cerveza terminada se realiza en tanques llamados BBT o (Bright Beer Tanks) donde espera para su posterior proceso que es el envasado

El proceso de envasado consiste en llenar las botellas de producto, etiquetarlas por marca y empacarlas para su almacenamiento o distribución. Este proceso se encuentra explícito con más detalle en el siguiente capítulo.

1.8 Unidades de Volumen

Las unidades que se van a emplear durante el desarrollo de este proyecto son unidades de volumen.

Al ser el producto envasado en botellas esta vendrá representada en centímetros cúbicos (cc) o su equivalente en mililitros (ml).

$$1000 \text{ cc} = 1 \text{ l} = 1000 \text{ ml}$$

(Ecuación 10)

Por otra parte para representar volúmenes grandes como son los de producción se empleara el valor del hectolitro.

$$100l = 1 hl$$

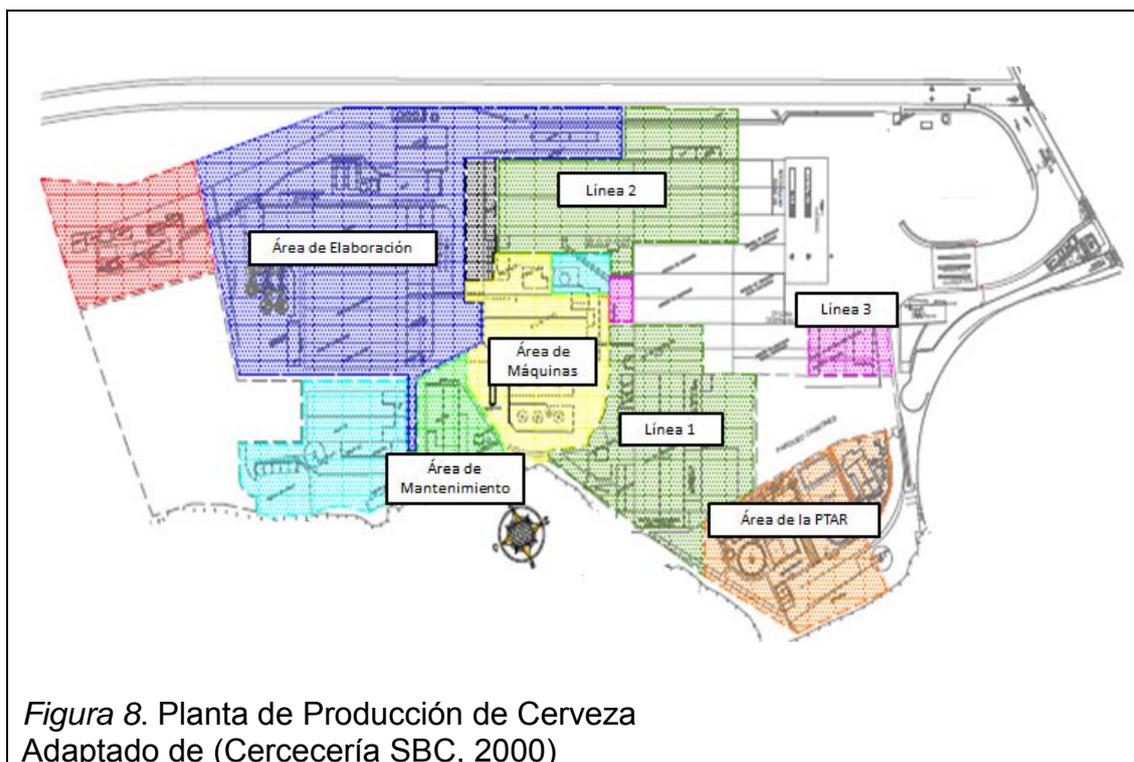
(Ecuación 11)

2. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS INICIAL DE LA LÍNEA 2 DE ENVASADO

2.1 Áreas de la planta

La mejor manera de visualizar la distribución de una planta es a través de un layout, partiendo de la Figura 8, se tiene una percepción más clara de la distribución de las áreas más importantes, considerando las que están directamente involucradas en la parte productiva, se tiene:

- ❖ Área de Elaboración,
- ❖ Área de mantenimiento,
- ❖ Área de máquinas,
- ❖ Área de envasado (conformado por línea 1, línea 2 y línea 3)
- ❖ Área correspondiente a la planta de tratamiento de aguas residuales.



2.2 Área de Envasado de cerveza

El área de envasado es en conjunto una de las más extensas de la planta de producción, consta de tres líneas de envasado de productos. En las tres líneas se envasa cerveza, pero en una en específico también se envasa agua.

La línea 1, específicamente está diseñada para envasado de cerveza, en esta se trabaja con dos productos:

- ❖ Producto A (600 cc)
- ❖ Producto B (600 cc)

Hasta el 2012 la producción de la planta estaba basada solo en la línea 1 de envasado, tomando como referencia las siguientes tablas, se ve la cantidad de hl que se envasaron durante ese periodo, en total 1'722071 hl.

Tabla 1. Producción Mensual de Cerveza (Abril - Septiembre)

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Año	2011	2011	2011	2011	2011	2011
hl Envasados	138031	143542	149672	146948	157096	152013

Tabla 2. Producción Mensual de Cerveza (Octubre - Marzo)

Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Año	2011	2011	2011	2012	2012	2012
hl Envasados	155844	136458	163149	160437	119876	99005

La línea 2 de igual forma está diseñada específicamente para envasar cerveza, pero a diferencia de la línea 1, esta trabaja con 4 productos:

- ❖ Producto A (600 cc)
- ❖ Producto B (600 cc)
- ❖ Producto C (550 cc)
- ❖ y Producto D (550 cc)

La línea 3 está dividida en dos partes, la primera parte y de mayor extensión se encarga específicamente en el envasado de agua, esta trabaja con dos productos:

- ❖ Agua con gas
- ❖ y Agua sin gas

La segunda parte se encarga del envasado de cerveza en barriles, estos con volúmenes de 40 y 50 litros.

2.3 Descripción de la línea 2 de Envasado de Cerveza

La línea 2 de envasado de cerveza es una línea totalmente nueva en comparación con las otras dos líneas, lleva un poco más de 2 años envasando productos. Esta línea empezó sus actividades a partir de noviembre del 2012, en un inicio envasando solo Producto A (600 cc). Posteriormente para el 2013 se aumenta un producto, envasando también Producto B (600 cc), a finales del 2013 a efecto de la inclusión de otras presentaciones se agrega al proceso el Producto C (550 cc) y finalmente en 2014 se introduce el Producto D (550 cc).

Tabla 3. Cantidad de Producto por Mes (Abril – Septiembre 2014)

Producto	Unidad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Producto A	Docenas	824285	668459	592273	577520	459632	522893
Producto B	Docenas	23186	23642	0	0	46869	23034
Producto C	Docenas	171837	112377	110666	223339	185239	115200
Producto D	Docenas	153652	156255	285015	269992	231787	317349
Total	Docenas	1'172960	960733	987954	1'070851	923527	978476

Actualmente la capacidad de producción bordea el millón de docenas por mes, como se puede apreciar en la tabla 3 (con referencia al año 2014) se observa que la producción de docenas envasadas por producto.

El valor en volumen equivalente a las docenas envasadas en la línea viene representado en la siguiente tabla, aproximadamente 68000 hl por mes.

Tabla 4. Volumen de Producto por Mes (Abril – Septiembre 2014)

Producto	Unidad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Producto A	HI	59384.5	48129	42643.7	41561.4	33093.5	37648.3
Producto B	HI	1669.4	1702.2	0	0	3374.6	1658.4
Producto C	HI	11341.2	7416.9	7304	14740.4	12225.8	7603.2
Producto D	HI	10141	10312.8	18811	17619.5	15297.9	20945
Total	HI	82536.1	67560.9	68758.7	73921.3	63991.8	67854.9

Para tener una comparación respecto a las líneas 1 y 2, se debe tomar en cuenta la tabla 5, en esta se expresa la producción en hl entre los meses de Abril y Septiembre del 2014.

Tabla 5. Producción (Abril -Septiembre 2014)

Líneas	Unidad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
L1	HI	50693.7	89217.7	81945.2	89354.9	104082.7	86653.4
L2	HI	82536.1	67560.9	68758.7	73921.3	63991.8	67854.9
Total	HI	133229.8	156778.6	150703.9	163276.2	168074.5	154508.3

Además se puede tener una percepción de la capacidad de la planta, aproximadamente 154000 hl por mes.

2.3.1 Productos envasados en la línea 2

Como se mencionaba anteriormente, la línea 2 trabaja con 4 productos los cuales presentan las siguientes características:

- ❖ Tipo de botella, generalmente vidrio o plástico dependiendo del producto
- ❖ Capacidad de la botella, medida en volumen
- ❖ Cantidad de etiquetas empleadas por presentación, existen etiquetas de cuello (en el cuello de la botella), etiquetas de cuerpo (en la parte frontal de la botella) y etiquetas de contracuerpo (en la parte posterior de la botella)

2.3.1.1 Producto A

El Producto A se envasa en botella de cristal, esta botella tiene una capacidad de 600 cc o 600 ml, su presentación lleva consigo la utilización de 2 etiquetas, la primera es etiqueta de cuello (Anexo 1) y la segunda es etiqueta de cuerpo (Anexo 4) como se observa en la figura 9.

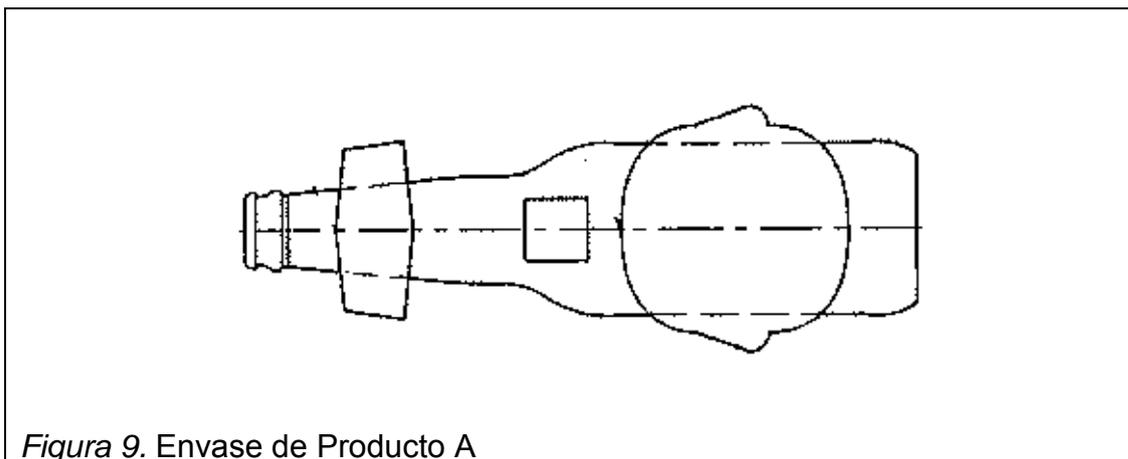


Figura 9. Envase de Producto A

2.3.1.2 Producto B

El Producto B se envasa con la misma botella del Producto A, por lo tanto, las características de la botella son similares a excepción de su presentación, la cual lleva consigo la utilización de 2 etiquetas, la primera es etiqueta de cuello (Anexo 3) y la segunda es etiqueta de cuerpo (Anexo 4) como se observa en la figura 10.

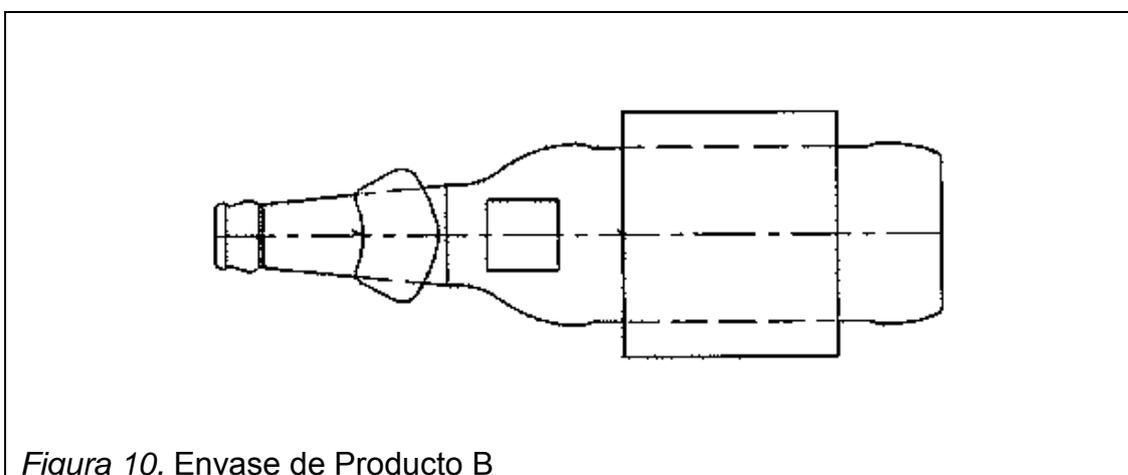
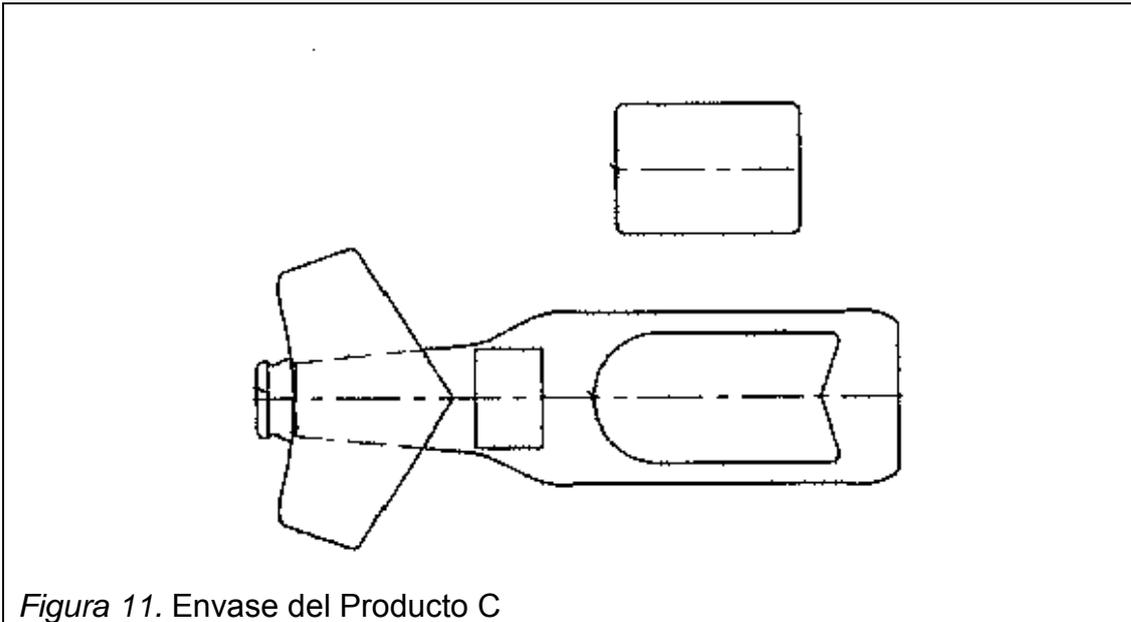


Figura 10. Envase de Producto B

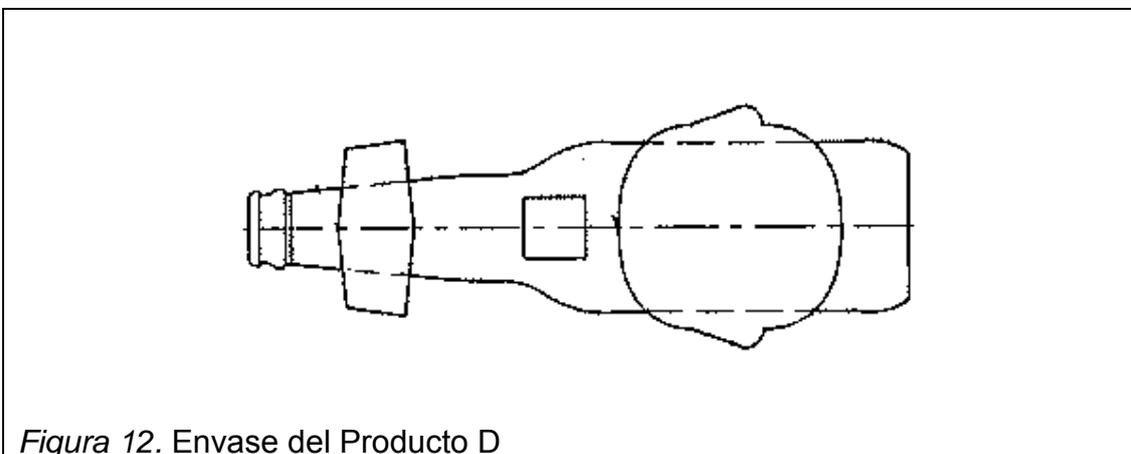
2.3.1.3 Producto C

El Producto C se envasa de igual forma en botella de cristal, esta botella tiene una capacidad de 550 cc o 550 ml, su presentación lleva consigo la utilización de 3 etiquetas, la primera es etiqueta de cuello (Anexo 5), la segunda es etiqueta de cuerpo (Anexo 6) y la tercera es etiqueta de contracuerpo (Anexo 7) como se observa en la figura 11.



2.3.1.4 Producto D

El Producto D se envasa también en botella de vidrio, esta botella tiene una capacidad de 550 cc o 550 ml, su presentación lleva consigo la utilización de 2 etiquetas, la primera es etiqueta de cuello (Anexo 8) y la segunda es etiqueta de cuerpo (Anexo 9) como se observa en la figura 12.



2.3.2 Proceso de Envasado

Para entender a plenitud el proceso de envasado lo principal es conocer los equipos interventores en el proceso. Por ende, en el punto 2.3.2.1 se presentan las máquinas y equipos que se emplean en la línea 2.

2.3.2.1 Equipos de la línea 2

Existen varias máquinas y equipos que en conjunto forman la línea 2, en la tabla 6 se encuentran numeradas estas máquinas y equipos, al igual que se encuentra descrito el año en que se adquirieron, corroborando el hecho que la línea es sumamente nueva.

Tabla 6. Máquinas y Equipos L2

	EQUIPO	AÑO
1	Transportadores de Paletas PALCO KRONES K-R57-C87	2012
2	Despaletizadora KNICKARM-ROBOTER KRONES K-R50-929 No. E-43778	2010
3	Desencajonadora KNICKARM-ROBOTER KRONES K-R50-932 No. E-43281	2010
4	Transportadores de Cajas MULTICO-S KRONES K-R67-C39	2012
5	Inspector de Caja Botella Vacía CHECKMAT 708 LG-A KRONES K-708-A05	2012
6	Transportadores de Botellas SYNCO KRONES K-995-RXH	2012
7	Lavadora de Botellas LAVATEC KD KRONES K-682-358	2012
8	Secador de Botellas LINADRY KRONES K-890-493	2012
9	Inspector de Botellas Vacías LINATRONIC-M KRONES K-735-B00	2012
10	Llenadora MODULFILL HES (VP VI) 5.040-154-103 KRONES K-132-750	2012
11	Inspector de Nivel CHECKMAT 731 FM-X KRONES K-731-R65	2012
12	Etiquetadora TOPMODUL II 1.800-45 KRONES K-407-244	2012
13	Agregado Cuello 8-8-150 KRONES K-602-D54	2012
14	Agregado Cuerpo 8-8-130 KRONES K-602-D54	2012
15	Agregado Contracuerpo 8-8-130 KRONES K-602-D55	2012
16	Inspector de Botella Llena CHECKMAT 731 FEM-X KRONES K-731-R64	2012
17	Encajonadora KNICKARM-ROBOTER KRONES K-R50-931 No. E-46645	2012
18	Inspector de Caja Botella Llena CHECKMAT 708 VK-S KRONES K-708-A06	2012
19	Paletizadora KNICKARM-ROBOTER KRONES K-R50-930 No. E-53174	2012

Con el fin de mejorar su entendimiento se encuentra descrito un pequeño detalle de la función de estos equipos en la línea:

- ❖ Transportadores: permiten el desplazamiento de los pallets, cajas y botellas a través de la línea de producción.
- ❖ Despaletizadora: Separa las cajas de los Pallets o Paletas
- ❖ Desencajonadora: Separa las botellas de las cajas
- ❖ Lavadora de botellas: Se encargan de lavar las botellas que ingresan a la línea.
- ❖ Lavadora de cajas: Se encarga de lavar las cajas que ingresan en la línea.
- ❖ Inspectores: Son equipos con sensores, que verifican el estado de las botellas o el volumen dependiendo del caso.

- ❖ Etiquetadora: máquina que se encarga de identificar las botellas colocándoles etiquetas dependiendo de la marca.
- ❖ Agregados: son parte de la etiquetadora y son aquellos que colocan una etiqueta por agregado.
- ❖ Encajonadora: Se encarga de colocar las botellas en las cajas
- ❖ Paletizadora: Se encarga de colocar las cajas llenas en pallets.

No todos los equipos que intervienen en la línea se ven afectados a los cambios de formato, por ende, los equipos que más impacto sufren debido a los cambios serán analizados detalladamente en el punto 2.3.2.3 de equipos críticos que intervienen en el cambio de formato.

Tomando en consideración los equipos descritos anteriormente, si se colocan estos en un layout, lo que obtendríamos es justamente lo que se encuentra representado en la figura 13, que es el layout de la línea 2. Al visualizar la figura 13 se aprecia el flujo de trabajo de la línea, esta figura es de gran ayuda para entender mejor la secuencia y además el proceso de envasado de cerveza en la línea.

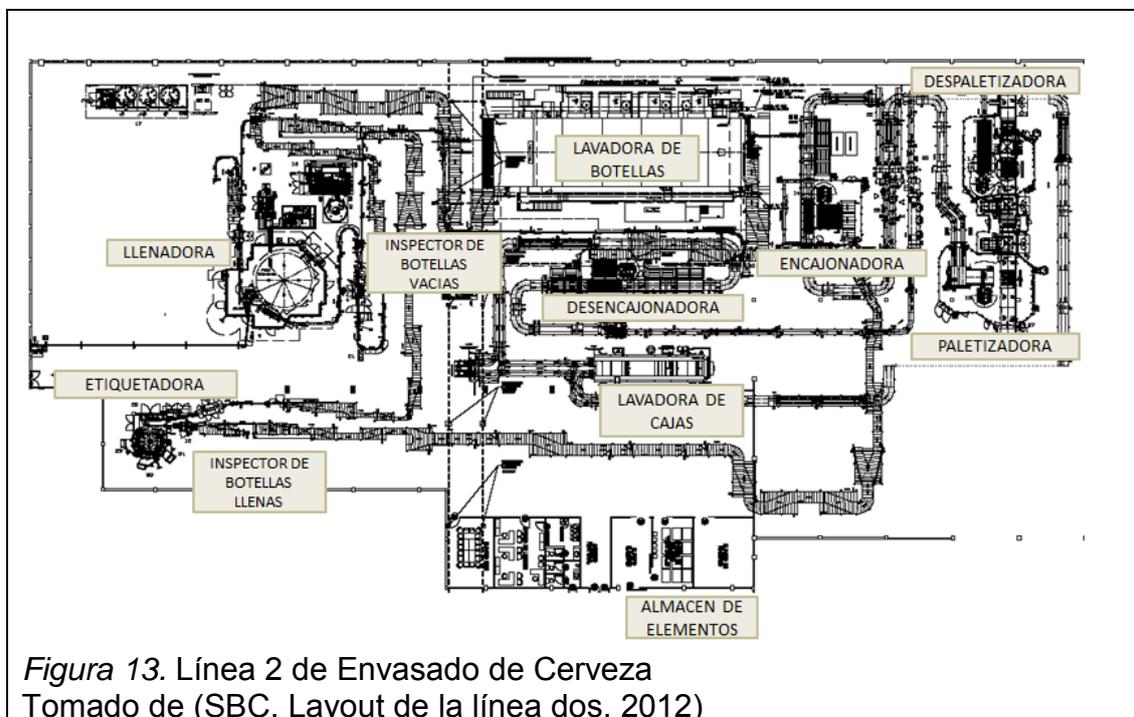
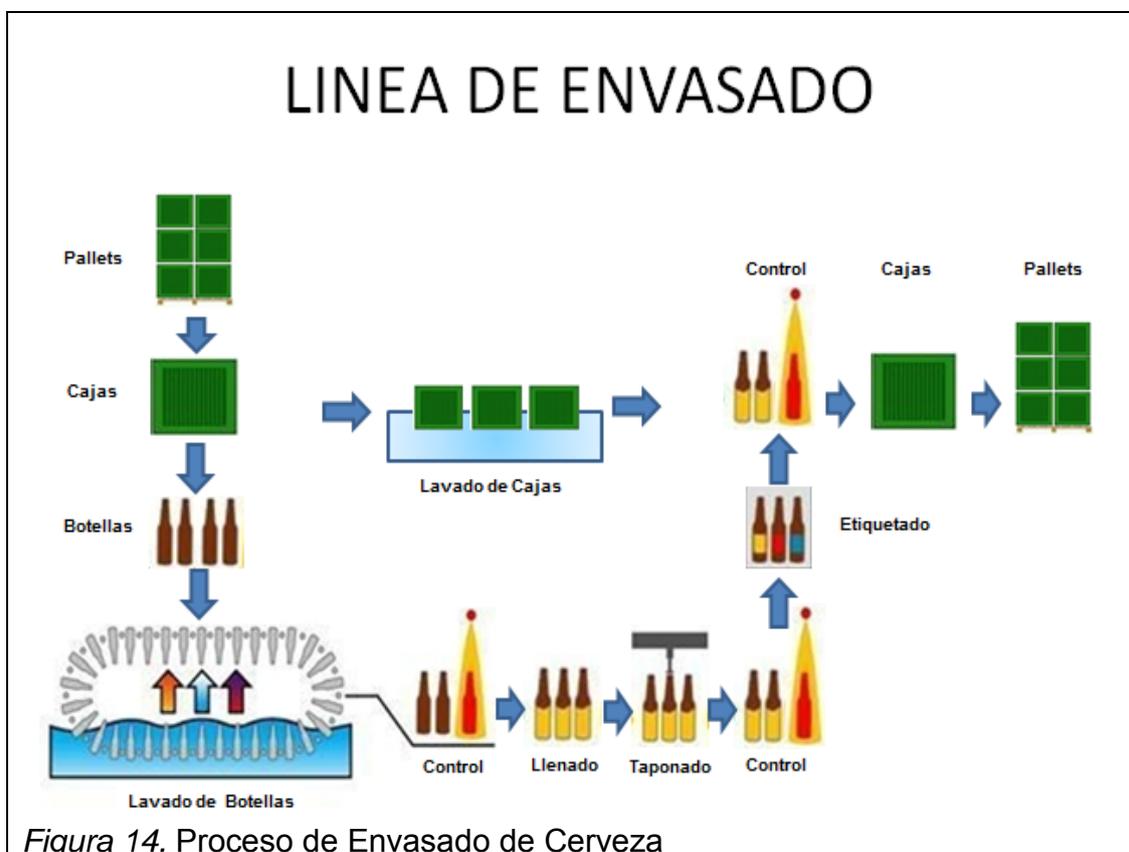


Figura 13. Línea 2 de Envasado de Cerveza
Tomado de (SBC, Layout de la línea dos, 2012)

2.3.2.2. Proceso de envasado en la línea 2

El proceso de envasado de cerveza en la línea 2 comienza con la llegada de los montacargas a la zona de la despaletizadora, en cada viaje los montacargas colocan dos pallets sobre el transportador de paletas, cada uno de los pallets colocados llevan consigo 72 cajas con botellas vacías reutilizables, con la ayuda despaletizadora se colocan las cajas en el transportador de cajas para su correcto desplazamiento.

El transportador de cajas se encargas de guiar estas hacia la desencajonadora, en la cual se separan las botellas de las cajas, cada caja contiene 12 botellas de 600 cc (en el caso de los Productos A y B) o 550 cc (en el caso de los Productos C y D). Una vez separadas las botellas, estas son enviadas a la zona de ingreso de la lavadora de botellas, mientras que las cajas son enviadas a la zona de ingreso de la lavadora de cajas, posteriormente las cajas y botellas ingresaran a las lavadoras correspondientes para empezar con sus ciclos de limpieza como se puede apreciar en la figura 14.



Posterior al lavado, las botellas pasan por el inspector de botellas vacías, este verifica que no existan residuos de ningún índole o peor aún defectos que puedan alterar el producto final, los inspectores rechazan todas estas botellas antes de se dirijan hacia la llenadora.

Una vez que las botellas que han pasado la inspección ingresan a la llenadora, proceden a ser llenadas con producto proveniente del pasteurizador. El pasteurizador garantiza que el producto que se llena cumpla con los estándares de inocuidad requeridos. Inmediatamente después del llenado las botellas son taponadas y se dirigen al inspector de nivel, este verifica que la cantidad requerida de producto sea la correcta, caso contrario las botellas se rechazan antes de seguir al área de etiquetado.



Figura 15. Botella llena sin etiquetar

Las botellas llenas e inspeccionadas siguen la secuencia de en la línea como se ve en la figura 15, y se dirigen a la etiquetadora para poner sus distintivos de marca o producto, con el fin de ser identificados, dependiendo del producto se pueden colocar 2 o 3 etiquetas.

Finalmente las botellas etiquetadas se dirigen hacia la zona de la encajonadora, donde se juntan nuevamente con las cajas limpias, así posteriormente la encajonadora se encarga de colocar 12 botellas dentro de cada caja. Una vez que están llenas las cajas, estas se dirigen hacia la

paletizadora, donde las cajas se colocan en pallets. Las cajas en los pallets son tomados finalmente por los montacargas para ser llevados a la bodega de despachos.

2.3.2.3 Equipos críticos que intervienen en el cambio de formato

Para considerar los equipos críticos, se debe seleccionar aquellos que afectan potencialmente a los cambios de formato en la línea 2, es conveniente realizar un diagrama de Gantt, que representa el tiempo empleado en el cambio de formato de los equipos que generan mayor impacto.

Con el fin de simplificar y enfocar los cambios más importantes, se parte de obtener un historial de cambios de formato. Si se toma en cuenta que durante un año de producción son 52 semanas productivas, los siguientes datos fueron tomados entre la semana 14 a la 45, equivalente al 60% de los cambios que se han realizado en el año.

El historial de cambios viene dado en la tabla 7, y la relación de cambios para mejorar el entendimiento de los cambios, puede verse reflejada en la tabla 8.

Tabla 7. Historial de Cambios de Formato

Semana 14 - 45	
Changeover	N°
X	Y
A/D	18
D/A	13
D/C	13
C/D	10
C/A	9
A/C	6
B/A	2
D/B	1
A/B	1
C/B	0
B/D	0
B/C	0
Total	73

Tabla 8. Relación de Cambios entre Productos

	A	B	C	D
A		1	6	8
B	2		0	0
C	9	0		10
D	13	1	13	

Se puede apreciar claramente que la mayor parte de cambios se da entre los productos A y D. Sin embargo al aplicar la herramienta del 80-20 o Principio de Pareto como se muestra en la siguiente gráfica, se obtiene información adicional de los cambios críticos.

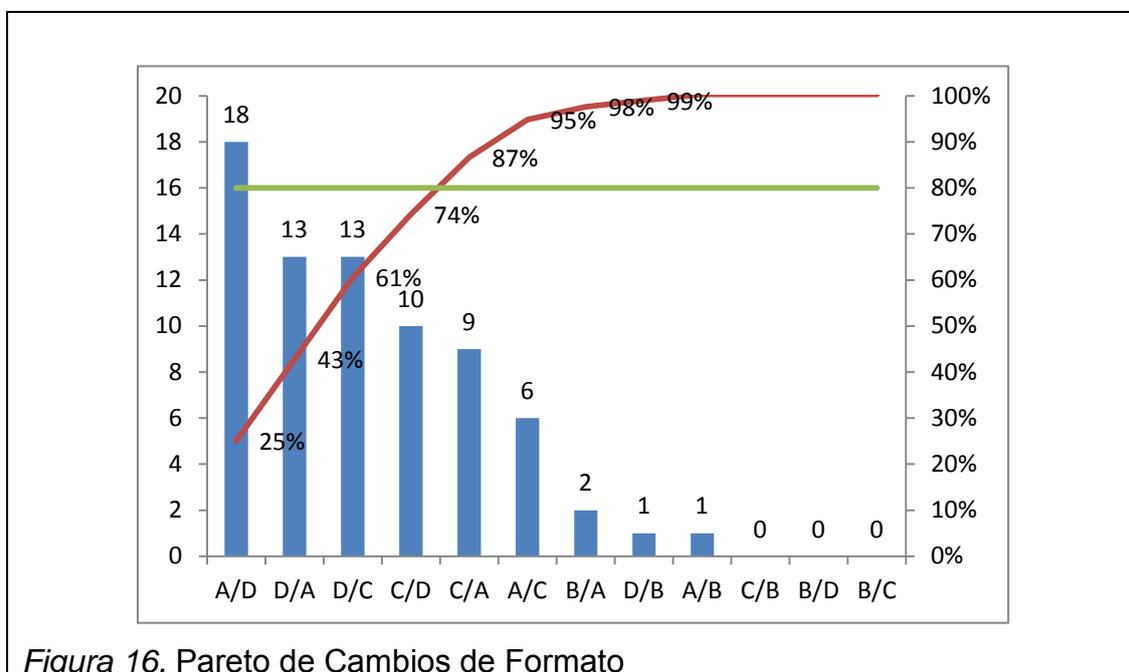


Figura 16. Pareto de Cambios de Formato

Se puede verificar que son cuatro los cambios más significativos o representativos, es decir, que cualquiera de ellos nos sirve para tomar en cuenta en la aplicación del diagrama de Gantt que nos ayude a identificar los equipos críticos y en efecto para el estudio de aplicación del SMED. Los 4 cambios mostrados a continuación son los más significativos:

- ❖ Cambio del Producto A al Producto D
- ❖ Cambio del Producto D al Producto A
- ❖ Cambio del Producto D al Producto C
- ❖ Cambio del Producto C al Producto D

Ahora, aplicando lo mencionado anteriormente, se emplea el Diagrama de Gantt para el cambio de formato del Producto A al Producto D obteniendo lo siguiente:

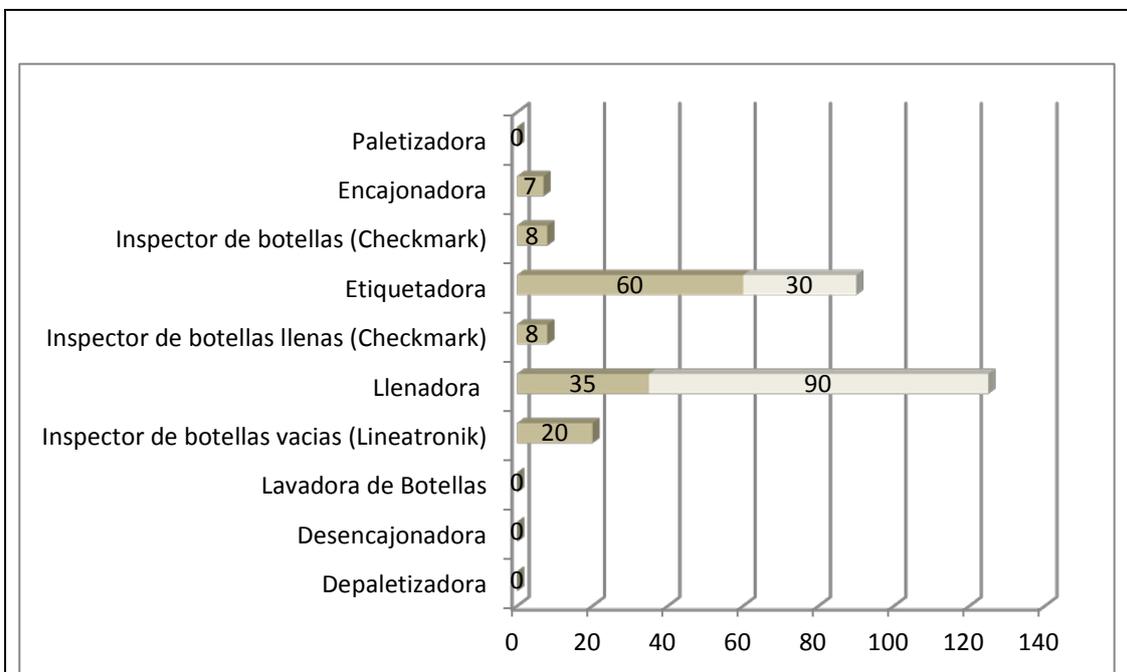


Figura 17. Gantt del Cambio de formato del Producto A al Producto D (Equipos vs. Tiempo)

Analizando el diagrama de la figura 17, se observa que el mayor efecto se da en dos equipos fundamentalmente, la Etiquetadora y la Llenadora de la línea, esto ocurre generalmente para todos los cambios, por ende esas máquinas son las que generan mayor impacto en el tiempo desperdiciado y serán analizadas más adelante.

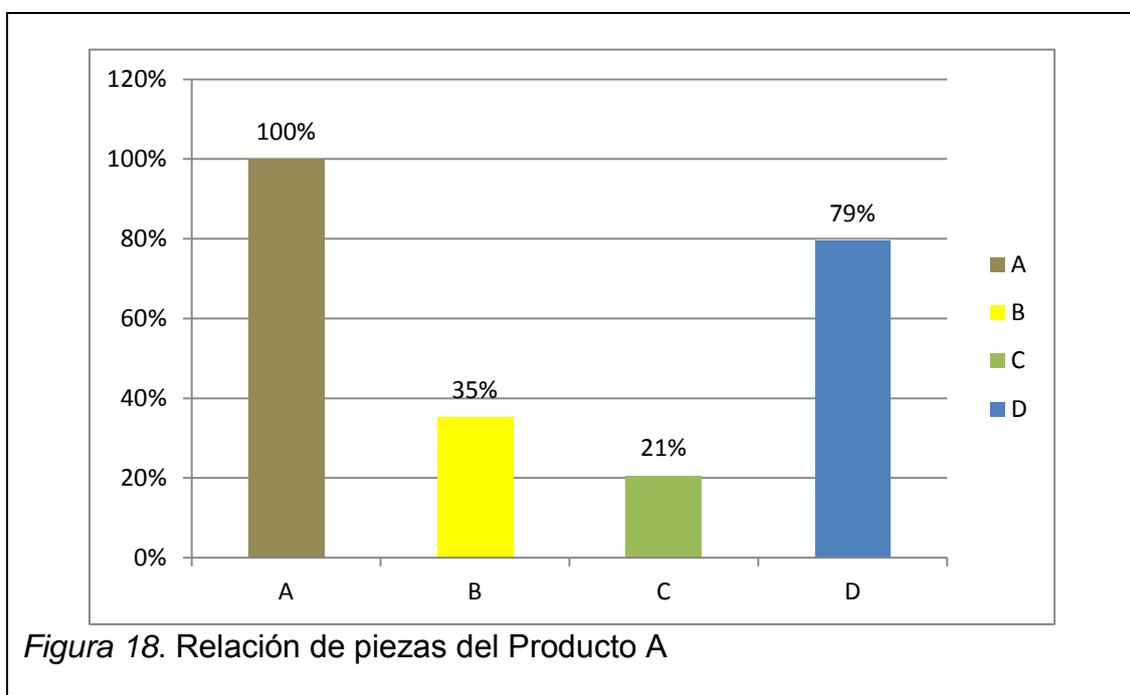
2.4 Análisis inicial de la Etiquetadora

La etiquetadora de línea 2 está constituida por dos partes fundamentales, la primera que es la máquina (Anexo 10) por donde transitan las botellas y la segunda que es el agregado (Anexo 11) que es el equipo que coloca las etiquetas a las botellas, dependiendo de las etiquetas que requiera el producto se colocan 1, 2 o 3 agregados.

Es importante tener en consideración estas dos partes porque en cada una de ellas se desarrollan distintas actividades durante el cambio de formato.

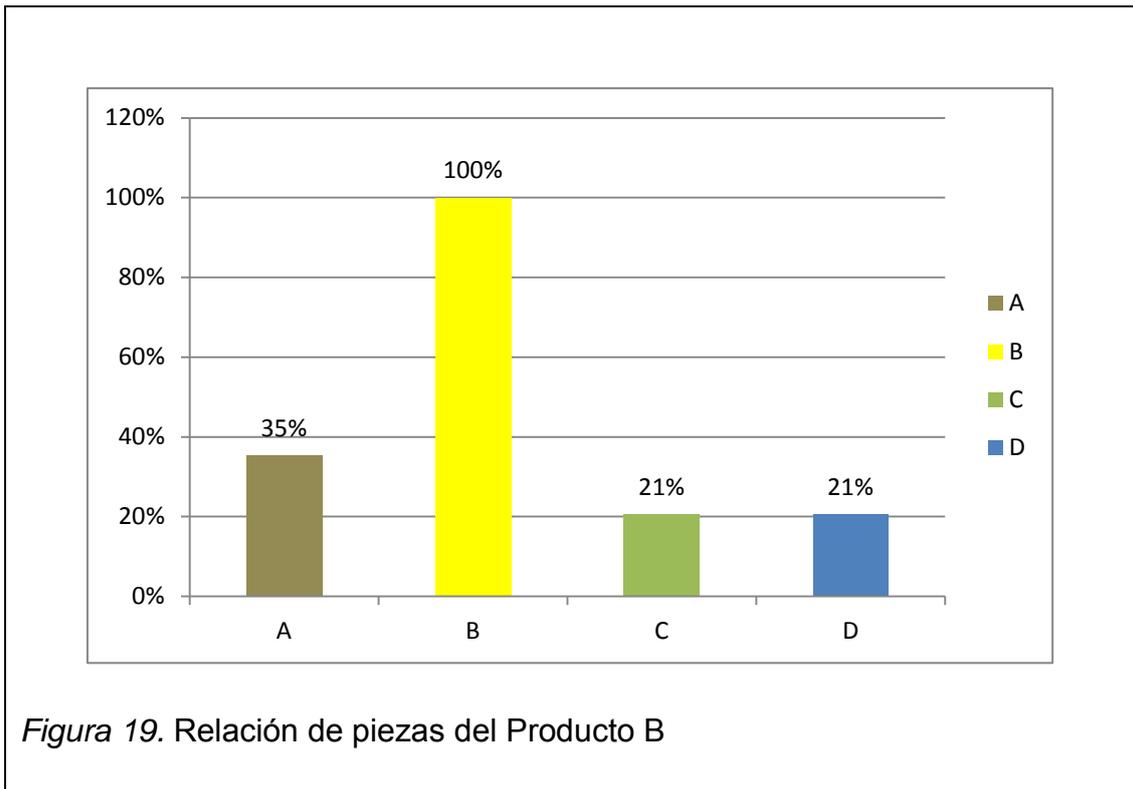
Para empezar con el análisis es importante tener en cuenta todos los elementos de cambio que tiene la etiquetadora en general. Cuando se conoce la relación entre las piezas de cambio de los productos se define cuáles son los productos que genera mayor impacto en el cambio.

Partiendo del listado de elementos del Producto A en el Anexo 12, su relación con el resto de productos viene definida en la siguiente figura.



Claramente se puede apreciar que la relación de cambio más compleja del Producto A (600cc) viene dada cuando se cambia de este al Producto C (550cc) debido a que en relación solo un 21% de sus piezas de cambio se relacionan, el resto debe cambiarse ocasionando el uso de gran parte de tiempo.

Ahora considerando el listado de elementos de B en el Anexo 13, la relación de los elementos del Producto B con el resto de productos viene representada en la siguiente figura.



El Anexo 14, presenta el listado de elementos de C, la relación de los elementos del Producto C con el resto de productos viene representada en la figura 20.

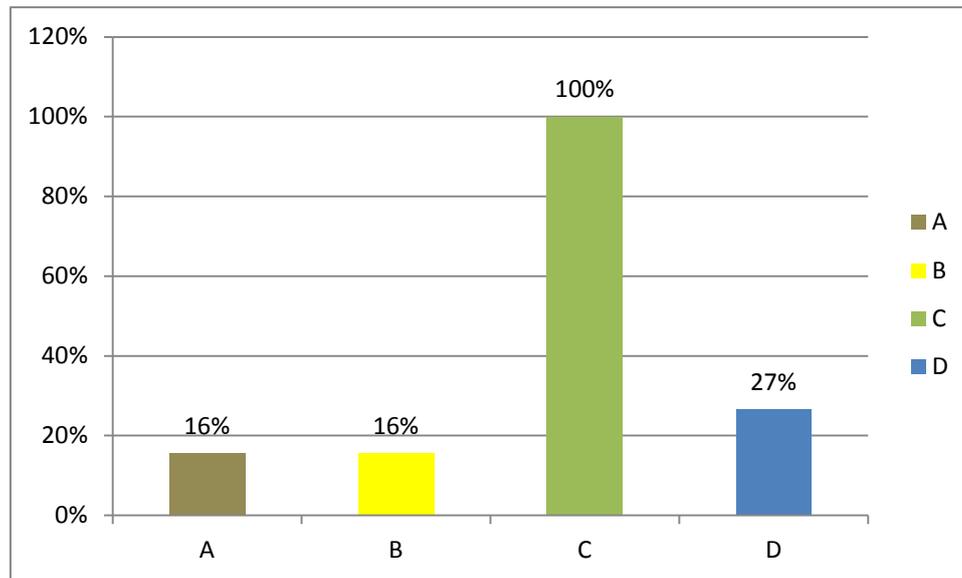


Figura 20. Relación de piezas del Producto C

Un aspecto importante a tomar en cuenta con el Producto C, es que el número de elementos que intervienen en este cambio son 45, además que la relación con las piezas de los otros productos es baja, los cambios con este producto son los que más tiempo requieren durante los cambios.

Considerando el Anexo 15 con el listado de elementos de D, la relación de las piezas del Producto D con el resto de productos viene representada en el siguiente diagrama.

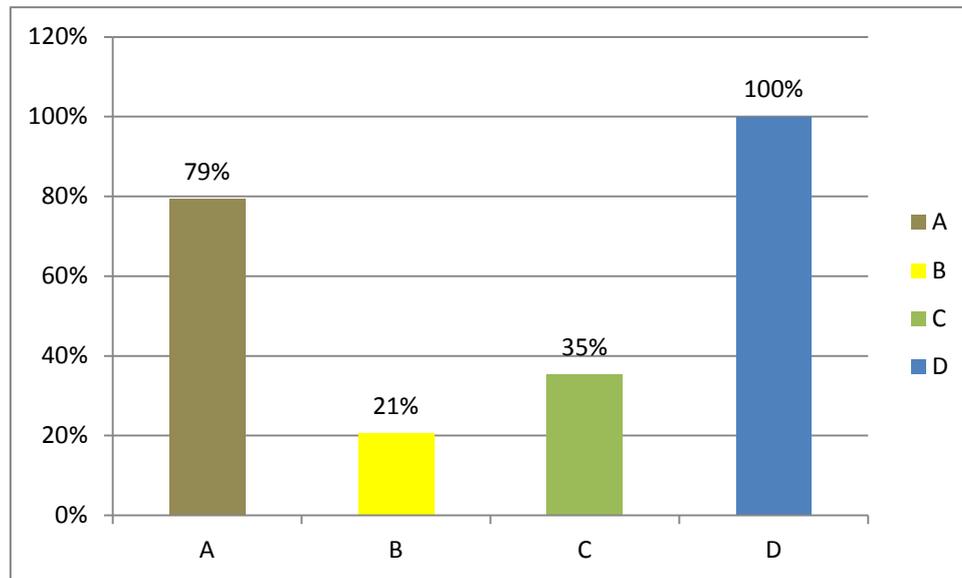


Figura 21. Relación de piezas del Producto D

Si se analizan las figuras anteriores queda claro que los cambios con el producto C suelen generar el mayor impacto.

Ahora profundizando el tema de análisis de la situación inicial, se deben identificar los inconvenientes presentados con respecto a la etiquetadora y sus elementos de cambio. Uno de los puntos más críticos se genera en el área de almacenaje o taller de elementos de cambio, aquí se presenta una gran cantidad de desorden y suciedad, que puede recaer en el deterioro temprano de los elementos, en la figura 22 y figura 23 se puede apreciar mejor lo identificado.



Figura 22. Estanterías Taller Línea 2



Figura 23. Estanterías Taller Línea 2

De igual forma los racks que se emplean para transportar los elementos previos al cambio no se mantienen en un orden, se emplean de 2 a 4 racks para transportar los elementos. No existe un diseño específico o señalización (figura 24) que ayude a la colocación de los elementos, esto ocasiona que se produzca gran pérdida de tiempo en identificación de elementos y en efecto generando largas esperas durante el proceso de cambio.



Figura 24. Racks de elementos de cambio

En general, se presenta una gran oportunidad mejora para la aplicación de 5's en el área. Todo lo produzca perdidas en tiempos de preparación debe eliminarse, con el fin de optimizar el tiempo cuando se aplique SMED.

Para obtener mayor información no basta con realizar un recorrido y verificar el estado de las piezas de cambio, si se quiere tener un mejor detalle de la manipulación de los elementos, es recomendable realizar una filmación de al menos uno de los cambios de formato que se realizan periódicamente. Como

se observa en la figura 25 se pueden colocar varias cámaras con el fin de enfocar desde varios ángulos los movimientos realizados por los operadores. Cabe mencionar que no existe un procedimiento o instructivo de cambio, los operadores, mecánicos y eléctricos que han participado en los cambios de formato lo realizan por experiencia y no siguiendo una secuencia correcta de pasos existentes. Cada operador de la máquina realiza el cambio de formato a su conveniencia, esto ocasiona que exista diferencias en el cambio cuando se efectúa con una u otra persona. Existe una oportunidad de mejora, para realizar la diagramación de los procesos e identificar las falencias en el cambio.

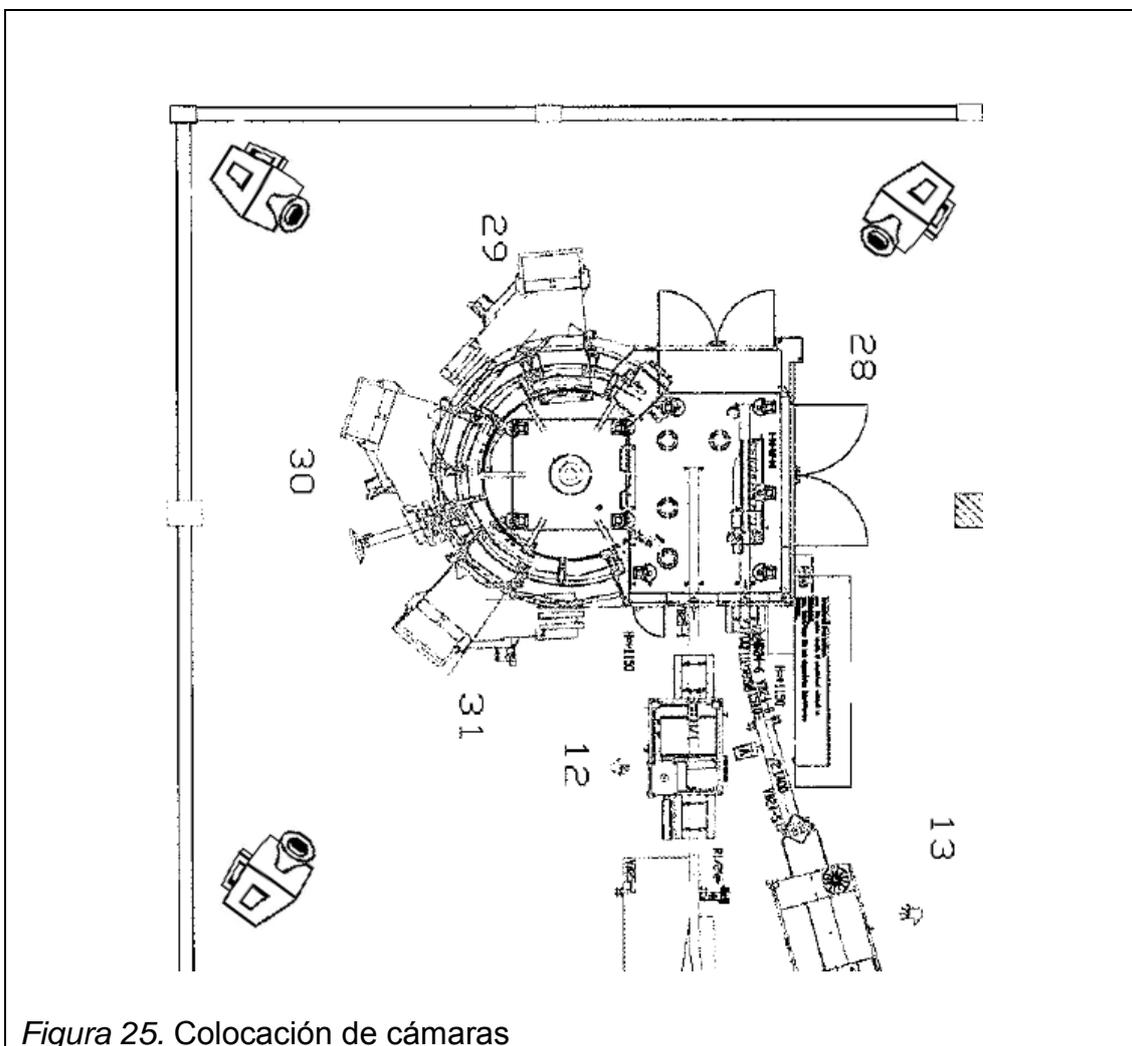


Figura 25. Colocación de cámaras

Una filmación es suficiente para obtener la información inicial. Debido a que los cambios que emplean el producto C son los más críticos, y considerando los 4 cambios obtenidos en el Pareto, se determina que el cambio más crítico en la línea 2, es aquel que inicia con el Producto D y cambia al Producto C.

Una vez obtenidas las filmaciones del cambio crítico se identifican algunos desperdicios, si se menciona u no en específico, este es el desperdicio generado por movimientos innecesarios. Como se observa en la figura 26 los operadores tienden a subirse en los equipos, esto puede ocasionar daños en la máquina, pero lo más peligroso es que puede ocasionar daños en las personas y esto sería inaceptable, analizando un poco más la figura se ve que directamente la persona está expuesta a riesgo de caída o a riesgo de atrapamiento.



Figura 26. Movimientos Innecesarios de operador en el cambio

La mala manipulación de los elementos en los cambios ha generado el daño de los elementos. Por ejemplo el rodillo encolador de la figura 27 presentaba un golpe y se encontraba deformado, esto ocasiono una parada larga debido a que por la deformidad el sistema de la maquina no lo detectaba y presentaba fallos, este rodillo tuvo que reemplazarse y represento un gasto extra para la empresa.



Figura 27. Manipulación de rodillo encolador

De igual forma los elementos que aún no han sufrido daños críticos, están en constante deterioro y no por efecto de uso en la máquina, sino por la manipulación, tal como se indica en la figura 28.



Figura 28. Manipulación de elementos de cambio

Conjuntamente con el video, se realiza el levantamiento del proceso de cambio de formato. Esta información del cambio crítico se detalla en el Anexo Matriz de indagación del cambio de formato. El levantamiento información y diagramación del proceso es realmente necesaria para definir los desperdicios generados en lo que respecta a transporte y esperas.

Ahora si se pretende buscar una manera más grafica para representar los desperdicios de transporte se puede emplear los Diagramas Spaghetti, que lo que genera es representar con líneas los desplazamientos haciendo mas visual el efecto. Para este caso en particular se presentan algunos diagramas spaghetti para el cambio crítico, se han separado en varias figuras porque así se apreciar mejor el desperdicio en los desplazamientos.

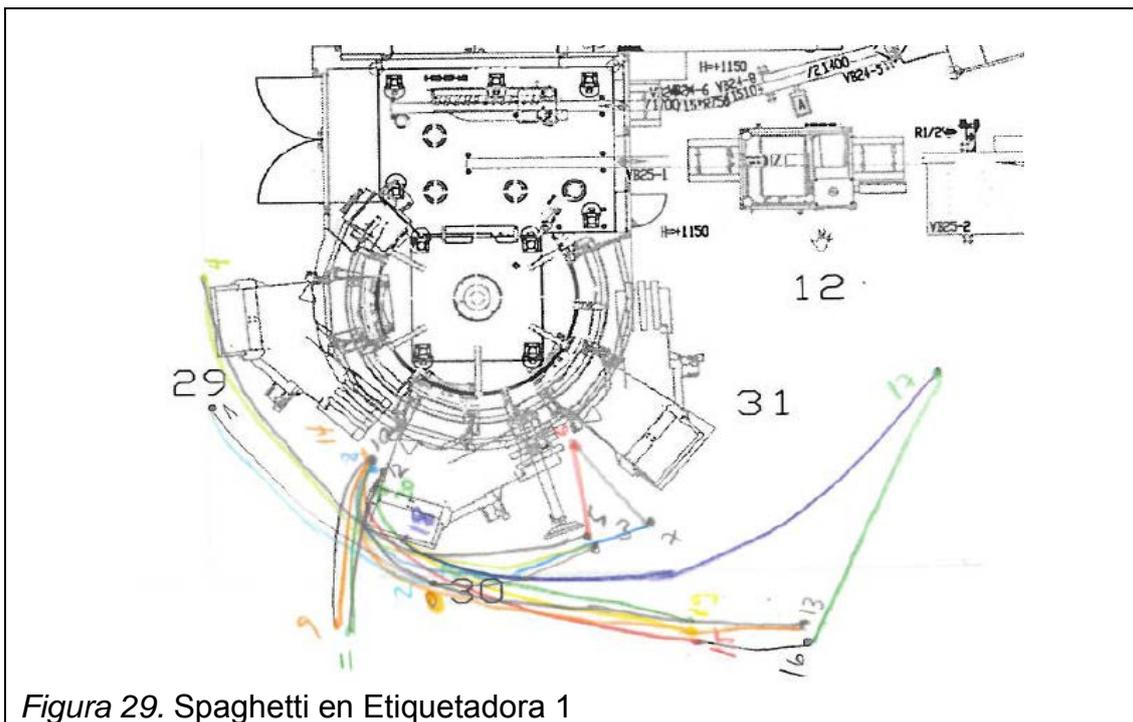


Figura 29. Spaghetti en Etiqueta 1

En la figura 29 se observan los primeros movimientos realizados por uno de los operadores interventores en el cambio, el inicio del spaghetti está representado por 0 y se indica los desplazamientos hasta su número 20.

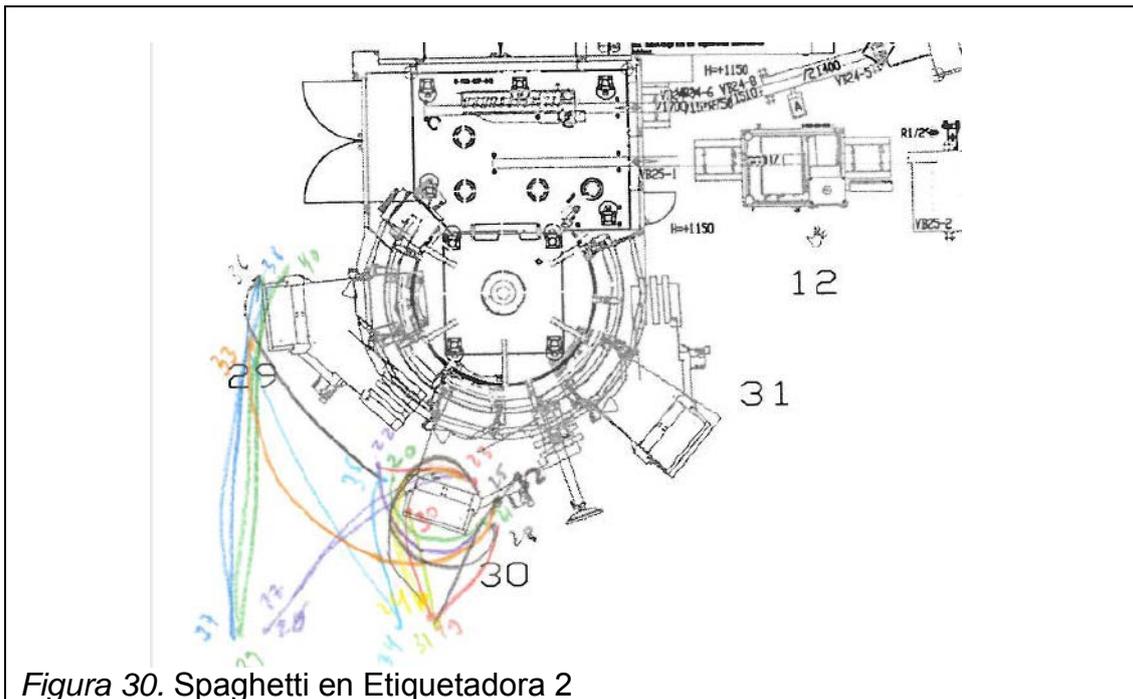


Figura 30. Spaghetti en Etiquetadora 2

En la figura 30 se observan los desplazamientos desde el 21 al 40.

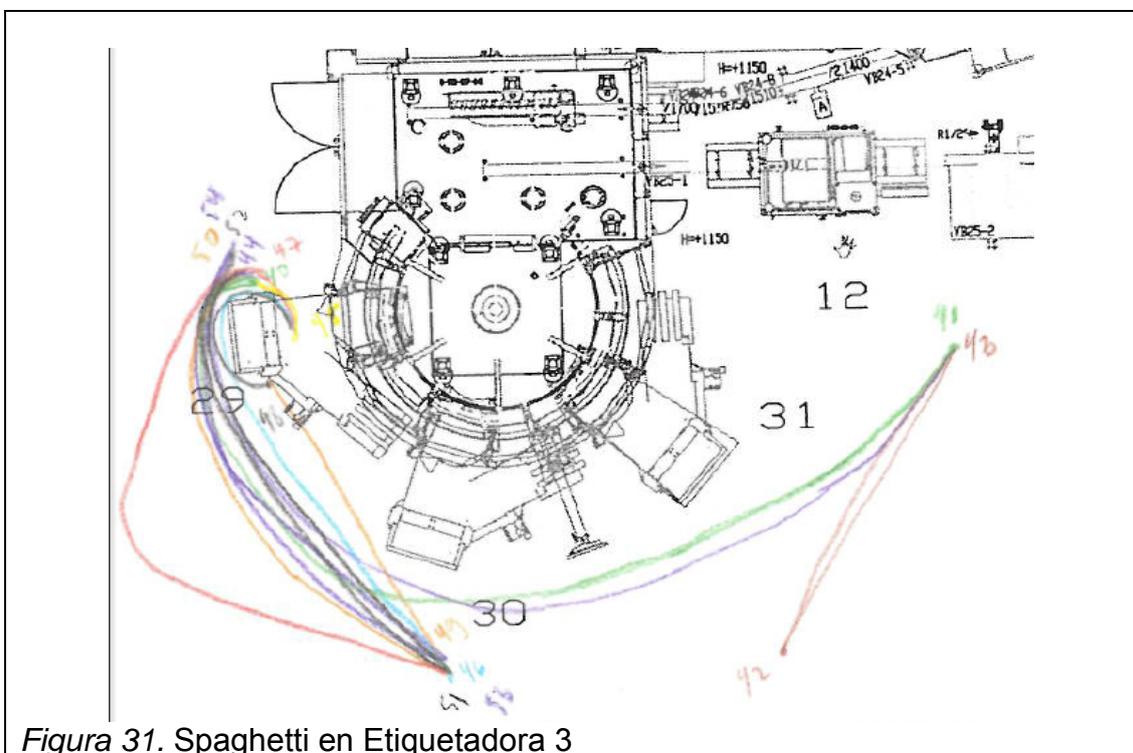


Figura 31. Spaghetti en Etiquetadora 3

En efecto solo fijándose en las 3 figuras de spaghetti se verifica desperdicio generado en transporte, existen desplazamientos demasiado largos, existen otros que son demasiado repetitivos y en efecto sumados todos generan un desperdicio de tiempo considerable. El tiempo total del cambio de formato entre el producto D y del producto C es 2 horas, 8 minutos y 59 segundo.

En general las falencias encontradas en el análisis de la etiquetadora son:

- ❖ Falta de señalización
- ❖ Falta de documentación
- ❖ Falta de estandarización
- ❖ Falta de orden
- ❖ Falta de conocimiento de los operadores
- ❖ Elementos desaprovechados
- ❖ Desperdicio de transporte
- ❖ Desperdicio en esperas
- ❖ Desperdicio en movimientos innecesarios
- ❖ Desperdicio en reprocesos
- ❖ Riesgos para operadores

2.5 Análisis inicial de la Llenadora

Para el análisis de la llenadora es importante tener la tendencia de envasado de productos, ya que la mayor parte del tiempo que se emplea en espera es debido a los CIP (Clean in place: Limpieza en el sitio) de limpieza internos de la máquina, y si se conoce una secuencia más óptima de cambios se puede disminuir en gran cantidad el tiempo cuando esta pasa de un producto X a otro producto Y.

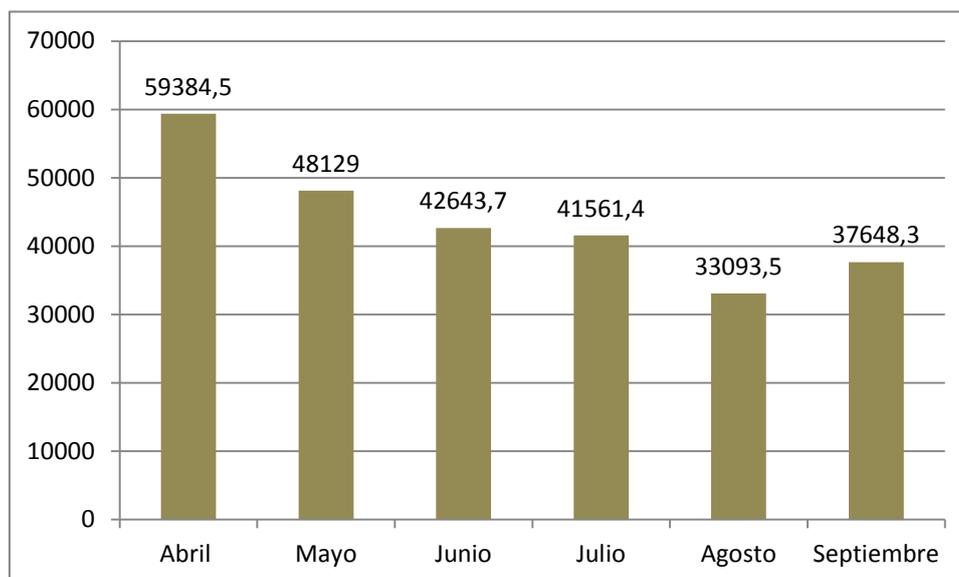


Figura 32. Tendencia Producto A

Como se aprecia en la figura 32, la tendencia del Producto A es decreciente, es decir, cada vez se produce menos cantidad de Producto A en la línea 2, sin embargo en comparación con los otros productos, este es el que mayor cantidad de hl envasa en la línea.

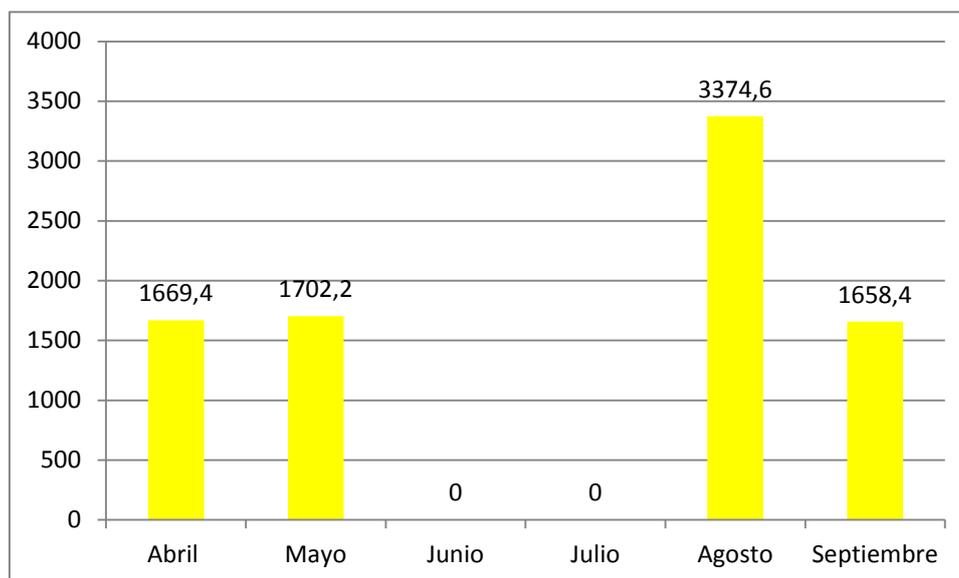


Figura 33. Tendencia Producto B

El producto B en general no es una marca que se produzca en gran cantidad, por eso en la figura generalmente se produce más en línea 1 que en línea dos, en esta última se envasa producto B particularmente como una backup en el caso de que necesite cumplir con el plan de producción.

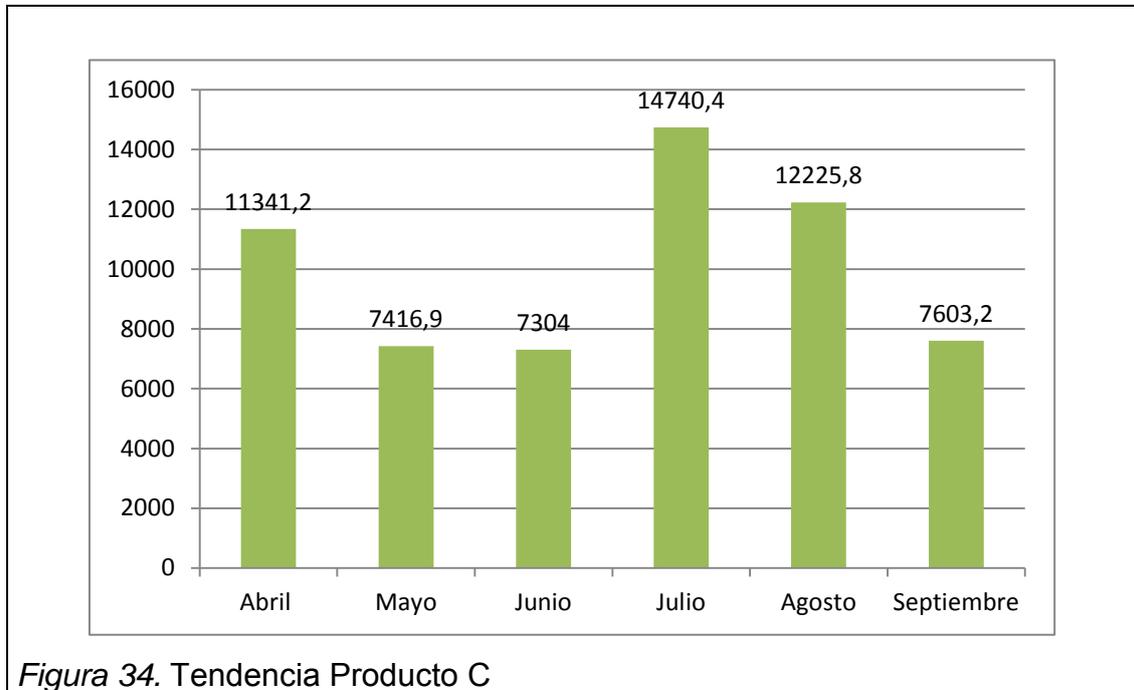
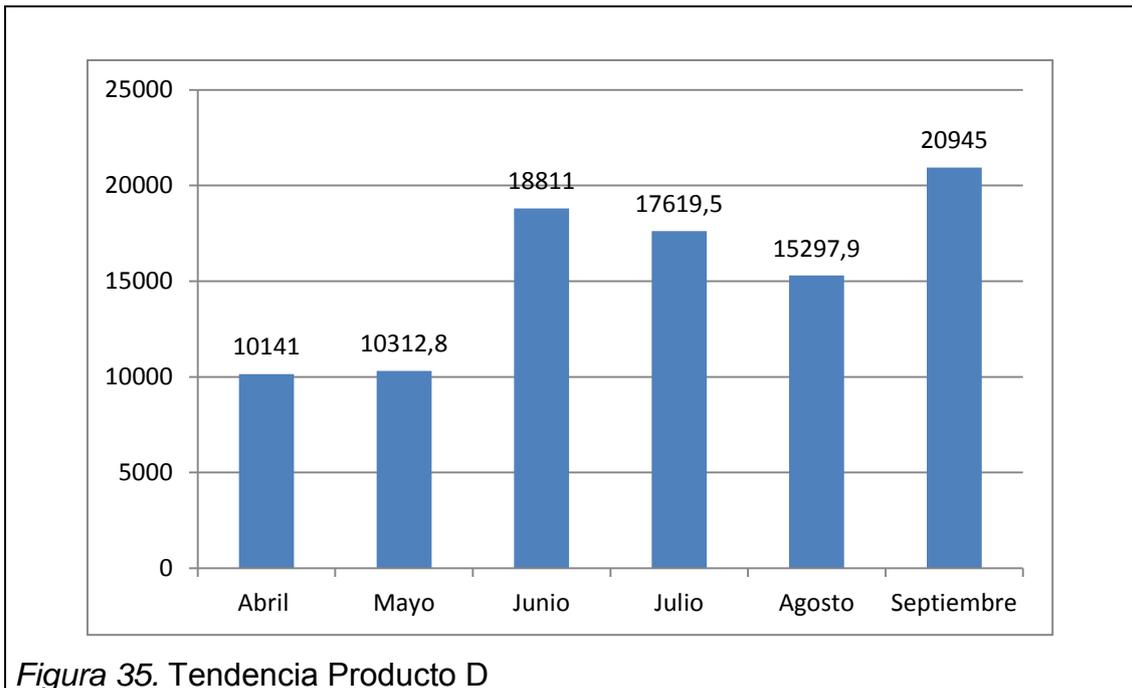


Figura 34. Tendencia Producto C

El producto C tiene una tendencia variante, generalmente esto es lo que ocurre, no es un producto con cantidades tan representativas como el A, pero se mantiene en el mercado, por eso se envasa constantemente en la línea, pero depende mucho del mercado y la planificación.



El Producto D presenta una tendencia creciente, es decir, está incrementando la cantidad de hl envasados en la línea, esto debido a la demanda del producto, generalmente se está destinando más tiempo para que se envase este producto. Si nos fijamos en la figura la diferencia entre el primer mes y el último de la gráfica se ve un incremento del doble de la producción, es aquí la importancia de tomar en consideración el efecto que esto produce para los cambios de formato.

Para este caso, la llenadora a diferencia de la etiquetadora, solo presenta dos secuencias en los cambios de sus elementos. Las variables radican específicamente en la forma y volumen de las botellas, es decir, que la secuencia de cambio puede darse de las botellas de 600 cc a las de 550 cc o viceversa. No se puede realizar otro análisis porque no se presentan más variantes en las formas de las botellas o sus volúmenes. Específicamente este cambio no tiene tanto efecto como el tiempo de CIP que se produce en la máquina, por eso si se pretende reducir los tiempos lo que se tiene que enfocar más que en el cambio es en la secuencia de producción y el efecto de los CIP.

Por otra parte, y centrándonos un poco en el tema del manejo de los elementos de cambio, al igual que los de la etiquetadora estos se encuentran en el taller de cambio, presentan desorden y falta de limpieza, como se puede apreciar claramente en la siguiente figura.



Una de las cuestiones más impactantes es observar todo lo que se desaprovecha, por ejemplo se identifican estructuras metálicas (figura 37) que alguna vez fueron diseñadas para colocar las estrellas de cambio de formato, debido a su mal diseño no fueron empleables o funcionales y se mantienen en desuso. En efecto esto ocasiona una pérdida económica, mantener una estructura sin función que además ocupa espacio en el área, se ha convertido en un objeto innecesario, que debería ser desechado o reutilizado para otras funciones, con el fin de optimizar los costos.



Figura 37. Estructuras metálicas desaprovechadas

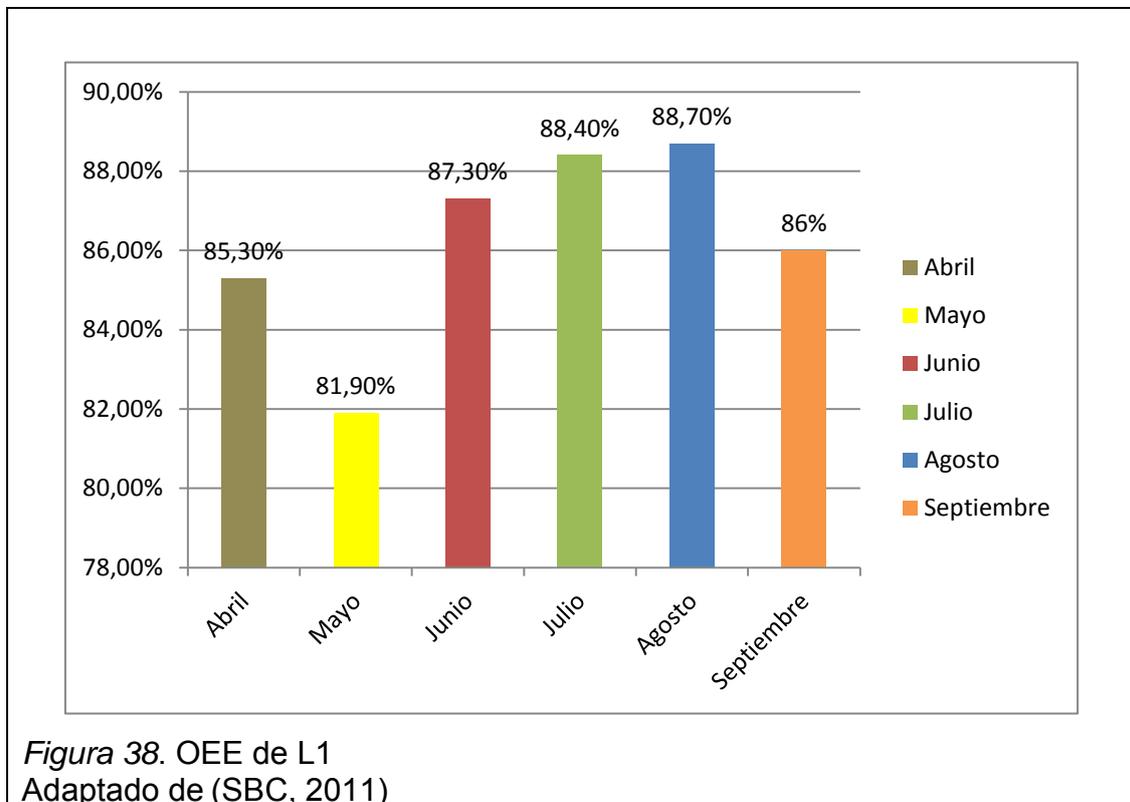
En general las falencias en el análisis de la llenadora son:

- ❖ Falta de señalización
- ❖ Falta de documentación
- ❖ Falta de estandarización
- ❖ Falta de orden
- ❖ Falta de conocimiento de los operadores
- ❖ Elementos desaprovechados
- ❖ Desperdicio en esperas
- ❖ Desperdicio en movimientos innecesarios
- ❖ Riesgos para operadores

2.6 Valores de OEE de la línea 2

Se parte de la información obtenida por la empresa, las formulas empleadas para el cálculo del OEE son las mismas expresadas en el capítulo 1.

Para tener un punto inicial de referencia de los valores de OEE, se toma en consideración los valores de abril a septiembre del 2011 de la línea 1, esto debido a que en 2011 la línea 1 aun operaba en solitario.



Ahora introduciendo los valores de OEE de la línea 2, entre abril y septiembre 2014.

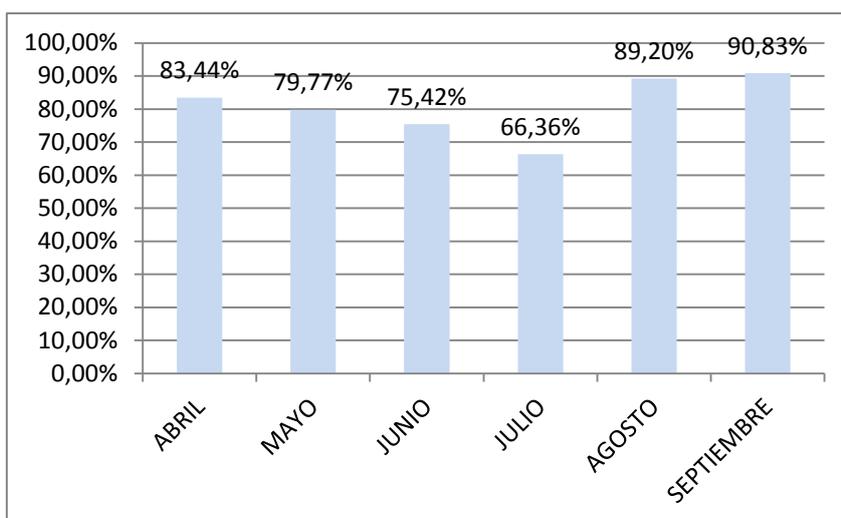


Figura 39. OEE de L2 (2014)
Adaptado de (SBC, 2014)

Tabla 9. OEE de L2

MES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Tiempo real de operación (Horas)	299.5	245.3	252.2	285.6	246.3	260.9
Tiempo de operación disponible (Horas)	373.5	333	344.7	360	329	339.5
DISPONIBILIDAD	80.19%	73.66%	73.17%	79.33%	74.86%	76.85%
Producción Real (HI)	82501	67561	68759	74141	63992	67885
Producción Calculada (HI)	78743	61999	66203	87922	52953	56978
RAPIDEZ	104.77%	108.97%	103.86%	84.33%	120.85%	119.14%
Buena Producción (HI)	82501	67561	68759	74141	63992	67885
Producción Total (HI)	83064	67983	69282	74739	64900	68432
CALIDAD	99.32%	99.38%	99.25%	99.20%	98.60%	99.20%
EGE L2	83.44%	79.77%	75.42%	66.36%	89.20%	90.83%

La figura 39 representa gráficamente los valores tomados de la tabla 9 correspondientes a la línea 2, estos valores fluctúan entre el 66% y 90%. Luego los valores de la figura 38 muestran la OEE de línea 1 que fluctúa entre el 81% y el 89%, el porqué de que la línea 2 presente valores más bajos radica en la disponibilidad de producción de la línea, ya que al tener cambios de formato esto impacta directamente en el indicador.

Para aumentar el valor de OEE, se debe aumentar al índice de disponibilidad, esto se obtiene disminuyendo el número de paradas o disminuyendo los tiempos de cambios de formato.

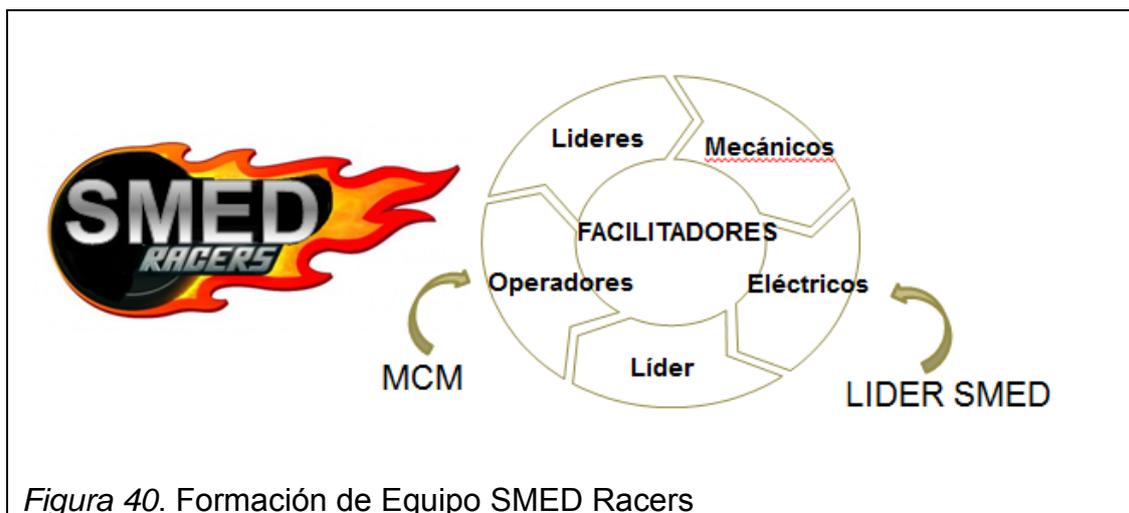
3. APLICACIÓN DEL SMED A LA LÍNEA 2 DE ENVASADO

Para aplicar SMED conviene partir de un estudio específico, es decir, seleccionar un cambio específico y una máquina específica.

Por tanto, para la línea 2 de envasado de cerveza son:

- ❖ Cambio Crítico: Del Producto D al Producto C
- ❖ Máquina Crítica: Etiquetadora

Importante para la implementación de SMED es crear equipos que sean aptos para realizar los cambios que se requieren en la mejora. Por ejemplo SMED Racers (Figura 40) es un equipo que se conforma por un mecánico, un eléctrico, dos operadores y un líder de producción. El personal técnico es considerado idóneo para el aporte de ideas y mejoras al implementar SMED.



Los equipos SMED deben cumplir con un plan de capacitación (Anexo 22) de modo que se pueda obtener inicialmente conocimiento de la herramienta a implementar, y posteriormente se tenga un seguimiento de las dudas mientras se desarrolla el proyecto y se elaboran pruebas piloto.

3.1 Estudio en Etiquetadora

3.1.1 Etapa Preliminar del SMED

En la etapa preliminar del SMED no se diferencian las actividades internas y externas. En un total de 36 actividades (Tabla 10), no se diferencian por tipo externa o interna.

Tabla 10. Actividades del Cambio de Formato

1	Preparar elementos para cambio de formato del producto A al Producto C	30
2	Parar la etiquetadora	2:16
3	Variar alturas de agregados y tulipas centradoras	3:30
4	Cambio de estrellas de la etiquetadora	0
5	Desprender agregado 1 de la Etiquetadora	0:10
6	Desprender agregado 2 de la Etiquetadora	0:10
7	Retirar cubiertas plásticas del agregado 1	0:15
8	Retirar corredera y bandejas de etiquetas de agregado 1	4:00
9	Cambiar paletas del agregado 1	5:09
10	Cambiar Cilindro de Transferencia en agregado 1	3:10
11	Cambiar cargador automático del agregado 1	1:10
12	Cambiar cabezal de almacén de etiquetas y casquillos distanciadores del agregado 1	4:00
13	Colocar cubierta plástica en agregado 1	0:25
14	Cambiar Cepillos de la Etiquetadora	9:30
15	Retirar cubiertas plásticas del agregado 2	0:10
16	Retirar corredera y bandejas de etiquetas de agregado 2	4:00
17	Cambiar paletas del agregado 2	5:09
18	Cambiar Cilindro de Transferencia en agregado 2	1:10
19	Preparar coche de lavado de elementos	2:00
20	Remojar paletas del agregado 1	0:35
21	Cambiar cargador automático del agregado 2	1:10
22	Preparar agregado 3	5:30
23	Acoplar agregado 3 a la etiquetadora	2:10

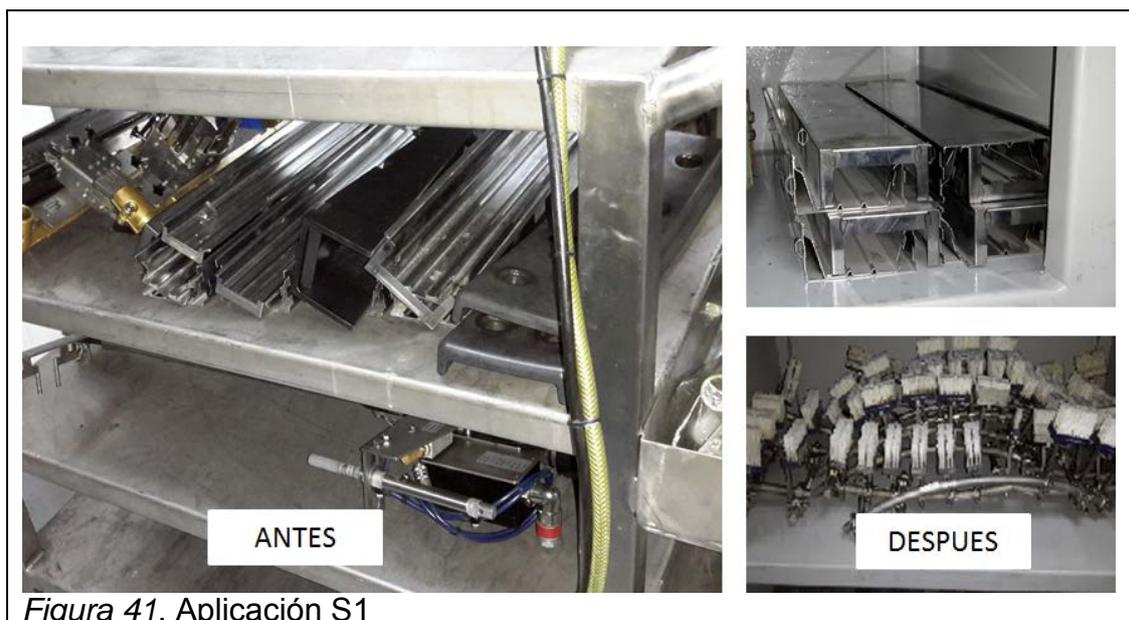
24	Cambiar cabezal de almacén de etiquetas y casquillos distanciadores del agregado 2	4:00
25	Colocar cubierta plástica en agregado 2	0:25
26	Remojar paletas del agregado 2	0:25
27	Acoplar agregado 2 a la etiquetadora	1:20
28	Colocar mascara de etiquetas en agregado 2	0:25
29	Acoplar agregado 1 a la etiquetadora	1:20
30	Colocar mascara de etiquetas en agregado 1	0:25
31	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 1	5:00
32	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 2	5:00
33	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 3	5:00
34	Limpiar al exterior de la maquina	5:00
35	Calibración de maquina	20:00
	TOTAL	2:08:59

El tiempo para realizar el cambio de formato es de 2 horas, 08 minutos y 59 segundos.

3.1.2 Etapa 1 del SMED

Previo a aplicar cualquier herramienta de mejora, es imprescindible aplicar 5s, por ejemplo si se requiere aplicar SMED, el optimizar tiempos de preparación es primordial, un correcto orden y señalización de los elementos ayuda considerablemente a reducir los tiempos de cambio.

Clasificar los elementos (S1), consiste en separar los elementos que se encuentran en desorden y clasificarlos por tipo, por ejemplo todos los cepillos colocarlos en un área que se coloquen solo cepillos, o por otro lado las bandejas de etiquetas en el área de las bandejas como se aprecia en la figura siguiente con la etiqueta después.



La etapa 1 del SMED consiste en separar actividades internas y actividades externas.

Clasificar las actividades consiste en señalar cuales de estas son realizadas externas al cambio y cuales son realizadas internamente cuando la máquina esta parada. En la siguiente tabla se representan las actividades externas (EXT) con casilleros de color verde, mientras que las actividades internas (INT) están representadas en color amarillo. En total de las 36 actividades solo 3 de ellas corresponden a externas, lo cual no es óptimo.

Tabla 11. Separar actividades internas y externas

1	Preparar elementos para cambio de formato del producto A al Producto C	30	EXT	EXT
2	Parar la etiquetadora	2:16	EXT	EXT
3	Variar alturas de agregados y tulipas centradoras	3:30	INT	EXT
4	Cambio de estrellas de la etiquetadora	0	INT	INT
5	Desprender agregado 1 de la Etiquetadora	0:10	INT	INT
6	Desprender agregado 2 de la Etiquetadora	0:10	INT	INT
7	Retirar cubiertas plásticas del agregado 1	0:15	INT	INT
8	Retirar corredera y bandejas de etiquetas de agregado 1	4:00	INT	INT
9	Cambiar paletas del agregado 1	5:09	INT	INT
10	Cambiar Cilindro de Transferencia en agregado 1	3:10	INT	INT
11	Cambiar cargador automático del agregado 1	1:10	INT	INT
12	Cambiar cabezal de almacén de etiquetas y casquillos distanciadores del agregado 1	4:00	INT	INT

13	Colocar cubierta plástica en agregado 1	0:25	INT	INT
14	Cambiar Cepillos de la Etiquetadora	9:30	INT	INT
15	Retirar cubiertas plásticas del agregado 2	0:10	INT	INT
16	Retirar corredera y bandejas de etiquetas de agregado 2	4:00	INT	INT
17	Cambiar paletas del agregado 2	5:09	INT	INT
18	Cambiar Cilindro de Transferencia en agregado 2	1:10	INT	INT
19	Preparar coche de lavado de elementos	2:00	INT	INT
20	Remojar paletas del agregado 1	0:35	INT	INT
21	Cambiar cargador automático del agregado 2	1:10	INT	INT
22	Preparar agregado 3	5:30	INT	INT
23	Acoplar agregado 3 a la etiquetadora	2:10	INT	INT
24	Cambiar cabezal de almacén de etiquetas y casquillos distanciadores del agregado 2	4:00	INT	INT
25	Colocar cubierta plástica en agregado 2	0:25	INT	INT
26	Remojar paletas del agregado 2	0:25	INT	INT
27	Acoplar agregado 2 a la etiquetadora	1:20	INT	INT
28	Colocar mascara de etiquetas en agregado 2	0:25	INT	INT
29	Acoplar agregado 1 a la etiquetadora	1:20	INT	INT
30	Colocar mascara de etiquetas en agregado 1	0:25	INT	INT
31	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 1	5:00	INT	INT
32	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 2	5:00	INT	INT
33	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 3	5:00	INT	INT
34	Limpiar al exterior de la maquina	5:00	INT	INT
35	Calibración de la máquina	20:00	EXT	INT
	TOTAL	2:08:59		

Mejorar el transporte de útiles también es parte de la etapa 1. Para reducir desplazamientos lo óptimo es tener todos los elementos cerca, esto evita movilizarse continuamente. Como conseguir que se tenga todo en un mismo sitio, para esto es necesario emplear un elemento móvil de transporte que permita llevar varios o todos los elementos en un solo desplazamiento.

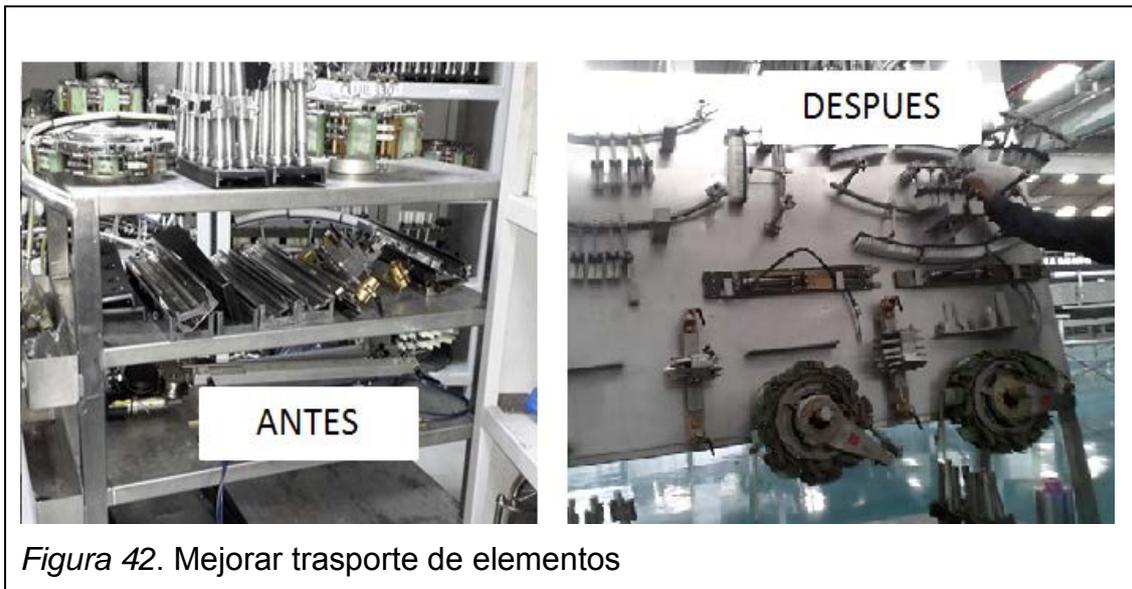


Figura 42. Mejorar transporte de elementos

Para optimizar recursos, si es el caso, aprovechar o reutilizar elementos existentes, la creatividad y el diseño juegan un papel fundamental.



Figura 43. Reutilización de estructuras

La seguridad de los operadores es algo primordial, al diseñar debe considerarse la ergonomía, es decir, como va a manipularse los elementos y si estos pueden generar efectos sobre la persona que manipulará esos elementos.

La señalización (S3) es esencial para identificar los elementos de cambio. En concreto la señalización hace más fácil la labor a las personas que manipulan los elementos, y en efecto ayuda a reducir el tiempo en los cambios de formato.

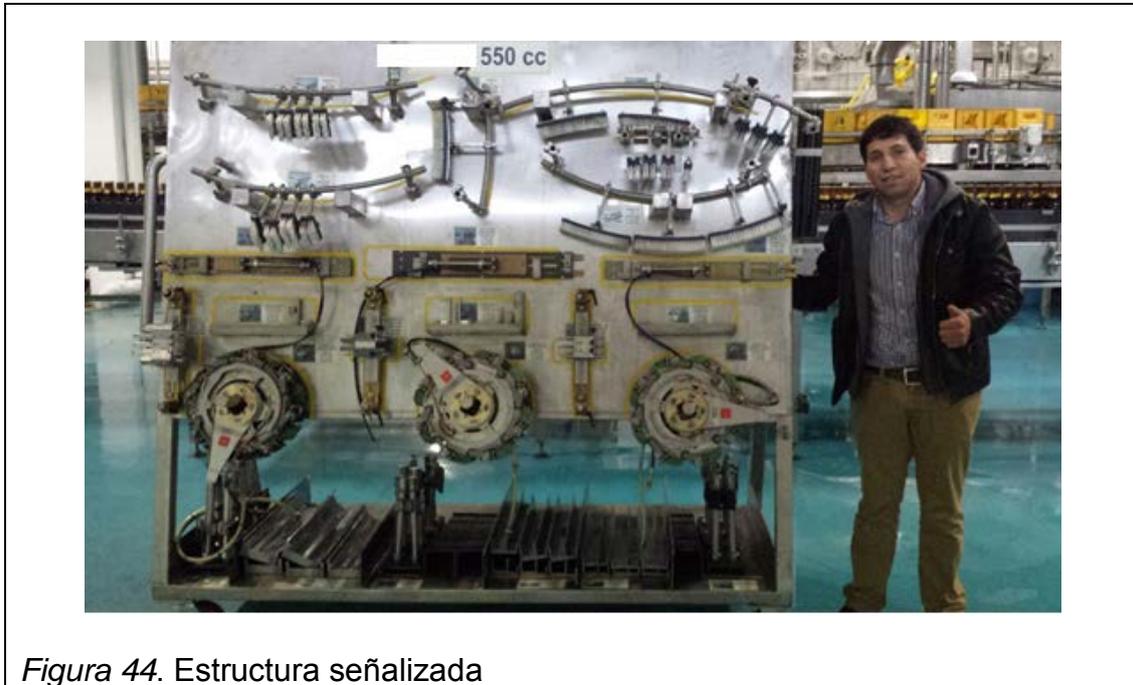


Figura 44. Estructura señalizada

La preparación interviene en todas las etapas, elaborar una lista de verificación (Anexo 21) de los elementos permite tener un control de lo que se debería o no usar en el cambio.

El operador debe estar en capacidad de verificar el estado de funcionalidad de los elementos, detectar anomalías antes del cambio es una manera preventiva de ocasionar errores durante el proceso.

3.1.3 Etapa 2 del SMED

Convertir actividades externas en internas (Figura 45) es el objetivo de la etapa 2. Todas las actividades se deben analizar, identificando cuáles se pueden realizar cuando la máquina no este parada.

El objetivo es buscar que la cantidad de operaciones internas disminuya. Por ejemplo de la tabla 11 se tienen 36 actividades, de las cuales 3 son externas, es decir 33 actividades internas que requieren un análisis.

El retiro y colocación de cubiertas plásticas de los agregados no requiere que la máquina se encuentre parada, por ende estas actividades deben ser externas. Una vez que el agregado ha dejado de etiquetar, se debe retirar la corredera y las bandejas de etiquetas sobrantes, esta operación debe ser externa.

Limpiar elementos o ponerlos a remojar en agua, es sin lugar a dudas una actividad que se debe realizar de manera externa.

Colocar las bandejas de etiquetas en los agregados es una operación externa, de hecho para arrancar con el siguiente producto es parte de la operación, debe totalmente ser una operación externa.

Las actividades descritas se emplean para cada uno de los agregados, por eso en la tabla 11 se observa que se repiten varias veces, pero especificando para cada uno de los agregados involucrados en el cambio.

	ACTUAL		PROPUESTA		
1	EXT	EXT	EXT	EXT	
2	EXT	EXT	EXT	EXT	
3	INT	EXT	INT	EXT	
4	INT	INT	INT	EXT	
5	INT	INT	INT	EXT	
6	INT	INT	INT	EXT	
7	INT	INT	EXT	EXT	
8	INT	INT	EXT	EXT	
9	INT	INT	INT	EXT	
10	INT	INT	INT	EXT	
11	INT	INT	INT	EXT	
12	INT	INT	INT	EXT	
13	INT	INT	EXT	EXT	
14	INT	INT	INT	EXT	
15	INT	INT	EXT	EXT	
16	INT	INT	EXT	EXT	
17	INT	INT	INT	EXT	
18	INT	INT	INT	EXT	
19	INT	INT	INT	INT	INT
20	INT	INT	EXT	INT	INT
21	INT	INT	INT	INT	INT
22	INT	INT	EXT	INT	INT
23	INT	INT	EXT	INT	INT
24	INT	INT	INT	INT	INT
25	INT	INT	EXT	INT	INT
26	INT	INT	EXT	INT	INT
27	INT	INT	INT	INT	INT
28	INT	INT	EXT	INT	INT
29	INT	INT	INT	INT	INT
30	INT	INT	EXT	INT	INT
31	INT	INT	EXT	INT	INT
32	INT	INT	EXT	INT	INT
33	INT	INT	EXT	INT	INT
34	INT	INT	INT	INT	INT
35	EXT	INT	EXT	INT	INT

Figure 45 illustrates a proposed change in activity types. A large black arrow points from the 'ACTUAL' column (row 3) to the 'PROPUESTA' column (row 18), indicating a change from 'INT' to 'EXT'. Three grey arrows point from the 'ACTUAL' column to the 'PROPUESTA' column at rows 24, 26, and 28, indicating a change from 'INT' to 'EXT'.

Figura 45. Propuesta de cambio a actividades externas

Parte de la aplicación de esta etapa es realizar pruebas piloto con el equipo SMED.



Figura 46. Pruebas Piloto

3.1.4 Etapa 3 del SMED

La última etapa del SMED es perfeccionar las operaciones de preparación. Siempre verificar los elementos previos a la realización del cambio tal como se aprecia en la siguiente figura.



Figura 47. Verificación de elementos

La mayor parte de la optimización de tiempos que se ha realizado está enfocada en la preparación de los elementos de cambio. Inicialmente el tiempo de cambio de formato emplea 2 horas 8 minutos y 59 segundos. La propuesta (Figura 45) de convertir casi la mitad de actividades en externas, busca generar una reducción de 1 hora 23 min al cambio de formato.

3.2 Estudio en Llenadora

Para el estudio de la llenadora, es más impactante el efecto ocasionado por los CIP (Clean in Place: Limpieza en el sitio) y los COP (Clean out Place: Limpieza fuera del sitio), que lo correspondiente al cambio de formato propio de la máquina. Por ende, como algo adicional se analizan tres secuencias de producción para determinar cuál es la más eficiente para realizar disminuyendo los tiempos en los CIP y COP.

3.2.1 Caso 1

Tabla 12. Secuencia 1

SEMANA	DIA	TURNO	A	B	C	D	Tiempos L2	Comentarios
Opción 1	1	1						
		2				9000	5,5	4 horas de MTTO 1,5 horas de Arranque
		3				26000	0,5	COP
	2	1						CIP Arranque CIP realizado escalonadamente
		2				23000	1,5	Arranque
	3	3				26000	0,5	COP
		1						CIP Arranque CIP realizado escalonadamente
	4	2				19030	2,5	1,5 horas arranque y 1 hora de cambio de formato
		3			20000		2,5	2,5 horas continuación de cambio de formato (caja)
	5	1						CIP Arranque CIP realizado escalonadamente
		2			23000		1,5	Arranque
	6	3			16091		3,5	0,5 horas COP, 3 horas cambio de formato (caja)
		1						CIP Arranque
	7	2		23000			1,5	Arranque
3			13000			4,5	0,5 horas de CIP y 4 horas de aseo	
7	1						48	Paradas permitidas
	2						4	Aseo
	3						4	Mantenimiento
7	2						56	Perdida de capacidad
	3							

Son 11 las horas en total las que se utilizarían para CIP y COP. Al existir más paradas y arranques se requiere más tiempos de limpieza, por ende no es recomendable las paradas largas, este es uno de los factores que afectan directamente a la disponibilidad de la línea.

3.2.2 Caso 2

Tabla 13. Secuencia 2

SEMANA	DIA	TURNOS	A	B	C	D	Tiempos L2	Comentarios
Opción 2	1	1					8	Perdida de capacidad
		2					8	Perdida de capacidad
		3					8	Perdida de capacidad
	2	1					8	Perdida de capacidad
		2					8	Perdida de capacidad
		3					8	Perdida de capacidad
	3	1					8	Perdida de capacidad
		2				9000	5,5	4 horas de mantenimiento y 1,5 horas de arranque
		3				26000	0,5	COP
	4	1				26000	0,5	COP
		2				26000	0,5	COP
		3				16030	3,5	Cambio de formato
	5	1			26000		0,5	COP
		2			26000		0,5	COP
		3	9500		7091		3,5	Cambio de formato
	6	1	26000				0,5	COP
		2	13000				4,5	Aseo semanal
		3						
	7	1					12	Paradas permitidas
		2					4	Aseo
		3					4	Mantenimiento
						88	Perdida de capacidad	

Son 3 horas empleadas en COP. Tres cambios de formato semanales en secuencia, iniciando con el producto D al Producto C, posteriormente del Producto C al Producto A. Al generarse el cambio de una cerveza ligera a una fuerte no se requiere tiempos largos de limpieza, si fuese lo contrario por ejemplo cuando se produce el proceso contrario del producto C al Producto D, es realmente necesario realizar un CIP empleando más tiempo.

3.2.3 Caso 3

Tabla 14. Secuencia 3

SEMANA	DIA	TURNO	A	B	C	D	Tiempos L2	Comentarios	
Opción 3	1	1							
		2				9000	5,5	4 horas de MTTO 1,5 horas de Arranque	
		3				26000	0,5	COP	
	2	1						CIP Arranque CIP realizado escalonadamente	
		2				23000	1,5	Arranque	
		3				26000	0,5	COP	
	3	1						CIP Arranque CIP realizado escalonadamente	
		2				19030	2,5	1,5 horas arranque y 1 hora de cambio de formato	
		3			20000		2,5	2,5 horas continuación de cambio de formato (caja)	
	4	1						CIP Arranque CIP realizado escalonadamente	
		2			23000		1,5	Arranque	
		3			16091		3,5	0,5 horas COP, 3 horas cambio de formato (caja)	
	5	1						CIP Arranque	
		2	23000				1,5	Arranque	
		3	13000				4,5	0,5 horas de CIP y 4 horas de aseo	
	6	1							
		2					16	Paradas permitidas	
		3					4	Aseo	
	7	1						4	Mantenimiento
		2					88	Perdida de capacidad	
		3							

La secuencia 3 emplea 14 horas entre COP y CIP, de igual forma que en el caso 1, más paradas genera más limpiezas y menos disponibilidad de operación.

La secuencia más eficiente es la segunda, genera mayor eficiencia de fábrica, es la que menor tiempo en CIP o COP emplea.

Tabla 15. Eficiencias

Eficiencias	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Eficiencia de Máquina, Línea 2	96,1%	95,2%	96,1%
Eficiencia de Fábrica, Línea 2	47,2%	70,2%	66,0%

3.3 OEE

Al considerar el tiempo que se obtiene por la aplicación de SMED, la disponibilidad generará un incremento, ver Figura 48, este incremento refleja el efecto del cambio de formato de este estudio, si se consideraran todos los cambios, el efecto sería aún mayor, ver Figura 49.

El valor final del OEE de la línea 2 de envasado se desglosado en la siguiente tabla, al aumentar la disponibilidad también aumentara la producción de la línea por ende el índice de rapidez también se ve incrementado.

Tabla 16. OEE Línea 2 con aumento de la disponibilidad para el cambio seleccionado.

MES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Tiempo real de operación (Horas)	302.1	247.9	254.8	288.2	248.9	263.5
Tiempo de operación disponible (Horas)	373.5	333	344.7	360	329	339.5
DISPONIBILIDAD	80.88%	74.44%	73.92%	80.06%	75.65%	77.61%
Producción Real (HI)	83144.5	68204.5	69402.5	74784.5	64635.5	68528.5
Producción Calculada (HI)	78743	61999	66203	87922	52953	56978
RAPIDEZ	105.59%	110.01%	104.83%	85.06%	122.06%	120.27%
Buena Producción (HI)	82501	67561	68759	74141	63992	67885
Producción Total (HI)	83064	67983	69282	74739	64900	68432
CALIDAD	99.32%	99.38%	99.25%	99.20%	98.60%	99.20%
EGE L2	84.83%	81.39%	76.91%	67.55%	91.05%	92.60%

Tabla 17. OEE Línea 2 con aumento de la disponibilidad para todos los cambios.

MES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Tiempo real de operacion (Horas)	312.5	258.3	265.2	298.6	259.3	273.9
Tiempo de operacion disponible (Horas)	373.5	333	344.7	360	329	339.5
DISPONIBILIDAD	83.67%	77.57%	76.94%	82.94%	78.81%	80.68%
Produccion Real (HI)	85718.5	70778.5	71976.5	77358.5	67209.5	71102.5
Produccion Calculada (HI)	78743	61999	66203	87922	52953	56978
RAPIDEZ	108.86%	114.16%	108.72%	87.99%	126.92%	124.79%
Buena Produccion (HI)	82501	67561	68759	74141	63992	67885
Produccion Total (HI)	83064	67983	69282	74739	64900	68432
CALIDAD	99.32%	99.38%	99.25%	99.20%	98.60%	99.20%
EGE L2	90.46%	88.00%	83.01%	72.40%	98.63%	99.87%

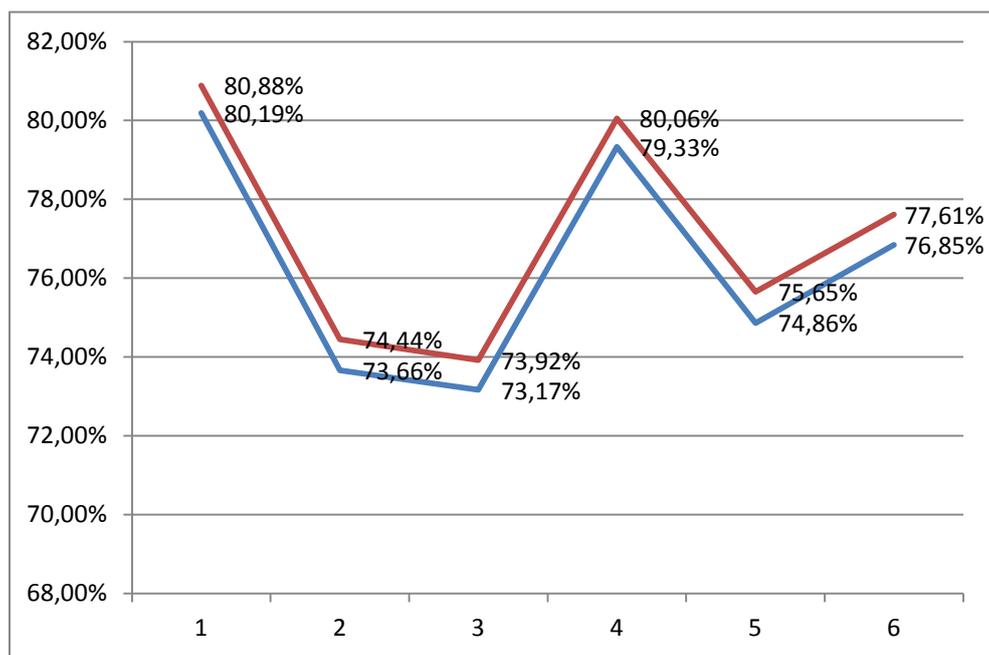


Figura 48. Disponibilidad sin SMED vs. Disponibilidad con SMED

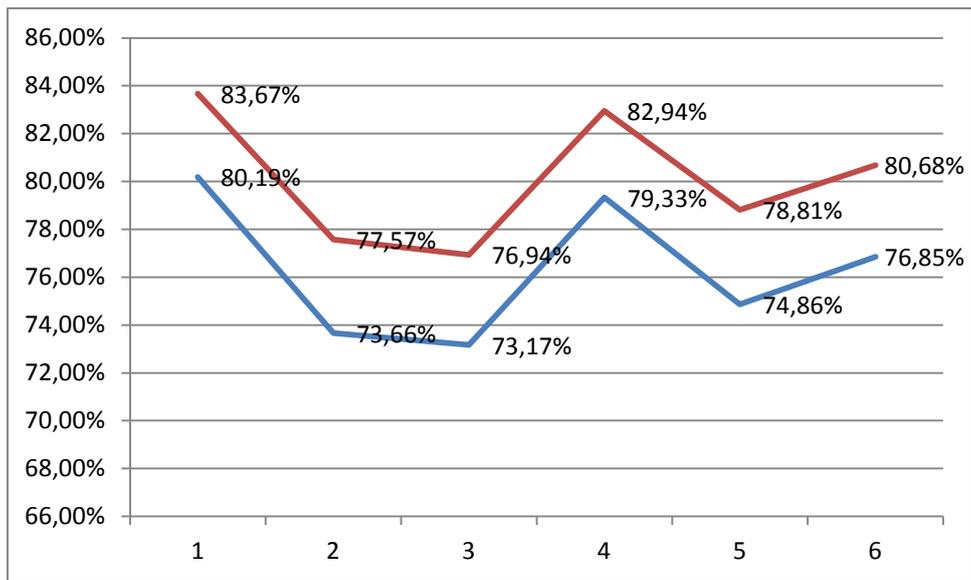


Figura 49. Disponibilidad sin SMED vs. Disponibilidad con SMED

4. ESTUDIO ECONÓMICO

Con el objeto de analizar el beneficio económico que se obtiene con la implementación de herramientas SMED durante el cambio de formato en el proceso de envasado de cerveza, se debe comparar la inversión realizada con los beneficios a obtenerse por medio del desarrollo de esta herramienta.

Como información de soporte, en los últimos años se ha registrado un incremento de producción en la línea analizada, obteniéndose, para cada período, los datos mostrados a continuación:

- Producción del año F12 en el período 2011-2012: 1'681.000 hl
- Producción del año F15 en el período 2014-2015: 2'000.482 hl

El incremento total de la producción en tres años ha sido, aproximadamente, de 19,00%; manteniendo una tendencia de crecimiento lineal, es posible afirmar que anualmente la producción se incrementa 6,00% más en relación al año anterior. Sin embargo, a pesar de haber señalado la tendencia creciente de producción, para efectos de este análisis se despreciará este incremento anual, debido a la incertidumbre respecto al pronóstico de la demanda y capacidad de producción, así como para facilitar el análisis de los datos a obtenerse.

Por otro lado, como variable de entrada para el análisis económico, cabe mencionar que el costo total del hectolitro producido es de \$18,75/hl, no obstante, para efectos de este estudio no será posible disgregar este valor por rubros, debido a confidencialidad de la información por parte de la empresa; por tanto, el valor será utilizado íntegramente para cualquier cálculo.

Como información adicional, durante el período 2014-2015, la línea 2 generó una producción de 825.000 hl, mientras que en la línea 1 se produjeron 1'175.482 hl. Esta diferencia de valores se debe, principalmente, a la cantidad de productos que se envasan en cada línea y por ende a los cambios de formato que se generan al pasar de un producto a otro.

Luego, tomando en consideración que en un turno efectivo se producen 27.500 docenas de cerveza, es decir 330.000 botellas con contenido, equivalentes a 1980 hectolitros, dado que cada botella tiene 600 mililitros; se obtiene que la producción por hora es 247.5 hectolitros.

$$27500 \times 12 = 330000 \text{ botellas} \quad (\text{Ecuación 12})$$

$$330000 \text{ botellas} \times 0.006 \frac{\text{Hl}}{\text{botella}} = 1980 \text{ hl} \quad (\text{Ecuación 13})$$

$$\frac{1980 \text{ Hl}}{8 \text{ horas de producción}} = 247.5 \frac{\text{Hl}}{\text{hora}} \quad (\text{Ecuación 14})$$

$$\frac{330000 \text{ botellas}}{8 \text{ horas de producción}} = 41250 \frac{\text{botellas}}{\text{hora}} \quad (\text{Ecuación 15})$$

A continuación, para comenzar a describir lo que se necesita inicialmente para la implementación del proyecto SMED, con una duración de 12 meses (sólo para efectos de realizar el análisis económico), se deben considerar todos los valores de inversión inicial, cuyo detalle se indica en la siguiente tabla.

Tabla 18. Inversión Inicial

Adecuación por reutilización de estructuras metálicas	\$ 4,000.00
Implementación de tableros SMED	\$ 500.00
Señalización de equipos y piezas	\$ 1,500.00
Capacitación inicial de sensibilización y de seguimiento	\$ 3,500.00
Distintivos para equipo SMED	\$ 400.00
Total	\$ 9,900.00

Además, hay que considerar que a partir del segundo mes hay valores que presentan un gasto constante y sirven para mantener la aplicación del proyecto SMED, los mismos que se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 19. Costos y gastos a partir del segundo mes

Gasto por mantenimiento de estructuras	\$ 200.00
Gasto por distintivos para equipos SMED	\$ 33.33
Total	\$ 233.33

Seguidamente, se debe realizar un análisis de los beneficios generados por el proyecto. Como el cambio de formato del Producto D al Producto C se realiza aproximadamente 20 veces al año, se considerará que por mes se realizan hasta 2 cambios. Luego, multiplicando el costo del hectolitro producido (\$18,75) por las 2 horas de producción que representarían los cambios de formato por mes, y por la cantidad de hectolitros que se producen por hora, que equivale a 247,5 hectolitros, entonces se obtienen \$9281,30 de beneficio mensual por incremento de producción.

$$2 \text{ horas} \times 247.5 \frac{\text{Hl}}{\text{Hora}} = 495 \text{ hl} \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$495 \text{ Hl} \times 18.75 \frac{\$}{\text{Hl}} = \$9281.30 \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$2 \text{ horas} \times 41250 \frac{\text{botellas}}{\text{Hora}} = 82500 \text{ botellas} \quad (\text{Ecuación 18})$$

Posteriormente, con el fin de calcular la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto, se debe realizar previamente el flujo libre del proyecto, cuyo detalle se muestra a continuación:

Tabla 20. Flujo

MESES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversiones del mes (inicial o posterior)	\$ (9.900,00)	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33
+ Reventa de inversiones (valor total de reventa)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= Flujo mensual de inversión (I)	\$ (9.900,00)	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33	\$ 233,33
+ Flujo de beneficios de producción (ahorros productivos)	\$ -	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30
- Flujo de costos de producción (costos adicionales)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
- Flujo de gastos operativos (gastos adicionales)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+/- Otros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= Flujo mensual de operación antes de impuestos (O)	\$ -	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30	\$ 9.281,30
Flujo mensual libre del proyecto (I+O)	\$ (9.900,00)	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63	\$ 9.514,63

De lo anterior, se obtiene un valor de TIR de 96%, que, contrastado con el valor de la TMAR del inversionista que corresponde a 20%, indica que el proyecto es viable, y por ende debe invertirse en éste.

Se concluye también, que el período de recuperación de la inversión es de dos meses. Además, se obtiene un valor presente de \$32337,50.

Tras el análisis económico se determina que el proyecto es viable económicamente, y debería invertirse en el mismo.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Como efecto de análisis de la información, se realizó el historial de cambios entre las semanas 14 a la 45, considerando que son 52 semanas en el año, se obtuvieron 31 cambios, más de la mitad del año, de este historial se pudo constatar cuales eran los cambios que se realizaban con mayor frecuencia, aplicando Pareto se obtuvo que 4 cambios eran los más críticos, A/D, D/A, D/C y CD, finalmente analizando que la mayor cantidad de piezas de cambio se generaban en el producto C, el cambio D/C es el más crítico, este presenta las mayores pérdidas de tiempo, por esta razón de que haya sido el cambio analizado en este proyecto.

Se realizó un Gantt para un cambio de formato en específico de los 4 críticos con el fin de determinar los equipos más críticos durante el cambio, se obtuvo que dos equipos eran los que generaban mayor impacto, la etiquetadora y la llenadora, cada uno de ellos con un criterio específico, la etiquetadora presentaba el mayor tiempo empleado en cambio de sus elementos, mientras que la llenadora presentaba mayor uso de tiempo en sus ciclos de limpieza (CIP y COP).

Durante los cambios de formato se identificaron una gran cantidad de desperdicios generados, particularmente hablando el desperdicio de transporte fue el de mayor impacto, por ese motivo se efectuó el diagrama spaghetti que constato los desplazamientos, su cantidad y la longitud de los mismos.

La reutilización y rediseño, que aplicada en conjunto con 5s y tomando ciertos criterios de seguridad industrial, se aprovechó el uso de estructuras olvidadas optimizando recursos y generando reducción efectiva en el desperdicio de transporte.

En conclusión, el aplicar la herramienta SMED en la línea de envasado de cerveza se puede llegar a generar una gran reducción de tiempos, más del 50% de las actividades pueden ser convertidas de internas a externas, si el tiempo inicial del cambio 2 horas 9 min, al convertir las actividades se espera la reducción de tiempo de 1 hora 20 min, lo que realmente es considerable, especialmente si esto se enfoca en la disponibilidad de la línea, verificando un aumento del OEE y si además transformamos eso a producción, se puede evidenciar en los 495 HI extras envasados o 82500 botellas envasadas.

La preparación es primordial para la optimización de tiempos, por ende todo lo que se ha creado como herramienta para los operadores, tales como checklists y procedimientos estándar, capacitaciones, estructuras, etc. Han ayudado a la reducción de los tiempos en el cambio.

El beneficio económico es considerable cuando se trabaja en producción a gran escala, el conseguir optimizar una hora de producción o más de ese tiempo puede representar ingresos que superan los \$9000 mensuales para un solo cambio de formato en que se aplique la herramienta, en pocos meses la inversión queda recuperada y en los meses siguientes ya solo se genera beneficio directo a la empresa.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar el mismo estudio para el resto de cambios críticos, considerando principalmente las tendencias de cambio, es importante que se analicen todos los elementos de cambio que intervienen y el efecto que estos generan en cada uno de los equipos críticos.

Se recomienda realizar un estudio de las máquinas que actualmente no son críticas, pero son potencialmente críticas si la línea de producción empieza a trabajar con botellas de volúmenes aún más variables, como por ejemplo si se incluyera un producto de 330 cc o 250 cc, esto ocasionaría mayor complejidad en el cambio para la paletizadora y la depaletizadora.

Es aconsejable que más personas integren el equipo SMED, o a su vez crear más equipos SMED, con el fin de que todos los operadores que laboran en la línea 2 entiendan los beneficios del SMED, mejoren la seguridad, realicen actividades más fáciles y productivas durante los cambios de formato.

Es necesario cada cierto tiempo, puede ser un periodo anual, que se realicen nuevas filmaciones de los cambios, con el fin de tener un mejor detalle del proceso de cambio y para identificar nuevas oportunidades de mejora.

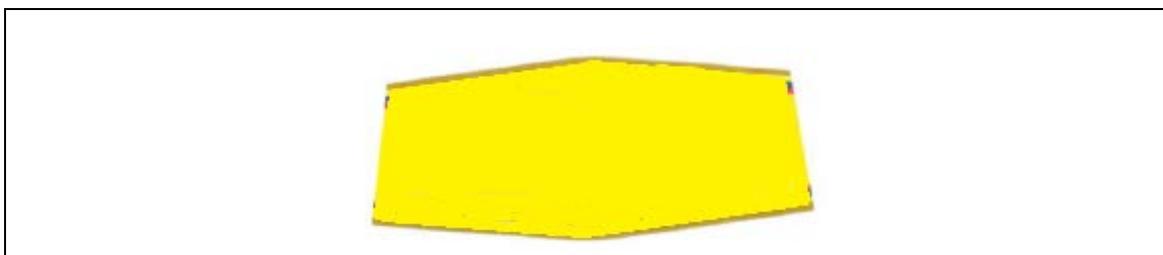
Es recomendable que la estadística de cambios se publique, a través de tableros SMED, que se registren los cambios que se realizan, la frecuencia de los mismos y los tiempos generados, solo así se puede verificar que personal está realizando de mejor manera el cambio y se puede obtener aún más beneficios.

REFERENCIAS

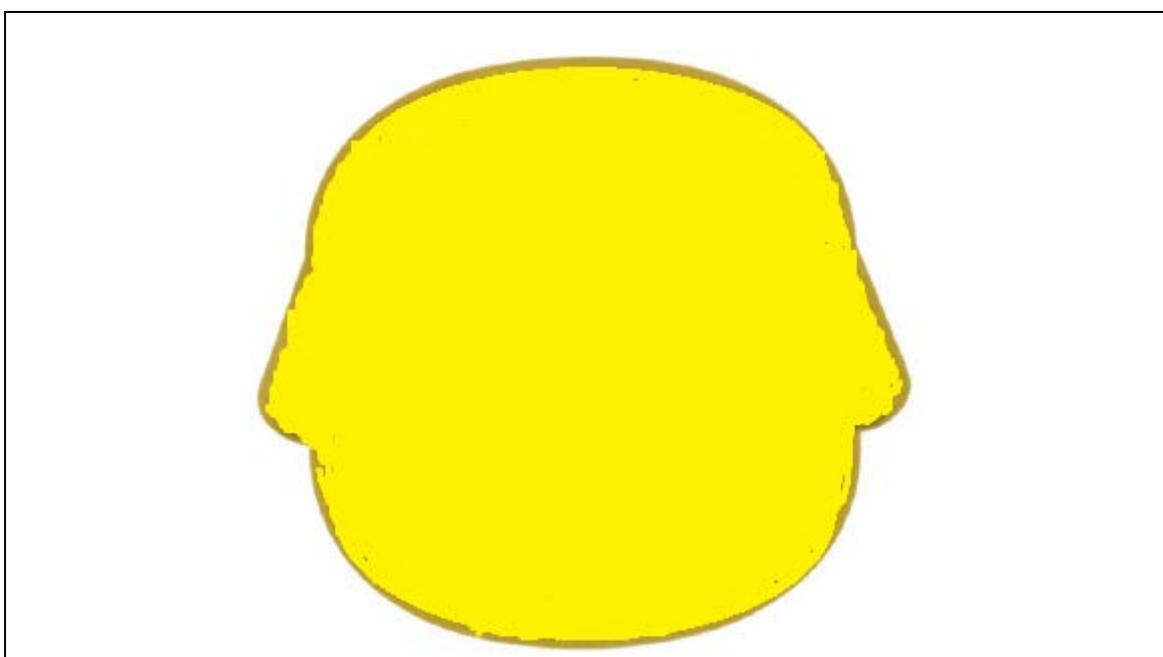
- BAVARIA. (2013). SMED Set-Up Rápido. Colombia.
- Carro Paz, R., & Gonzalez Gomez, D. (2014). *Productividad y Competitividad* (Primera ed.). Buenos Aires: Nueva Libreria.
- Cervecería SBC, S. (2000). Plano de la Planta de Producción. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Cervecería Nacional CN, S. (2014). *Cervecería Nacional*. Recuperado el 29 de Septiembre de 2014, de <http://www.cerveceria nacional.ec/>
- Cervecería SBC, S. (2010). Mapa de Procesos de Empresa Cervecera. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Competitive Dynamics International. (2008). Mission-Directed Work Teams. *Cuidado de Activos*. CDI.
- Garcia, R. (2005). *Estudio del Trabajo* (Segunda ed.). Mexico: McGraw Hill.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administracion de Operaciones*. Mexico: Prentice Hall.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas y implatación*. Madrid: Fundación EOI.
- ILC, I. L. (2014). Proceso de Elaboración de Cerveza. El Salvador.
- Moura, E. (2009). *Fundamentos del Sistema Toyota de Produccion*. Quito: Qualiplus.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2004). *Métodos, Estándares y Diseño del trabajo* (Onceava ed.). Mexico: Alfaomega Grupo Editor.
- SBC. (2011). OEE Línea 1. Quito, Ecuador.
- SBC. (2012). Layout de la línea dos. Quito, Pichincha, Ecuador.
- SBC. (2014). OEE Línea 2 . Quito, Ecuador.
- Shingo, S. (1993). *Una revolución en la producción: El sistema SMED* (Tercera ed.). Madrid: TGP .
- TRACC. (2004). Manual del TRACC. 5's. CCI.
- TRACC. (2004). Manual del TRACC. *Reducción del tiempo de montaje*. CCI.

ANEXOS

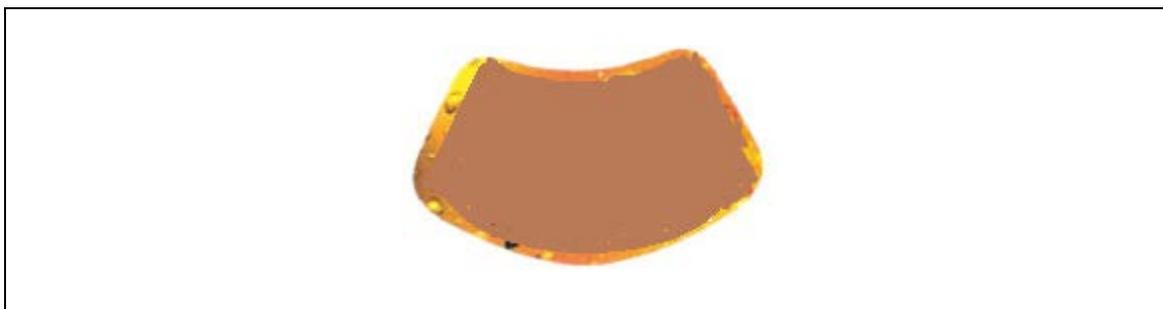
Anexo 1. Etiqueta de cuello Producto A



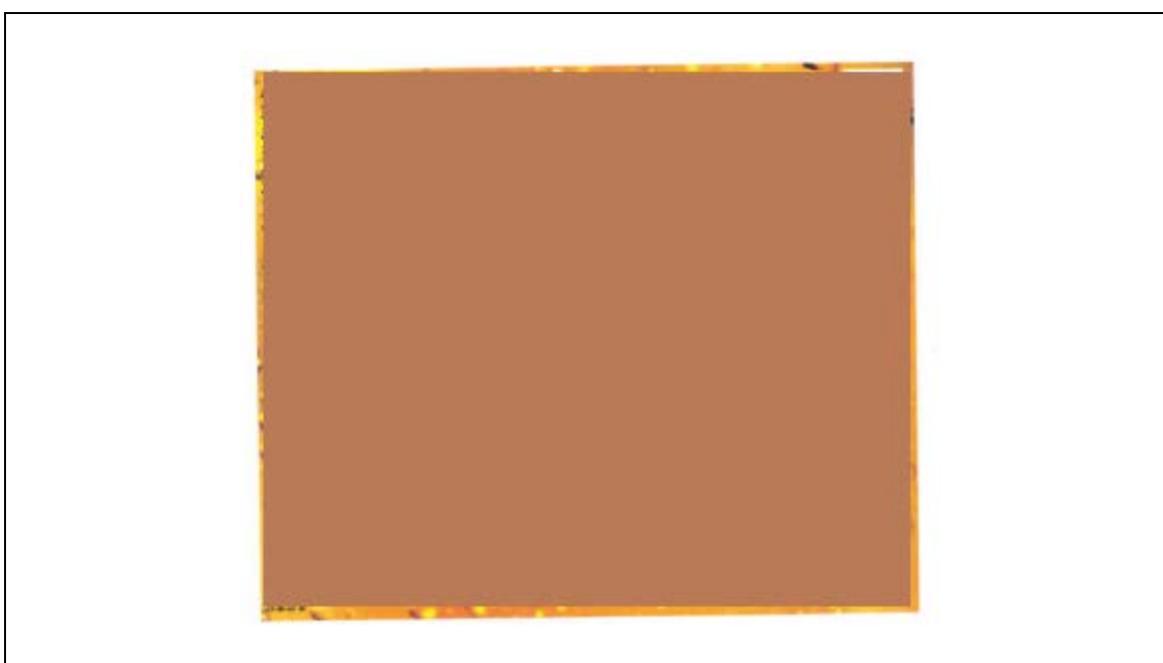
Anexo 2. Etiqueta de Cuerpo Producto A



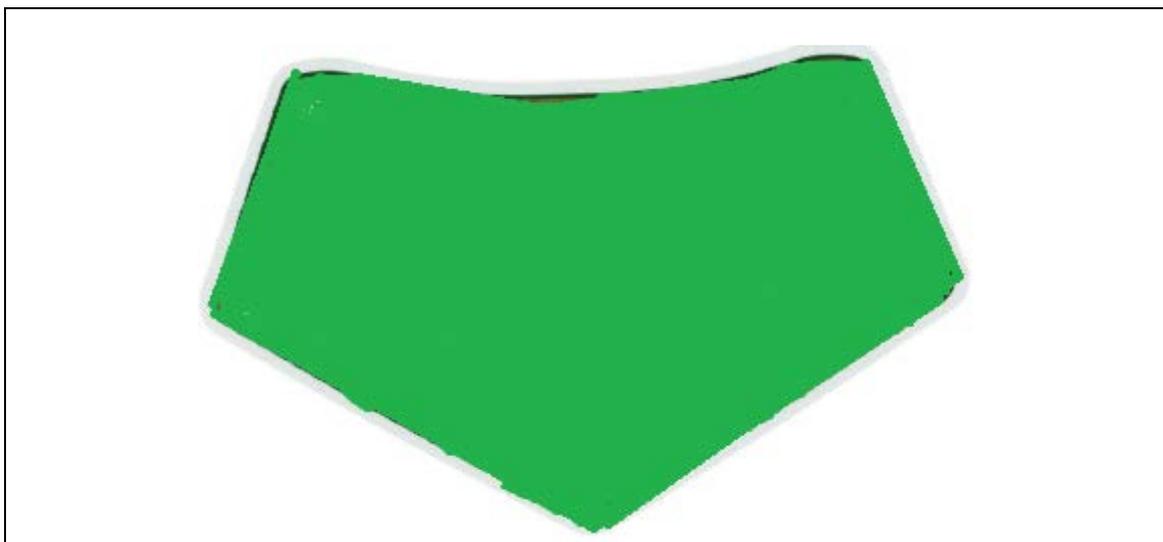
Anexo 3. Etiqueta de cuello Producto B



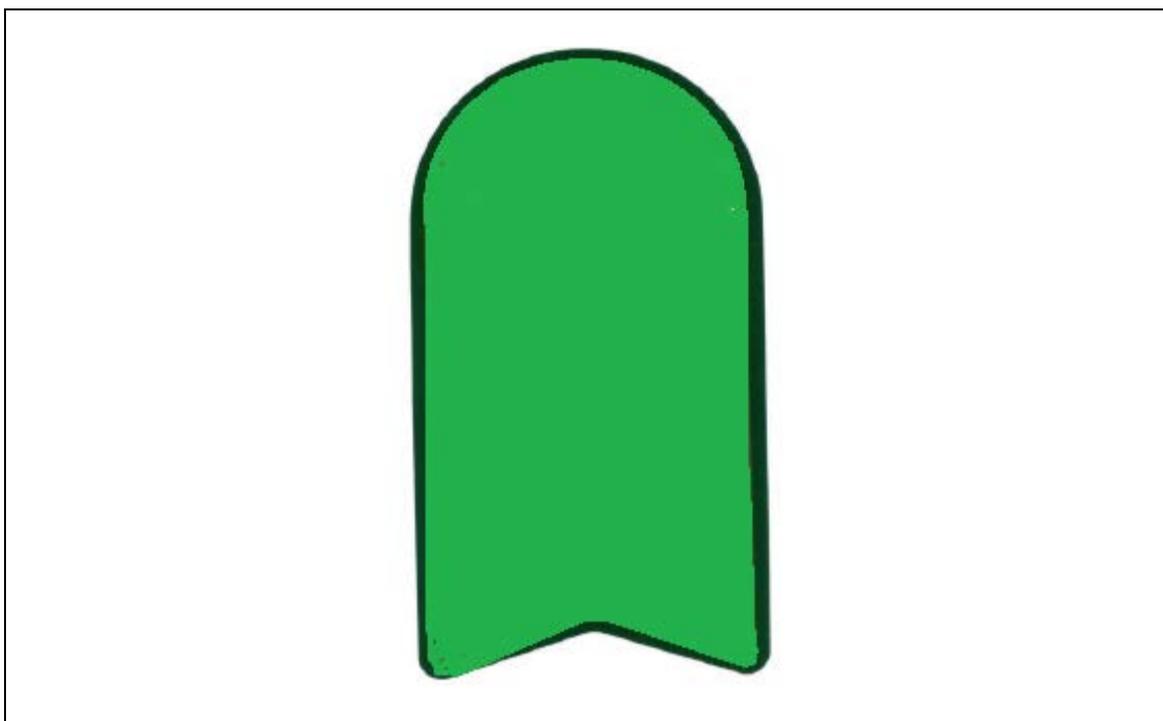
Anexo 4. Etiqueta de cuerpo Producto B



Anexo 5. Etiqueta de cuello Producto C



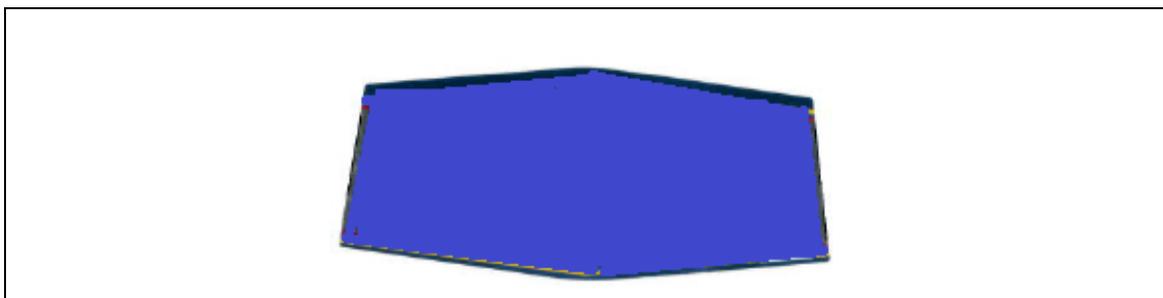
Anexo 6. Etiqueta de cuerpo Producto C



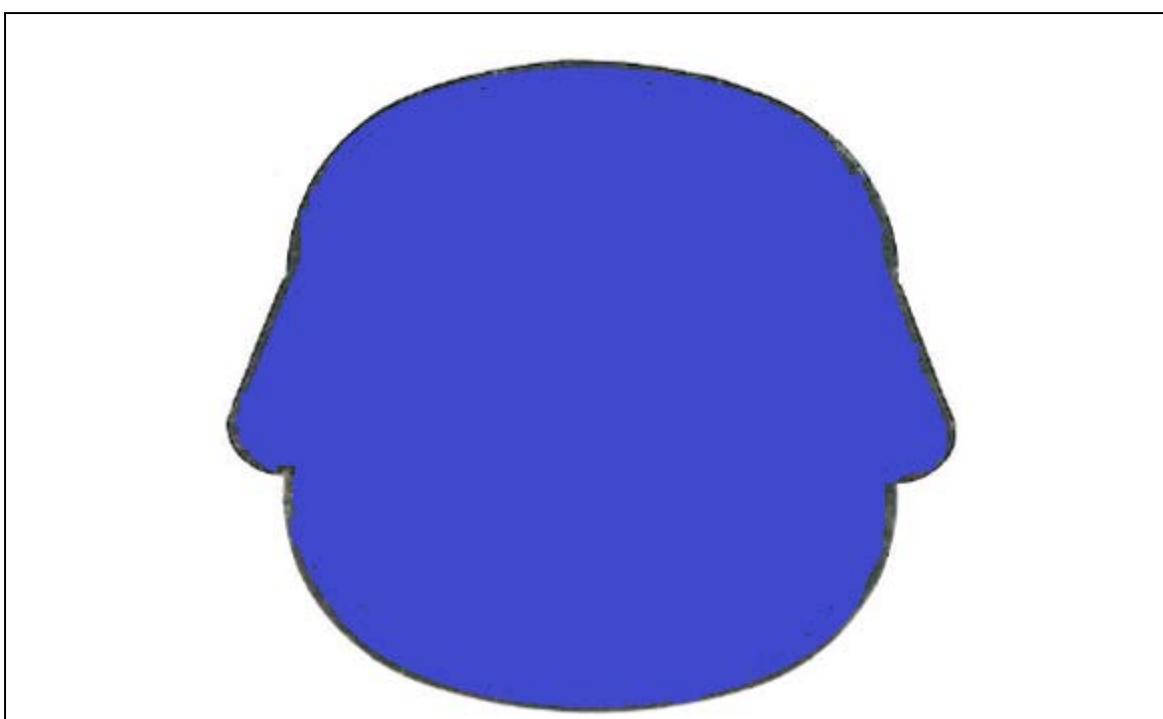
Anexo 7. Etiqueta de contra cuerpo Producto C



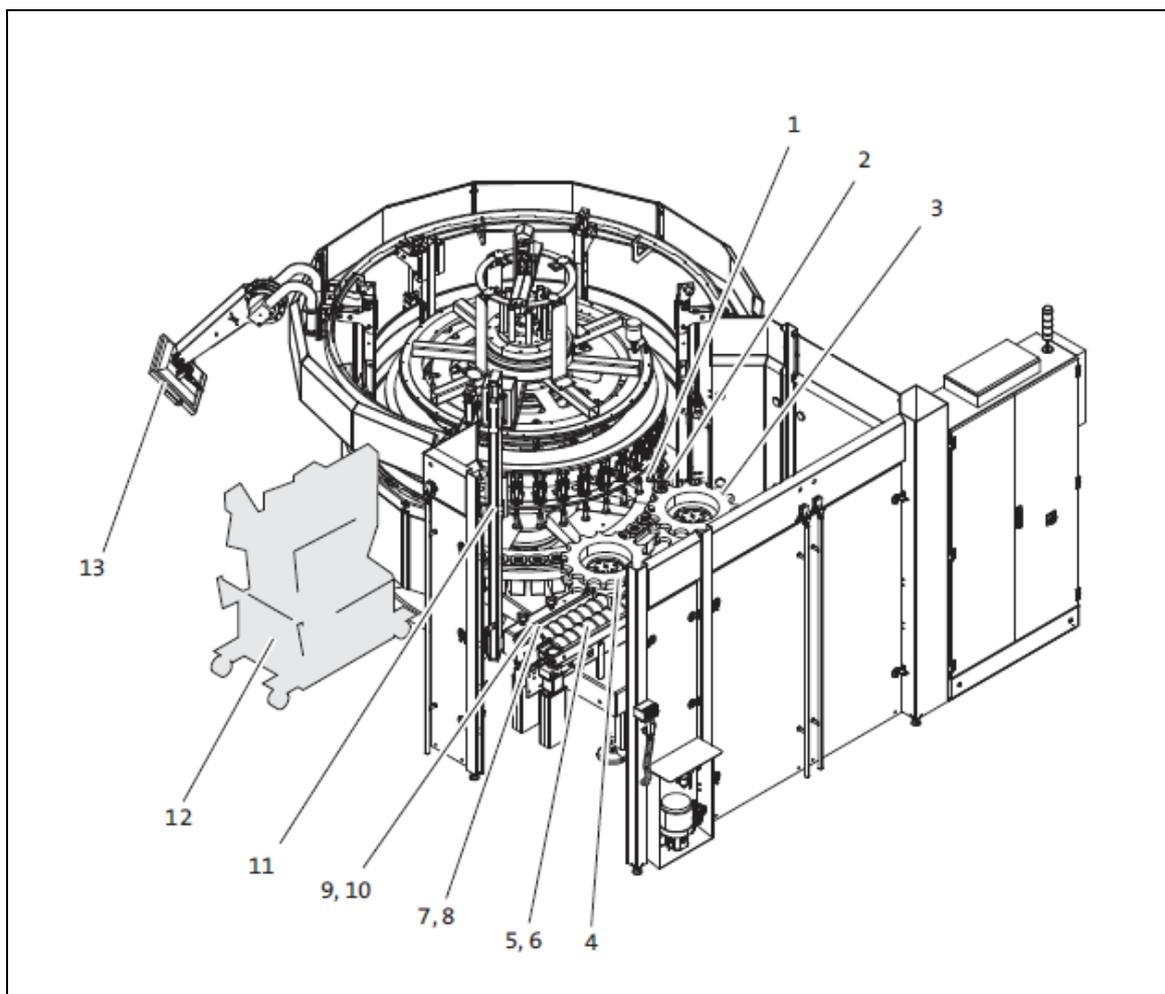
Anexo 8. Etiqueta de cuello Producto D



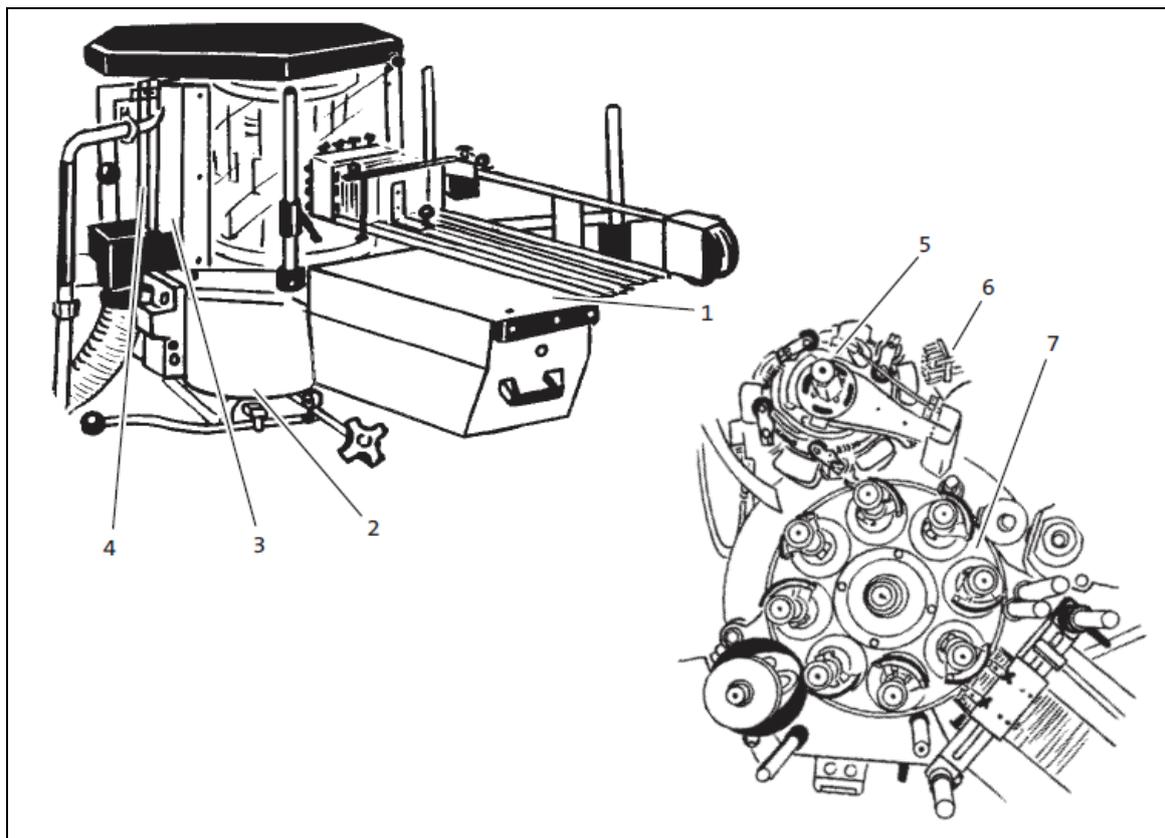
Anexo 9. Etiqueta de cuerpo Producto D



Anexo 10. Maquina Etiquetadora



Anexo 11. Agregado de Etiquetadora



Anexo 12. Elementos de Cambio Producto A

	ELEMENTO DE CAMBIO	CODIGO	PRODUCTO			
			A	B	C	D
1	Etiquetas de cuello					
2	Cepillos agregado 1	7.2.3-KA1				
3	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuello	3.1.3-KA1				
4	Paletas de cuello	3.1-KA1				
5	Mascara de etiqueta de cuello	3.1-KA1				
6	Cabezal de almacén de etiquetas de cuello	3.1.3-KA1				
7	Corredera de etiquetas	3.1.3-KA1				
8	Casquillos C1 y E1	3.1.3-KA1				
9	Placa guía con cilindro neumático	3.1.3-KA1				
10	Dispositivo de avance	3.1.3-KA1				
11	Bandejas de etiquetas de cuello	3.1.3-KA1				
12	Etiquetas de Cuerpo					
13	Cepillos agregado 2	7.2.5-KA2				
14	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuerpo	7.2.5-KA2				
15	Paletas de cuerpo	7.2-KA2				
16	Mascara de etiqueta de cuerpo	7.2-KA2				
17	Cabezal de almacén de etiquetas de cuerpo	7.2.5-KA2				
18	Corredera de etiquetas	7.2.5-KA2				
19	Casquillos C1 y E1	7.2.5-KA2				
20	Placa guía con cilindro neumático	7.2.5-KA2				
21	Dispositivo de avance	7.2.5-KA2				
22	Bandejas de etiquetas de cuerpo	7.2.5-KA2				
23	Tornillo sinfin	5.1-3				
24	Tulipas centradoras	3.1-86				
25	Portaenvases	2.1-89				
26	Juegos de Formato guía	5.1-1				
27	Juegos de Formato guía	5.1-2				
28	Estrella de Bloqueo	2.1-4				
29	Estrellas	7.1-11.2				
30	Estrellas	5.1-11.1				
31	Estrellas	5.1-8.1				
32	Estrellas	7.1-8.2				
33	Estrellas	5.1-7.1				
34	Estrellas	7.1-7.2				
			100%	35%	21%	79%

Anexo 13. Elementos de Cambio Producto B

	ELEMENTO DE CAMBIO	CODIGO	PRODUCTO			
			A	B	C	D
1	Etiquetas de cuello					
2	Cepillos agregado 1	7.1.6-KA1				
3	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuello	7.1.6-KA1				
4	Paletas de cuello	7.1-KA1				
5	Mascara de etiqueta de cuello	7.1-KA1				
6	Cabezal de almacén de etiquetas de cuello	7.1.6-KA1				
7	Corredera de etiquetas	7.1.6-KA1				
8	Casquillos C1 y E1	7.1.6-KA1				
9	Placa guía con cilindro neumático	7.1.6-KA1				
10	Dispositivo de avance	7.1.6-KA1				
11	Bandejas de etiquetas de cuello	7.1.6-KA1				
12	Etiquetas de Cuerpo					
13	Cepillos agregado 2	7.1.7-KA2				
14	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuerpo	7.1.7-KA2				
15	Paletas de cuerpo	7.1-KA2				
16	Mascara de etiqueta de cuerpo	7.1-KA2				
17	Cabezal de almacén de etiquetas de cuerpo	7.1.7-KA2				
18	Corredera de etiquetas	7.1.7-KA2				
19	Casquillos C1 y E1	7.1.7-KA2				
20	Placa guía con cilindro neumático	7.1.7-KA2				
21	Dispositivo de avance	7.1.7-KA2				
22	Bandejas de etiquetas de cuerpo	7.1.7-KA2				
23	Tornillo sinfin	5.1-3				
24	Tulipas centradoras	3.1-86				
25	Portaenvases	2.1-89				
26	Juegos de Formato guía	5.1-1				
27	Juegos de Formato guía	5.1-2				
28	Estrella de Bloqueo	2.1-4				
29	Estrellas	7.1-11.2				
30	Estrellas	5.1-11.1				
31	Estrellas	5.1-8.1				
32	Estrellas	7.1-8.2				
33	Estrellas	5.1-7.1				
34	Estrellas	7.1-7.2				
			35%	100%	21%	21%

Anexo 14. Elementos de Cambio Producto C

	ELEMENTO DE CAMBIO	CODIGO	PRODUCTO			
			A	B	C	D
1	Etiquetas de cuello					
2	Cepillos agregado 1	5.1.11- KA1				
3	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuello	5.1.11- KA1				
4	Paletas de cuello	5.1-KA1				
5	Mascara de etiqueta de cuello	5.1-KA1				
6	Cabezal de almacén de etiquetas de cuello	5.1.11- KA1				
7	Corredera de etiquetas	5.1.11- KA1				
8	Casquillos C1 y E1	5.1.11- KA1				
9	Placa guía con cilindro neumático	5.1.11- KA1				
10	Dispositivo de avance	5.1.11- KA1				
11	Bandejas de etiquetas de cuello	5.1.11- KA1				
12	Etiquetas de Cuerpo					
13	Cepillos agregado 2	5.1.12- KA2				
14	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuerpo	5.1.12- KA2				
15	Paletas de cuerpo	5.1-KA2				
16	Mascara de etiqueta de cuerpo	5.1-KA2				
17	Cabezal de almacén de etiquetas de cuerpo	5.1.12- KA2				
18	Corredera de etiquetas	5.1.12- KA2				
19	Casquillos C1 y E1	5.1.12- KA2				
20	Placa guía con cilindro neumático	5.1.12- KA2				
21	Dispositivo de avance	5.1.12- KA2				
22	Bandejas de etiquetas de cuerpo	5.1.12- KA2				
23	Etiquetas de contra cuerpo					
24	Cepillos agregado 3	5.1.13- KA3				
25	Cilindro de Transferencia para etiqueta de contra cuerpo	5.1.13- KA3				
26	Paletas de contra cuerpo	5.1-KA3				
27	Mascara de etiqueta de contra cuerpo	5.1-KA3				
28	Cabezal de almacén de etiquetas de	5.1.13-				

	contra cuerpo	KA3				
29	Corredera de etiquetas	5.1.13- KA3				
30	Casquillos C1 y E1	5.1.13- KA3				
31	Placa guía con cilindro neumático	5.1.13- KA3				
32	Dispositivo de avance	5.1.13- KA3				
33	Bandejas de etiquetas	5.1.13- KA3				
34	Tornillo sinfín	5.1-3				
35	Tulipas centradoras	2.1-86				
36	Porta envases	2.1-89				
37	Juegos de Formato guía	5.1-1				
38	Juegos de Formato guía	5.1-2				
39	Estrella de Bloqueo	5.1-4				
40	Estrellas	5.1-11.2				
41	Estrellas	5.1-11.1				
42	Estrellas	5.1-8.1				
43	Estrellas	5.1-8.2				
44	Estrellas	5.1-7.1				
45	Estrellas	5.1-7.2				
			16%	16%	100%	27%

Anexo 15. Elementos de cambio Producto D

	ELEMENTO DE CAMBIO	CODIGO	PRODUCTO			
			A	B	C	D
1	Etiquetas de cuello					
2	Cepillos agregado 1	7.2.3-KA1				
3	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuello	3.1.3-KA1				
4	Paletas de cuello	3.1-KA1				
5	Mascara de etiqueta de cuello	3.1-KA1				
6	Cabezal de almacén de etiquetas de cuello	3.1.3-KA1				
7	Corredera de etiquetas	3.1.3-KA1				
8	Casquillos C1 y E1	3.1.3-KA1				
9	Placa guía con cilindro neumático	3.1.3-KA1				
10	Dispositivo de avance	3.1.3-KA1				
11	Bandejas de etiquetas de cuello	3.1.3-KA1				
12	Etiquetas de Cuerpo					
13	Cepillos agregado 2	7.2.5-KA2				
14	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuerpo	7.2.5-KA2				
15	Paletas de cuerpo	7.2-KA2				
16	Mascara de etiqueta de cuerpo	7.2-KA2				
17	Cabezal de almacén de etiquetas de cuerpo	7.2.5-KA2				
18	Corredera de etiquetas	7.2.5-KA2				
19	Casquillos C1 y E1	7.2.5-KA2				
20	Placa guía con cilindro neumático	7.2.5-KA2				
21	Dispositivo de avance	7.2.5-KA2				
22	Bandejas de etiquetas de cuerpo	7.2.5-KA2				
23	Tornillo sinfín	5.1-3				
24	Tulipas centradoras	2.1-86				
25	Portaenvases	2.1-89				
26	Juegos de Formato guía	5.1-1				
27	Juegos de Formato guía	5.1-2				
28	Estrella de Bloqueo	5.1-4				
29	Estrellas	5.1-11.2				
30	Estrellas	5.1-11.1				
31	Estrellas	5.1-8.1				
32	Estrellas	5.1-8.2				
33	Estrellas	5.1-7.1				
34	Estrellas	5.1-7.2				
			79%	21%	35%	100%

Anexo 16. Posición filmadora 1



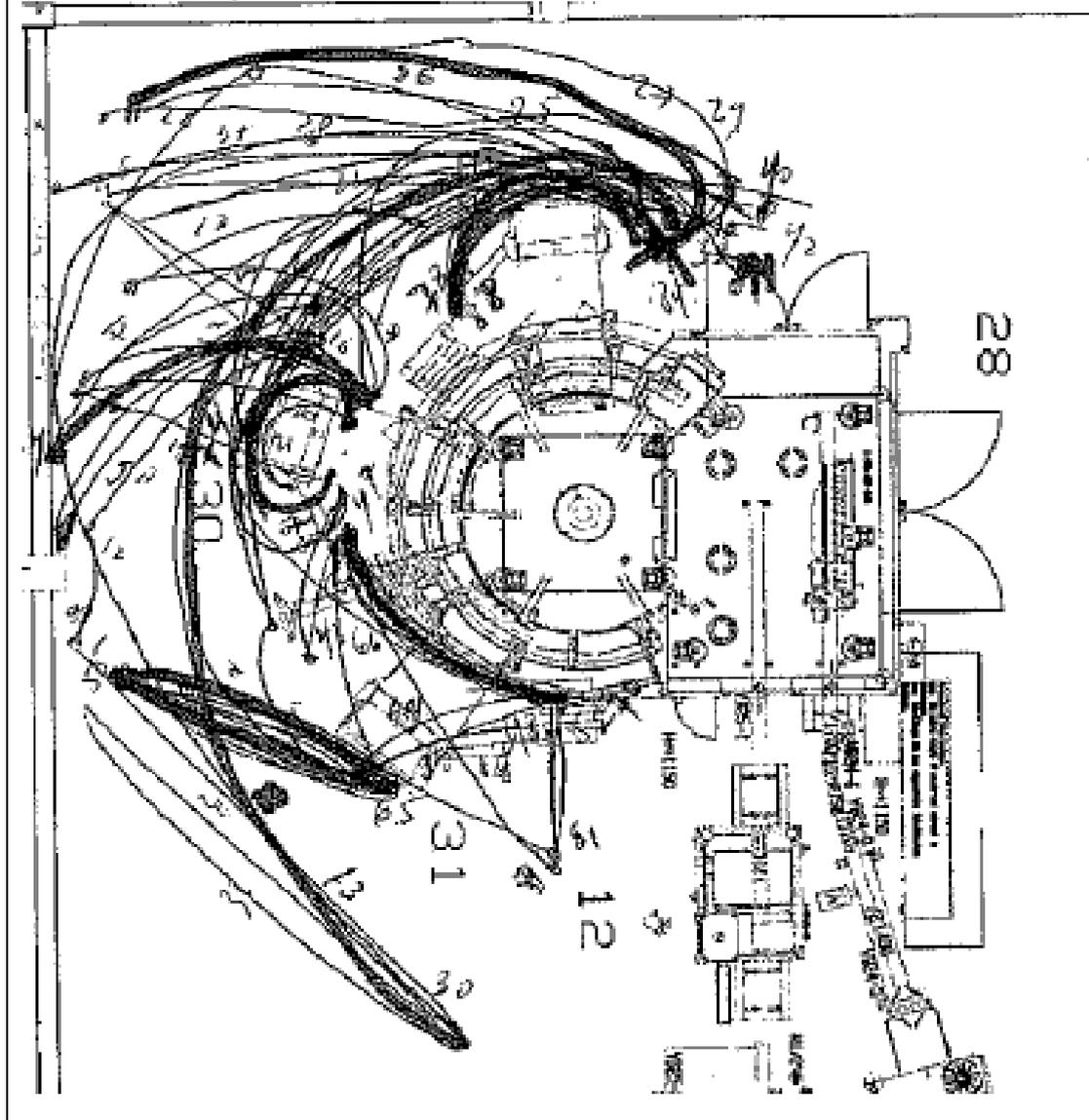
Anexo 17. Posición Filmadora 2



Anexo 18. Posición Filmadora 3



Anexo 19. Spaghetti Completo Operator 1



Anexo 20. Matriz del cambio de formato del Producto D al Producto C

	MATRIZ DE INDAGACIÓN DEL PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO DE PRODUCTO D 550cc A PRODUCTO C 550cc EN ETIQUETADORA	Código:
--	---	----------------

MACROPROCESO	ENVASADO DE CERVEZA
PROCESO	ETIQUETADO DE BOTELLAS
TIPO DE PROCESO	PROCESO OPERATIVO
FECHA	13/11/2014
LUGAR	LINEA DOS - PLANTA QUITO
VERSIÓN	1

OBJETIVO	DETERMINAR PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO DE PRODUCTO D 550cc A PRODUCTO C 550cc
ALCANCE	Empieza: Con la preparación de elementos Incluye: Cambio de elementos Termina: Colocación de bandejas de etiquetas en agregados

No.	Actividad	Descripción	Tipo					Tiempo (min)	Interna	Externa
			○	➔	D	▽	□			
1	Preparar elementos para cambio de formato de Producto D 550cc a Producto C 550cc	<p>a) Tomar elementos de nueva marca (C 550cc) de las estanterías ubicadas en el taller que se encuentra a 18 m de distancia de la etiquetadora</p> <p>b) Colocar los elementos de nueva marca (C 550cc) en: rack 1, rack 2, coche 1 y agregado 3</p> <p>c) Llevar rack 1 a pared frente a la máquina desplazándose aprox. 14 metros</p> <p>d) Ir a taller para tomar rack 2</p> <p>e) Llevar rack 2 a pared frente a la máquina desplazándose aprox. 16 metros</p> <p>f) Ir al taller para tomar coche 1 de lavado de elementos</p> <p>g) Llevar coche 1 de lavado de elementos frente a la máquina desplazándose aprox. 18 metros</p> <p>h) Ir a taller para tomar agregado 3</p> <p>i) Llevar agregado 3 frente a la máquina desplazándose aprox. 16 metros</p> <p>j) Ir a taller para tomar caja de herramientas de uso general</p> <p>k) Llevar caja de herramientas al frente de la máquina y colocarlas alado del rack 2</p>		X				30		X

2	Parar la etiquetadora	<p>a) Tomar valores del panel del inspector de botellas llenas</p> <p>b) Esperar salida de última botella del lote producto anterior(D 550cc)</p> <p>b) Setear en panel de la máquina para que esta se detenga</p> <p>c) Levantar las cubiertas plasticas que bordean la etiquetadora a la altura de los cepillos para permitir la manipulacion de los mismos</p>			X			2:16		X
3	Variar alturas de agregados y tulipas centradoras	<p>a) Tomar el panel movil de la etiquetadora</p> <p>b) Llevar panel hacia agregado 1 para su seteo</p> <p>c) Setear en panel la altura del agregado 1 hasta que este se posicione en el suelo</p> <p>d) Llevar panel hacia agregado 2 para su seteo</p> <p>e) Setear en panel la altura del agregado 2 hasta que este se posicione en el suelo</p> <p>f) Llevar panel hacia el sitio del agregado 3</p> <p>g) Setear en panel la altura de las tulipas centradoras para poder manipular el area de cepillos y de estrellas</p>	X					3:30	X	
4	Cambio de estrellas de la etiquetadora	<p>a) No se realiza cambio de estrellas entre estos dos formatos, ya que las botellas son similares en capacidad y forma.</p>	X					0	X	
5	Desprender agregado 1 de la Etiquetadora	<p>a) Llevar panel movil de seteo hacia el agregado</p> <p>b) Setear panel de la máquina para que se pueda desprender agregado</p> <p>c) Desprender agregado de la etiquetadora a distancia de aproximadamente 1metro para permitir la manipulación de elementos</p>			X			0:10	X	

6	Desprender agregado 2 de la Etiquetadora	<p>a) Llevar panel movil de seteo hacia el agregado</p> <p>b) Setear panel de la máquina para que se pueda desprender agregado</p> <p>c) Desprender agregado de la etiquetadora a distancia de aproximadamente 1metro para permitir la manipulación de elemento</p> <p>d) Retirar compuerta plastica de la etiquetadora y colocar en la pared a 4 metros de distancia de la máq.</p>			X			0:10	X	
7	Retirar cubiertas plasticas del agregado 1	<p>a) Retirar cubierta plastica superior con perfil tipo L del agregado</p> <p>b) Llevar cubierta a rack junto a la pared para su almacenamiento</p> <p>c) Retirar mascara de etiquetas del agregado ubicada junto al cabezal de alamacen de etiquetas</p> <p>d) Llevar mascara de etiquetas a rack junto a la pared para su almacenamiento</p>				X		0:15	X	
8	Retirar corredera y bandejas de etiquetas de agregado 1	<p>a) Desplazar corredera para retirar etiquetas sobrantes de las bandejas de etiquetas</p> <p>b) Llevar etiquetas a mesa de trabajo ubicada a 1 metros de distancia de la ubicación del agregado</p> <p>c) Desajustar y retirar corredera de etiquetas</p> <p>c) Retirar todas las bandejas ó almacenes de etiquetas sobrantes del agregado</p> <p>d) LLegar bandejas y corredera a rack junto a la pared para almacenar</p>				X		4:00	X	

9	Cambiar paletas del agregado 1	<ul style="list-style-type: none"> a) Levantar tapa metalica del conjunto etiquetador b) Retirar el alojamiento superior(en forma de estrella) de las paletas c) Colocar alojamiento superior sobre la parte plana ubicada abajo de zona de bandejas de etiquetas d) Traer desde rack el estante de paletas con las paletas de cuello de la nueva marca e) Retirar las paletas de cuello del carrusel de una en una f) Colocar las paletas de cuello de nueva marca en carrusel de paletas g) Colocar las paletas de marca anterior en estante de paletas h) Llevar al rack el estante de paletas con paletas de marca anterior i) Esperar a que se realice el cambio del cilindro de transferencia j) Realizar lubricación de paletas y del alojamiento superior k) Colocar el alojamiento superior de las paletas y ajustar l) Cerrar tapa metalica del conjunto etiquetador 	X					5:09	X	
10	Cambiar Cilindro de Transferencia en agregado 1	<ul style="list-style-type: none"> a) Desconectar conductos de aire y lubricación b) Retirar Cilindro de Transferencia del agregado c) Llevar Cilindro de transferencia a rack para su almacenamiento d) Tomar del rack el Cilindro de Transferencia de nueva marca e) Colocar Cilindro de transferencia en el agregado f) Conectar conductos de aire y lubricación 	X					3:10	X	

11	Cambiar cargador automático del agregado 1	<ul style="list-style-type: none"> a) Desconectar el cargador automático de etiquetas del agregado b) Retirar el cargador automático de etiquetas y llevar al rack junto a la pared para su almacenamiento e) Tomar del rack el cargador automático de etiquetas de nueva marca y llevarlo al agregado f) Esperar el cambio de cabezal y casquillos para proceder a colocación del cargador automático i) Colocar cargador automático de etiquetas j) Conectar cargador automático de etiquetas 	X					1:10	X	
12	Cambiar cabezal de almacen de etiquetas y casquillos distanciadores del agregado 1	<ul style="list-style-type: none"> a) Retirar casquillos distanciadores b) Retirar cabezal del almacen de etiquetas c) Llevar casquillos y cabezal retirados al rack junto a la pared para su almacenamiento d) Tomar del rack junto a la pared los casquillos y el cabezal de nueva marca para su colocación en el agregado e) Colocar cabezal de nuva marca en agregado f) Colocar casquillos distanciadores de nueva marca 	X					4:00	X	
13	Colocar cubierta plastica en agregado 1	<ul style="list-style-type: none"> a) Tomar la cubierta plastica tipo L del rack b) Llevar la cubierta hacia el agregado c) Colocar la cubierta en la parte superior del conjunto etiquetador 		X				0:25	X	

14	Cambiar Cepillos de la Etiquetadora	<p>a) Buscar en caja de herramientas las que va a utilizar para ajustar o desajustar los cepillos</p> <p>b) Desajustar los cepillos de la máquina</p> <p>c) Retirar cepillos correspondientes al etiquetado del agregado 2 y colocar en el suelo</p> <p>d) Retirar cepillos correspondientes al etiquetado del agregado 1 y colocar en el suelo</p> <p>e) Tomar cepillos de nueva marca del rack junto a la pared y colocarlos en el suelo junto a la etiquetadora</p> <p>f) Buscar la ubicación de cada uno de los cepillos hasta que encajen en su sitio respectivo</p> <p>g) Realizar el respectivo ajuste a los cepillos</p>	X					9:30	X	
15	Retirar cubiertas plasticas del agregado 2	<p>a) Retirar cubierta plastica superior con perfil tipo L del agregado</p> <p>b) Llevar cubierta a rack 1 para su almacenamiento</p> <p>c) Retirar mascara de etiquetas del agregado ubicada junto al cabezal de almacen de etiquetas</p> <p>d) Llevar mascara de etiquetas a rack 1 para su almacenamiento</p>				X		0:10	X	
16	Retirar corredera y bandejas de etiquetas de agregado 2	<p>a) Desplazar corredera para retirar etiquetas sobrantes de las bandejas de etiquetas</p> <p>b) Llevar etiquetas a mesa de trabajo ubicada a 1 metros de distancia de la ubicación del agregado</p> <p>c) Desajustar y retirar corredera de etiquetas</p> <p>c) Retirar todas las bandejas ó almacenes de etiquetas sobrantes del agregado</p> <p>d) Llevar bandejas y corredera a rack junto a la pared para almacenar</p>				X		4:00	X	

17	Cambiar paletas del agregado 2	<p>a) Levantar tapa metalica del conjunto etiquetador b) Retirar el alojamiento superior(en forma de estrella) de las paletas c) Colocar alojamiento superior sobre la parte plana ubicada abajo de zona de bandejas de etiquetas d) Traer desde rack el estante de paletas con las paletas de cuerpo de la nueva marca e) Retirar las paletas de cuerpo del carrusel de una en una f) Colocar las paletas de cuerpo de nueva marca en carrusel de paletas g) Colocar las paletas de marca anterior en estante de paletas h) Llevar al rack el estante de paletas con paletas de marca anterior i) Esperar a que se realice el cambio del cilindro de transferencia j) Realizar lubricación de paletas y del alojamiento superior k) Colocar el alojamiento superior de las paletas y ajustar l) Cerrar tapa metalica del conjunto etiquetador</p>	X					5:09	X	
----	--------------------------------	---	---	--	--	--	--	------	---	--

18	Cambiar Cilindro de Transferencia en agregado 2	<ul style="list-style-type: none"> a) Desconectar conductos de aire y lubricación b) Retirar Cilindro de Transferencia del agregado c) Llevar Cilindro de transferencia a rack para su almacenamiento d) Tomar del rack el Cilindro de Transferencia de nueva marca e) Colocar Cilindro de transferencia en el agregado f) Conectar conductos de aire y lubricación 	X					1:10	X	
19	Preparar coche de lavado de elementos	<ul style="list-style-type: none"> a) Retirar elementos que hayan del coche y colocarlos en el suelo b) Llevar coche 1 a sitio cercano de la manguera de agua ubicada a 2 metros a la derecha del inspector de botellas(salida de la etiquetadora) c) Tomar la manguera y colocarla en el coche d) Abrir la valvula para llenar el coche de agua e) Llevar coche 1 hacia la pared al frente de la etiquetadora 	X					2:00	X	
20	Remojar paletas del agregado 1	<ul style="list-style-type: none"> a) Llevar estante con paletas que se encontraba en el rack 2 junto a la pared hacia el coche de lavado b) Colocar paletas en el coche 1 de lavado con agua 	X					0:35	X	

21	Cambiar cargador automático del agregado 2	<ul style="list-style-type: none"> a) Desconectar el cargador automático de etiquetas del agregado b) Retirar el cargador automático de etiquetas y llevar al rack junto a la pared para su almacenamiento e) Tomar del rack el cargador automático de etiquetas de nueva marca y llevarlo al agregado f) Esperar el cambio de cabezal y casquillos para proceder a colocación del cargador automático i) Colocar cargador automático de etiquetas j) Conectar cargador automático de etiquetas 	X					1:10	X	
22	Preparar agregado 3	<ul style="list-style-type: none"> a) Levantar tapa metalica del conjunto etiquetador b) Llevar estante con paletas del rack al agregado b) Colocar paletas de contracuerpo c) Lubricar paletas d) Colocar tubo de circulación de pegamento previo a colocar el rodillo encolador e) Colocar rodillo encolador f) Bajar tapa metalica del conjunto etiquetador g) Verificar que el agregado contenga todos los elementos, estos esten bien posicionados y que este correctamente ajustado 				X		5.30	X	

23	Acoplar agregado 3 a la etiquetadora	<ul style="list-style-type: none"> a) Empujar el agregado de forma que este encaje en la zona que le corresponde en la etiquetadora b) Llevar panel movil de seteo hacia el agregado c) Setear panel de la máquina para que esta pueda detectar el agregado d) Setear en panel la altura del agregado para que se posicione en la ubicación correcta para que suministre las etiquetas 	X					2:10	X	
24	Cambiar cabezal de almacen de etiquetas y casquillos distanciadores del agregado 2	<ul style="list-style-type: none"> a) Retirar casquillos distanciadores b) Retirar cabezal del almacen de etiquetas c) Llevar casquillos y cabezal retirados al rack junto a la pared para su almacenamiento d) Tomar del rack junto a la pared los casquillos y el cabezal de nueva marca para su colocación en el agregado e) Colocar cabezal de nuva marca en agregado f) Colocar casquillos distanciadores de nueva marca 	X					4:00	X	
25	Colocar cubierta plastica en agregado 2	<ul style="list-style-type: none"> a) Tomar la cubierta plastica tipo L del rack b) Llevar la cubierta hacia el agregado c) Colocar la cubierta en la parte superior del conjunto etiquetador 		X				0:25	X	
26	Remojar paletas del agregado 2	<ul style="list-style-type: none"> a) Llevar estante con paletas que se encontraba en el rack junto a la pared hacia el coche de lavado b) Colocar paletas en el coche de lavado con agua 		X				0:25	X	

27	Acoplar agregado 2 a la etiquetadora	<p>a) Empujar el agregado de forma que este encaje en la zona que le corresponde en la etiquetadora</p> <p>b) Llevar panel movil de seteo hacia el agregado</p> <p>c) Setear panel de la máquina para que esta pueda detectar el agregado</p> <p>d) Setear en panel la altura del agregado para que se posicione en la ubicación correcta para que suministre las etiquetas</p>	X					1:20	X	
28	Colocar mascara de etiquetas en agregado 2	<p>c) Recoger mascara de etiquetas de rack 1</p> <p>d) Llevar mascara de etiquetas al agregado</p> <p>c) Colocar mascara de etiquetas al agregado</p>		X				0:25	X	
29	Acoplar agregado 1 a la etiquetadora	<p>a) Empujar el agregado de forma que este encaje en la zona que le corresponde en la etiquetadora</p> <p>b) Llevar panel movil de seteo hacia el agregado</p> <p>c) Setear panel de la máquina para que esta pueda detectar el agregado</p> <p>d) Setear en panel la altura del agregado para que se posicione en la ubicación correcta para que suministre las etiquetas</p>	X					1:20	X	
30	Colocar mascara de etiquetas en agregado 1	<p>a) Recoger mascara de etiquetas de rack 1</p> <p>d) Llevar mascara de etiquetas al agregado</p> <p>c) Colocar mascara de etiquetas al agregado</p>		X				0:25	X	

31	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 1	<ul style="list-style-type: none"> a) Tomar bandejas de etiquetas de cuello del rack 1 b) Llevar bandejas al agregado c) Colocar bandejas en agregado d) Repetir movimiento hasta colocar todas las bandejas de etiquetas de cuello e) Tomar etiquetas de carton ubicado en mesa de trabajo del operador f) Llevar al agregado g) Colocar las etiquetas en las bandejas h) Tomar corredera de etiquetas de cuello i) Llevar corredera al agregado j) Colocar corredera en la primera bandeja ubicada junto al cargador automatico de etiquetas k) Verificar funcionamiento de la corredera con el cargador automatico 	X					5:00	X	
32	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 2	<ul style="list-style-type: none"> a) Tomar bandejas de etiquetas de cuello del rack 1 b) Llevar bandejas al agregado c) Colocar bandejas en agregado d) Repetir movimiento hasta colocar todas las bandejas de etiquetas de cuello e) Tomar etiquetas de carton ubicado en mesa de trabajo del operador f) Llevar al agregado g) Colocar las etiquetas en las bandejas h) Tomar corredera de etiquetas de cuello i) Llevar corredera al agregado j) Colocar corredera en la primera bandeja ubicada junto al cargador automatico de etiquetas k) Verificar funcionamiento de la corredera con el cargador automatico 	X					5:00	X	

33	Colocar bandejas con etiquetas en agregado 3	a) Tomar bandejas de etiquetas de cuello del rack 1 b) Llevar bandejas al agregado c) Colocar bandejas en agregado d) Repetir movimiento hasta colocar todas las bandejas de etiquetas de cuello e) Tomar etiquetas de carton ubicado en mesa de trabajo del operador f) Llevar al agregado g) Colocar las etiquetas en las bandejas h) Tomar corredera de etiquetas de cuello i) Llevar corredera al agregado j) Colocar corredera en la primera bandeja ubicada junto al cargador automatico de etiquetas k) Verificar funcionamiento de la corredera con el cargador automatico	X						5:00	X		
	TOTAL	1 hora 43 min 59 s										

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jorge Lascano	David Cadena	Bayron Moya

Anexo 21. Tabla de verificación para el cambio

	Elemento	Código	X / √
1	Etiquetas de cuello		
2	Cepillos agregado 1	7.2.3-KA1	
3	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuello	3.1.3-KA1	
4	Paletas de cuello	3.1-KA1	
5	Mascara de etiqueta de cuello	3.1-KA1	
6	Cabezal de almacén de etiquetas de cuello	3.1.3-KA1	
7	Corredera de etiquetas	3.1.3-KA1	
8	Casquillos C1 y E1	3.1.3-KA1	
9	Placa guía con cilindro neumático	3.1.3-KA1	
10	Dispositivo de avance	3.1.3-KA1	
11	Bandejas de etiquetas de cuello	3.1.3-KA1	
12	Etiquetas de Cuerpo		
13	Cepillos agregado 2	7.2.5-KA2	
14	Cilindro de Transferencia para etiqueta de cuerpo	7.2.5-KA2	
15	Paletas de cuerpo	7.2-KA2	
16	Mascara de etiqueta de cuerpo	7.2-KA2	
17	Cabezal de almacén de etiquetas de cuerpo	7.2.5-KA2	
18	Corredera de etiquetas	7.2.5-KA2	
19	Casquillos C1 y E1	7.2.5-KA2	
20	Placa guía con cilindro neumático	7.2.5-KA2	
21	Dispositivo de avance	7.2.5-KA2	
22	Bandejas de etiquetas de cuerpo	7.2.5-KA2	
23	Tornillo sinfin	5.1-3	

24	Tulipas centradoras	3.1-86	
25	Portaenvases	2.1-89	
26	Juegos de Formato guía	5.1-1	
27	Juegos de Formato guía	5.1-2	
28	Estrella de Bloqueo	2.1-4	
29	Estrellas	7.1-11.2	
30	Estrellas	5.1-11.1	
31	Estrellas	5.1-8.1	
32	Estrellas	7.1-8.2	
33	Estrellas	5.1-7.1	
34	Estrellas	7.1-7.2	

