



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DOS DEL ÁREA DE ENVASADO DE  
CERVECERÍA NACIONAL UTILIZANDO TRABAJO ESTANDARIZADO

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

Profesor Guía

Master of Science Roque Alejandro Morán Gortaire

Autora

Alejandra Nicole Alvear Sarmiento

Año

2016

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación” (UDLA, 2013).

---

Roque Alejandro Morán Gortaire  
Master of Science  
C.C.1704903317

## DECLARACIÓN DE AUDITORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mí 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” (UDLA, 2013).

---

Alejandra Nicole Alvear Sarmiento  
C.C.1717584799

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional a lo largo de mi vida, a mi tutor por su tiempo y sabios consejos y a Cervecería Nacional por darme la apertura necesaria.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación va dedicado con mucho cariño y orgullo a todos los que forman parte de mi vida.

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación es una propuesta para el mejoramiento de la productividad de la Línea Dos del Área de Embotellado en Cervecería Nacional planta Cumbayá-Ecuador utilizando la estandarización de los procesos en el cuello de botella.

Para determinar la propuesta de mejora se levantó la información de la Línea Dos (línea de producción de cerveza) y del cuello de botella de la línea para determinar los procesos en los cuales se enfocaría.

Se realizó el estudio de tiempos de los procesos con mayor variabilidad dentro del cuello de botella y se obtuvo oportunidades de mejora. Las cuales fueron diferencias de tiempos y secuencias en los procesos.

La solución que se propuso fue diagramas de estandarización para los procesos de Arranque y Corte, donde se establece una secuencia correcta en un tiempo definido, eliminando actividades que no agregan valor a los procesos.

Por último, se estimó los resultados, de acuerdo a las actividades definidas en la propuesta de mejora. Dando como resultado la reducción de la variabilidad de los procesos, un aumento en la eficiencia del cuello de botella y el aumento de la utilidad neta en \$80 000 al año.

## ABSTRACT

This degree work is a proposal for improving the productivity of the Line Two of the Bottling Area in “Cervecería Nacional” plant in Cumbayá-Ecuador using the standardization process in the bottleneck.

To determine the proposal, we collect the data of Line Two (beer production) and from the bottleneck of the line, in order to define the process on which we would focus.

We study the process time, that has the mayor variability in the bottleneck and the opportunities for improvement. Which were differences in timing and processes sequences.

The solution proposed was process standardization of the Starting and Finishing phases. Where a correct sequence has been set to a defined time, and the activities that do not add value to the process were eliminated.

Finally, the results were estimated, considering the activities defined in the improvements proposed. The results were reduction of the process variability, the efficiency improvement of the bottleneck and a net income by \$ 80,000 per year.

# ÍNDICE

1. CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Descripción de la empresa .....	2
1.2.1. Reseña Histórica.....	2
1.2.2. Misión, Visión y Valores.....	3
1.2.3. Cadena de valor.....	3
1.2.4. Cartera de productos .....	4
1.2.5. Aspectos relevantes.....	6
1.2.6. Planta Cumbayá .....	7
1.2.6.1. Estructura Organizacional .....	8
1.2.6.2. Área de Embotellado .....	9
1.2.6.2.1. Línea dos.....	9
1.3. Justificación del problema.....	11
1.4. Objetivos .....	13
1.4.1. Objetivo General .....	13
1.4.2. Objetivos Específicos.....	13
1.5. Alcance .....	13
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Manufactura Esbelta.....	15
2.2 Trabajo Estandarizado .....	16
2.2.1 Elementos.....	16
2.2.1.1 Tiempo takt.....	16
2.2.1.2 Capacidad de producción .....	17
2.2.1.3 Secuencia de trabajo .....	17
2.2.2 Registros.....	18
2.2.2.1 Hoja de elementos de trabajo (JES).....	18
2.2.2.2 Hoja de trabajo estandarizado (SOS) .....	18
2.2.3 Metodología .....	19

2.2.3.1 Metodología Genérica .....	19
2.2.3.2 Metodología Específica .....	20
2.3 Gestión por procesos .....	21
2.3.1 Enfoque por procesos.....	21
2.3.2 Mapa de procesos .....	22
2.3.3 Cadena de valor.....	22
2.3.4 Diagrama de flujo.....	22
2.4 Variabilidad del proceso .....	23
2.5 Coeficiente de correlación.....	24
2.6 Cuello de botella.....	24
2.6.1 Curva en “V” .....	24
2.7 Árbol de definición de problemas .....	24
2.8 Estudio de tiempos.....	25
2.9 Efectividad total de equipo .....	26
2.10 Conceptos para el entendimiento del proyecto.....	27
2.10.1 ITR.....	27
2.10.2 CIP.....	27
2.10.3 COP .....	27
2.10.4 Cambio de Formato (CdF) .....	27
2.10.5 Arranque .....	28
2.10.6 Parada .....	28
2.10.7 Documentos varios .....	28
2.10.8 Mini-negocios.....	28
2.10.9 Botellas falsas.....	28
<b>3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>29</b>
3.1. Introducción al proceso de Línea Dos.....	29
3.2. Variabilidad del proceso .....	32
3.2.1. Variabilidad entre los mismos grupos .....	33
3.2.1.1. Grupo A .....	34
3.2.1.2. Grupo B .....	35

3.2.1.3. Grupo C .....	36
3.2.1.4. Grupo D .....	37
3.2.1.5. Grupo E .....	38
3.2.1.6. Análisis de datos .....	38
3.2.2. Variabilidad Actividad de Producción .....	39
3.2.3. Variabilidad Actividad de Arranque .....	39
3.2.3.1. Botellas producidas en el Arranque .....	40
3.2.3.2. Tiempo perdido (horas) durante el Arranque .....	41
3.2.3.3. Correlación .....	42
3.2.3.4. Análisis de datos .....	42
3.2.4. Variabilidad Actividad de Parada .....	43
3.2.4.1. Botellas producidas en Parada .....	44
3.2.4.2. Tiempo perdido en Parada .....	44
3.2.4.3. Correlación .....	45
3.2.4.4. Análisis de Datos .....	46
3.2.5. Variabilidad Actividad Cambio de Formato .....	46
3.2.5.1. Botellas Producidas .....	47
3.2.5.2. Tiempo Perdido (horas) .....	48
3.2.5.3. Correlación .....	49
3.2.5.4. Análisis de Datos .....	49
3.2.6. Resultados de la Variabilidad del Proceso .....	50
3.2.6.1. Análisis Pareto .....	50
3.3. Determinación del cuello de botella .....	51
3.3.1. Determinación del Tiempo <i>Takt</i> (Punto 2.2.1.1) .....	52
3.3.1.1. Eficiencia real de la Línea .....	53
3.3.1.2. Paradas programadas .....	53
3.3.1.3. Cálculo del tiempo takt .....	54
3.3.2. Proceso de Llenado .....	55
3.3.2.1. Inicio de producción .....	59
3.3.2.2. Operación .....	59
3.3.2.3. Fin .....	60
3.3.3. Resultados del cuello de botella .....	60

3.4. Resultados de la Situación Actual.....	62
<b>4. CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE MEJORA .....</b>	<b>63</b>
4.1. Principales Hallazgos .....	63
4.1.1. Proceso de Inicio .....	63
4.1.1.1. Hallazgos por Muestra.....	64
4.1.1.2. Hallazgos en conjunto .....	66
4.1.2. Proceso de Fin.....	68
4.1.2.1. Hallazgos por cada muestra .....	69
4.1.2.2. Hallazgos en conjunto .....	70
4.1.3. Resumen de los Principales Hallazgos.....	71
4.2. Propuesta de mejora .....	71
4.2.1 Solución a los Hallazgos encontrados .....	72
4.2.1.1 Proceso de Inicio .....	72
4.2.1.2 Proceso Fin .....	75
4.1.2.3. Proceso para Gestionar el Corte de producción de la Línea 2. .	76
4.2.1.3 Solicitud para Mantenimiento .....	81
4.2.2 Recomendaciones al implementar.....	82
4.2.2.1 Formalizar el apoyo de la Gerencia.....	82
4.2.2.2. Evento de Actualización .....	83
4.2.3 Seguimiento.....	84
4.2.3.1 Plan de Auditorías .....	84
4.2.3.2 Formatos de Control.....	84
4.2.4 Capacitación de nuevos Llenadores.....	84
<b>5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO .....</b>	<b>85</b>
5.1. Análisis de Productividad .....	85
5.1.1. OEE Llenadora .....	85
5.1.1.1. Actual.....	85
5.1.1.2. OEE Futuro.....	87
5.1.2. Productividad de la Línea 2 .....	88
5.1.2.1 Productividad en el Proceso de Inicio.....	88
5.1.2.2. Productividad en el proceso de Fin .....	89

5.2 Estimación del Estado Futuro.....	90
5.2.1 Estimación del proceso de Inicio.....	90
5.2.2. Estimación del proceso de Fin.....	92
5.3 Análisis Financiero.....	94
5.3.1 Comparación Escenario Actual vs Escenario Propuesto.....	94
5.3.2. Indicadores Financieros.....	95
5.3.2.1. ROI.....	96
5.3.2.2. ROE.....	96
<b>6. CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y</b>	
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>98</b>
6.1 Conclusiones.....	98
6.2 Recomendaciones.....	99
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>104</b>

## **1. CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

Tener una industria rentable es un gran reto. Debido a la competencia que existe, tanto nacional como internacionalmente. Para seguir en el mercado se tiene que mejorar siempre. Mejorar el tiempo de producción, la calidad de los productos y procesos, el precio de venta al público. En general, mejorar la productividad y eficiencia de la organización. Una de las formas de realizarlo es establecer estándares de trabajo.

Frederick Winslow Taylor, conocido como el padre de la Administración Científica, realizó los primeros estudios para organizar de manera racional la actividad laboral y así aumentar la productividad, mediante el fraccionamiento del trabajo en secuencias simples y cronometradas. Cada trabajador realizaba una secuencia y recibía incentivos monetarios de acuerdo a su rendimiento. Aplicó su teoría en la industria del acero. En dicha industria se transportaban 13 lingotes de acero de 92 libras diariamente. Taylor realizó los estudios y estableció un método adecuado para transportar los lingotes. El resultado que obtuvo fue fantástico. La empresa, después de implementar el método propuesto, transportaba 48 lingotes de acero del mismo peso diariamente. Aumentando la productividad un 269%. De esta idea de trabajo científico empiezan a surgir diferentes metodologías relacionadas con la estandarización.

Taiichi Ohno, director de la empresa Toyota, estudió los principios de la productividad del taylorismo en aquella época. Después de realizar el estudio estableció que existían demasiados desperdicios dentro de su sistema productivo. Lo que lo llevó a generar la idea que hizo revolucionar al mundo de los automóviles, Manufactura Esbelta. Una estrategia para reducir o eliminar al máximo los desperdicios; obviamente uno de los fundamentos establecidos fue el trabajo estandarizado.

La organización internacional de normalización ISO nace con la idea explícita de estandarizar procesos, es así que “iso” en griego significa igual y se han encargado de que alrededor del mundo todos conozcan la palabra. La estandarización que realizan es a través de normas certificables en diferentes aspectos, los más destacables son en calidad, ambiente y seguridad; se sitúan en 132 países.

La misión de la organización es “promover el desarrollo de la estandarización y las actividades relacionadas en el mundo, con la visión de facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios (...)”, aquí está la razón de ser de la estandarización de procesos. Actualmente en nuestra sociedad globalizada se necesita cumplir con parámetros establecidos para poder competir en el mercado.

La calidad, el tiempo de producción y el precio se mejora estableciendo métodos, movimientos y herramientas que se necesitan para producir. En conclusión, el trabajo estandarizado es una base para aumentar la eficiencia y la productividad.

## **1.2. Descripción de la empresa**

### **1.2.1. Reseña Histórica**

Cervecería Nacional es una industria que lleva 128 años dedicada a la producción y comercialización de bebidas de calidad. En 1887, inicia sus pasos con el nombre de Guayaquil Lager Beer Brewery Association como productora de cerveza y de hielo. En 1913, lanza la cerveza Pilsener a la venta que actualmente es la número uno del mercado ecuatoriano. La cerveza Club aparece en 1966, una cerveza de sabor y aroma distinguido.

Guayaquil Beer Brewery Association, debido a la demanda adquirida, se fusiona con Cervecería Andina de Quito, así forman Cervecería Nacional en

1974. El grupo cervecero más grande del mundo, SABMiller, compra la mayor parte de las acciones de la empresa en 2005. Por lo tanto, Cervecería Nacional ya no es ecuatoriana, sino parte de este importante grupo.

### **1.2.2. Misión, Visión y Valores**

#### **Misión:**

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

#### **Visión:**

Ser la compañía de bebidas más admirada del mundo.

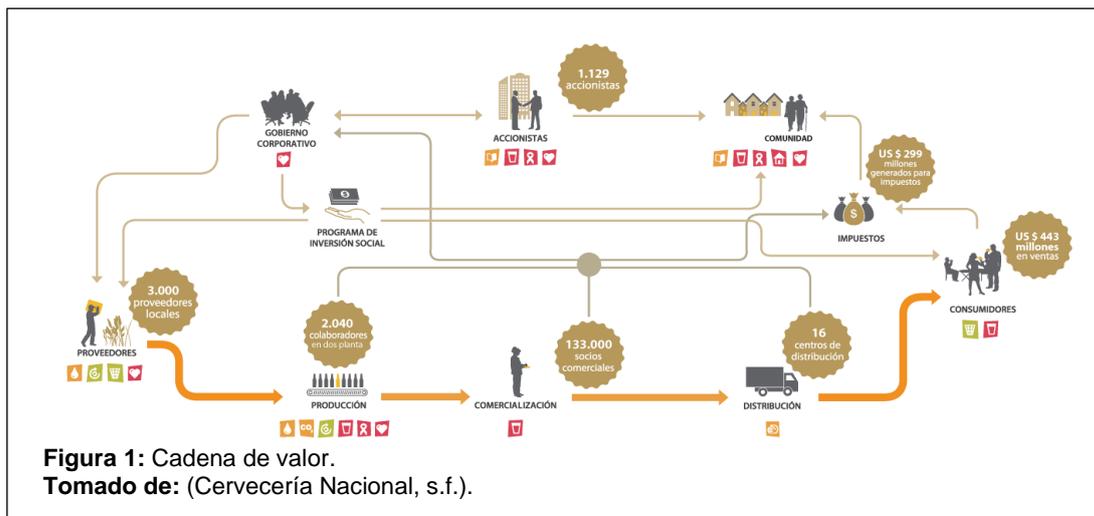
- Las marcas de elección.
- La inversión de elección.
- El empleador de elección.
- El socio de elección.

#### **Valores:**

- La gente es nuestra ventaja más duradera.
- La responsabilidad es clara e individual.
- Trabajamos y ganamos en equipo en todo el negocio.
- Nos enfocamos en los clientes y consumidores.
- Hacemos lo mejor por nuestras comunidades locales.
- Nuestra reputación es indivisible.

### **1.2.3. Cadena de valor**

El flujo del producto, de la información, de la estrategia y de la ayuda social está representado en la **Figura 1**.



#### 1.2.4. Cartera de productos

Cervecería Nacional cuenta con nueve tipos de cerveza que ofrece al público y dos bebidas refrescantes.

Las marcas que realiza de cerveza son Pilsener, Pilsener Light, Club, Miller Genuine Draft, Miller Lite, Dorada y la nueva Pilsener Cero. Además de dos tipos de cerveza Club de edición limitada, Club Roja y Club Negra. En la **Figura 2** se puede observar siete de las cervezas que ofrece Cervecería Nacional.



En la tabla siguiente se describe el tipo de cerveza con su grado alcohólico, su presentación y su tamaño.

**Tabla 1:** Tipos de Cerveza

<b>Tipo de cerveza</b>	<b>Grado de Alcohol</b>	<b>Presentación</b>	<b>Retornable</b>	<b>Tamaño</b>
<b>Pilsener</b>	4.2°	Botella	Si	600, 330 y 225 cm <sup>3</sup>
		Botella	No	330 cm <sup>3</sup>
		Lata	No	330 cm <sup>3</sup>
		Barril	Si	30 y 50 lts
<b>Pilsener Light</b>	3.38°	Botella	Si	330 y 550 cm <sup>3</sup>
		Botella	No	330 cm <sup>3</sup>
<b>Club</b>	4.4°	Botella	Si	330 y 550 cm <sup>3</sup>
		Botella	No	330 cm <sup>3</sup>
<b>Club Roja</b>	4.8°	Botella	No	330 cm <sup>3</sup>
<b>Club Negra</b>	5°	Botella	Si	330 cm <sup>3</sup>
		Botella	No	330 cm <sup>3</sup>
<b>Miller Genuine</b>	4.7°	Botella	Si	330 cm <sup>3</sup>
<b>Miller Lite</b>	4.2°	Botella	No	330 y 550 cm <sup>3</sup>
		Lata	No	330 cm <sup>3</sup>
<b>Dorada</b>	4°	Botella	Si	600 cm <sup>3</sup>
<b>Pilsener Cero</b>	0°	Botella	SI	330 y 550 cm <sup>3</sup>
		Botella	No	330 cm <sup>3</sup>

Tomado de: (Cervecería Nacional, s.f.).

Las bebidas refrescantes son agua y bebida a base de malta. El agua que se produce es Manantial que puede ser con gas o sin gas. La bebida refrescante de malta se llama Pony Malta. En la **Figura 3** se puede observar las bebidas.

En la **Tabla 2** se muestra la presentación y tamaño de las diferentes bebidas refrescantes.

**Tabla 2:** Tipo de bebidas sin alcohol

Bebida	Presentación	Tamaño
Agua con gas	Botella PET	2500 y 500 cm <sup>3</sup>
Agua sin gas	Botella PET	500 y 300 cm <sup>3</sup>
	Funda plástica	250 cm <sup>3</sup>
Pony Malta	Botella PET	330 cm <sup>3</sup>
	Lata	330 cm <sup>3</sup>

Tomado de: (Cervecería Nacional, s.f.).



**Figura 3:** Agua Manantial y Pony Malta  
Tomado de: (Cervecería Nacional, s.f.).

### 1.2.5. Aspectos relevantes

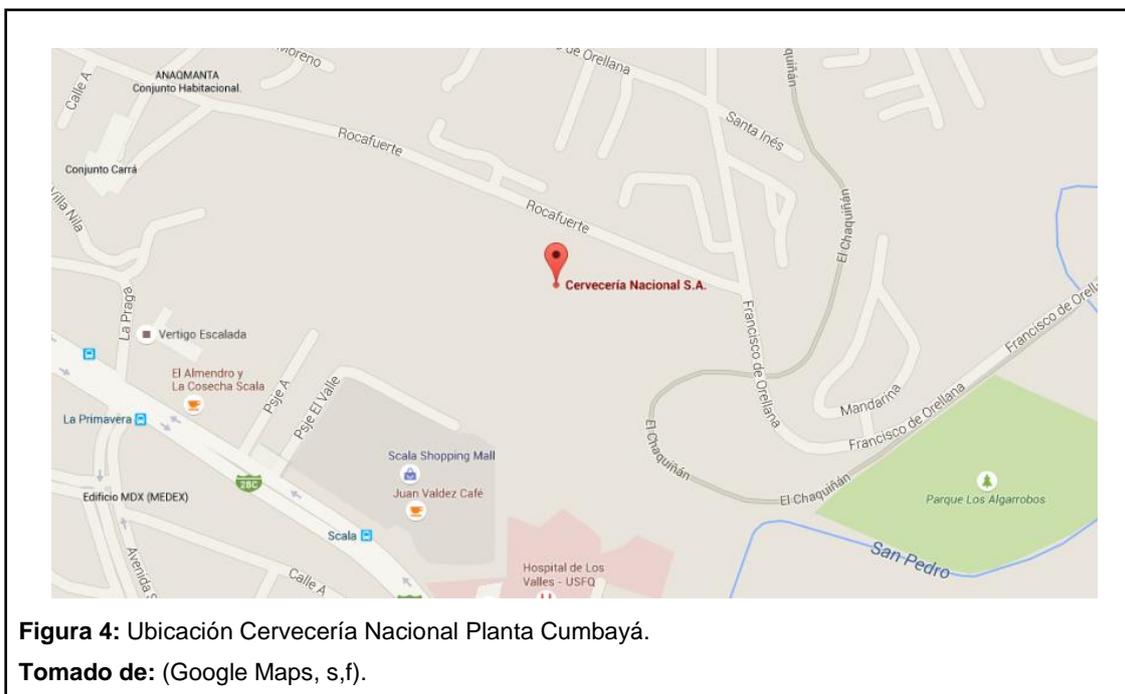
La empresa cuenta con un Sistema de Gestión Integral y norma ISO 22001 (Sistema de Gestión de la Seguridad Alimentaria), el cual es tomado en cuenta en cualquier área, proceso o actividad. La cerveza Club ganó en 2009 el reconocimiento a la calidad de la cerveza, un gran logro para Cervecería Nacional. Actualmente cuenta con el programa “PROSPERA”, en donde busca

un mundo próspero que ayude al medio ambiente y sea sostenible para tener una cultura de moderación con procesos productivos Clase Mundial.

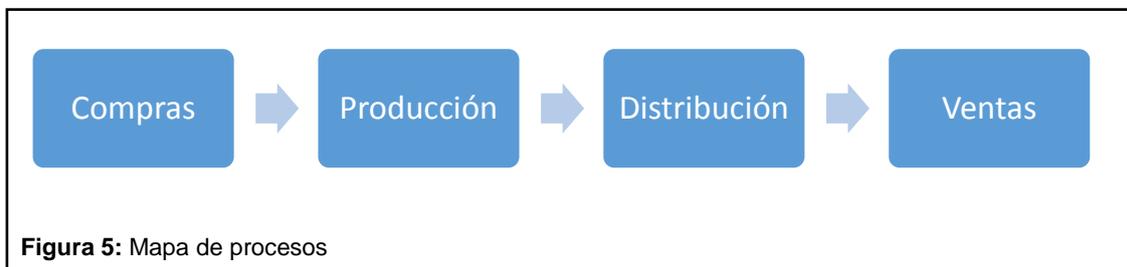
Además, utiliza varias herramientas para la optimización de sus procesos, reducción de desperdicios o aumento de la calidad; como las 5's, espina de pescado, el ciclo PHVA, entre otras que mantienen constante la mejora continua. Lo que facilita y ayuda en la implementación de proyectos.

### 1.2.6. Planta Cumbayá

Cervecería Nacional cuenta con dos plantas, una en Guayaquil y otra en Cumbayá, para este trabajo de titulación solo se describirá la planta de Cumbayá. Queda ubicada en el Cantón Quito, Parroquia Cumbayá Av. Francisco de Orellana y Rocafuerte (**Figura 4**). La planta cuenta con alrededor de 10 hectáreas de terreno, donde trabajan 171 personas, incluyendo personal de logística, producción, administración y de apoyo.



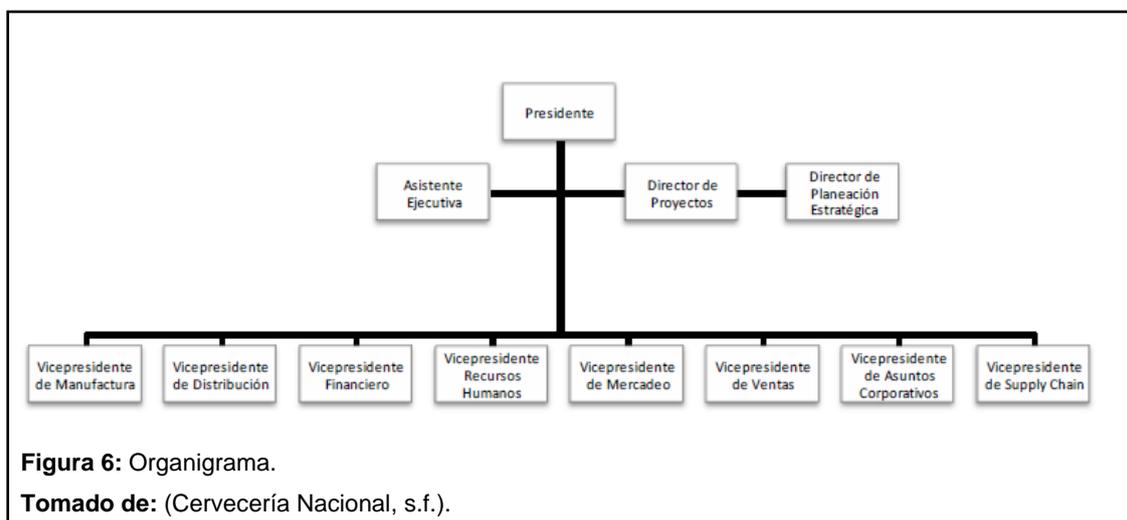
El 80% del proceso productivo es automatizado; según el mapa de procesos, las actividades fundamentales empiezan en compras, continua con producción, distribución y termina en ventas (**Figura 5**).



**Figura 5:** Mapa de procesos

### 1.2.6.1. Estructura Organizacional

En la planta de Cumbayá hay 8 vicepresidencias (**Figura 6**), se encargan de todas las áreas de la organización. Para cada vicepresidencia se encuentra uno o varios gerentes de acuerdo a la magnitud de cada departamento. Después se tiene líderes, jefes y por último operarios. Cabe mencionar que el número de operarios o líderes depende de la necesidad y tamaño de cada área.



**Figura 6:** Organigrama.

**Tomado de:** (Cervecería Nacional, s.f.).

### **1.2.6.2. Área de Embotellado**

En la Vicepresidencia de Manufactura se encuentran 6 áreas: Servicios Industriales, Elaboración, Embotellado, Calidad, Mantenimiento y Planta de Agua.

El área de embotellado tiene dos líneas de producción de cerveza -actualmente en esta área solo se produce Pilsener, Pilsener Light y Club de 600 y 550 ml respectivamente- y una línea de agua. Las líneas de cerveza se diferencian por sus máquinas. Lo que lleva a tener diferentes capacidades de producción. La Línea 1 produce a 43 000 botellas por hora, mientras la Línea 2 produce a 45 000 botellas por hora. Las tres líneas tienen la misma función, llenar botellas con cerveza o a su vez con agua. La producción de las líneas es continua y de forma aislada, cada línea trabaja por su cuenta.

El área cuenta con un gerente que administra seis líderes de producción y 73 operarios. Un líder con 12 operarios se encargan específicamente de la Línea de Manantial. Mientras que los otros cinco líderes con 11 operarios bajo su cargo se turnan entre las dos líneas de cerveza. El total de la producción de botellas llenas está dada por las dos líneas. La producción depende del plan de producción, que varía semana a semana. Se toma en cuenta la demanda requerida, el mantenimiento necesario para la maquinaria, los menores Cambios de Formato (**Punto 2.10.4**) posible dentro de la operación, los Arranques (**Punto 2.10.5**) y Parada (**Punto 2.10.6**) de las líneas y la distribución del personal.

#### **1.2.6.2.1. Línea dos**

La línea dos es una línea relativamente nueva del Área de Embotellado, tiene aproximadamente 3 años funcionando. La participación dentro de la producción general de embotellado es del 60%.

La línea dos trabaja en turnos rotativos en conjunto con la línea uno. Se puede trabajar de la siguiente forma:

**Tabla 3:** Tipos de turno

<b>Tipos de turno</b>	<b>Opción 1</b>	<b>Opción 2</b>
Turnos al día	3	2
Horas trabajadas por turno	8	12

La variación de los turnos depende del mantenimiento y aseo que se le debe realizar a la línea y de los días de descanso de cada colaborador.

Los puestos de trabajo de los once colaboradores que trabajan en la línea es la siguiente:

**Tabla 4:** Puestos de trabajo en la Línea 2

<b>1</b>	Depaletizador: opera máquina Depaletizadora
<b>1</b>	Paletizador: opera máquina Paletizadora
<b>1</b>	Desencajonador: opera máquina Desencajonadora
<b>1</b>	Encajonador: opera máquina Encajonadora
<b>1</b>	Lavador: opera máquina Lavadora
<b>1</b>	Inspeccionador: opera máquina Inspeccionadora
<b>1</b>	Llenador: opera máquina Llenadora
<b>1</b>	Etiquetador: opera máquina Etiquetadora
<b>1</b>	Relevo: administra materiales a la línea completa
<b>1</b>	Mecánico: soporte mecánico a la línea completa
<b>1</b>	Eléctrico: soporte eléctrico a la línea completa

Cada cierto tiempo, depende del líder, se rotan los puestos de trabajo para que tengan multihabilidades.

### 1.3. Justificación del problema

La línea dos es un proyecto que se inició en mayo del 2012 y tenía como fecha límite diciembre del mismo año; uno de los meses más críticos para Cervecería Nacional, ya que es donde existe la mayor demanda. Por tal motivo, se pidió a los colaboradores que el proyecto debe estar terminado en noviembre del 2012 para arrancar con los tres turnos en diciembre. Uno de los grupos de trabajo del área de embotellado, “los lobos”, fueron los que estuvieron ensamblando la línea. Para noviembre del 2012 se culminó el proyecto.

En diciembre se empieza a producir en los tres turnos. Lo particular es que solo uno de los cinco grupos conocía la línea, los demás tenían noción de su trabajo por la Línea Uno.

La línea dos llega a producir con:

- Inducción del proveedor sobre las máquinas alrededor de diez operarios, incluidos mecánicos y eléctricos.
- Presión por entregar la obra.
- Un solo grupo de trabajo conociendo la Línea.
- Un manual de cada máquina otorgado por el proveedor.
- Sin capacitación específica sobre cada proceso dentro de la Línea a los operarios.
- Tres máquinas completamente diferentes a las de la Línea Uno: Inspeccionadora, Llenadora y Etiquetadora.
- Operarios nuevos.

Los operarios comienzan a aprender sobre las máquinas mediante ensayo y error, explicaciones dadas por los mismos compañeros y los manuales. La Línea Dos empieza a fluir.

Cuando ya se estabiliza la producción de la línea dos, el área de calidad solicita los documentos necesarios para la recertificación de la Norma ISO 9001:2008. Entre ellos, se pide Instructivos de Trabajo para cada operación de la nueva línea. La falta de tiempo hace que los instructivos de trabajo se hagan al apuro y sin conciencia sobre lo importante que es un instructivo.

Los instructivos de trabajo actuales son:

- Incompletos,
- Repetidos entre dos operaciones,
- Copiados de otras operaciones,
- Confusos, no se puede operar completamente la máquina.

Sin instrucciones de trabajo sencillas, completas, claras y estandarizadas, cada operador realiza el trabajo a su manera. El grupo con mayor experiencia y conocimiento de la línea obtiene mejores resultados.

Los resultados que se desean obtener es arrancar la Línea a tiempo, en un rango de dos horas, producir sin paradas no programadas y parar la producción sin desperdicio de cerveza, ni botellas, Cada minuto que no agregue valor a la producción, que se genere paradas no programadas o que ocurra algún inconveniente es una estiba perdida, esto es igual a un salario básico. Entonces si se pierde el 1% del total de horas trabajadas a la semana, 120 horas, se estaría perdiendo alrededor de \$25 500 a la semana. Lo cual en un año representa más de un millón de dólares.

**Tabla 5:** Referencia de dinero perdido.

<b>Tiempo Perdido</b>	<b>Dinero Perdido</b>
1 Minuto	\$ 354
1.2 horas a la semana	\$ 25 500
62.4 horas al año	\$1 000 000

Tomado de: (Cervecería Nacional, s.f.).

Por lo tanto, el proyecto favorece completamente a todos los involucrados del Área de Embotellado. Los beneficios de tener instrucciones de trabajo estandarizadas son calidad en los puestos de trabajo; productividad en la reducción de errores; paradas no programadas; y, seguridad a la hora de realizar las operaciones con costumbre operativa. Sirve, además, como base para la recertificación de normas ISO.

El proyecto permite plantear oportunidades de mejora que ayudarían a subir la eficiencia de la línea. Y así, colaboraría con toda la organización.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Aumentar la productividad de la Línea Dos del área de embotellado de Cervecería Nacional, planta Cumbayá, aplicando Trabajo Estandarizado a la operación cuello de botella de la línea, para disminuir las paradas no programadas por errores operativos.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la base o estado actual de los procesos para iniciar el proyecto.
- Levantar información sobre los procesos del cuello de botella.
- Analizar las oportunidades de mejora.
- Proponer soluciones a las oportunidades de mejora más relevantes.
- Determinar el costo-beneficio del proyecto.

## **1.5. Alcance**

El trabajo de titulación se realizará en Cervecería Nacional ubicada en Cumbayá-Ecuador, en el Área de Embotellado, en la Línea Dos que envasa

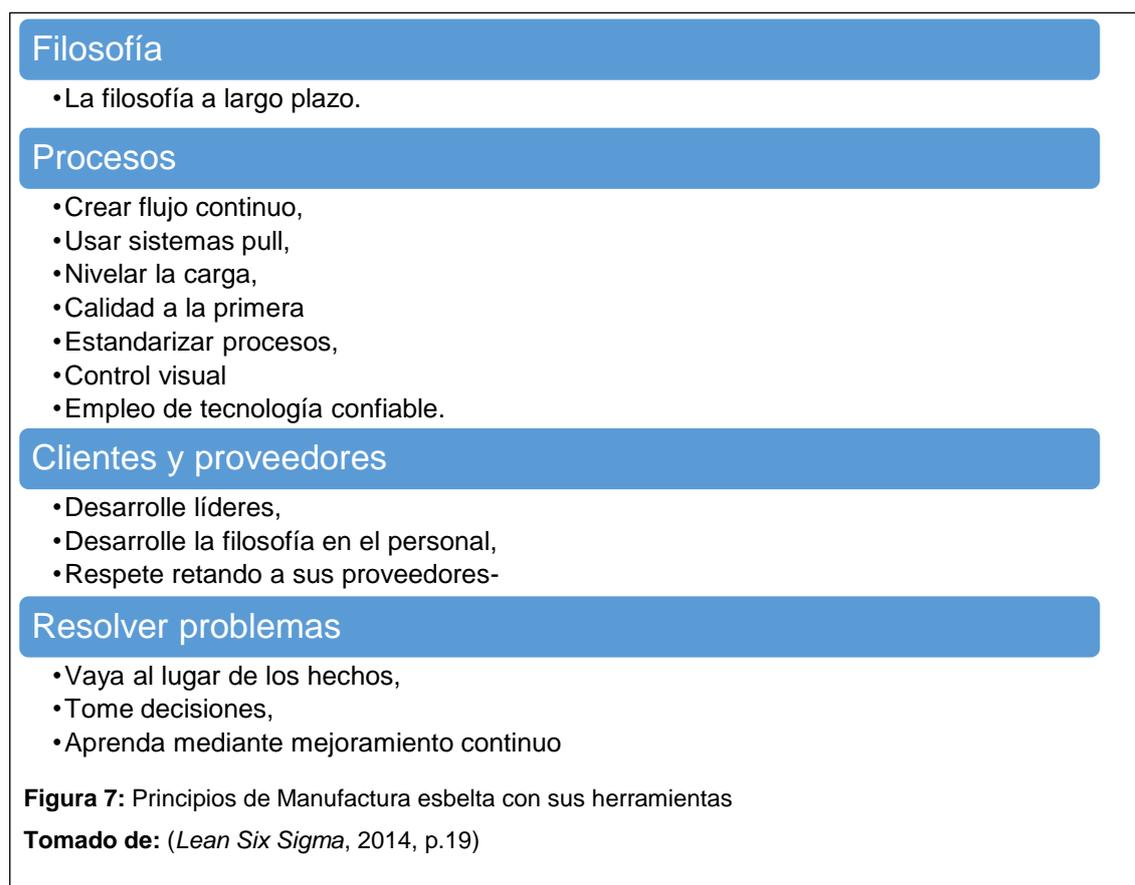
cerveza cinco días a la semana las 24 horas del día. La Línea Dos posee 8 estaciones de trabajo que empieza desde el depaletizado y desencajonado, continúa con el lavado, inspeccionado, llenado y etiquetado de las botellas y finaliza con el encajonado y paletizado. El proyecto abarca el diseño de la propuesta de mejora en el proceso de Llenado, verificando los resultados de acuerdo a una estimación y un análisis de costo-beneficio.

## 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Manufactura Esbelta

Manufactura esbelta es un modelo enfocado a la eliminación de desperdicios en los procesos, así se logra incrementar la eficiencia de la organización. El modelo cuenta con cuatro principios: filosofía, procesos, clientes y proveedores, y resolver problemas genera aprendizaje. Cada principio cuenta con diferentes herramientas para lograrlo (**Figura 7**).

La estandarización es una de las herramientas que se utiliza para alcanzar el principio de Procesos. Lo que lleva a conseguir una organización esbelta.



## 2.2 Trabajo Estandarizado

El trabajo estandarizado establece y documenta diferentes procedimientos, reglamentos y normas, sobre la realización de las diversas actividades que ejecutan repetidamente los colaboradores dentro de la empresa. Dichas actividades pueden ser de producción, administrativas o de prestación de servicios.

Se enfoca en determinar una base que se pueda repetir en el tiempo y después de cada base ir mejorando continuamente. La estandarización de procesos se guía en ciertas características que se deben manejar en todas las actividades de la organización: repetible, mejorable, medible, controlable, observable y entrenable.

### 2.2.1 Elementos

Dentro de la herramienta de estandarización de procesos se encuentran diferentes variables. Que deben ser consideradas a la hora de aplicar la herramienta.

#### 2.2.1.1 Tiempo *takt*

El tiempo *takt* es el ritmo de producción al que debe realizarse un producto para satisfacer la demanda del cliente. Ampliando un poco es el latido del corazón en una organización, entre más grande sea la demanda el tiempo *takt* será menor y viceversa. Para poder funcionar de acuerdo al tiempo *takt* se debe eliminar las causas de las pérdidas no programadas, los tiempos de arranque de la maquinaria y responder rápido ante los problemas presentes día a día.

El *takt time* se obtiene mediante una fórmula:

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ de\ Producción\ disponible}{Cantidad\ total\ requerida} \quad (\text{Ecuación 1})$$

El tiempo de producción disponible es el total de las horas, minutos o segundos (generalmente se toma en segundos) que se tiene durante el día para producir la cantidad requerida, tomando en cuenta que hay que restar los descansos programados y paros. La cantidad total requerida es el número de productos que se necesita para un periodo de tiempo. Esta fórmula es la estándar, puede haber variaciones como por ejemplo que se tome en cuenta por turno, por procesos, etc.

Dentro de la producción existe un llamado tiempo de ciclo, que no es lo mismo que el *takt time*, ya que el de ciclo es el tiempo que se demora un operario en realizar su operación designada, desde que inicie hasta que culmine. Este tiempo es relevante ya que se tiene que tomar en cuenta para poder asignar las actividades y cargas de trabajo.

### **2.2.1.2 Capacidad de producción**

La capacidad de producción determina la cantidad y tiempo en que se puede producir cierto bien para cumplir con la demanda. Para calcular la capacidad se necesita de todos los recursos; materias primas, materiales, dimensión de las máquinas, eficiencia del proceso.

En términos técnicos, la capacidad de producción es el inverso del tiempo *takt*. Con estos datos podemos saber cuánto nos cuesta la producción de nuestro bien o servicio.

### **2.2.1.3 Secuencia de trabajo**

La secuencia de trabajo son todas las actividades ordenadas de principio a fin que tiene que realizar un operario para completar una operación. Dentro de la

estandarización, la secuencia de trabajo debe estar definida en: cuál es la secuencia a seguir, el tiempo que se demora en realizar dicha secuencia y cómo se va a medir los resultados o la correcta realización de la operación. Se tiene que tomar en cuenta que todas las secuencias deben ser menores o iguales al tiempo *takt*, porque si se pasa ya no se cumpliría con la satisfacción de la demanda. Al igual, que ayuda a minimizar los accidentes, producción defectuosa, variaciones en la salida o daños al equipo.

## **2.2.2 Registros**

A la hora de realizar trabajo estandarizado se tiene que llenar una serie de registros. Esto se realiza para tener documentado el proceso. Además, de poder capacitar de mejor forma.

### **2.2.2.1 Hoja de elementos de trabajo (JES)**

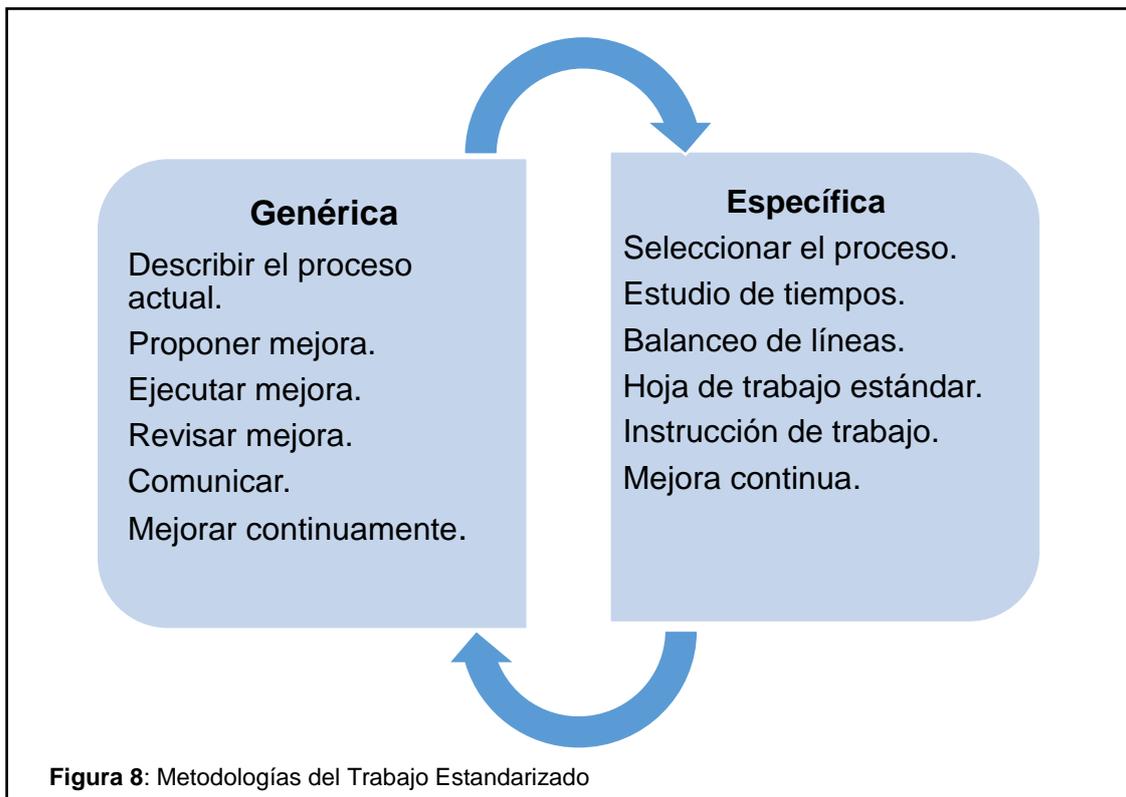
Un elemento es cada una de las actividades que se requieren para completar una operación. Por lo tanto, una JES explica detalladamente los pasos que se necesita para realizar un elemento. Tomando en cuenta observaciones especiales de la actividad, descripciones gráficas y puntos de atención respecto a calidad y seguridad. El formato se lo puede observar en el **Anexo 1**.

La hoja de elementos de trabajo ayuda a tener normalizada la actividad que se debe realizar y así ser proveedora de solución de problemas, balanceo de líneas, mejoramiento continuo y sobre todo brindar información para los nuevos colaboradores.

### **2.2.2.2 Hoja de trabajo estandarizado (SOS)**

Cada miembro de trabajo del área productiva debe tener una SOS y varias JES. Una hoja de trabajo estandarizado establece la secuencia de elementos del colaborador, los tiempos que se necesita para cada uno, los recorridos, los puntos de atención antes mencionados y los diferentes desperdicios. El formato se lo puede observar en el **Anexo 2**.

### 2.2.3 Metodología



Como en cualquier herramienta, se tiene diferentes métodos para llegar a un propósito. Existen dos tipos: genérico y específico. El primero describe la metodología como una ruta que tiene inicio, paradas y fin; a donde se pueden llegar con caminos diferentes. Mientras que el específico, posee el mismo fin con caminos previamente establecidos para llegar a él.

#### 2.2.3.1 Metodología Genérica

1. Describir proceso actual  
Se establece una base de donde partir; un proceso, una actividad. Se observan las diferentes formas en que realizan los colaboradores la actividad.
2. Proponer mejora  
Se analiza la mejor forma de realizar la actividad o proceso analizado. Tomando en cuenta la calidad del producto, la productividad del

proceso, incluyendo la reducción de desperdicios y la seguridad de los colaboradores.

3. Ejecutar la mejora

Se implementa la mejora dentro de la organización y se observa los resultados que se tiene. Se tiene un tiempo de prueba.

4. Revisar el proceso

Se analiza que la mejora haya obtenido los resultados deseados dentro del proceso. Si se encuentran fallas se resuelve y se vuelve a implementar.

5. Comunicar

Una vez que los resultados se hayan logrado, se informa a todos los involucrados sobre los nuevos cambios que existen.

6. Mejorar continuamente

Después de que se establezca el nuevo método en el proceso. Se debe volver a empezar ahora con otro proceso.

### **2.2.3.2 Metodología Específica**

1. Seleccionar el proceso

Se debe elegir un proceso de todos los que pertenecen a la organización. Y dentro de ese proceso se debe escoger una operación. Se recomienda elegir la operación más lenta del proceso.

2. Estudio de tiempo

Se debe realizar una medición de tiempos respecto a todos los elementos que componen la operación. Así se sabe cuándo empiezan y terminan.

3. Capacidad del proceso

Se debe considerar el tiempo estándar, cada fase del proceso y el tiempo que toma en cambiar cada secuencia de la operación. Así se determina la capacidad del proceso.

#### 4. Balanceo de líneas

Solo se balancea la operación si es necesario hacerlo. Se tiene herramientas para realizarlo.

#### 5. Hoja de trabajo estándar

Se debe determinar los movimientos más eficientes para realizar la operación y diagramarlo para presentar el diseño del proceso y el flujo de los materiales.

#### 6. Instrucciones de trabajo

Documentar todos los movimientos eficientes que se necesitan para realizar la operación.

#### 7. Mejora continua

Se debe volver a empezar ahora con una nueva operación y luego un nuevo proceso.

### **2.3 Gestión por procesos**

La gestión por procesos es la administración y control de todas las actividades que se realizan en una empresa, dichas actividades se tienen que realizar utilizando el mismo método y cumpliendo con todos los requisitos especificados por el cliente, tanto interno como externo. Se tiene que identificar los procesos que no agregan valor para el cliente, porque así se adopta la gestión por procesos; incluyendo la responsabilidad de todos los que realizan los diferentes procesos e integrarlos, de forma que se fomente el trabajo en grupo.

#### **2.3.1 Enfoque por procesos**

Según la ISO 9000:2005, un proceso “es el conjunto de actividades mutuamente relacionados o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Por tal motivo, los procesos en una organización son

los pulmones, con los cuales entre más eficientes sean más eficiente será la empresa.

### **2.3.2 Mapa de procesos**

Como ya sabemos, la organización está llena de procesos, pero estos se pueden clasificar según la función que realizan dentro de la empresa en estratégicos, fundamentales y de soporte.

**Procesos Estratégicos:** son los procesos que analizan las necesidades y condiciones externas como el mercado, las leyes y la sociedad, y las internas como las oportunidades y debilidades; para direccionar de la mejor forma a la organización.

**Procesos Fundamentales:** son los procesos que añaden valor al producto o servicio. Al final de ellos, el cliente recibe y consume el producto. Gran parte de la satisfacción del cliente se realiza en estos procesos y depende de ellos.

**Procesos de Soporte:** son los procesos que deben proveer y ayudar con todos los recursos necesarios para todos los procesos dentro de la organización.

### **2.3.3 Cadena de valor**

La cadena de valor es una de las muchas herramientas que tienen las empresas que trabajan bajo el concepto de procesos. Se trata de analizar dichos procesos para realizar proyectos de mejora, obteniendo una ventaja competitiva. La cadena de valor se descompone en actividades que generan valor hacia la organización.

### **2.3.4 Diagrama de flujo**

Los diagramas de flujo son utilizados en empresas que se enfocan en los procesos. Se trata de la representación gráfica de las actividades, tareas,

operaciones y procesos que se realizan dentro de la organización. Se tiene diferentes tipos de diagramas como hombre-máquina, flujograma, estudio de tiempos, etc. Se diferencian que cada uno se especializa en un parámetro del proceso. Mientras que todos describen el proceso como tal.

## **2.4 Variabilidad del proceso**

Para realizar un proceso se necesitan diferentes materias primas, materiales, maquinaria, mano de obra y métodos en un ambiente adecuado. Todas estas necesidades se conocen como factores que influyen al resultado del proceso. Dicho resultado posee causas que lo hace variar. Entre estas causas tenemos comunes y asignables.

Las comunes son causas aleatorias propias del proceso. Estas causas dependen ya de factores internos como por ejemplo la precisión de las máquinas. La reducción de causas comunes sería cambio de maquinaria, materiales o materia prima. Si el motivo de la variabilidad son las causas comunes, se considera que el proceso está controlado.

Las asignables son causas especiales que afectan en gran medida al resultado del proceso. Se presentan de forma casual. Entre dichas causas puede ser diferencias entre maquinarias u operarios. Cuando se tiene esta clase de causa se considera que el proceso tiene una variabilidad no controlada.

Para que un proceso se considere controlado debe tener un 85% de estabilidad o variación por causas comunes. Mientras que el otro 15% deben ser las causas asignables. Esto no es una regla ya que el margen de variabilidad depende del proceso que se realice con su respectivo margen de error.

Entre menor sea la variabilidad del proceso, siempre habrá una mejor calidad en el producto.

## **2.5 Coeficiente de correlación**

El coeficiente de correlación es un factor que determina la relación entre variables. La correlación se la realiza para saber si existe una dependencia lineal entre dos variables cuantitativas. Se refiere a que, si una variable  $x$  depende o no, de una variable  $y$  y aleatoria. Entre el coeficiente de correlación sea más cercano a 1, sea positivo o negativo, la relación es más fuerte directa o inversamente proporcional. Mientras que, si el coeficiente es próximo a cero, la correlación es casi nula.

## **2.6 Cuello de botella**

El cuello de botella es una operación dentro del proceso general de producción que tiene la capacidad más baja de todas las operaciones. Lo que hace que el proceso tenga limitaciones a la hora de producir, ya que todo el flujo tiene que trabajar a la capacidad del cuello de botella, es el que marca el ritmo de producción.

### **2.6.1 Curva en “V”**

La curva en “V” es un diagrama que representa de forma más clara el cuello de botella. Este tipo de diagrama se utiliza en procesos que son continuos. Se colocan las velocidades de las operaciones en el eje  $y$  y las máquinas u operaciones en el eje  $x$ . Tratando de formar una V, donde la unión de la letra representa el cuello de botella.

## **2.7 Árbol de definición de problemas**

El árbol de problemas ayuda a definir correctamente las dificultades que se tiene para poder lograr un objetivo o para continuar con las labores en una organización. Lo que se busca es mostrar las variables que influyen en el problema para entenderlo de mejor forma. El resultado final es la definición del problema.

## 2.8 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es “la técnica de medición para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo, correspondientes a los elementos de una tarea definida y realizada en condiciones determinadas, así como para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea en un nivel de ejecución preestablecido” (Prokopenko, 1989).

Cuando se realiza el estudio de tiempos y movimientos se debe determinar el número de observaciones que se deben hacer para acercarse a la realidad del proceso. En este caso se van a estudiar dos tipos de tablas base: la de Westinghouse y la de General Electric. Las cuales determinan el número de observaciones que se debe realizar de acuerdo al tiempo que demora la operación.

CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA O CICLO ES:	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MAS DE 10,000 POR AÑO	1,000 A 10,000	MENOS DE 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

**Figura 9:** Tabla General Electric  
Tomado de: (Moori, 2008)

TIEMPO DE CICLO (MINUTOS)	NÚMERO DE CICLOS QUE CRONOMETRAR
0.1	200
0.25	100
0.5	60
0.75	40
1	30
2	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

**Figura 10:** Tabla Westinghouse  
**Tomado de:** (Moori, 2008)

## 2.9 Efectividad total de equipo

Sus siglas en inglés *OEE*, significa que una máquina no solo debe ser efectiva en su operación sino, estar dentro de su tiempo de ciclo y no debe producir defectos. Este cálculo se lo realiza:

*OEE*: Disponibilidad x Desempeño x Calidad

Disponibilidad:  $\frac{\text{tiempo que produce}}{\text{tiempo planificado de producción}}$

Desempeño:  $\frac{\text{número de unidades reales producidas}}{\text{tiempo que produce x capacidad}}$

Calidad:  $\frac{\text{número de unidades reales producidas - rechazos}}{\text{número de unidades teóricas}}$

## **2.10 Conceptos para el entendimiento del proyecto**

### **2.10.1 ITR**

El ITR es un instructivo de trabajo, donde se encuentra las indicaciones de cómo realizar el trabajo y operar la maquinaria, las diferentes medidas de seguridad que se debe tener y las entradas y salidas que intervienen en la actividad. Los instructivos de trabajo representan cada operación.

### **2.10.2 CIP**

El *CIP*, por sus siglas en inglés, significa limpieza dentro del proceso. La limpieza consiste en un lavado que se realiza a las tuberías y tanques por donde va a pasar la cerveza, por lo que se involucra la Pasteurizadora y la Llenadora. El lavado se lo realiza con agua y con diferentes químicos. El CIP que se realiza en cada inicio y cierre de producción utiliza anolito y catolito para lavar las tuberías. Mientras que cada tres meses se realiza una limpieza más profunda con AC55-5, Activo Oxonia 3 y Bevro Sheen; químicos más fuertes.

### **2.10.3 COP**

El *COP*, por sus siglas en inglés, significa limpieza fuera del proceso. El enjuague se realiza a las piezas que tienen contacto con la botella, solo a la Llenadora. Esta limpieza se realiza con tres químicos: Topax 19, Topax 58 y Activo Oxonia. Se realiza un *COP* manual y uno automático. El manual lo realiza el operario, mientras que el automático lo realiza la Llenadora. Los dos se efectúan con los mismos químicos.

### **2.10.4 Cambio de Formato (CdF)**

El cambio de formato es un proceso del Área de Embotellado. Consiste en cambiar en la línea de producción o en una máquina específica, el tipo de

cerveza que se está realizando por una diferente. Los cambios pueden ser Pilsener, Pilsener Light o Club.

### **2.10.5 Arranque**

El arranque es un proceso del Área de Embotellado. Consiste en iniciar la producción, comenzar a producir las primeras botellas. Este proceso se realiza cada semana.

### **2.10.6 Parada**

La parada es un proceso del Área de Embotellado. Consiste en finalizar la producción de botellas para volver a arrancar. Este proceso se realiza cada semana.

### **2.10.7 Documentos varios**

Los documentos varios son ISO9001:2005, registros de producción, cumplimiento de metas, planificación de la producción.

### **2.10.8 Mini-negocios**

Los mini-negocios son reuniones de quince minutos donde se habla acerca de cómo se está yendo, novedades que se tenga, algunas aclaraciones del trabajo, etc.

### **2.10.9 Botellas falsas**

Las botellas falsas son tubos con topes de caucho que se requieren para la Llenadora. Estos tubos son para simular una botella cuando se realiza el CIP o cuando se deja la Llenadora apagada.

### 3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL

El Proyecto de Mejora lo enfocamos en la Línea 2 del Área de Embotellado. La información extraída se obtuvo de la experiencia de los colaboradores, del trabajo de campo realizado, de los instructivos de trabajo de la máquina y documentos varios (**Punto 2.10.7**).

El estudio se va a realizar en base a la variabilidad que tiene el proceso de Embotellado de la Línea Dos, obteniendo datos de los procesos a enfocarse. El proyecto se va a realizar en dichos procesos sobre el cuello de botella; por lo tanto, se describe al mismo.

#### 3.1. Introducción al proceso de Línea Dos

Se debe conocer el proceso de envasado de la línea para poder entender la situación actual. El flujo del proceso se puede ver en la **Figura 11**.

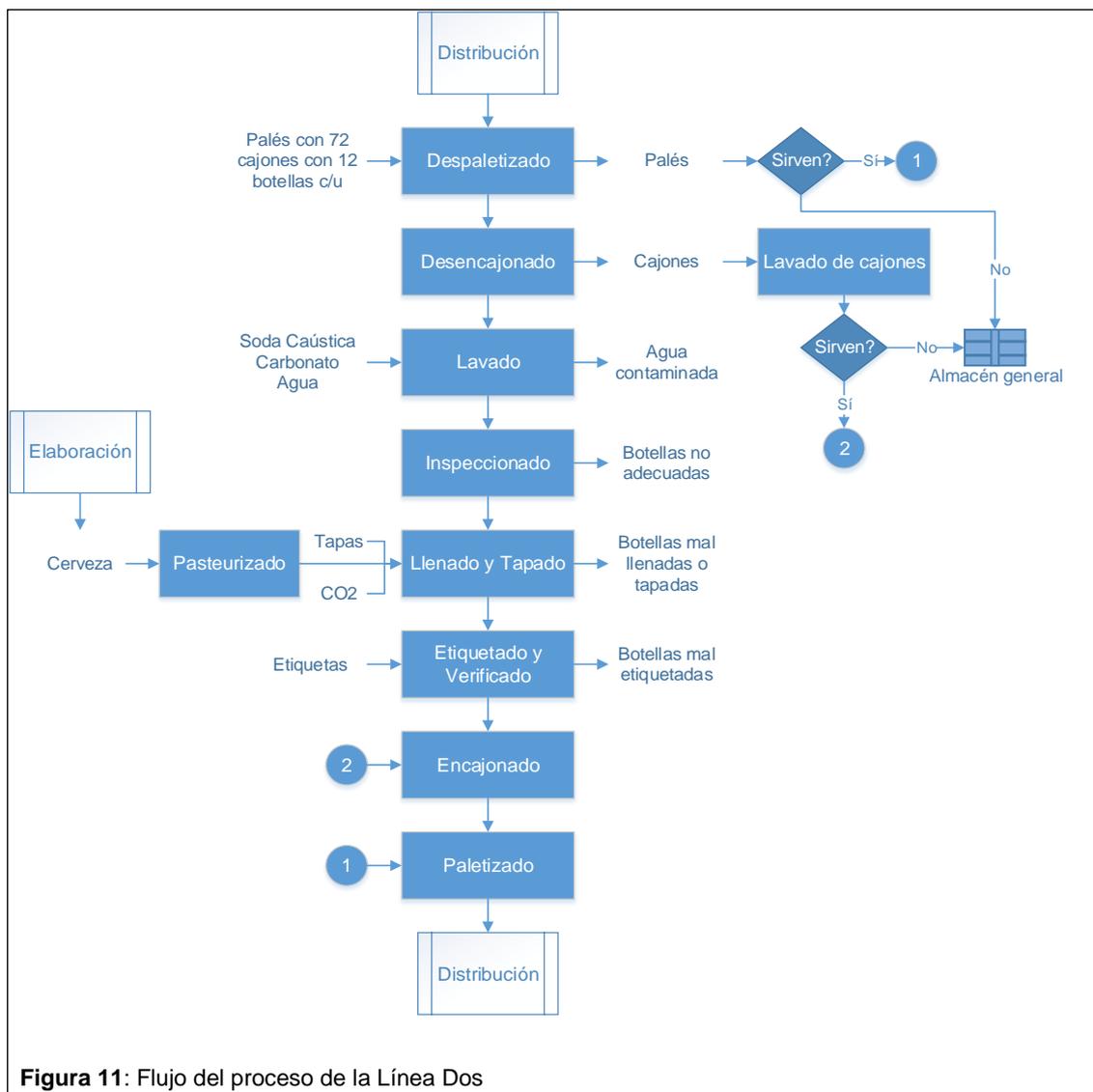


Figura 11: Flujo del proceso de la Línea Dos

### Proceso de Embotellado:

Los subprocesos de la Línea Dos son realizados por una máquina destinada a cada actividad.

#### 1. Depaletizado:

Los palés son recibidos del área de Distribución con 72 cajones, los cuales contienen 12 botellas cada uno. Los palés son ubicados en una banda transportadora con un montacargas. Se retiran 12 cajones a la vez con una mano robótica y se coloca en una banda transportadora para dirigirse al siguiente proceso. Los palés son puestos a inspección,

si todavía conservan las cualidades necesarias se envían al proceso de Paletizado, sino al almacén general.

## 2. Desencajonado:

Una mano robotizada se encarga de retirar las botellas de cada cajón y colocarlas en una banda transportadora, la cual se dirige hacia el Lavado de botellas. Los cajones son llevados a otra banda para ser igualmente lavados.

### 2.1 Lavado de cajones:

Los cajones pasan a través de una serie de serpentines donde se retira los objetos o sustancias que estén en ellos. Se procede a lavarlos con agua. Después se analiza si los cajones siguen calificados para ser distribuidos, si lo son pasan al Encajonado y sino, se envían al almacén general.

## 3. Lavado:

De la banda transportadora se reciben las botellas y se introducen dentro de la máquina. Las botellas reciben un lavado con soda caustica, carbonato y agua para remover las etiquetas e impurezas de las mismas en un ciclo de 7 tanques. Al finalizar la actividad vuelven a una banda transportadora.

## 4. Inspeccionado:

Las botellas lavadas pasan a través de una máquina que inspecciona la calidad del lavado, la estructura y posibles fisuras dentro y fuera de la botella. Si no cumplen con el estándar se desechan. Las que pasan la prueba se dirigen hacia el Llenado.

## 5. Llenado y Tapado:

Una banda transportadora dirige las botellas calificadas hacia la máquina de llenado, donde primero se les inyecta dióxido de carbono

para liberar el oxígeno; se absorbe todo el contenido de gas e inmediatamente se llenan con cerveza -que viene del pasteurizador- y finalmente se tapan. Las botellas llenas y tapadas pasan por un análisis de subllenado, sobrellenado, taponado y de objetos dentro de la botella, donde se retiran las botellas malas y pasan a la Etiquetadora las botellas buenas.

#### 5.1 Pasteurizado:

La cerveza antes de ser inyectada en las botellas necesita ser pasteurizada, por tal motivo pasa por este proceso de manera flash. De ahí mediante una tubería se dirige hacia la Llenadora.

#### 6. Etiquetado y Verificado:

De la Llenadora, las botellas se dirigen a la Etiquetadora para que se coloquen las etiquetas del cuerpo y cuello y los datos de elaboración. Inmediatamente pasa por la Verificadora, analizando el pegado de las etiquetas, el llenado y el tapado de las mismas. Las botellas buenas siguen su camino hacia la Encajonadora y las malas se retiran.

#### 7. Encajonado:

Un brazo mecánico agarra 168 botellas a la vez que provienen de la Verificadora y las coloca en 14 cajones previamente lavados. De ahí pasa al Paletizado.

#### 8. Paletizado:

Los cajones con las botellas llenas son puestos en pales para ser enviados al área de Distribución, donde se envían al cliente final.

### **3.2. Variabilidad del proceso**

Para tener constancia de que las actividades que se realizan muestran un nivel de variabilidad, se realizó el estudio en base a datos históricos (**Anexo 3**)

desde mayo del 2015, hasta agosto del mismo año. Tomando en consideración las actividades de Arranque, Producción, Cambio de Formato y Parada; actividades relevantes para la producción. Además, se analizó el trabajo realizado por los cinco grupos.

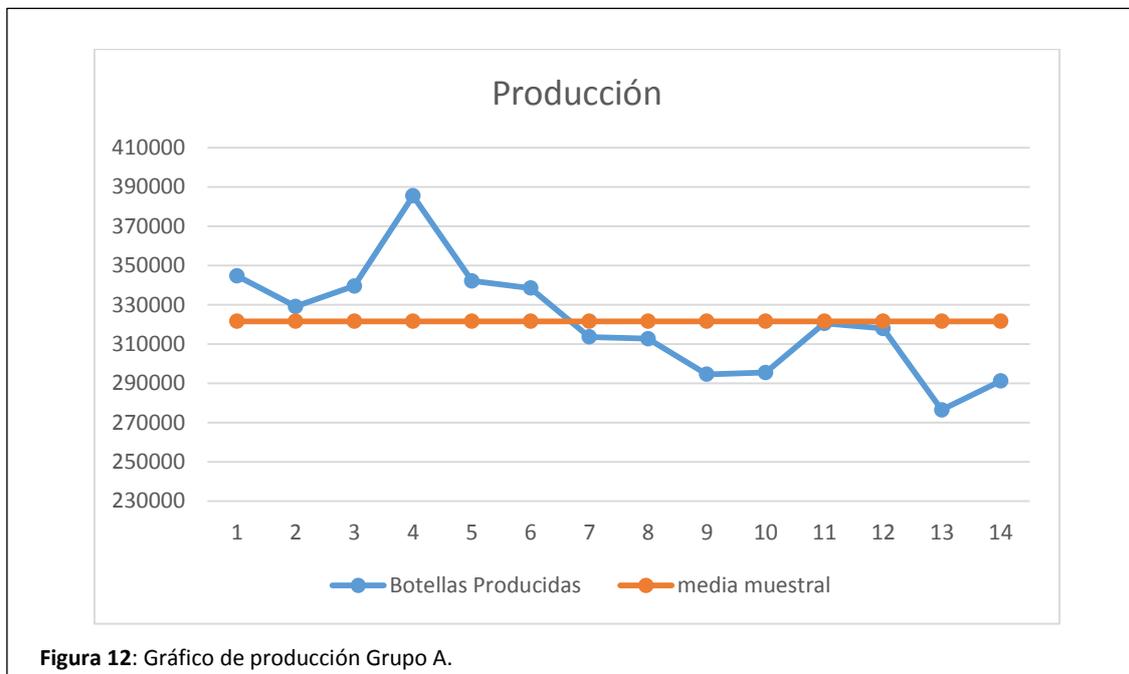
### **3.2.1. Variabilidad entre los mismos grupos**

Para determinar la variabilidad entre los mismos grupos, se tomó como referencia la actividad de Producción -producir la línea de forma constante-, ya que esta actividad se repite varias veces durante la semana. El eje y son las botellas producidas en cada turno de trabajo. Mientras que el eje x, se refiere a las fechas de producción de las mismas; simbolizadas por números. Se realizó de esta manera ya que en un mismo mes se realiza la actividad de Producción varias veces en todas las semanas.

Por cada grupo debería haber 16 muestras por los cuatro meses. La cantidad cambia debido a que no se llenaron los registros, o se realizó -o no- un Cambio de Formato, una Parada o un Arranque.

### 3.2.1.1. Grupo A

Los datos de producción del Grupo A se pueden observar en la **Figura 12**.



Los resultados de la producción del Grupo A son los siguientes:

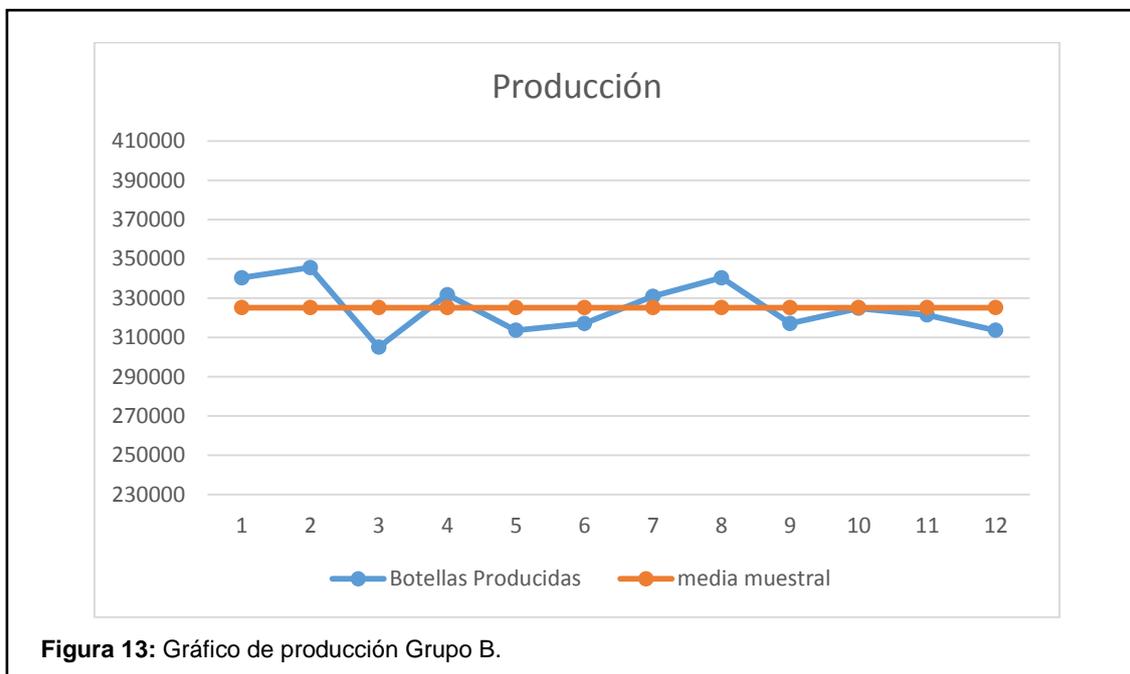
**Tabla 6:** Resultados de producción del Grupo A

Media (botellas)	Desviación	Variabilidad
321593	28058	8,72%

En cada turno de Producción, el grupo envasa un promedio de 321 000 botellas, con una desviación de 28 000. La variabilidad del proceso es del 8,72%.

### 3.2.1.2. Grupo B

Los datos de producción del Grupo B se pueden observar en la **Figura 13**.



Los resultados de la producción del Grupo B son los siguientes:

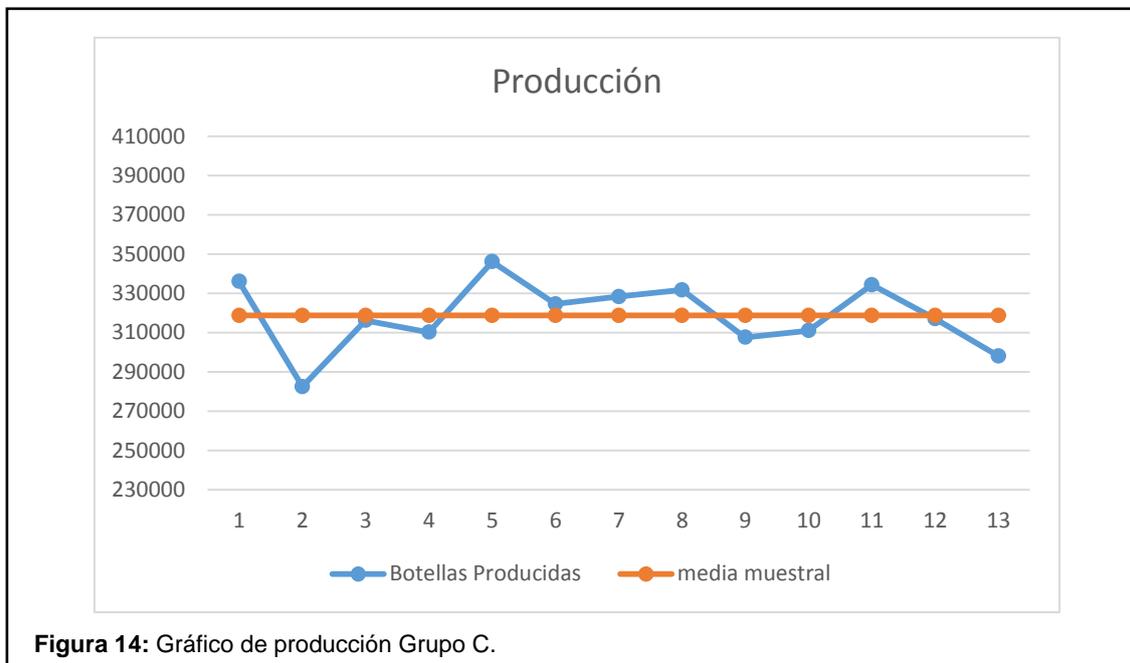
**Tabla 7:** Resultados de producción del Grupo B

Media (botellas)	Desviación	Variabilidad
325152	12711	3,91%

En cada turno de Producción, el grupo envasa un promedio de 325 000 botellas, con una desviación de 13 000. La variabilidad del proceso es del 3,91%.

### 3.2.1.3. Grupo C

Los datos de producción del Grupo C se pueden observar en la **Figura 14**.



Los resultados de la producción del Grupo C son los siguientes:

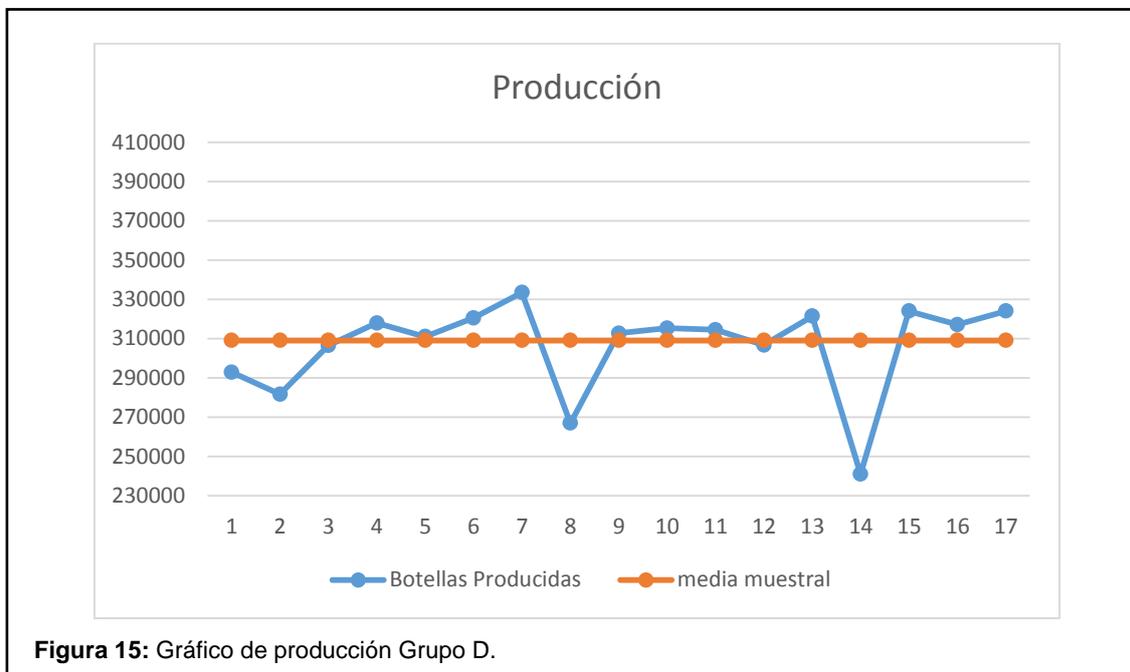
**Tabla 8:** Resultados de producción del Grupo C

Media (botellas)	Desviación	Variabilidad
318772	17315	5,43%

En cada turno de Producción, el grupo envasa un promedio de 319 000 botellas, con una desviación de 17 000. La variabilidad del proceso es del 5,43%.

### 3.2.1.4. Grupo D

Los datos de producción del Grupo D se pueden observar en la **Figura 15**.



Los resultados de la producción del Grupo D son los siguientes:

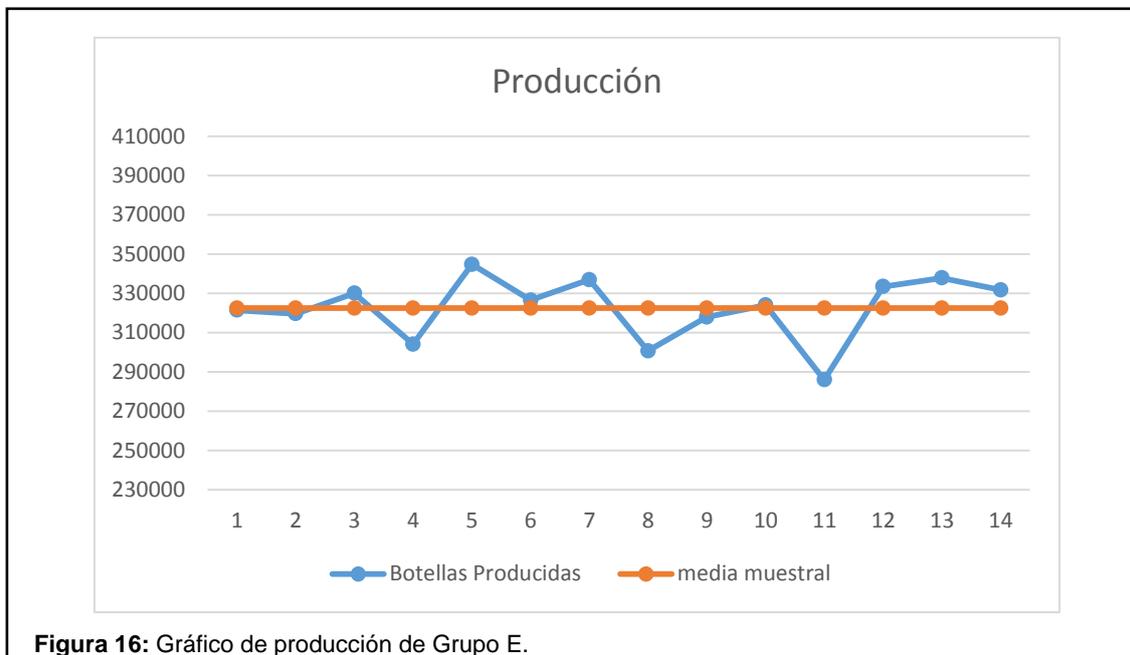
**Tabla 9:** Resultados de la producción del Grupo D

Media (botellas)	Desviación	Variabilidad
309065	24745	8,01%

En cada turno de Producción, el grupo envasa un promedio de 309 000 botellas, con una desviación de 25 000. La variabilidad del proceso es del 8,01%.

### 3.2.1.5. Grupo E

Los datos de producción del Grupo E se pueden observar en la **Figura 16**.



Los resultados de la Producción del Grupo E son los siguientes:

**Tabla 10:** Resultados de producción del Grupo E

<b>Media (botellas)</b>	<b>Desviación</b>	<b>Variabilidad</b>
322515	16168	5,01%

En cada turno de producción, el grupo envasa un promedio de 323 000 botellas, con una desviación de 16 000. La variabilidad del proceso es del 5,01%.

### 3.2.1.6. Análisis de datos

Todos los grupos tienen un nivel de variabilidad menor al 10%. El grupo A y D son los que mayor variabilidad tienen con 8,7% y 8%, respectivamente. Los

demás no suben del 5,5%. El grupo que menos ha producido en promedio es el D. Los demás se mantienen alrededor de las 320 000 botellas por turno.

Según la teoría de variabilidad expuesta en el **Punto 2.4**, la actividad de los cinco grupos se cataloga como proceso controlado. Tienen alrededor del 10% de variabilidad debido a causas asignables, lo cual es aceptable.

### 3.2.2. Variabilidad Actividad de Producción

Para determinar la variabilidad respecto a la actividad de Producción, se va a tomar en cuenta los datos de los grupos.

**Tabla 11:** Variabilidad de la actividad de Producción

Grupo:	Variabilidad Producción
Grupo A	8.72%
Grupo B	3.91%
Grupo C	5.43%
Grupo D	8.01%
Grupo E	5.01%
<b>Promedio</b>	<b>6.22%</b>

Tomando en consideración los datos anteriores acerca de los grupos, se puede establecer mediante un promedio que el nivel de variabilidad de la actividad de Producción es del 6,22%, lo cual se considera según la teoría de variabilidad que se encuentra dentro de un proceso controlado. Al igual que las actividades de cada grupo.

### 3.2.3. Variabilidad Actividad de Arranque

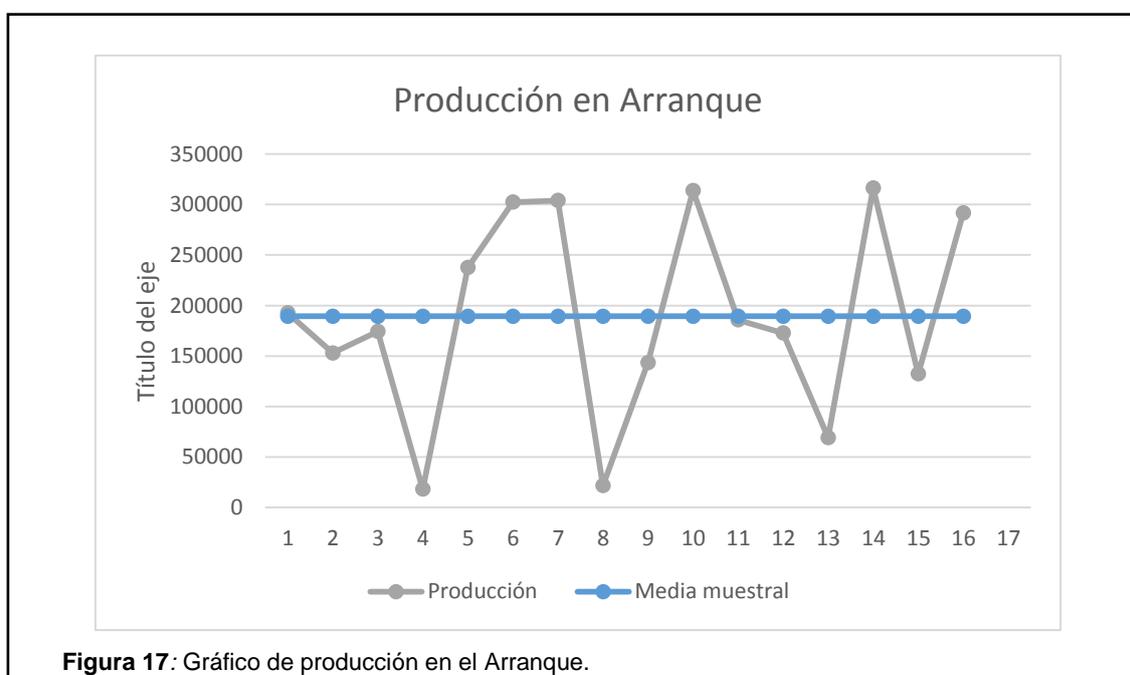
Los datos fueron recopilados de los cinco grupos. Al igual que en los anteriores gráficos, el eje y son las botellas producidas en el Arranque o a su vez el

tiempo perdido. Mientras que, el eje x son números que representan las fechas de los arranques.

En los cuatro meses se debieron hacer alrededor de 16 arranques. Debido a que una vez por semana se Arranca la producción. La variabilidad de esta actividad es analizada por las Botellas Producidas y el Tiempo Perdido en horas que tuvieron al Arrancar la línea.

### 3.2.3.1. Botellas producidas en el Arranque

Los datos de producción del arranque se pueden observar en la **Figura 17**.



Los resultados de la producción del Arranque son los siguientes:

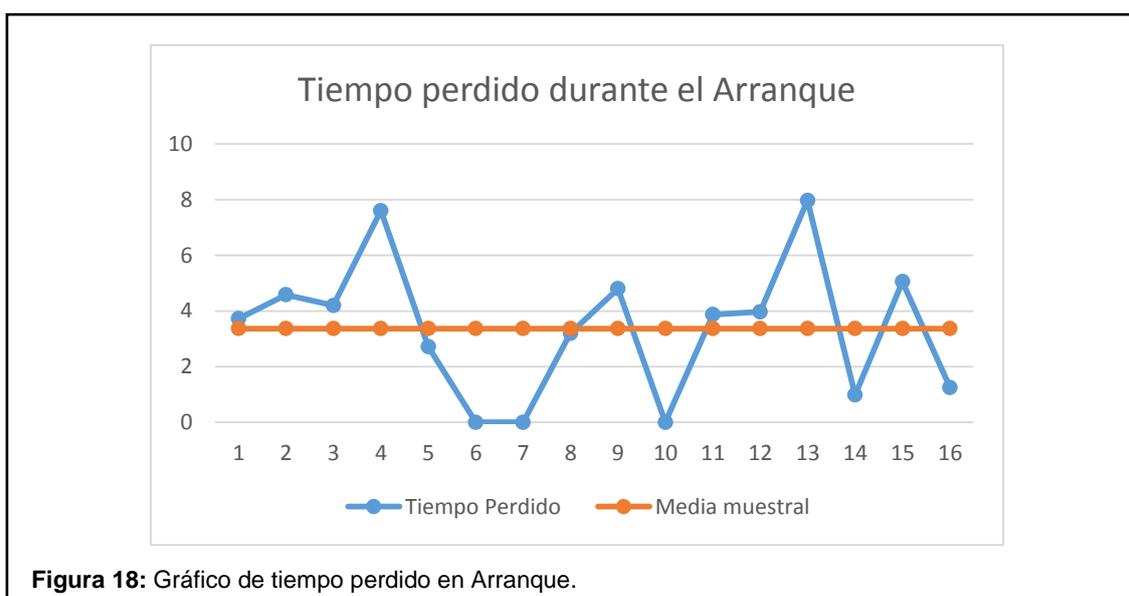
**Tabla 12:** Resultados de producción en el Arranque

Media Muestral	Desviación	Variabilidad
189299	99824	53%

En el Arranque se envasa un promedio de 189 000 botellas, con una desviación de 100 000. La variabilidad del proceso es del 53%.

### 3.2.3.2. Tiempo perdido (horas) durante el Arranque

Los datos del tiempo perdido dentro del Arranque se pueden observar en la **Figura 18**.



Los resultados del tiempo perdido durante Arranque son los siguientes:

**Tabla 13:** Resultados del tiempo perdido en el Arranque

Media Muestral	Desviación	Variabilidad
3,37	2,47	73%

En el Arranque se pierde un promedio de 3,37 horas, con una desviación de 2,47. La variabilidad del proceso es del 73%.

### 3.2.3.3. Correlación

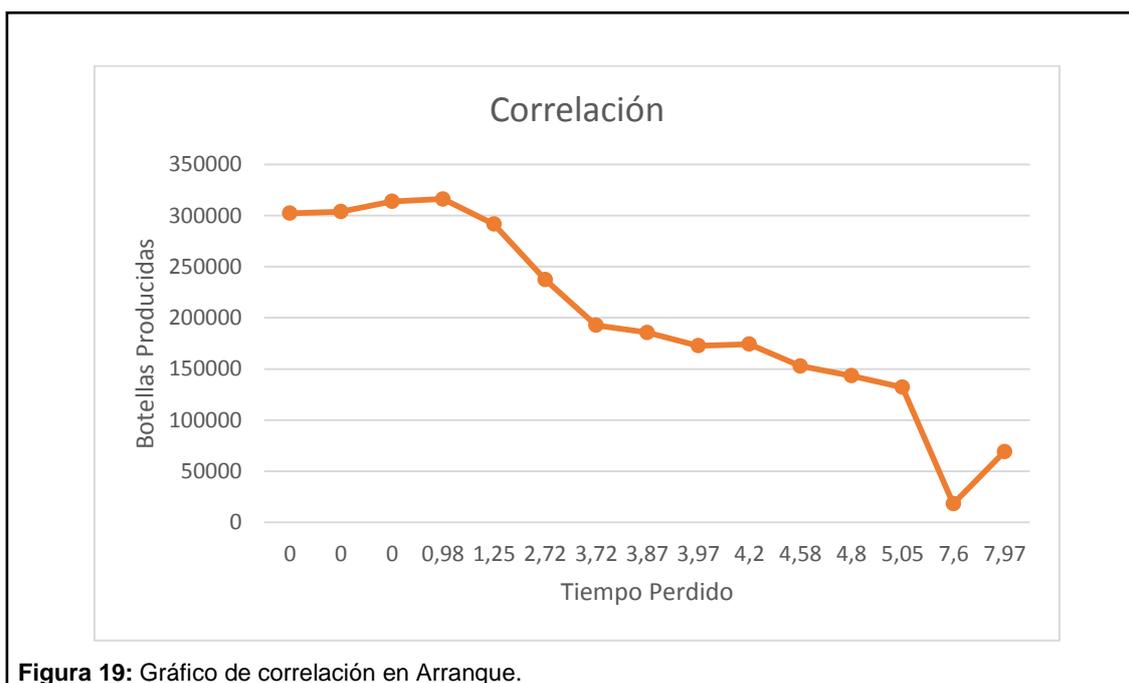
El cálculo de correlación (**Punto 2.5**) se realizó en Excel ( (Neurocog, 2015).

Teniendo como resultado:

**Tabla 14:** Cálculo de Correlación

	Producción	Tiempo Perdido
Producción	1	
Tiempo Perdido	-87%	1

La correlación en el arranque entre la producción y las horas perdidas es de menos el 87%. En la **Figura 19** se puede apreciar de mejor forma la correlación.



**Figura 19:** Gráfico de correlación en Arranque.

### 3.2.3.4. Análisis de datos

Se tiene que considerar que a pesar de que se tienen los 16 datos en la muestra, el Arranque no se reparte equitativamente entre todos los grupos. En los 4 meses, unos grupos realizan más arranques que otros y por lo tanto van ganando mayor experiencia. Tomando en cuenta que un Arranque se realiza

siempre después de un Mantenimiento de todo el equipo; al realizar el mantenimiento, se suele generar una desincronización de las máquinas, lo cual genera retrasos en el Arranque.

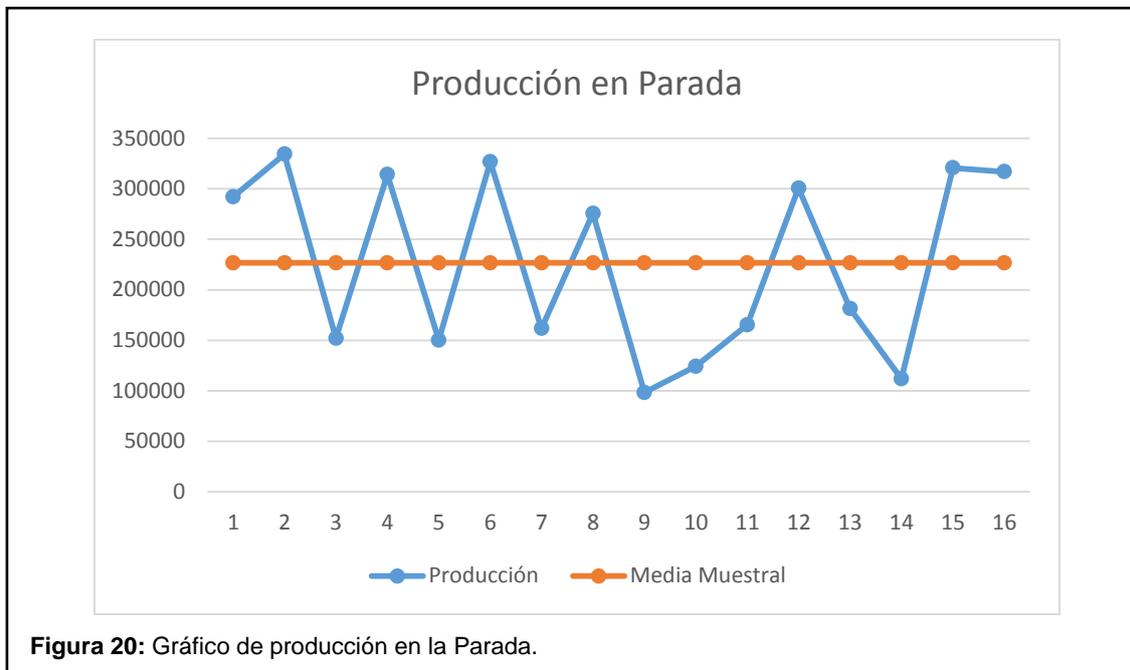
Dentro de la actividad de Arranque se tiene una variabilidad casi del 53% en cuanto a botellas producidas, y un 73% en cuanto a horas perdidas. Como el nivel de variabilidad no es igual entre los dos estudios, no se puede decir que son completamente proporcionales. Aunque si poseen una correlación negativa fuerte del 87%, lo que significa que entre más tiempo se demoren en arrancar menos botellas se producen. La teoría de variabilidad indica que el proceso no está manejado bajo un control establecido. Se tiene más del 15% de causas asignables en la variación. Por tal motivo, no es una actividad con variabilidad aceptable. Además, si se reduce el tiempo de demoras en el Arranque, la producción aumentaría.

#### **3.2.4. Variabilidad Actividad de Parada**

Los datos para el análisis de la variabilidad de la Parada son parecidos a los del Arranque. Los ejes, el estudio de variabilidad y la muestra son iguales, debido a que cada semana se detiene la producción.

### 3.2.4.1. Botellas producidas en Parada

Los datos de producción de la Parada se pueden observar en la **Figura 20**.



Los resultados de la producción de la Parada son los siguientes:

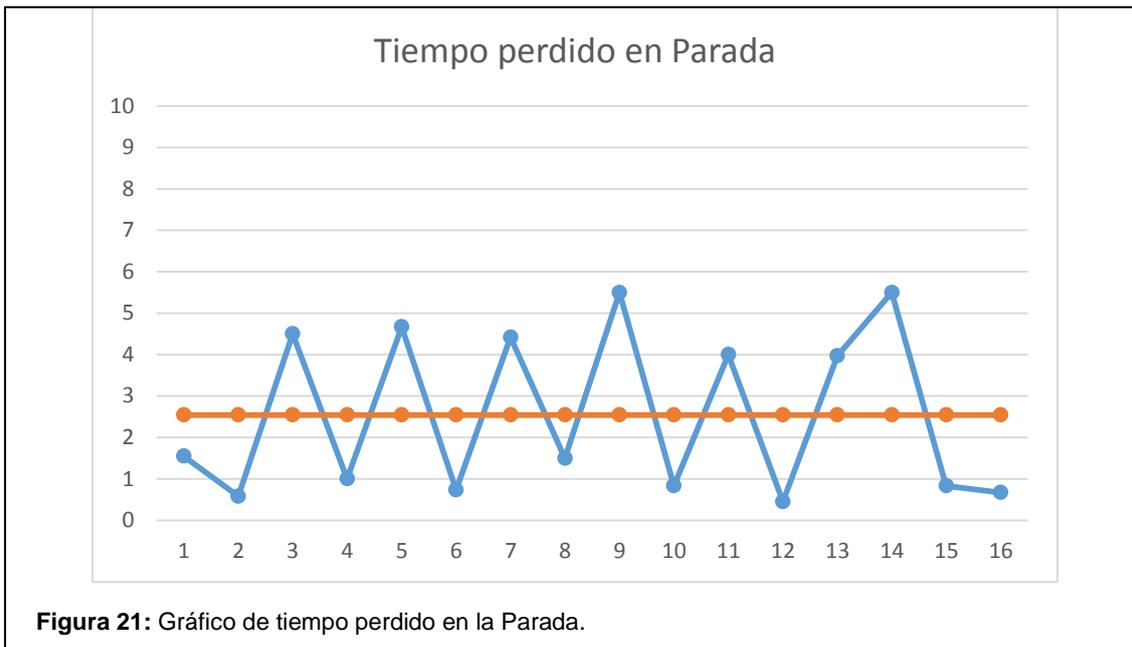
**Tabla 15:** Resultados de la producción de Parada

Media Muestral	Desviación	Variabilidad
226634	89463	39,47%

En la Parada se envasa un promedio de 227 000 botellas, con una desviación de 89 000. La variabilidad del proceso es del 39,47%.

### 3.2.4.2. Tiempo perdido en Parada

Los datos del tiempo perdido dentro de la Parada se pueden observar en la **Figura 21**.



Los resultados del tiempo perdido durante la Parada son los siguientes:

Tabla 16: Resultados del tiempo perdido en la Parada

Media Muestral	Desviación	Variabilidad
2,54	1,98	77,88%

En la Parada se pierde un promedio de 2,54 horas, con una desviación de 1,98. La variabilidad del proceso es del 77.88%.

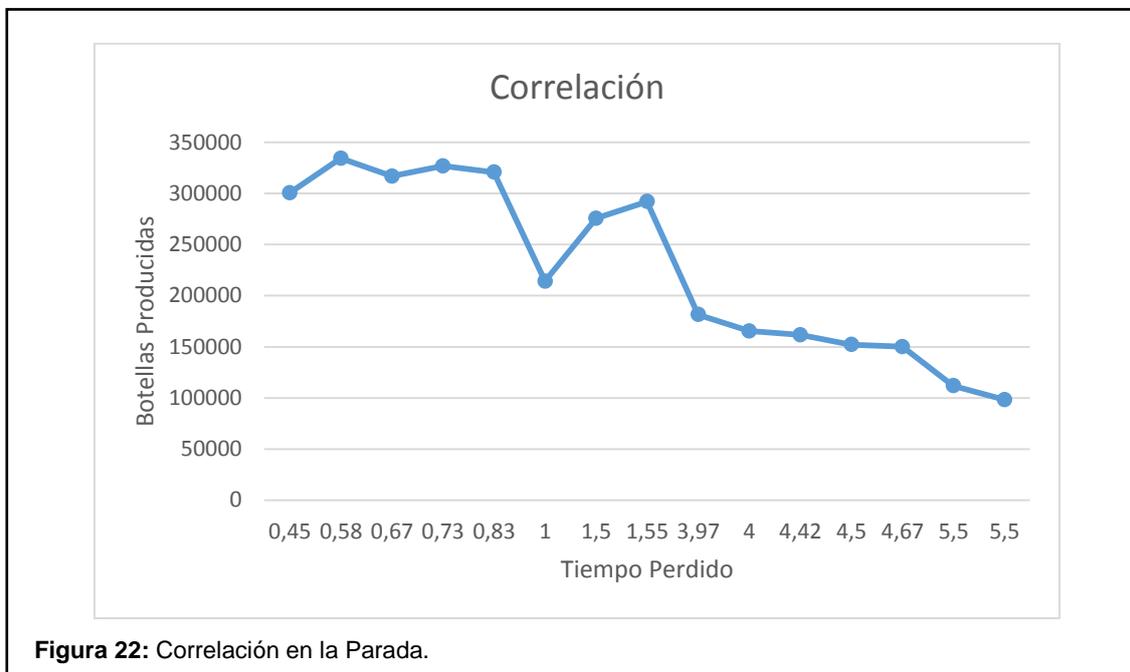
### 3.2.4.3. Correlación

El cálculo de correlación se realizó en Excel. Teniendo como resultado:

Tabla 17: Cálculo de correlación

	Producción	Tiempo Parado
Producción	1	
Tiempo Parado	-85%	1

La correlación en la Parada entre la producción y las horas perdidas es de menos el 85%. En la **Figura 22** se puede apreciar de mejor forma la correlación.



#### 3.2.4.4. Análisis de Datos

A la hora de realizar la Parada de la producción, se tiene que detener la producción sin mayor desperdicio de cerveza. No tiene tanta importancia si sobran botellas vacías, ya que se pueden reutilizar.

La variabilidad de la Parada según las botellas producidas y el tiempo perdido, es de alrededor del 39% y 78%, respectivamente. Poseen una correlación negativa fuerte del 85%; por lo tanto, al demorarse más tiempo en realizar la Parada, se producen menos botellas llenas. La teoría de variabilidad dice que el proceso no está controlado y posee una variabilidad por causas asignables.

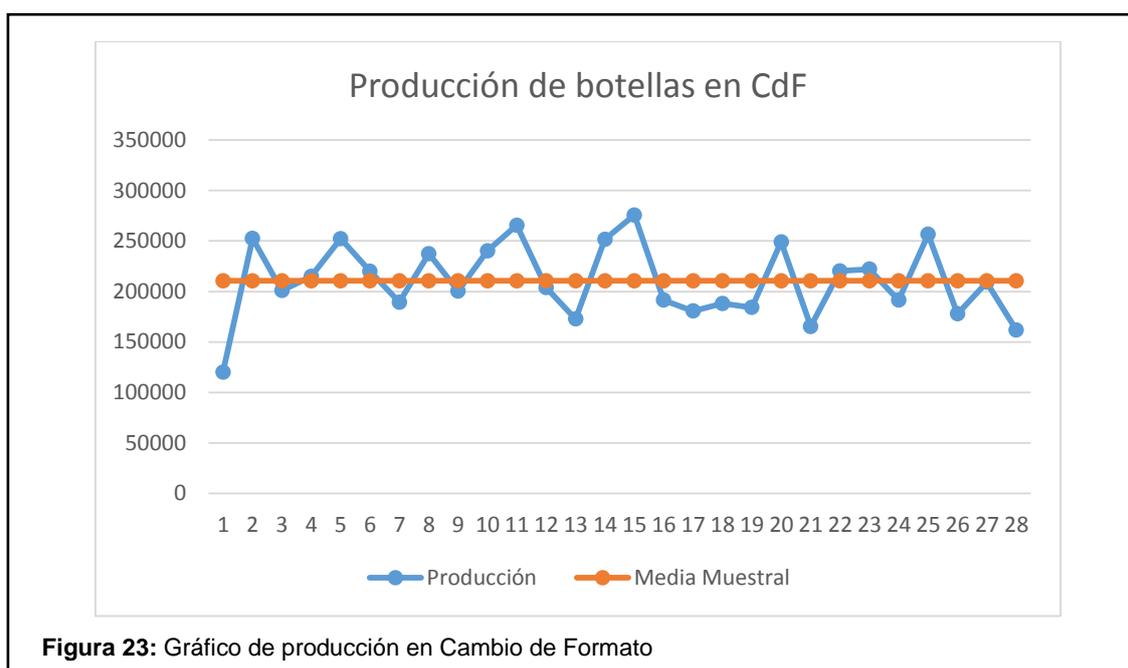
#### 3.2.5. Variabilidad Actividad Cambio de Formato

Al igual que el Arranque o la Parada, los ejes y el estudio de variabilidad siguen siendo los mismos. Lo que cambia es la muestra, ya que en una semana se

puede hacer de uno a tres Cambios de Formato. Todo depende de la demanda del producto y del plan de producción.

### 3.2.5.1. Botellas Producidas

Los datos de producción del Cambio de Formato se pueden observar en la **Figura 23**.



Los resultados de la producción del Cambio de Formato son los siguientes:

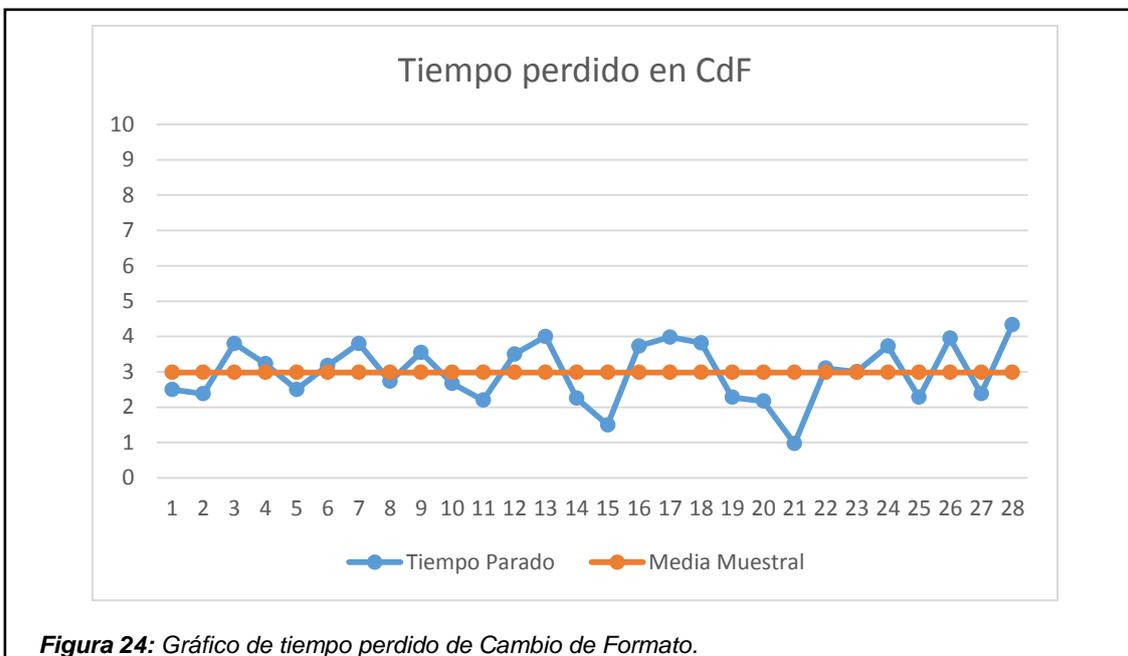
**Tabla 18:** Resultados de la producción de CdF

Media Muestral	Desviación	Variabilidad
210531	36825	17,49%

En el Cambio de Formato se envasa un promedio de 210 000 botellas, con una desviación de 37 000. La variabilidad del proceso es del 17,49%.

### 3.2.5.2. Tiempo Perdido (horas)

Los datos del tiempo perdido dentro del Cambio de Formato se pueden observar en la **Figura 24**.



**Figura 24:** Gráfico de tiempo perdido de Cambio de Formato.

Los resultados del tiempo perdido durante el Cambio de Formato son los siguientes:

**Tabla 19:** Resultados del tiempo perdido en CdF

Media Muestral	Desviación	Variabilidad
2,98	0,84	28,16%

En el Cambio de Formato se pierde un promedio de 2,98 horas, con una desviación de 0,84. La variabilidad del proceso es del 28,16%.

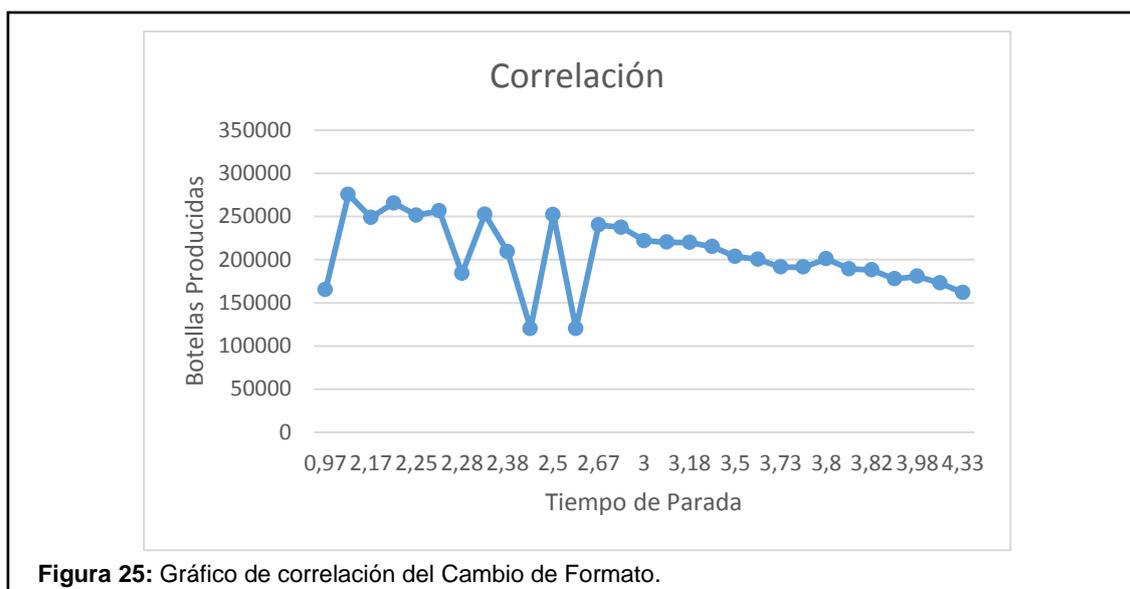
### 3.2.5.3. Correlación

El cálculo de correlación se realizó en Excel. Teniendo como resultado:

**Tabla 20:** Cálculo de correlación

	<i>Producción</i>	<i>Tiempo Parado</i>
<i>Producción</i>	1	
<i>Tiempo Parado</i>	-46%	1

La correlación en el Cambio de Formato entre la producción y las horas perdidas es de menos el 46%. En la **Figura 23** se puede apreciar de mejor forma la correlación.



**Figura 25:** Gráfico de correlación del Cambio de Formato.

### 3.2.5.4. Análisis de Datos

El Cambio de Formato se realiza cuando la producción sigue su curso. La variabilidad en cuanto a las botellas producidas y el tiempo perdido es de alrededor de 18% y 28%, respectivamente. No poseen una relación muy fuerte entre sí, ya que su correlación negativa es del 46%. Por lo que significa que, en el Cambio de Formato, el tiempo perdido no afecta directamente a la

producción de botellas; más bien tiene otro tipo de causas como el tipo de cambio que se realiza.

Según la teoría de variabilidad, en cuanto a botellas, está en el límite de ser controlado. Mientras que, respecto a tiempo perdido, no lo está; lo cual define una línea estrecha en ser o no un proceso variable por causas comunes.

### 3.2.6. Resultados de la Variabilidad del Proceso

Mediante el análisis que se realizó a las cuatro actividades y a los cinco grupos, se pudo determinar que:

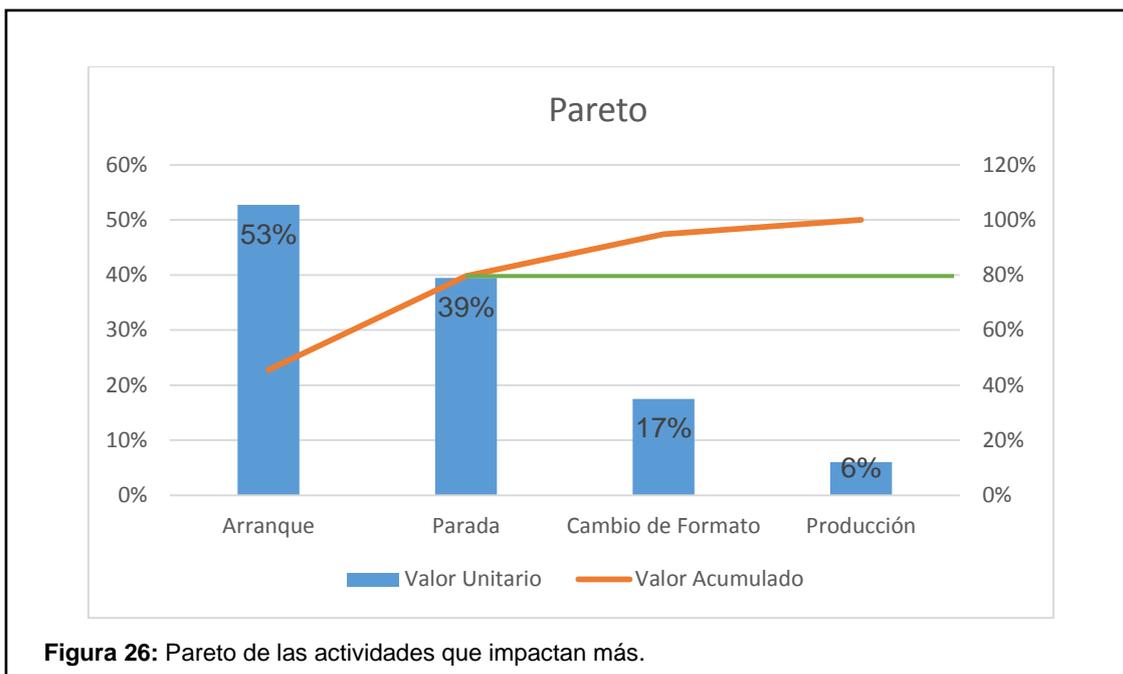
- Cada grupo posee una variabilidad aceptable entre ellos.
- La variabilidad del tiempo perdido es mayor que la de las botellas producidas. Por lo tanto, a pesar de que se pierda cierto tiempo se puede recuperar la producción.
- Las actividades con mayor variabilidad son las de arranque y parada. Las mismas que poseen una fuerte relación con el tiempo, que se demoran en efectuar.

#### 3.2.6.1. Análisis Pareto

Para consolidar los resultados anteriores, se realizó un Diagrama de Pareto (**Figura 26**). Los datos que se utilizaron se encuentran en la **Tabla 21**.

**Tabla 21:** Datos para elaborar Diagrama de Pareto

	Valor Real	Valor en 100%	Valor Acumulado
Arranque	53%	46%	46%
Parada	39%	34%	80%
Cambio de Formato	17%	15%	95%
Producción	6%	5%	100%
Total	116%	100%	



**Figura 26:** Pareto de las actividades que impactan más.

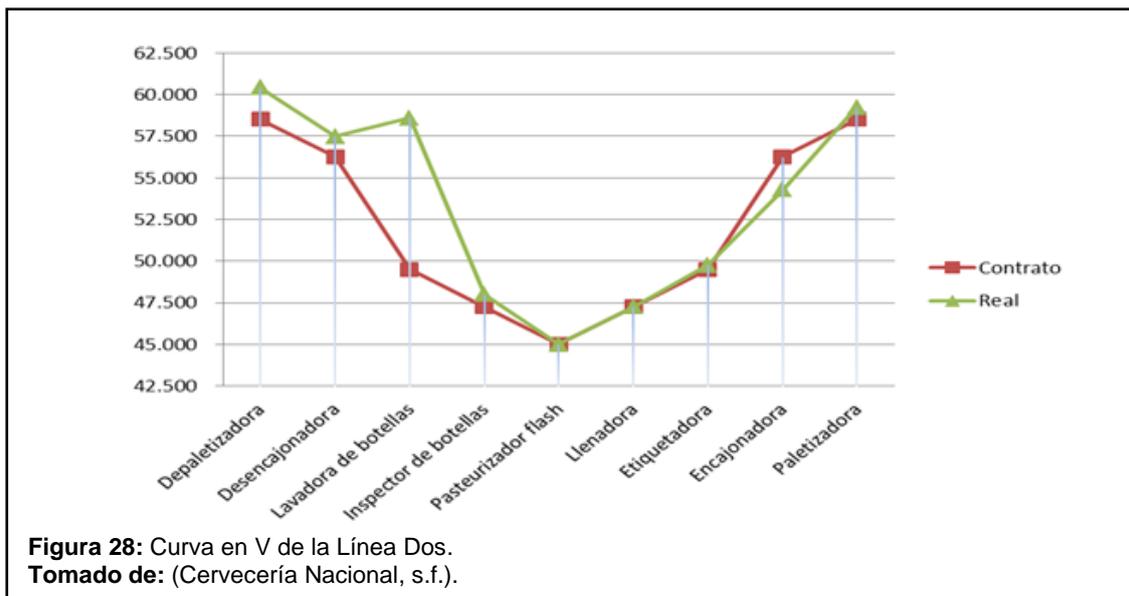
Concluyendo que se debe enfocar en el Arranque y la Parada, ya que solucionan el 80% de los problemas de variabilidad de tiempo perdido y botellas producidas.

### 3.3. Determinación del cuello de botella

La máquina más lenta ha sido determinada mediante una “Curva en V” (**Punto 2.6.1**) sobre la velocidad de cada máquina.

Equipo	Fabricante	Contractual		Real	
		Velocidad	% Sobreveloc.	Velocidad	% Sobreveloc.
Depaletizadora	Krones	58.500	130,0%	60.396	134,2%
Desencajonadora	Krones	56.250	125,0%	57.478	127,7%
Lavadora de botellas	Krones	49.500	110,0%	58.593	130,2%
Inspector de botellas	Krones	47.250	105,0%	48.000	106,7%
Pasteurizador flash	Krones	45.000	100,0%	45.000	100,0%
Llenadora	Krones	47.250	105,0%	47.250	105,0%
Etiquetadora	Krones	49.500	110,0%	49.770	110,6%
Encajonadora	Krones	56.250	125,0%	54.291	120,6%
Paletizadora	Krones	58.500	130,0%	59.215	131,6%

**Figura 27:** Cuadro con máquinas, velocidad y porcentaje de sobrevelocidad, datos Julio 2015.  
**Tomado de:** (Cervecería Nacional, s.f.).



Cómo se puede observar, la máquina más lenta es la Pasteurizadora. Trabaja a una velocidad de 45 000 botellas por hora. Esta máquina es la que recibe la cerveza de Elaboración y la envía a la Llenadora. La Pasteurización es tomada en cuenta como una operación de entrada, mas no como una operación dentro del flujo general de las botellas, como se puede observar en la **Figura 11**.

Por tal motivo, dentro de la Línea Dos el cuello de botella es la Llenadora. Esta máquina es el corazón de la línea.

### 3.3.1. Determinación del Tiempo *Takt* (Punto 2.2.1.1)

Para determinar el tiempo *Takt* se tomó en cuenta un turno de ocho horas, en cada turno la demanda es de 27 000 cajones. Al principio del turno, se tiene una reunión de 15 minutos, llamada mini-negocios (**Punto 2.10.8**). La Línea 2 tiene como meta una eficiencia del 96%. Se tiene que tomar en cuenta los cambios de formato que duran dos horas, incluyendo las limpiezas que se deben realizar.

### 3.3.1.1. Eficiencia real de la Línea

Para la determinación de la eficiencia real, se tomó los datos de los últimos cuatro meses:

**Tabla 22:** Eficiencia real de la Línea Dos

may-15	jun-15	jul-15	ago-15	Promedio
97,11%	95,50%	93,42%	92,89%	94,73%

Tomado de: (Cervecería Nacional, s.f.).

Por tal motivo, la eficiencia de la línea va hacer tomada como del 94,73%. Los cual está por debajo de la meta.

### 3.3.1.2. Paradas programadas

En la semana de trabajo se realiza generalmente tres Cambios de Formato y dos limpiezas CIP (Apartado 2.10.2). Lo que significa que en los 15 turnos que tiene la semana, cinco de ellos se van a destinar para la limpieza o el cambio de formato. En los demás turnos se produce de forma regular, por lo que hay repartir de forma proporcional las cinco paradas programadas semanales en un solo turno.

La limpieza dura alrededor de dos horas. El cambio de formato dura entre una y tres horas, dependiendo del cambio. Se va a considerar el tiempo del cambio igual al del CIP.

**Tabla 23:** Parada programadas

Tiempo disponible en la semana (horas)	120
Tiempo CIP (horas)	4
Tiempo Cambio de Formato	6
Paradas programadas semanales (horas)	10
<b>Paradas programadas por turno (horas)</b>	<b>0.04</b>

### 3.3.1.3. Cálculo del tiempo *takt*

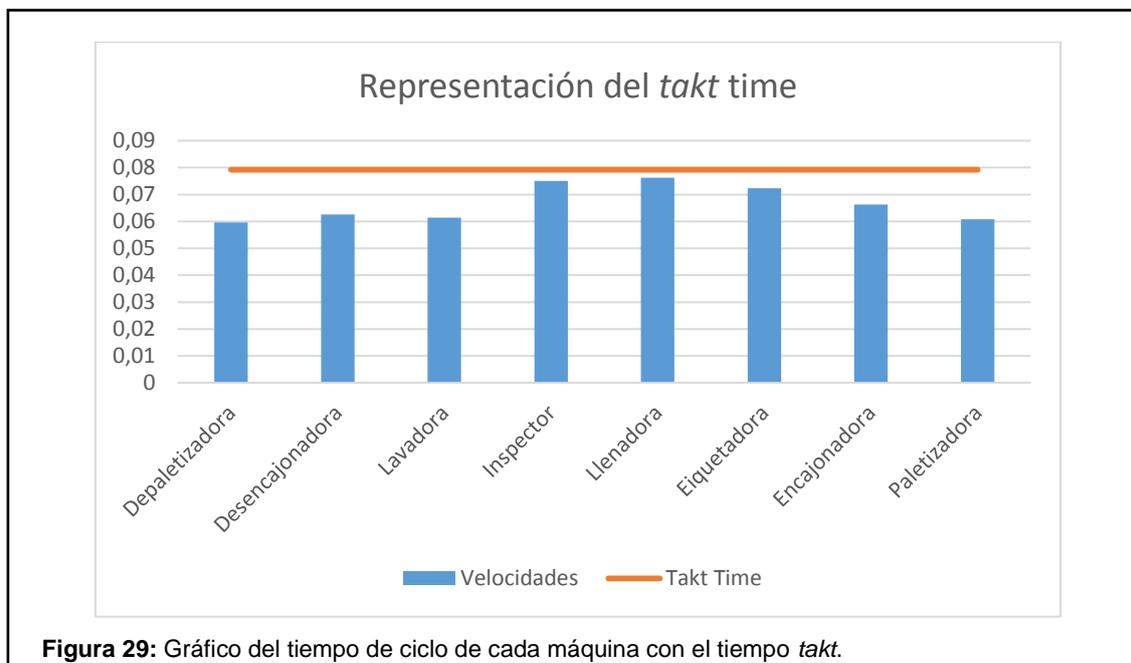
Con los datos mencionados se tiene:

**Tabla 24:** Cálculo del Tiempo *Takt*

Tiempo disponible (horas)	8
Reunión inicial (horas)	0.25
Paradas no programadas (horas)	0.42
Paradas programadas (horas)	0.04
Tiempo disponible real (horas)	7.29
Demanda (botellas)	331 200
<b>Tiempo <i>Takt</i> (hora/botella)</b>	0.00002201
<b>Tiempo <i>Takt</i> (segundos/botella)</b>	0.0792
<b>Capacidad (botella/hora)</b>	62 139

Cada máquina se debe demorar 0.08 segundos en realizar su tarea.

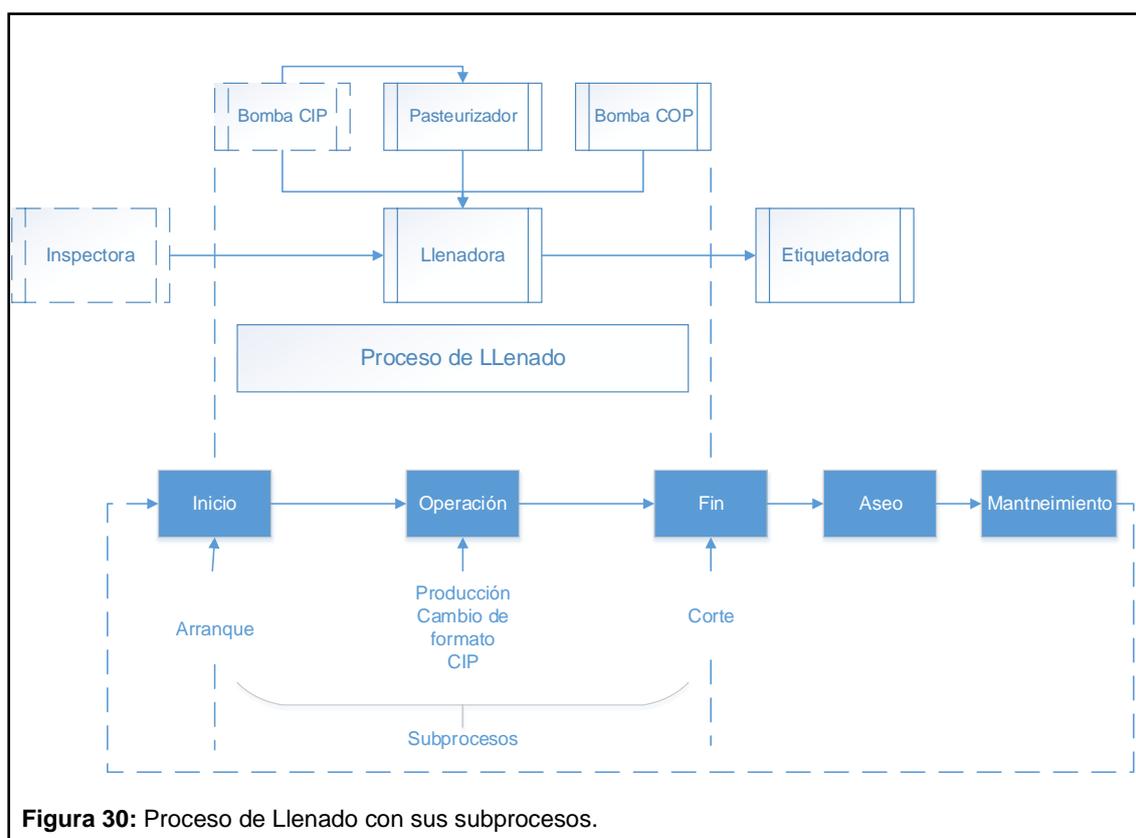
#### Representación del *takt time* en segundos:



Las dos actividades que están más cerca al tiempo *takt* son: inspectora y llenadora. A su vez, la depaletizadora y la paletizadora son las actividades que se encuentra más lejos del tiempo *takt*.

### 3.3.2. Proceso de Llenado

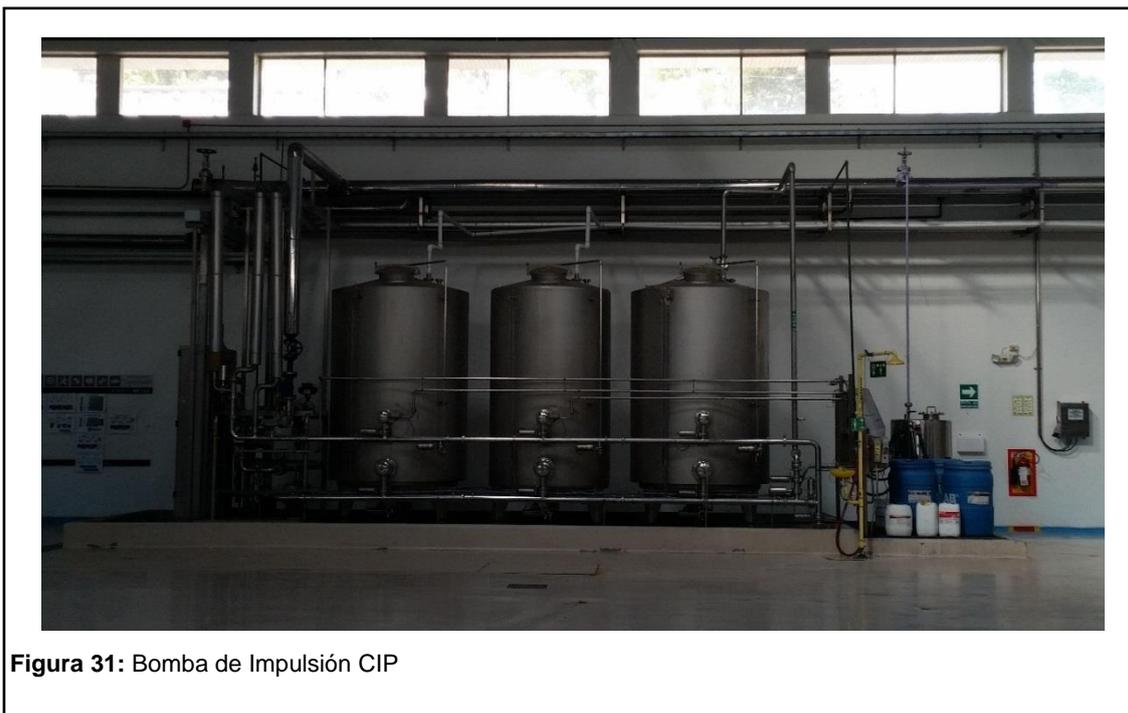
Dado que la operación más lenta es el Llenado, se va a describir de forma más específica para enfocarnos en este proceso (**Figura 30**).



**Figura 30:** Proceso de Llenado con sus subprocesos.

El proceso empieza cuando se termina el mantenimiento de las máquinas. La Bomba de impulsión CIP (**Figura 31**) y la Bomba COP (**Figura 32**), la Pasteurizadora (**Figura 33**) y la Llenadora (**Figura 34**) se prenden para iniciar el proceso. La Llenadora y Pasteurizadora deben ser limpiadas mediante un CIP (**Punto 2.10.2**). La limpieza se realiza mediante la Bomba de impulsión CIP. Inmediatamente se realiza un COP manual (**Punto 2.10.3**). Para luego realizar uno automático, donde su proveedor es la máquina Bomba COP.

Después se llena de cerveza la Llenadora, que proviene del Pasteurizador. Cuando se tiene lista la Llenadora, se arranca la producción de botellas llenas. Llegan botellas vacías del Inspector, se llenan a 11 000 botellas por hora y salen a la Etiquetadora. Cuando se alcanza la velocidad de la línea, se pasa a la etapa de Operación. Ahí se produce normalmente, hasta que exista un cambio de formato (depende del plan de producción) o se cumplan las 56 horas de operación, donde se debe realizar un CIP. Cuando se haya cumplido el plan de producción de la semana, se para la línea, se cierra la producción y se realiza un CIP. Al terminar el CIP se realiza el aseo externo de la máquina y bandas transportadoras. Finalmente se tiene un mantenimiento para dejar en perfecto estado a la Llenadora.





**Figura 32:** Bomba COP



**Figura 33:** Pasteurizadora

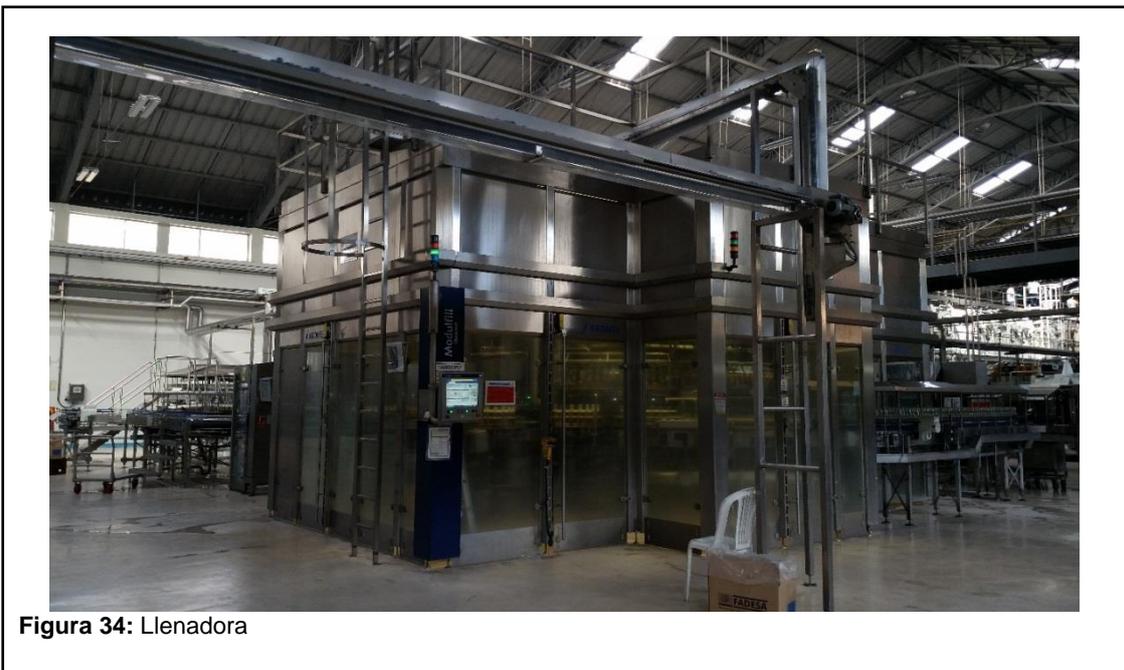


Figura 34: Llenadora

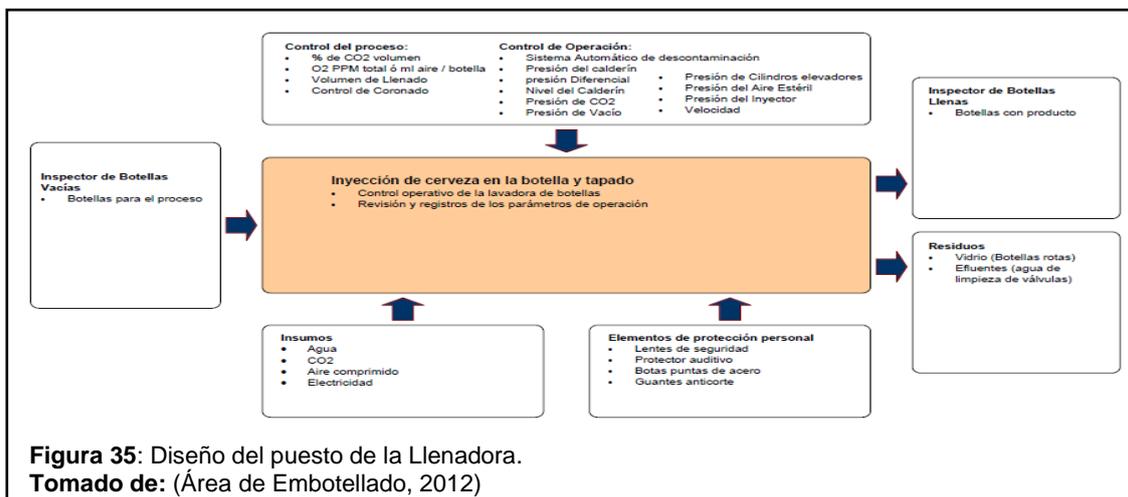
### 3.3.2.1. Inicio de producción

Este proceso se refiere a prender la máquina y comenzar a producir la primera botella a la velocidad de la línea. Dentro de este lapso de tiempo, se realizan diferentes actividades. La descripción se encuentra en el **Anexo 4.1**. Dentro del inicio, se encuentra el subproceso de Arranque. El cual se refiere a empezar a producir botellas con cerveza. El inicio de la producción se realiza una vez a la semana.

### 3.3.2.2. Operación

En este proceso, la línea produce de forma continua, trabajando todos los días de la semana, hasta el fin de la producción. Se realizan paradas para producir otro tipo de cerveza y para la limpieza necesaria, ya que se tiene que mantener inocuo el proceso. Por tal motivo se tienen tres subprocesos: Producción, Cambio de Formato y CIP. La descripción detallada se encuentra en el **Anexo 4.2**.

El diseño del puesto de trabajo (**Figura 35**) está compuesto por el proveedor, el cliente, la operación, los insumos, los residuos, los controles y el equipo de protección personal necesario. Este puesto de trabajo es el que se necesita para producir continuamente la línea.



### 3.3.2.3. Fin

Este proceso es donde se detiene la producción de cualquier cerveza. Dentro de este proceso se encuentra el subproceso de Cierre. El cual se refiere a cortar por completo la producción. En el **Anexo 4.3** se describe detalladamente las actividades a realizar. Al igual que el inicio, el fin de producción se realiza una vez por semana.

### 3.3.3. Resultados del cuello de botella

El cuello de botella es la máquina pasteurizadora como se pudo determinar. Al realizar la descripción inicial del proceso y desglosando el mismo en tareas, se puede observar que la pasteurización es una operación paralela al flujo de las botellas. Además, el proveedor de cerveza de la llenadora es el pasteurizador; significa que al enfocarse en el proceso de llenado se va a dirigir también al pasteurizado.

A la hora de levantar la información para establecer el proceso de llenado, se encontraron divergencias. Los operarios conocen los subprocesos que se deben cumplir; sin embargo, cada llenador lo realiza de diferente forma. Lo que ocasiona que lleguen al mismo objetivo en un tiempo diferente.

Dentro de la llenadora se tienen tres procesos: Inicio, Operación y Fin. El Inicio es empezar a producir, mientras que el Fin es cortar por completo la producción. Los dos son relativamente opuestos.

El proceso de operación tiene tres subprocesos: Producción, Cambio de Formato y CIP. Los subprocesos de cambio de formato y CIP son un cierre y comienzo de producción. Por lo que se asemeja a una combinación de los procesos de Inicio y Fin. El subproceso de Producción es envasar las botellas, donde la mayor parte del tiempo el operador verifica que la máquina esté óptimas condiciones. En la **Tabla 25** se puede apreciar el porcentaje de utilización de la máquina y del operario. Concluyendo que en el Inicio, Fin y Cambio de formato o CIP, el operario tiene mayor intervención (**Figura 36**). Considerando lo mencionado anteriormente, se va a trabajar sobre las operaciones de Inicio y Fin; sabiendo que con ello se logra parte del Cambio de formato o CIP.

**Tabla 25:** Porcentaje de utilización de la Llenadora y del operario

	Inicio	Producción	CdF/CIP	Fin
Total de horas	4	8	2	2
Operación máquina	71%	100%	86%	62,5%
Operación hombre	20%	10%	26%	30%
Vigilar maquinaria	80%	90%	74%	70%
Representación en 8 horas	40%	10%	104%	120%

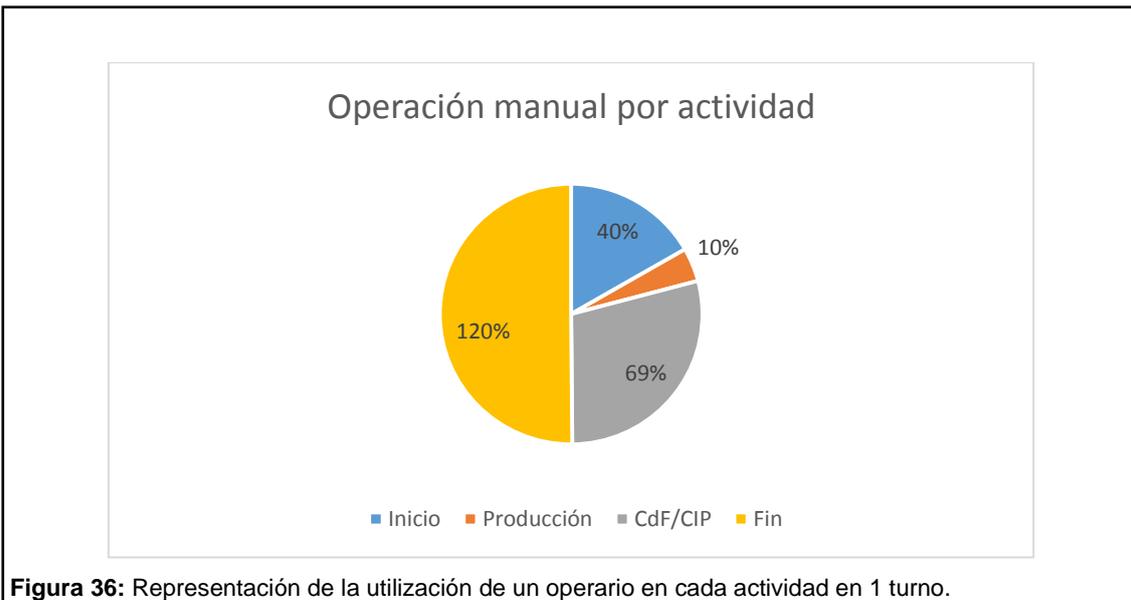


Figura 36: Representación de la utilización de un operario en cada actividad en 1 turno.

### 3.4. Resultados de la Situación Actual

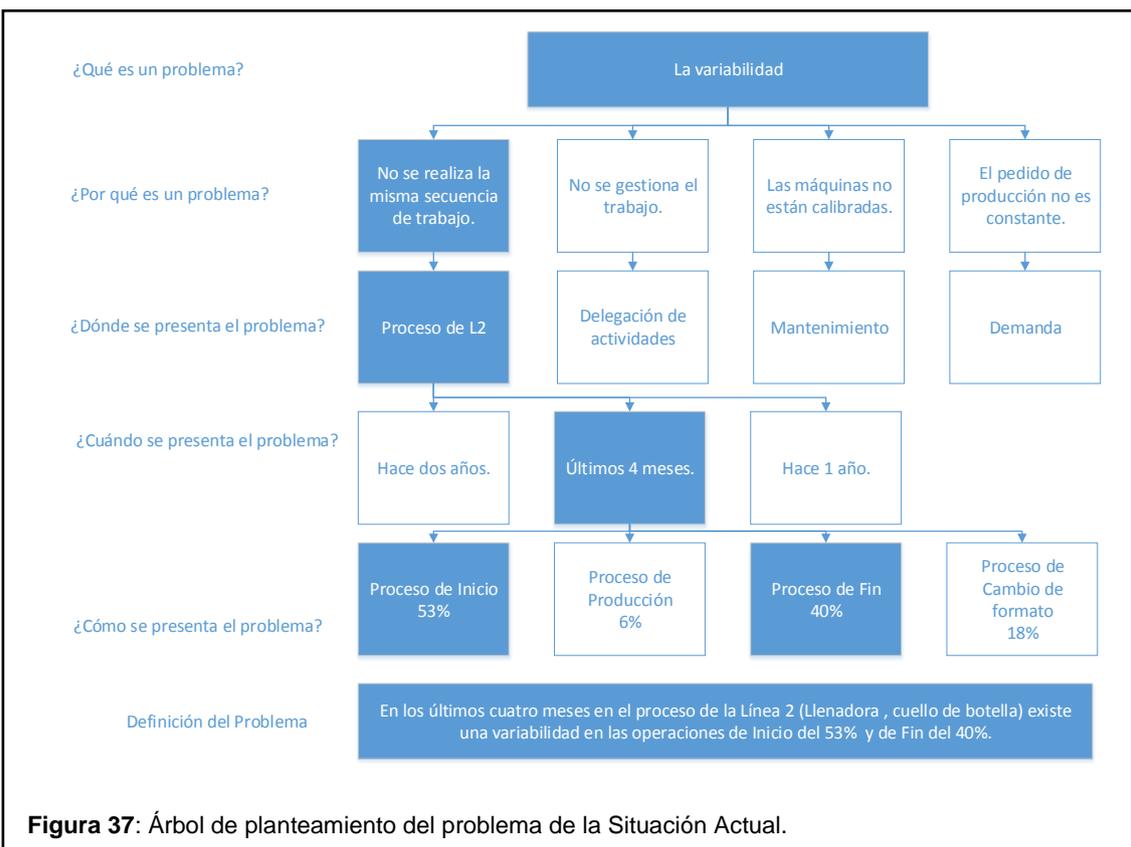


Figura 37: Árbol de planteamiento del problema de la Situación Actual.

En la **Figura 37** se puede observar la definición del problema de la situación actual. Obteniendo como resultado la intervención del proyecto en el proceso de Llenado en la Línea 2, en las operaciones de Inicio y Fin.

## 4. CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE MEJORA

### 4.1. Principales Hallazgos

El principal hallazgo es la variabilidad del proceso de Inicio y Fin en la Llenadora. Sabiendo eso se realizó un estudio de tiempos y movimientos (**Punto 2.8**) para localizar las diferencias en el proceso.

El número de observaciones para el estudio se determinó utilizando las tablas del **Punto 2.9**. Las variables que se deben conocer son: el tiempo de ciclo y el número de veces que se realiza la actividad cada año. El proceso de Inicio se realiza una vez a la semana durante todo el año, con un tiempo de ciclo de alrededor de 4 horas. El proceso de Fin se realiza, igual que el de Inicio con un tiempo de ciclo de alrededor de 2 horas. Por lo que los dos procesos se realizan 52 veces al año.

En la tabla de WestinHouse se puede verificar que con un tiempo de ciclo de más de una hora y con menos de 1000 operaciones por año se debe realizar dos muestras. Mientras que, guiándonos por la tabla de General Electric se debe realizar 3 muestras. Se va a tomar tres muestras para los procesos de Inicio y de Fin.

#### 4.1.1. Proceso de Inicio

Se realizaron las tres muestras definidas anteriormente, se levantó la información y se representó en diagramas Hombre-Máquina (**Punto 2.3.4**), dichos diagramas se los puede observar en el **Anexo 5**. El resumen de los datos tomados se los puede ver en la **Tabla 26**.

**Tabla 26:** Resumen de Estudio de Tiempos Inicio

Número	Inicio 1	Inicio 2	Inicio 3
Grupo	Grupo B	Grupo E	Grupo D
Turno	2do	2do	2do
Día	Lunes	Lunes	Lunes
Hora:	12:00 AM	5:00 AM	4:00 AM
Operario:	Llenador	Llenador	Ex-Llenador
Tiempo total	4:31:23	3:27:32	4:51:13
Promedio	4:16:43		

#### 4.1.1.1. Hallazgos por Muestra

Se va a comenzar describiendo los hallazgos por cada muestra, los que se encontraron al levantar la información.

Tabla 27: Hallazgos por Muestra Inicio

Inicio	Observaciones	Efecto
1	No se terminó el CIP en el corte anterior.	Se forzó el reinicio de la Bomba CIP. Se puede dañar la máquina.
	No había presión suficiente en el variador.	No se podía Iniciar el CIP en la Pasteurizadora. Se retrasó el proceso.
	No había catolito para el CIP.	Se saltó el paso en la Bomba CIP. Puede generar una no conformidad con calidad.
	El mantenimiento de la Depaletizadora duró más de lo previsto.	Se tuvo que hacer los pasos de todo el proceso más lentos.
	Se dañó el coronador de la Llenadora.	Se retrasó el proceso.
	Se dañó la inspectora de botellas llenas.	Se retrasó el proceso.
2	No había presión suficiente en el variador.	No se podía Iniciar el CIP en la Pasteurizadora. Se retrasó el proceso.
	No había catolito para el CIP.	Se saltó el paso en la Bomba CIP. Puede generar una no conformidad con calidad.
	Las llaves de los codos no estaban abiertas.	No se estaba realizando el CIP en la Llenadora. Se retrasó el proceso.
	El analista de calidad no contestó.	No se tomaron muestras de calidad del CIP. Se pudo tener una no conformidad de calidad.
	Se dañó una banda transportadora anterior a la Llenadora.	No se podía transportar las botellas vacías a la Llenadora. Se retrasó el proceso.
	<b>SE SALTARON PASOS DEL PROCESO EN AUTOMÁTICO.</b>	<b>EL TIEMPO DEL PROCESO ES MENOR.</b>
3	No había presión suficiente en el variador.	No se podía Iniciar el CIP en la Pasteurizadora. Se retrasó el proceso.
	Se dañó el coronador de la Llenadora.	Se retrasó el proceso.
	Se dañó la inspectora de botellas llenas.	Se retrasó el proceso.
	Se dañó la inspectora de botellas vacías.	Se retrasó el proceso.

#### 4.1.1.2. Hallazgos en conjunto

Luego de enunciar las observaciones de cada proceso de Inicio, se relacionan las muestras para sacar las similitudes y diferencias.

1. En la **Tabla 28** se puede observar el resumen de las actividades. Las acciones que están en comillas (“..”) son actividades específicas del proceso.

**Tabla 28:** Resumen de Actividades

	Inicio 1	Inicio 2	Inicio 3
Actividades en total	51	54	55
Actividades que no agregan valor	3	6	3
Actividades agregan valor	48	48	52
Actividades obligatorias que no se realizan	1	1	0

En la tabla anterior se puede observar que el número de actividades entre cada Inicio es diferente: la diferencia es de tres y cuatro actividades, respecto a la muestra 1.

Las actividades que se ejecutan y que no agregan valor, no se deberían realizar, son tres y seis para cada uno de los Inicios. En el **Anexo 5**, se pueden observar de color rojo. Dichas actividades son:

- “Arreglar el coronador”.
- “Revisar alarma de la Bomba CIP”.
- “Arreglar Inspeccionadora de Botellas Llenas”.
- “Solucionar problema en Pasteurizador”.
- “Revisar alarma Pasteurizador”.
- “Cancelar alarma del Pasteurizador”.

En el Inicio dos se realizan las seis actividades; mientras que en los otros dos, una mezcla de las mismas.

La actividad que no se ejecuta es “Realizar COP Manual”. Esta actividad es obligatoria a la hora de empezar a Producir, solo en una de las observaciones del proceso de Inicio se pudo observar; en el **Anexo 5.3**, se puede observar de color verde.

Las actividades que agregan valor son diferentes en cada Inicio, debido a que en el Inicio 3, mientras se ejecutaba la actividad “Realizar CIP”, se realizaron dos actividades: “Preparar Estrellas” y “Preparar COP Manual”; en el **Anexo 5.3**, se puede observar de color azul. Estas actividades no están descritas en el ITR; sin embargo, ayudan acelerar el proceso porque se anticipa tareas de las actividades: Colocar estrellas y COP Manual. Además, en el Inicio 3 se tuvo que “Sincronizar la Llenadora” (actividad que no se realizó en todos los Inicios) debido al mantenimiento de un componente principal de la máquina.

Tomando en cuenta estas tres actividades realizadas en el Inicio 3 y la actividad no realizada en los Inicios 1 y 2, se igualan las actividades que agregan valor.

Entre las actividades que agregan valor, se encuentran actividades que no se realizan en el mismo orden en todos los Inicios (**Tabla 29**). En el **Anexo 5**, se pueden observar de color amarillo.

**Tabla 29:** Secuencia de Actividades

Inicio 1	Inicio 2	Inicio3
“Realizar COP”	“Pedir agua”	“Pedir agua”
“Pedir agua”	“Pedir cerveza”	“Realizar COP”
“Pedir cerveza”	“Realizar COP”	“Realizar desinfección”
“Realizar desinfección”	-	“Pedir cerveza”

En la tabla anterior se puede observar como varía el orden de las actividades.

- No se tiene clara la responsabilidad de ciertas actividades dentro del proceso (**Tabla 30**). En el **Anexo 5**, se puede observar las responsabilidades encerradas en un círculo de color naranja.

**Tabla 30:** Responsabilidades confusas

Actividad	Responsable Teórico	Responsable Real
“Cargar sustancias COP”	Relevo	Llenador/Relevo
“Llamar analista”	Llenador	Llenador / Mecánico
“Prender variador”	Eléctrico	Llenador

- El proceso completo se retrasa cuando la Llenadora ya puede comenzar a trabajar, pero toda la línea aún no está lista. Lo que produce una pérdida de tiempo mayor al hacer esperar al cuello de botella. Esto sucede cuando se dan actividades que no agregan valor (arreglar máquinas) o cuando se retrasa el mantenimiento de una máquina de la línea.

#### 4.1.2. Proceso de Fin

Para el proceso de Fin, se procedió de la misma manera que en el Proceso de Inicio. Los diagramas Hombre-Máquina se pueden observar en el **Anexo 6**. El resumen de los datos se los puede ver en la **Tabla 31**.

**Tabla 31:** Resumen de estudio de tiempos de Fin

Número	Fin 1	Fin 2	Fin 3
Grupo	Grupo D	Grupo A	Grupo C
Turno	3ro	3ro	3ro
Día	Viernes	Sábado	Sábado
Hora:	9:00 PM	9:45 PM	9:00 PM
Operario:	Llenador	Llenador	Ex-Llenador
Tiempo total	2:56:23	2:38:23	2:08:34
Promedio	2:34:27		

#### 4.1.2.1. Hallazgos por cada muestra

Tabla 32: Hallazgos por cada muestra Fin

Fin	Observaciones	Efecto
1	Se embotelló toda la cerveza del buffer.	No hubo desperdicio de cerveza.
	Quedaron botellas sin llenar.	Se utilizó tiempo adicional para retirar las botellas vacías de la línea.
	El pedal de la Llenadora (herramienta para quitar botellas falsas) tuvo inconvenientes.	Se tomó más tiempos en realizar la actividad de Quitar las botellas falsas.
	No había catolito para realizar CIP.	Se tendría que saltar el paso para continuar el CIP. Se podrían generar defectos de calidad.
2	Las botellas se acabaron primero.	Se tuvo desperdicio de cerveza.
	No se drenaba la cerveza automáticamente de la Llenadora y Pasteurizadora.	Se perdió tiempo en tratar de drenar automáticamente.
	Se drenó manualmente.	Se desactivó las opciones automáticas. Se puede dañar la máquina.
3	Las botellas se acabaron primero.	Se tuvo desperdicio de cerveza.
	La pedalera de la Llenadora se traba.	Se tomó más tiempos en realizar la actividad de Quitar las botellas falsas.
	No había catolito para realizar el CIP.	Se tendría que saltar el paso para continuar el CIP. Se podrían generar defectos de calidad.

#### 4.1.2.2. Hallazgos en conjunto

1. A la hora de realizar el corte, los principales hallazgos fueron los desperdicios, tanto de cerveza cuanto de botellas vacías listas para envasar (reproceso). Este desperdicio no depende del Llenador, ya que él realiza la actividad de Fin de producción en el momento que se tenga un cierto número de botellas en la Lavadora. Este número de botellas depende del instante en que se termina de enviar cajas de la Depaletizadora. Este instante es determinado por el Líder. Cada Líder tiene su manera de determinar el momento justo para que no haya desperdicio de cerveza ni de botellas vacías. Dentro del proceso de Fin no se toma en cuenta este paso.
  
2. En la siguiente tabla se muestra el resumen de las actividades:

**Tabla 33:** Resumen de Actividades Fin

	Fin 1	Fin 2	Fin 3
Actividades en total	36	35	27
Actividades no agregan valor	1	1	0
Actividades agregan valor	35	34	27

Al igual que en el Inicio, el número total de actividades varía entre las tres muestras. La diferencia es de 1 y 9 actividades respecto al Fin 1.

En la primera muestra se realiza una actividad que no agrega valor: “Arreglar daño en la Llenadora”. Mientras que en la muestra dos, la actividad es “Reiniciar Llenadora”. En el **Anexo 6**, se puede observar las actividades de color rojo.

La variación de las actividades que agregan valor se debe a:

- a) Dentro del proceso de Fin se realizan actividades que se toman en cuenta en el proceso de Limpieza -en el **Anexo 6**, se pueden visualizar de color naranja- como:

- Retirar botellas vacías sobrantes.
- Barrer vidrios rotos de Llenadora.
- Limpiar con manguera Llenadora.
- Retirar tapas sobrantes.
- Limpiar merma.

Estas actividades se realizaron para ganar tiempo, mientras se realizaba otra actividad del proceso Fin.

b) Al terminar la producción no se realizaron actividades que agregan valor -en el **Anexo 6**, se puede visualizar de color azul- como:

- Llenar registro "OPERACIÓN DE ENVASADORA LÍNEA DOS".
- Llenar registro "CONTROL DE HL RECIBIDOS".

Debido a que ya se llenaron antes o porque fueron llenados por el Relevo.

#### **4.1.3. Resumen de los Principales Hallazgos**

- No se tiene la secuencia ni el número de actividades correctas para realizar el Proceso de Inicio.
- No se tiene claro las actividades, ni el número correcto para realizar el Proceso de Fin.
- No se tiene el método estándar para detener la producción en el Proceso de Fin de la Línea Dos.
- El proceso de Inicio y de Fin tiene retrasos debido a las actividades que no agregan valor y a los responsables teóricos.

#### **4.2. Propuesta de mejora**

1. Para enfrentar los hallazgos, se propone las siguientes actividades:

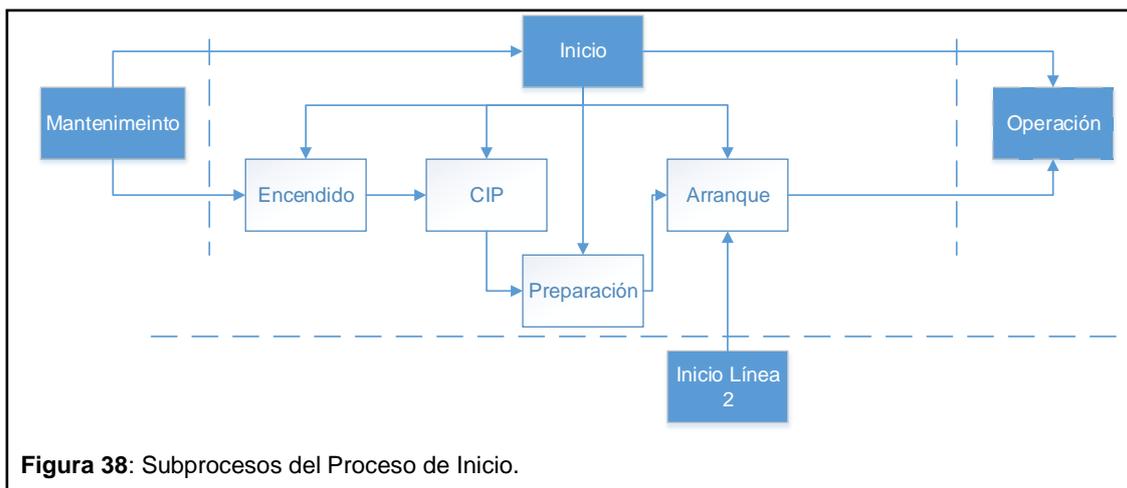
- Elaborar un Diagrama hombre-máquina con el número, secuencia y responsable de las actividades para los procesos de Inicio y Fin.

- Definir un Método estándar para Gestionar el Corte de la producción de la Línea Dos.
  - Solicitar la revisión de las actividades inherentes al proceso de mantenimiento planificado para la Línea Dos, debido a que se pudo constatar que existen demoras en su ejecución, que impactan en los niveles de embotellado.
2. Al momento de implementar las propuestas de mejora, se debería tomar en cuenta:
- Formalizar el apoyo de la gerencia de Embotellado para implementar las mejoras en el proceso.
  - Eventos de actualización de los procesos para los involucrados.
3. Para dar seguimiento a las mejoras implementadas se debería realizar:
- Plan de Auditorías de Seguimiento a las mejoras implementadas, el cual debería liderarlo la Gerencia de Embotellado.
  - Formatos de Control para los procesos de Inicio, de Fin y de Corte de producción de la Línea Dos.
4. Para capacitar nuevos Llenadores se va a realizar:
- Hojas Estándares de Trabajo, con los procesos de Inicio y de Fin.
  - Hojas de Elementos Estándar, para instruirlos en cómo realizar las actividades de los procesos de Inicio y de Fin.

#### **4.2.1 Solución a los Hallazgos encontrados**

##### **4.2.1.1 Proceso de Inicio**

Antes de realizar el diagrama Hombre-Máquina, se van a establecer los subprocesos (**Figura 38**) del proceso de Inicio. Con ello lograremos una mejor noción de dónde se encuentra nuestro proceso.



En la figura anterior se puede observar cuatro subprocesos: Encendido, CIP, Preparación y Arranque. El Encendido se contempla desde prender la Bomba CIP, el Pasteurizador y la Llenadora, hasta seleccionar el tipo de CIP a realizar en las tres máquinas. En el subproceso CIP, el Llenador alista los materiales para la Preparación, mientras las tres máquinas están realizando el CIP. La Preparación, se contempla desde la Finalización del CIP en la Pasteurizadora (el CIP continúa en la Llenadora), hasta que la Llenadora esté lista para arrancar. Estos son todos los subprocesos que se deben realizar para poder ingresar cerveza en las botellas vacías. El Arranque se contempla desde que ingresa la primera botella, hasta que se nivela la producción a la velocidad de la línea.

El diagrama Hombre-Máquina ideal se encuentra en el **Anexo 7**. En la **Tabla 34** se detalla un resumen de tiempos.

**Tabla 34:** Resumen de Tiempo de Inicio Estandarizado

Tiempo de Inicio Total	3:25:00
Tiempo de Encendido	0:10:00
Tiempo de CIP	1:55:00
Tiempo de Preparación	1:15:00
Tiempo de Arranque	0:05:00
<u>Tiempo de Inicio de la Línea</u>	1:45:00

El tiempo desde que se prende la Bomba CIP hasta que la Llenadora tenga la velocidad regular de la línea es de tres horas y media. Este tiempo es la suma de los tiempos de los subprocesos.

El último tiempo de la tabla es el tiempo del proceso de Inicio de la Línea, es el tiempo en que se debe iniciar a Depaletizar las estibas para comenzar la producción en la Línea, este tiempo es de una hora y 45 minutos a partir de la Energización de la Bomba CIP o, se puede realizar cuando se ejecuta la operación de “Llamar al analista” -en el **Anexo 7**, se puede observar de color morado esta operación- en el subproceso CIP.

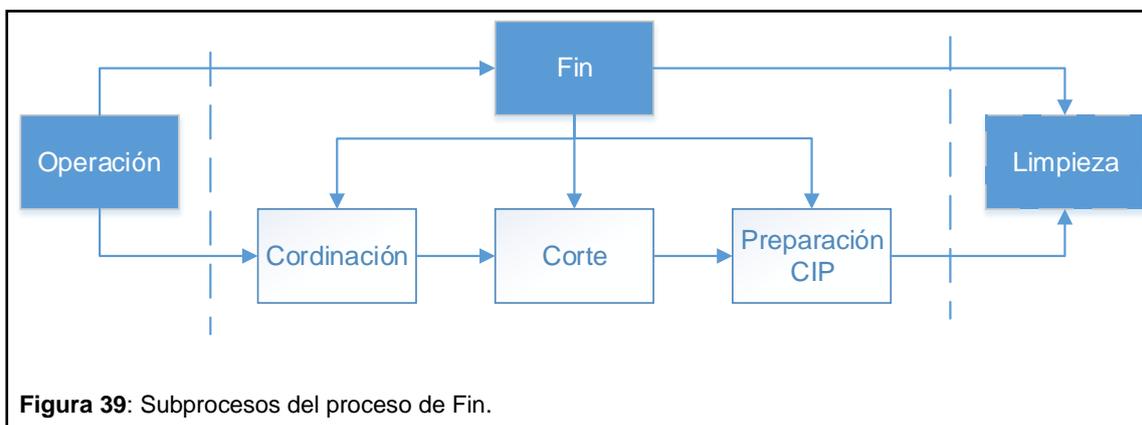
En la **Tabla 35** se establecen los responsables de las entradas del proceso de Inicio. Se describen las entradas del proceso, que son los suministros que las máquinas necesitan para que funcionen. El responsable fijo es la persona que en situaciones regulares se encarga de cada entrada especificada. Mientras que, el responsable ocasional es el encargado de las entradas en condiciones irregulares. Las situaciones regulares son cuando todos los operadores están presentes y cuando se realiza el Inicio en horas del turno. En cambio, las irregulares son cuando se tiene que presentar el operario horas antes del turno. Estos cambios de responsable se notificarán en el Evento de actualización del proceso.

**Tabla 35:** Responsabilidad de entradas del proceso Inicio

ENTRADA	OPERACIÓN	RESPONSABLE FIJO	RESPONSABLE OCASIONAL
<b>ELECTRICIDAD</b>	Encender	Electricista	Llenador
<b>PRESIÓN DEL VARIADOR</b>	Prender	Electricista	Llenador
<b>AGUA</b>	Abrir válvula	Mecánico	Llenador
<b>AIRE</b>	Abrir válvula	Mecánico	Llenador
<b>VAPOR</b>	Abrir válvula	Mecánico	Llenador
<b>QUÍMICOS CIP</b>	Revisar existencia	Llenador	Grupo Anterior
<b>QUÍMICOS COP</b>	Revisar existencia	Relevo	Llenador
<b>BOTELLAS FALSAS (PUNTO 2.10.9)</b>	Quitar	Llenador con Mecánico	Llenador
<b>TAPAS</b>	Colocar	Llenador	Relevo

#### 4.2.1.2 Proceso Fin

Al igual que el Proceso de Inicio se establece los subprocessos del proceso de Fin. Los cuales se encuentran en la **Figura 39**.



Como se ve en la figura anterior se tiene tres subprocessos: Coordinación, Corte y CIP. La Coordinación se refiere a monitorear el momento en que se debe pedir el agua a Elaboración. Este subprocesso se contempla desde la mitad del Lavado de las últimas botellas hasta que se pide el agua -en el **Anexo 8**, se puede observar este comienzo en un círculo de color naranja-. El Corte es la finalización de la producción tanto en la Pasteurizadora como en la Llenadora. Y, por último, la Preparación CIP es alistar la Llenadora y Pasteurizadora para empezar el CIP, incluyendo la selección de dicha operación.

El diagrama Hombre-Máquina se encuentra en el **Anexo 8**. Los resultados de los tiempos son:

**Tabla 36:** Resultados del tiempo estandarizado de Fin

<b>Tiempo Total Fin</b>	<b>1:21:00</b>
Coordinación	0:24:00
Corte	0:25:00
Preparación CIP	0:32:00

El tiempo total desde que se empieza a Coordinar el corte de la producción hasta que se Selecciona el CIP en la Llenadora es de una hora y 21 minutos. La suma de los subprocesos es el total de todo el proceso.

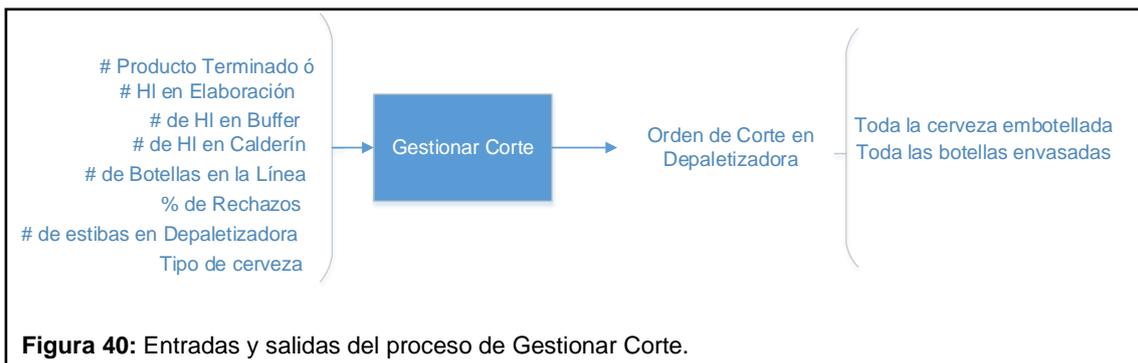
El concepto de la **Tabla 37** es el mismo que el proceso de Inicio y al igual, los cambios se presentarán en el Evento de Actualización.

**Tabla 37:** Responsabilidad de las entradas del proceso Fin

<b>ENTRADA</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE FIJO</b>	<b>RESPONSABLE OCASIONAL</b>
<b>PRESIÓN DEL VARIADOR</b>	Verificar abastecimiento	Llenador	Mecánico
<b>AGUA</b>	Verificar abastecimiento	Llenador	Mecánico
<b>AIRE</b>	Verificar abastecimiento	Llenador	Mecánico
<b>VAPOR</b>	Verificar abastecimiento	Llenador	Mecánico
<b>QUÍMICOS CIP</b>	Revisar existencia	Llenador	Relevo
<b>BOTELLAS FALSAS</b>	Colocar	Llenador con Mecánico	Llenador
<b>TAPAS</b>	Verificar abastecimiento	Llenador	Relevo
<b>CO2</b>	Verificar abastecimiento	Llenador	Mecánico

#### **4.1.2.3. Proceso para Gestionar el Corte de producción de la Línea 2.**

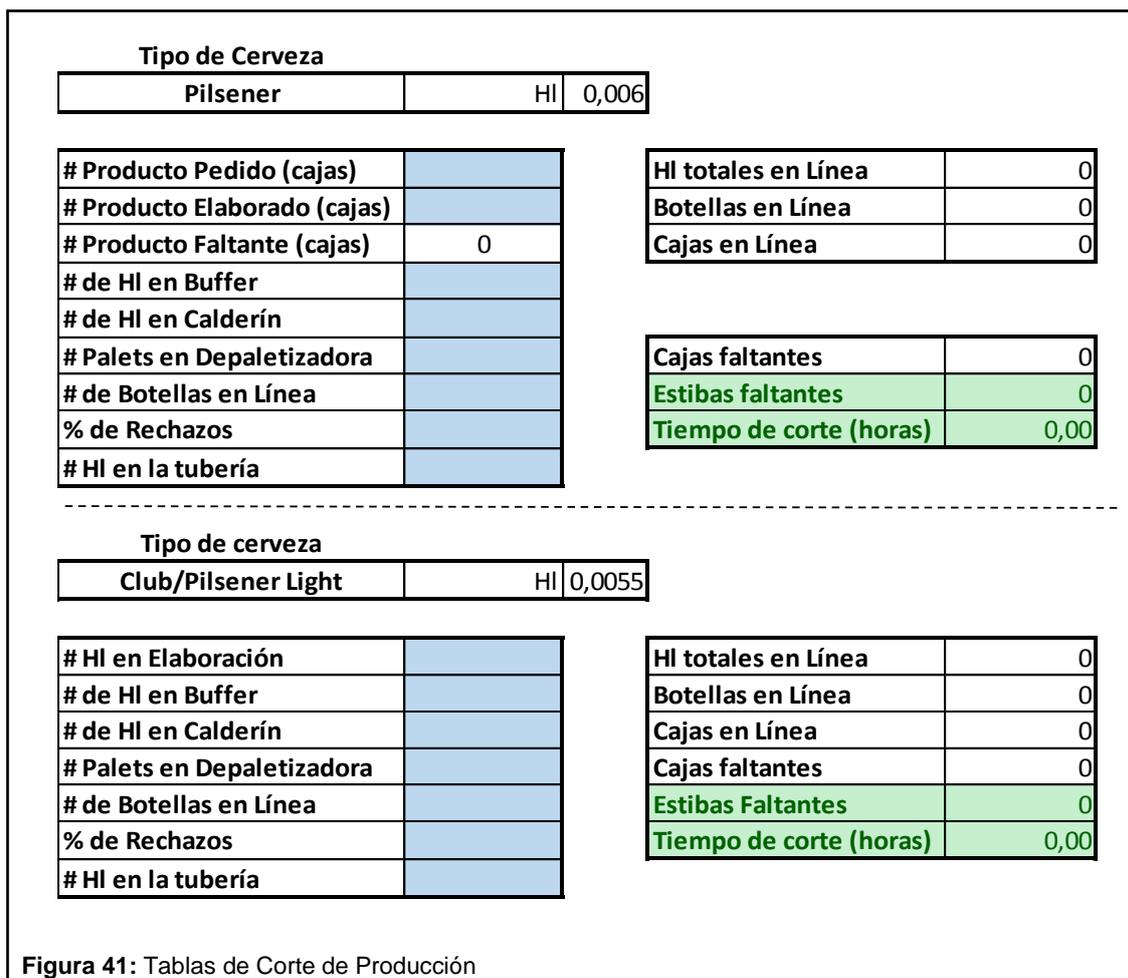
El proceso de Gestionar el Corte lo realiza directamente el Líder de cada grupo. Se trata de establecer el momento perfecto en que se debe parar la producción en la Depaletizadora, para que toda la cerveza sea envasada y que no sobren botellas vacías. El método que se va a establecer, define la forma de determinar ese momento.



En la **Figura 40**, se puede observar las entradas y salidas del proceso. La primera entrada tiene dos opciones; debido a que si es Pilsener se necesita el número de producto terminado, mientras que, si es Club o Pilsener Light se necesita el número de hectolitros provenientes del proceso de Elaboración. Las demás entradas del Proceso son iguales para los dos casos: ingresan todos los datos, se ejecuta el proceso, y se obtiene la salida: número de estibas que faltan para cumplir el plan de producción. Dado este dato se pide al Depaletizador que termine de enviar estibas, esta es la Orden de Corte.

#### **Método para Gestionar Corte:**

El método va hacer: Llenar una tabla en un archivo de Excel (**Figura 41**). Donde se tiene dos secciones, una para Pilsener y la otra para Pilsener Light o Club. El método consiste en colocar los datos de entrada especificados en la **Figura 40**. Se realiza una serie de conversiones automáticas para obtener: Número de estibas faltantes y tiempo que se demoraría en terminar la producción. Con estos datos se contacta al Depaletizador y se indica cuándo dejar de enviar estibas.



Los recuadros color azul de la figura anterior son los datos que el Líder debe colocar. Los cuadros color blanco y verde se calculan automáticamente, cabe aclarar, que los de color verde son los datos de salida, que llevarán al Líder a dar la Orden de Cortar la Producción.

Las conversiones automáticas son cálculos que se realizan en base a las entradas. El primer cálculo es el número de hectolitros en toda la línea de producción, sumando: los hectolitros del Buffer de la Pasteurizadora, del Calderín de la Llenadora y en la tubería de Elaboración. Este cálculo es igual para las dos tablas de Excel (Pilsener y Pilsener Light/Club).

Luego para Pilsener, se calcula el número de botellas que se encuentra en la línea. Para esto, se convierten los hectolitros sumados anteriormente en

botellas (sabiendo que una botella de Pilsener tiene 0,006 HI), más el número de botellas en la línea, que son 60 cuando toda la línea está llena. Se transforman las botellas en cajas –dividiendo para 12- ya que el plan de producción viene en cajas. Para saber las cajas faltantes, se restan del Número de producto faltante: las cajas en la línea y el número de estibas en la Depaletizadora. Agregando al cálculo, el porcentaje de rechazos de la Inspectoría. Este cálculo determina cuántas cajas se necesitan para cumplir con el plan de producción. Se divide para 72, lo que tiene una estiba y se tiene el número de estibas faltantes. Se multiplica este valor por la relación de la velocidad de la línea -45 000 botellas por hora- obteniendo así el tiempo de corte en horas de la Línea en la Depaletizadora.

Para Club o Pilsener Light, después de la suma de los hectolitros, se calcula las botellas en la Línea. Transformando el número de hectolitros en botellas (una botella tiene 0,0055 HI) más el número de botellas en la línea. Las cajas en la línea, se calculan dividiendo el número de botellas para 12. Las cajas faltantes resultan de: la transformación de hectolitros en Elaboración en cajas, menos las cajas en la línea y más el porcentaje de rechazos en la Inspectoría. Por último, se realiza el mismo cálculo que la Pilsener para las estibas faltantes y el tiempo de corte.

Para analizar de mejor forma el Método, se tiene un ejemplo:

#### 1. Datos de Entrada

Se van a producir 54 000 cajas de cerveza Pilsener. Transcurrido parte del día se tienen 27 000 embotelladas. Hay 40 HI en el Buffer, 15 en el Calderín y la tubería contiene 14,5 HI. El porcentaje de rechazos en la semana fue de 0.35%. La línea está llena en todas sus estaciones. Se ingresan los datos como se ve en la **Figura 42**.

Tipo de Cerveza	
Pilsener	HI 0,006

# Producto Pedido (cajas)	54000
# Producto Elaborado (cajas)	27000
# Producto Faltante (cajas)	27000
# de HI en Buffer	40
# de HI en Calderín	15
# Palets en Depaletizadora	3
# de Botellas en Línea	60
% de Rechazos	0,0035
# HI en la tubería	14,5

**Figura 42:** Tabla con entrada de Datos.

## 2. Cálculo del Método

En la **Figura 43** se obtiene el cálculo del momento de corte de producción. Resultando que faltan 363 estibas con un tiempo de 7 horas.

Tipo de Cerveza	
Pilsener	HI 0,006

# Producto Pedido (cajas)	54000
# Producto Elaborado (cajas)	27000
# Producto Faltante (cajas)	27000
# de HI en Buffer	40
# de HI en Calderín	15
# Palets en Depaletizadora	3
# de Botellas en Línea	60
% de Rechazos	0,0035
# HI en la tubería	14,5

HI totales en Línea	69,5
Botellas en Línea	11643
Cajas en Línea	970

Cajas faltantes	26118
<b>Estibas faltantes</b>	<b>363</b>
<b>Tiempo de corte (horas)</b>	<b>6,96</b>

**Figura 43:** Cálculo del momento de Corte.

Este documento se debe ir alimentando hora a hora por cualquier para en la Línea, o baja en el nivel de producción. Cuando en el "Tiempo de corte" diga 1 hora, se debe comunicar al Depaletizador cuantas estibas más colocar para realizar el Corte de Producción.

Los resultados de este método es la sincronización de los hectolitros de cerveza con la entrada de botellas vacías, para que al ingresar en la Llenadora no exista desperdicio. A la par, se estandariza para generar menos variabilidad en el corte.

#### 4.2.1.3 Solicitud para Mantenimiento

En el proceso de Inicio se tiene retrasos debido a dos causas. La primera, el mantenimiento planificado no se empieza a una hora específica y al ejecutarla no se predice el tiempo que se toma en realizar el mantenimiento. Lo que ocasiona que no estén listas las máquinas cuando la Llenadora ya lo está, esto genera esperas en el cuello de botella. La segunda es la revisión del correcto funcionamiento de las máquinas, esto solo se realiza a las máquinas que estaba planificado el mantenimiento. Las demás máquinas, bandas transportadoras y herramientas no se toman en cuenta hasta que tienen que iniciar sus funciones. Lo que puede producir es que por algún motivo no pueda realizar su operación y se quede estancada, parando la línea de producción. Por lo tanto, estos retrasos deben ser eliminados o reducidos para que no genere tiempos muertos.

Estos retrasos injustificados se solventan con tres peticiones claras:

**Tabla 38:** Solicitud para mantenimiento

<b>Solicitud</b>	<b>Responsable</b>	<b>Razón</b>
<b>Hora de Inicio</b>	Gerente de Embotellado	Para que todos los involucrados se ajusten a una hora específica.
<b>Mantenimiento planificado</b>	Jefe de Mantenimiento	Para que a la hora requerida las máquinas herramientas y bandas estén listas.
<b>Verificación de funcionamiento</b>	Operador de cada máquina.	Para que cuando se inicie no haya paras por impedimentos en las máquinas.

El Gerente debe establecer una Hora de Inicio para la Llenadora, a partir de ahí se tienen que ajustar las demás máquinas para no hacer esperar al cuello de

botella y cumplir con la hora establecida. La hora se podría cambiar siempre y cuando exista una justificación clara y precisa sobre el motivo; este generalmente se debe al mantenimiento que falta por realizarse. Por tal motivo, el segundo pedido es un Mantenimiento Planificado donde se establezca:

- Máquina a la que se va a realizar el mantenimiento.
- Tipo de mantenimiento: predictivo, preventivo, correctivo.
- Tareas que se van a realizar durante el mantenimiento.
- Responsable del mantenimiento.
- Tiempo aproximado que dura el mantenimiento.
- Herramientas necesarias para realizar el mantenimiento.
- Colaboración de operarios.
- Requerimiento de piezas.

El tercer pedido es una Verificación de funcionamiento de todas las máquinas, herramientas y bandas transportadoras (si no realizaron ajustes en el proceso de manteamiento) para asegurarse que no tengan ningún inconveniente a la hora de Arrancar. Cada operario tiene designado su máquina con su banda transportadora.

## **4.2.2 Recomendaciones al implementar**

### **4.2.2.1 Formalizar el apoyo de la Gerencia**

El requisito principal es que la Gerencia de Embotellado esté convencida que el trabajo realizado tiene ventajas competitivas. Necesita demostrar que está de acuerdo con todo lo elaborado. Entre sus compromisos debe:

- Estar presente en el Evento de Actualización de información.
- Atender y colaborar sobre cualquier imprevisto.
- Mostrar la importancia que tiene el Evento.
- Incentivar a los involucrados a que realicen los nuevos cambios.

#### 4.2.2.2. Evento de Actualización

##### 1. Antes del Evento

- Determinar grupo de colaboradores que deben participar en el evento. Entre ellos:
  - Gerente de Embotellado
  - Jefe de mantenimiento
  - Mecánico de la Llenadora
  - Los 5 líderes
  - Llenadores
  - Mecánicos de cada grupo
  - Eléctricos de cada grupo
- Instruir sobre el tema: Estandarización de procesos. Enfocándose en los beneficios, metodología y resultados.
- Establecer fecha lugar y hora donde realizará el Evento.

##### 2. Durante el Evento

- Indicar la situación actual de los procesos de Inicio y Fin y del método de Gestionar el Corte de producción.
- Mostrar los cambios realizados en los procesos de Inicio y Fin.
- Comunicar y delegar las responsabilidades dentro de los procesos.
- Capacitar a los líderes sobre el método de cómo se va a Gestionar el Corte.
- Proponer los requisitos necesarios para el Mantenimiento de la Línea y formular un método de Mantenimiento más óptimo.
- Acordar una colaboración mutua entre todos los involucrados.

##### 3. Después del Evento

- Documentar el Evento.
- Dar seguimiento a los cambios realizados.

### 4.2.3 Seguimiento

#### 4.2.3.1 Plan de Auditorías

El Plan de Auditorías consta del Programa de Auditorías y de la revisión de avance en las Reuniones de Mini-Negocios. El Programa de auditorías es un registro donde se establece el objetivo, alcance, responsable, cronograma y grado de cumplimiento de la propuesta de mejora.

#### 4.2.3.2 Formatos de Control

Los formatos de control se encuentran en el **Anexo 10**. Se basan en el control de los procesos de Inicio y Fin, con el objetivo de verificar el cumplimiento de las propuestas de mejora, observando el inicio de los tiempos de los subprocesos y detalles sobre las actividades. Estos formatos deben ser registrados por el Llenador -en el **Anexo 7 y 8**, se puede observar esta actividad de color rosado-; tomando en cuenta que no se agrega tiempo al proceso, sino se realiza la actividad cuando la Llenadora está realizando sus funciones. Además, se realizó un registro de Toma de Decisiones para los dos procesos (**Anexo 11**), Inicio y Fin, donde se justificaría el tiempo del proceso. Los formatos ayudarían a encontrar oportunidades de mejora. Cabe mencionar que, en el formato del proceso de Fin, se encuentra el control para el proceso de Gestionar Corte de producción.

#### 4.2.4 Capacitación de nuevos Llenadores

Las Hojas de Trabajo Estándar van a describir las actividades de los dos procesos (**Anexo 12**). Y, las Hojas de Elementos Estándar van a describir cómo se realizan dichas actividades (**Anexo 13**). Para las hojas de trabajo estandarizado se utilizó el Layout de la Línea Dos (**Anexo 14**).

## 5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

El análisis que se va a realizar determinará si el proyecto arroja beneficios, una vez se evalúen los costos e inversiones de ejecutar el proyecto, y las ganancias que con lleva realizarlo. Se estimará el impacto de la productividad en la Línea 2 y está productividad transformada en dinero para la organización.

### 5.1. Análisis de Productividad

El análisis de la productividad se va a realizar en la máquina Llenadora, obteniendo su OEE (**Punto 2.9**). Además del análisis de la eficiencia de la Línea 2.

#### 5.1.1. OEE Llenadora

##### 5.1.1.1. Actual

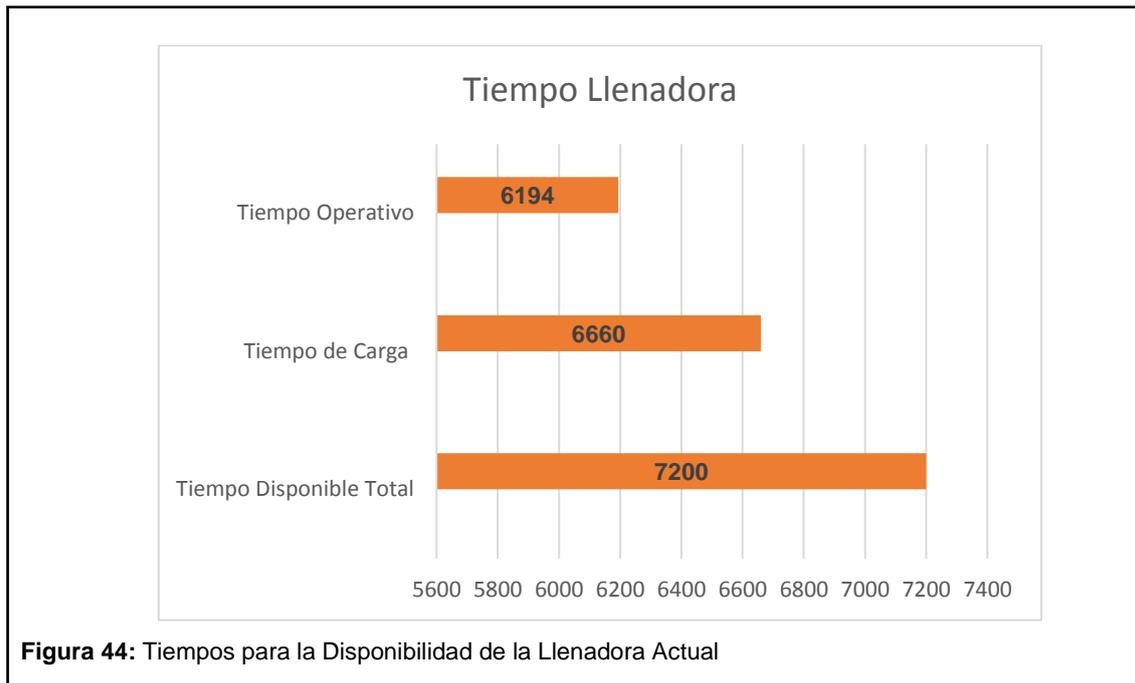
###### 1. Disponibilidad

Para determinar la disponibilidad, se tomó en cuenta una semana de trabajo, 7200 minutos. En la semana, se realizan tres cambios de formato de dos horas cada formato. Además, al arrancar se toma un tiempo promedio de 290 minutos. Estos datos se pueden observar en la **Tabla 39**.

**Tabla 39:** Datos para cálculo de Disponibilidad Actual

	<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Explicación</b>
<b>Tiempo Disponible Total</b>	7200	1 semana
<b>Tiempo de Carga</b>	6660	menos 3 cambios de formato de 2 horas c/u
<b>Tiempo Operativo</b>	6370	menos <i>Set up</i> = 290, menos cierre = 176

Para visualizar los tiempos se tiene:



$$Disponibilidad Actual = \frac{6194 \text{ tiempo producción}}{6660 \text{ tiempo planificado}} = 93\% \quad (\text{Ecuación 2})$$

## 2. Desempeño y Calidad

Los datos del desempeño y la calidad fueron otorgados por el equipo de mantenimiento del Área de Embotellado (Área de Mantenimiento, 2015).

- Desempeño = 99,98%
- Calidad = 99,65%

## 3. OEE

$$OEE Actual = Disponibilidad \times Desempeño \times Calidad \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$= 0,93 \times 0,9998 \times 0,9965 = 93\%$$

La OEE actual de la Llenadora es del 93%. El proyecto va ayudar a incrementar su nivel, aumentando el nivel de Disponibilidad de la máquina.

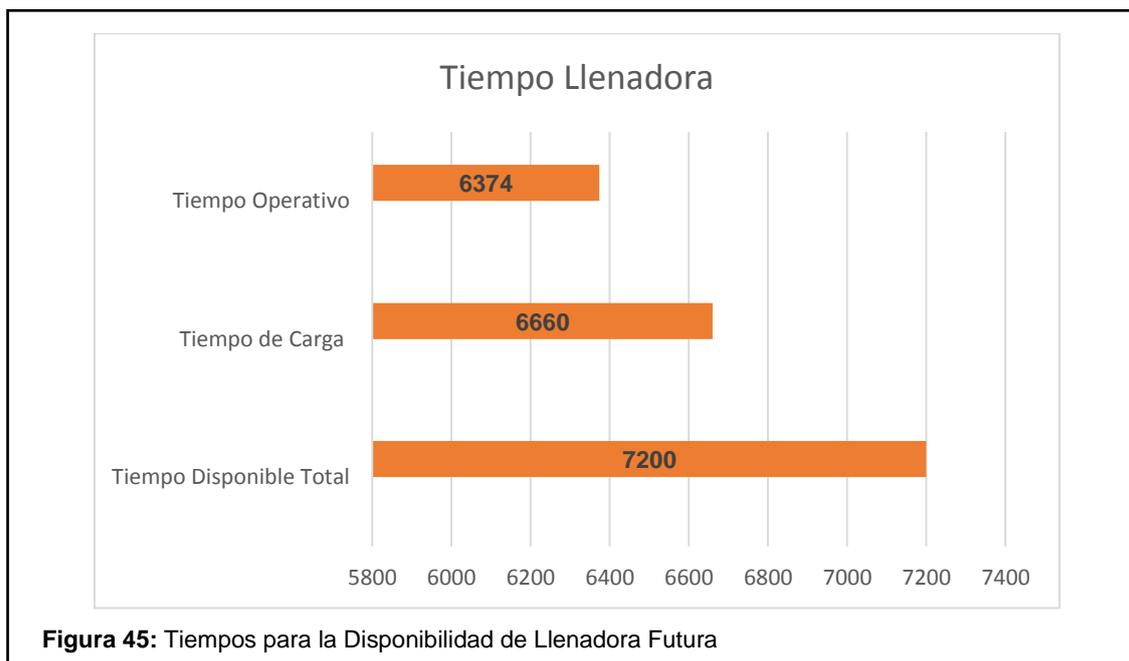
### 5.1.1.2. OEE Futuro

#### 1. Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad se va a proceder de la misma manera que en la OEE actual. La diferencia radica en que los tiempos de Set Up y Cierre se toma del proceso ya estandarizado. Obteniendo:

**Tabla 40:** Datos para el cálculo de Disponibilidad Futura

	<b>Tiempo (minutos)</b>	<b>Explicación</b>
<b>Tiempo Disponible Total</b>	7200	1 semana
<b>Tiempo de Carga</b>	6660	menos 3 cambios de formato de 2 horas c/u
<b>Tiempo Operativo</b>	6374	menos Set up = 205, menos cierre = 81



**Figura 45:** Tiempos para la Disponibilidad de Llenadora Futura

$$\text{Disponibilidad Futuro} = \frac{6\ 374 \text{ tiempo producción}}{6\ 660 \text{ tiempo planificado}} = 95,7\% \quad (\text{Ecuación 4})$$

#### 2. OEE

$$\begin{aligned} \text{OEE Futuro} &= \text{Disponibilidad} \times \text{Desempeño} \times \text{Calidad} && (\text{Ecuación 5}) \\ &= 0,957 \times 0,9998 \times 0,9965 = 95\% \end{aligned}$$

La OEE futuro sería del 95%, lo cual aumenta un 3% el nivel actual. Además, al tener 180 minutos más de producción, se realizarían 90 000 botellas llenas más a la semana, lo cual incrementaría los niveles de producción y ventas.

### 5.1.2. Productividad de la Línea 2

El índice de Productividad de la Línea 2, se va a considerar en los procesos de Inicio y de Fin.

#### 5.1.2.1 Productividad en el Proceso de Inicio

Como ya se conoce, cada semana se realiza el arranque de Línea; en este proceso, se debería producir 24 000 cajas de botellas llenas en un turno, lo que resulta trabajar a 36 000 botellas por hora. La producción real se tomó de los datos del Análisis de la Variabilidad del Inicio (**Anexo 3.2**).

**Tabla 41:** Productividad Proceso de Inicio

<b>Producción Teórica</b>	<b>Producción Real</b>	<b>Productividad</b>
288000	192672	67%
288000	152928	53%
288000	174312	61%
288000	18144	6%
288000	237600	83%
288000	302400	105%
288000	303924	106%
288000	21600	8%
288000	143424	50%
288000	313920	109%
288000	185760	65%
288000	172800	60%
288000	69120	24%
288000	316224	110%
288000	132192	46%
288000	291768	101%
<b>Promedio</b>	<b>189299</b>	<b>66%</b>

En la **Tabla 39**, se encuentra la producción teórica –multiplicando por 12 para convertir las cajas en botellas-, la producción real de los últimos cuatro meses y la productividad de cada proceso de Inicio. Hay que resaltar que en 5 datos la productividad es mayor al 100% debido a que se tuvo menos retrasos y se produjo en mayor cantidad. En promedio, en cada proceso de Inicio, se tiene una productividad del 66%, produciendo 189 299 botellas llenas.

### 5.1.2.2. Productividad en el proceso de Fin

El proceso Fin, se divide en Pilsener y Pilsener Light/Club, la orden de producción para Pilsener es de 27000 cajas, mientras que para Club/Pilsener Light se deben realizar 18000 cajas en el corte de producción. Lo cual da una velocidad de 40500 botellas por hora para Pilsener y 27000 botellas por hora para Club/Pilsener Light. En las siguientes tablas se presenta la producción teórica, real y la productividad.

**Tabla 42:** Productividad del proceso Fin de Pilsener

<b>Producción Teórica</b>	<b>Producción Real</b>	<b>Productividad</b>
324000	292032	90%
324000	334368	103%
324000	314076	97%
324000	326892	101%
324000	275616	85%
324000	300672	93%
324000	320724	99%
324000	316884	98%
<b>Promedio</b>	<b>310158</b>	<b>96%</b>

**Tabla 43:** Productividad del proceso Fin de Club/Pilsener Light

Producción Teórica	Producción Real	Productividad
216000	152088	70%
216000	150084	69%
216000	161688	75%
216000	98328	46%
216000	124128	57%
216000	181440	84%
216000	165336	77%
216000	111792	52%
<b>Promedio</b>	<b>143111</b>	<b>66%</b>

En promedio, la productividad del proceso de Fin en Pilsener es del 96%, mientras que en Club/Pilsener Light es del 66%, con una producción real de 310158 y 143111, respectivamente. Generalmente se produce en proporción el 60% de Pilsener y el 40% restante de Club/Pilsener Light. Por tal motivo para tener la productividad real del proceso de Fin, se debe realizar la proporción de los dos tipos de cerveza. Además, de la velocidad a la cual trabaja la línea en el proceso de Fin.

$$Productividad\ proceso\ Fin = 0.6(96\%) + 0.4(66\%) = 84\% \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$Velocidad\ proceso\ Fin = 0.6(40500) + 0.4(27000) = 35100 \quad (\text{Ecuación 7})$$

Entonces, la productividad total del proceso de Fin es del 84% a una velocidad de 35100 botellas por hora.

## 5.2 Estimación del Estado Futuro

### 5.2.1 Estimación del proceso de Inicio

Para estimar el estado futuro, se debe tener claro los datos que se van a evaluar. Estos datos se encuentran en la **Tabla 44**. Teniendo como resultado el Tiempo del proceso y la Productividad con sus respectivas variabilidades.

**Tabla 44:** Datos del estudio actual del proceso de Inicio

Promedio del tiempo del proceso (horas)	4,33 <b>(Tabla 26)</b>
Variabilidad de tiempo perdido	73% <b>(Tabla 13)</b>
Promedio de productividad	66% <b>(Tabla 41)</b>
Variabilidad de producción	53% <b>(Tabla 12)</b>
Tiempo de variabilidad del proceso	3,16 (variabilidad*promedio)
Productividad variable	35% (variabilidad*promedio)
<b>Tiempo Total del proceso (horas)</b>	<b>4,33 ± 3,16</b>
<b>Productividad Total del proceso</b>	<b>66% ± 35%</b>

En cuanto al Estado Futuro, se debe considerar que el tiempo del proceso estandarizado es de 3,15 horas. La variabilidad se daba por:

**Tabla 45:** Causas de Variabilidad del proceso de Inicio

Causas	Tiempo Actual	Mejora
<b>Actividades que no agregan valor</b>	0.15	Diagrama Hombre-Máquina
<b>Daño en maquinaria</b>	0.38	Solicitud de cambios en Mantenimiento
<b>Falta de insumos</b>	0.38	Responsabilidades especificadas
<b>Falta de un orden lógico</b>	0.58	Diagrama Hombre-Máquina

Para calcular el Tiempo Total del proceso y la Productividad Total del proceso Futuro se debe determinar:

**Tabla 46:** Datos para el cálculo de la estimación futura Inicio

Tiempo Total de demoras (horas)	suma del tiempo de las causas de variabilidad <b>(Tabla 45)</b> .
Consideración de la causa: Daño en maquinaria	la mejora propuesta para la causa es una petición, por lo que no se considera que se resolverá al 100% <b>(Tabla 45)</b> .
Tiempo Total de demoras reales (horas)	Tiempo total de demoras menos consideración de Daño de maquinaria
Tiempo de variabilidad sin demoras (horas)	Tiempo de variabilidad del proceso <b>(Tabla 44)</b> menos Total tiempo de demoras reales.
Variabilidad sin demoras	(Tiempo de variabilidad sin demoras x 100) / Promedio del tiempo del proceso <b>(Tabla 44)</b> .
Aumento de producción sin demoras (botellas)	Tiempo de demoras reales x Velocidad del proceso de Inicio.
Productividad sin demoras	(Promedio de productividad <b>(Tabla 44)</b> + Aumento de producción sin demoras) / Producción Teórica <b>(Tabla 41)</b> .

## Estimación:

**Tabla 47:** Cálculo de la estimación futura del proceso de Inicio

	<b>Cálculo</b>	<b>Valor</b>
Tiempo Total de demoras (horas)	$0,15+0,38+0,38+0,58$	1,49
Consideración de la causa: Daño en maquinaria	50%	0,19
Tiempo Total de demoras reales (horas)	$1,49 - 0,19$	1,3
Tiempo de variabilidad sin demoras (horas)	$3,16 - 1,30$	1,86
Variabilidad sin demoras	$(1,86 \times 100) / 4,33$	43%
Aumento de producción sin demoras (botellas)	$1,30 \times 36\ 000$	46 800
Productividad sin demoras	$(189299 + 46800) / 288000$	82%
<b>Tiempo Total del proceso (horas)</b>	$3,15 \pm 1,86$	
<b>Productividad Total del proceso</b>	$82\% \pm 28\%$	

En resumen, el tiempo del proceso se reduciría en 1,18 horas con una variabilidad del 43%, 30% menos que la variabilidad actual. La productividad subiría un 16% en el proceso de Inicio con una variabilidad del 28%.

### 5.2.2. Estimación del proceso de Fin

Para estimar el estado futuro, se debe tener claro los datos que se van a evaluar. Estos datos se encuentran en la **Tabla 48**. Teniendo como resultado el Tiempo del proceso y la Productividad con su respectiva variabilidad.

**Tabla 48:** Datos del estudio actual del proceso Fin

Promedio del tiempo del proceso (horas)	2,5
Variabilidad de tiempo perdido	78%
Promedio de productividad	84%
Variabilidad de producción	40%
Tiempo de variabilidad del proceso	1,98
Productividad variable	34%
<b>Tiempo Total del proceso (horas)</b>	<b><math>2,5 \pm 1,98</math></b>
<b>Productividad Total del proceso</b>	<b><math>84\% \pm 34\%</math></b>

En cuanto al estado futuro, se debe considerar que el tiempo del proceso estandarizado es de 1.30 horas. La variabilidad se daba por:

**Tabla 49:** Causas de Variabilidad del proceso Fin

Causas	Tiempo Actual	Mejora
Actividades que no agregan valor	0,72	Diagrama Hombre-Máquina, Método de Corte de producción
Falta de un orden lógico	0.72	Diagrama Hombre-Máquina

Para calcular el Tiempo Total del proceso y la Productividad Total del proceso Futuro se va a utilizar las mismas operaciones que en la **Tabla 46**, con la excepción de la Consideración de Daño de la maquinaria. Esta causa no se aplica para el proceso de Fin. Además, la velocidad del proceso de Fin es de 35100 botellas por hora.

### Estimación:

**Tabla 50:** Cálculo de la estimación futura del proceso de Fin

	Cálculo	Valor
Tiempo total de demoras (horas)	$0,72 + 0,72$	1,44
Tiempo total de demoras reales (horas)	$1,44 - 0$	1,44
Tiempo de variabilidad sin demoras (horas)	$1,98 - 1,44$	0,54
Variabilidad sin demoras	$(0,54 \times 100) / 2,5$	22%
Aumento de producción sin demoras (botellas)	$1,44 \times 35100$	50544
Productividad sin demoras Pilsener	$(310158 + 50544) / 324000$	111%
Productividad sin demoras Club/Pilsener Light	$(143111 + 50544) / 216000$	90%
Ponderación de Pilsener y Club/Pilsener Light	$(0,6 \times 1,11) + (0,4 \times 0,90)$	102%
<b>Tiempo Total del proceso (horas)</b>	$1.3 \pm 0.54$	
<b>Productividad Total del proceso</b>	$102\% \pm 19\%$	

En resumen, el tiempo del proceso se redujo en 0.80 horas con una variabilidad del 22%, 50% menos que la variabilidad actual. La productividad subió un 18% con una variabilidad del 19%.

### **5.3 Análisis Financiero**

El análisis financiero permite demostrar la rentabilidad que tiene el proyecto respecto a su inversión inicial y permite decidir si es factible realizarlo. La metodología principal para demostrar la rentabilidad del proyecto es calculando el valor presente (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR). Estos cálculos se realizan mediante la inversión inicial, los costos de producción y la depreciación; donde la inversión inicial se recupera a través de los años (Meza, 2016).

Para este proyecto, la inversión inicial es para consultoría y capacitaciones a los colaboradores; los cuales son recursos que no se deprecian. Además, este proyecto se considera un evento de mejora continua, lo cual significa que el retorno de beneficios no puede ser mayor a 3 meses, por lo que la inversión no se devuelve con los años sino inmediatamente (Lean Six Sigma Institute, 2014). Dadas estas pautas, la rentabilidad del proyecto no puede ser calculada mediante VPN y TIR, sino a través de indicadores financieros. Para este caso, los indicadores financieros son la rentabilidad de la empresa (ROI) y la rentabilidad del accionista (ROE). Estos indicadores demuestran cuánto se gana por cada dólar de la empresa o por cada dólar invertido. Si los indicadores son positivos significa que el proyecto es rentable (Urbina, 2013).

Entonces, para el análisis financiero del proyecto se va a realizar una comparación sin proyecto (estado actual) y con proyecto (implementación de mejoras). Además, de la evaluación del proyecto a través de indicadores financieros.

#### **5.3.1 Comparación Escenario Actual vs Escenario Propuesto**

La comparación del proyecto se va a realizar específicamente del proceso de Inicio y de Fin, que se realizan una vez a la semana en un turno de trabajo de ocho horas cada uno. La comparación es respecto al incremento de botellas

producidas en estos procesos. En la **Tabla 51**, se muestra los datos necesarios para la comparación del proyecto.

**Tabla 51:** Datos para la comparación

Aumento de la producción	
Proceso de Inicio	46800
Proceso de Fin	50544

Costo de producción	0,33
Precio de venta al público	0,66

<b>Inversión</b>	<b>\$ 7.000</b>
Consultoría	\$ 4.000
Capacitación completa	\$ 3.000

Proceso de Inicio

	Sin proyecto	Con proyecto
Producción	189299	236099
Ingresos por ventas	\$ 124.937	\$ 155.825
Costo de producción	\$ 62.469	\$ 77.913
Inversión	\$ -	\$ 3.500

Proceso de Fin

	Sin proyecto	Con proyecto
Producción Fin	310158	360702
Ingresos por ventas	\$ 204.704	\$ 238.063
Costo de producción	\$ 102.352	\$ 119.032
Inversión	\$ -	\$ 3.500

**Tabla 52:** Comparación del proyecto

	Dos procesos			Anual
	Sin proyecto	Con proyecto	Diferencial	Con proyecto
ingresos	\$ 329.642	\$ 393.889	\$ 64.247	3.340.846
costos	\$ 164.821	\$ 196.944	\$ 32.124	1.670.423
inversión		\$ 7.000	\$ 7.000	7.000
Utilidad	\$ 164.821	\$ 189.944	\$ 25.124	<b>1.306.423</b>

En la **Tabla 52**, se muestra cómo aumenta la utilidad al mejorar los procesos de Inicio y de Fin en casi \$190000. Al año se tendría un margen de utilidad de más de 1 millón de dólares. Se puede observar también, que en una semana la inversión está completamente cubierta.

### 5.3.2. Indicadores Financieros

En el **Anexo 15**, se encuentran los datos obtenidos de la Superintendencia de Compañías hasta el 2013. Se realizó una proyección (**Anexo 16**) para poder calcular con datos del 2015.

### 5.3.2.1. ROI

Cálculo del ROI:

$$ROI = \text{Rentabilidad Comercial} * \text{Rotación de Activos} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Dónde:

Rotación de Activos = eficiencia de la empresa en el uso de sus activos (**Anexo 16**).

$$\text{Rentabilidad Comercial} = \frac{\text{Resultado Neto Anual}}{\text{Ventas netas Anual}} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Resultado Neto Anual = utilidad neta del año (**Tabla 52**).

Ventas Netas Anuales = ingresos netos del año (**Tabla 52**).

**Tabla 53:** Cálculo del ROI

Resultado Neto Anual	1.306.423,04
Ventas netas Anuales	3.340.846,08
<b>Rentabilidad Comercial</b>	0,391045564
Rotación de Activos	2,29137019
<b>ROI</b>	<b>0,90</b>

El ROI es positivo y significa que, con el proyecto, por cada dólar que la empresa tenga en activos se gana 90 centavos. Lo cual es una ganancia para la organización.

### 5.3.2.2. ROE

Cálculo del ROE:

$$ROE = ROI * \text{Índice de apalancamiento} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Dónde:

Índice de apalancamiento = nivel de endeudamiento de acuerdo a sus activos (**Anexo 16**).

ROI (**Tabla 53**).

**Tabla 54:** Cálculo del ROE

ROI	0,90
Índice de apalancamiento	3,7724125
<b>ROE</b>	<b>3,38019533</b>

El ROE es positivo y significa que, con el proyecto, por cada dólar que el accionista invierta gana casi 4 dólares. Lo cual es una ganancia para el inversionista.

## 6. CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- La Línea 2 posee ocho estaciones de trabajo, las cuales cuentan con cuatro procesos generales: Arranque, Producción, Cambio de Formato y Corte. Al analizar la situación actual de cada uno de los procesos, se determinó que el Arranque y el Corte poseen una variabilidad alta del 53% y 39%, respectivamente.
- El cuello de botella, analizado por la misma empresa, es la estación Llenadora. Esta máquina cuenta con los cuatro procesos generales más un CIP. Al levantar la información de los procesos se obtuvo que en el Corte y en el Cambio de Formato -en porcentaje- el operario tiene mayores actividades que realizar; por lo tanto, hay mayor intervención humana. Se analizó las dos perspectivas, concluyendo el estudio profundo de los procesos de Arranque y Corte.
- Para analizar las oportunidades de mejora, se procedió a levantar los tiempos y las actividades de los procesos de Arranque y Corte. Se pudo observar que se tiene una secuencia diferente y tiempos variables. En el proceso de Arranque se tiene esperas por el Área de mantenimiento. Mientras que, en el proceso de Corte, se tiene desperdicio debido al paro de la producción en toda la Línea. Se encontró que la variabilidad de los procesos se debe a la falta de estándares en el trabajo.
- Se realizó Diagramas Hombre-Máquina, Hojas de Trabajo Estándar, Hojas de Elementos de Trabajo, un Método Estándar para el Paro de toda la Línea y una solicitud de Mantenimiento para solucionar las oportunidades de mejora propuestas.
- Las soluciones propuestas reducirían la variabilidad del proceso, obteniendo 28% y 19% para los procesos de Inicio y Fin,

respectivamente. Aumentarían la productividad en un 16% y 18%. Además, subiría en un 2% la eficiencia de la Llenadora. Con el proyecto se libera dos horas netas para producir botellas llenas lo que representa más de 1 millón de dólares al año.

- Los indicadores financieros resultaron positivos otorgando ganancias tanto para la organización como para los inversionistas. La empresa ganaría 90 centavos por cada dólar en sus activos. Mientras que, los accionistas casi 4 dólares por cada dólar invertido.

## **6.2 Recomendaciones**

- Implementar el proyecto en el Área de Embotellado en la Línea Dos en la Llenadora como una prueba piloto, evaluar los resultados y replicar en las demás máquinas, especialmente en la Etiquetadora y Llenadora para reducir a un mínimo la variabilidad y mejorar la eficiencia de la Línea.
- Revisar y mejorar los métodos, procedimientos y procesos que se tiene en el Área de Mantenimiento al intervenir en las máquinas de la Línea Dos para reducir los tiempos de espera por mantenimiento, reduciendo así la variabilidad en el tiempo de Inicio.
- Analizar las fórmulas del CIP que se realiza tanto en el Inicio como en el Fin, ya que se pudo observar que al saltarse pasos se obtiene el mismo resultado. Con esto se reduciría el tiempo de Inicio, Cambio de Formato y Fin.
- Implementar un sistema Andon para que el analista sepa cuando debe realizar el control de calidad de los procesos y así no interrumpir el trabajo del operario. Además, de un sistema Andon en la operación "Cambiar Codos" para que el operario no este parado viendo el programa.

- Implementar sistemas Kanban de reposición para las sustancias químicas del CIP y COP, con el objetivo de evitar exceso del material o falta en un proceso importante.

## REFERENCIAS

- Agudelo, L. y Escobar, J. (2010). *Gestión por procesos*. (5.<sup>a</sup> ed.). Medellín, Colombia: Kimpres.
- Área de Embotellado . (2015). *Desempeño Embotellado F16*. Cumbayá, Ecuador: Cervecería Nacional.
- Área de Embotellado. (2012.). *ITR Llenadora*. Cumbayá, Ecuador: Cervecería Nacional.
- Área de embotellado. (2015). *Indicadores KPIs por equipos*. Cumbayá, Ecuador: Cervecería Nacional.
- Área de Emotellado. (2012). *Instructivo de trabajo Envasadora*. Cumbayá, Ecuador: Cervecería Nacional.
- Área de Mantenimiento. (2015). *Eficiencias de las Máquinas Línea 2*. Cumbayá, Ecuador: Cervecería Nacional.
- Arvelo, Á. (1998). *La capacidad de los procesos industriales*. (2.<sup>a</sup> ed.). Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
- Beltrán, J. (2010). *Gestión de procesos la participación es la clave*. (3.<sup>a</sup> ed.). Santiago de Chile, Chile: 3R Editores.
- Cáceres, R. (2007). *Estadística aplicada a las ciencias de la salud*. (5.<sup>a</sup> ed.). Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos .
- Cervecería Nacional. (s.f.). *Cervecería Nacional*. Recuperado el 07 de junio de 2015 de <http://www.cervecerianacional.ec/>
- Definición.DE. (2015). *Definición de Curvas en V*. Recuperado el 7 de junio del 2015 de <http://definicion.de/taylorismo/>
- El comercio. (2014). *El ecuatoriano baja el consumo de licor, pero lo que más bebe es cerveza*. Quito, Ecuador: El Comercio.
- Fonseca, J. (2013). *Variabilidad de procesos*. Recuperado el 7 de junio del 2015 de <http://es.slideshare.net/JuanFonseca2/curso-trabajo-estandarizado-gerentes>
- García, R. (2012). *Estudio del trabajo*. (2.<sup>a</sup> ed.). Medellín, Colombia: Contacto gráfico LTDA.

- Gonzalez, L. (2014). *Media y Varianza*. Recuperado el 7 de junio del 2015 de <https://prezi.com/f1llgyoppus/copy-of-la-estandarizacion-de-procesos/>
- Gutiérrez, P. (2010). *Calidad Total y Productividad*. (4.<sup>a</sup> ed.). México D.F, México: Interamericana Editores.
- International Organization for Standardization. (2000). *ISO*. Recuperado el 7 de junio del 2015 <http://www.iso.org/iso/home.html>
- Krones. (2012). *Manual Llenadora*. Alemania: Krones.
- Lean Six Sigma Institute. (2014). (1.<sup>a</sup> ed.) *Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt*. Barcelona, España: Marge Books.
- Línea Dos. (2015). *Cumplimiento Embotellado F16*. cumbayá, Ecuador: Cervecería Nacional.
- Marta, S., Ricardo, M., y Laura, I. (2006). *Teoría y Práctica de la calidad*. (3.<sup>a</sup> ed.). Madrid, España: Thonsom Ediciones Paraninfo.
- Medina, O. (2010). *hispavista*. Recuperado el 5 de octubre del 2015 de <http://oszielmedina.blogspot.es/1273527350/>
- Meza, J. (2011). *Gestiopolis*. Recuperado el 4 de enero del 2016 de <http://www.gestiopolis.com/evaluacion-financiera-proyectos-proyeccion-precios-corrientes-constantess/>
- Moori, G. (2008). *Cronometraje Industrial*. Recuperado el 25 de septiembre del 2015 de <http://ucvvirtual.edu.pe/campus/HDVirtual/700439803/Semana%2008/7000503345/Presentaci%C3%B3n%20E.T%20Sesi%C3%B3n%2008.pdf>
- Meyers, F. (2000 ). *Movimientos* . (5.<sup>a</sup> ed.). Buenos Aires, Argentina: Prentice Hall.
- Niebel, W. (2004). *Ingeniería Industrial; Métodos, estándares y diseño del trabajo*. (7.<sup>a</sup> ed.). México D.F., México: Alfaomega.
- Superintendencia de compañías. (2014). *Datos monetarios*. Recuperado el 4 de enero del 2016 de [http://181.198.3.71/portal/cgibin/cognos.cgi?b\\_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Indicadores%27%5d%2f](http://181.198.3.71/portal/cgibin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=%2fcontent%2ffolder%5b%40name%3d%27Reportes%27%5d%2ffolder%5b%40name%3d%27Indicadores%27%5d%2f)

report%5b%40name%3d%27Indicadores%20Sector%20Empresa%27  
%5d&ui.name=ln

Toyota. (2000). *Toyota*. Recuperado el 15 de julio del 2015 de  
<http://www.toyota.com.ar/>

Universidad de las Américas. (2013). *Reglamento de Titulación*. Quito,  
Ecuador: Universidad de las Américas.

Urbina, G. (2013). *Evaluación de proyectos*. México DF, México: Mc Graw Hill.

Villegas, M. (2013). *Manual de procesos y procedimientos*. Quito, Ecuador:  
Editoriales Norma.

## **ANEXOS**

# Anexo 1. Formato de “Hoja de elementos de trabajo”

<i>Logo de la organización</i>			<i>Nombre de la SOS</i>				<i>Código del documento</i>			
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área					
					<i>Colocar el Área</i>					
<i>Nombre del elemento</i>	Preparación			 Operación Crítica	 Control de calidad	 Seguridad para el operador	 Contaminación	Elaborado por:		
				Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)		
Revisado por:			Aprobado por:							
Nombre:		Cargo:		Firma		Nombre:		Cargo:		Firma





Grupo de trabajo B																		
Arranque			Operación						Cambio de formato					Parada				
Fecha	T	Bp	Fecha	Tp	T	Producción	Bp	Fecha	Tp	T	Producción	Bp	Fecha	Tp	T	Producción	Bp	
18/05/2015 2T	3,72	192672	03/04/2015 3T	0	8	42552	340416	02/04/2015 3T	2,5	5,5	21836	120096						
29/06/2015 1T	0	303924	30/04/2015 2T	0,08	7,92	43636	345600	29/04/2015 2T	2,38	5,62	44947	252600						
			1/05/2015 2T	1,22	6,78	44984	304992	22/05/2015 2T	2,5	5,5	45871	252288						
			17/06/2015 1T	0,97	7,03	47194	331776	2/07/2015 1T	2,25	5,75	43747	251544						
			18/06/2015 1T	0,62	7,38	42498	313632	24/07/2015 2T	2,17	5,83	42712	249012						
			19/06/2015 1T	1,02	6,98	45428	317088	06/08/2015 3T	3,73	4,27	44833	191436						
			24/06/2015 2T	0,75	7,25	45643	330912											
			02/07/2015 1T	0,43	7,57	44969	340416											
			03/07/2015 1T	0,95	7,05	44977	317088											
			26/08/2015 1T	0,47	7,53	43143	324864											
			27/08/2015 1T	0,55	7,45	43142	321408											
			28/08/2015 1T	0,73	7,27	43141	313632											
	Media	248298				Media	325152				Media	219496				Media	0	
	Desviación	78667				Desviación	12711				Desviación	54290				Desviación	0	
	Variabilidad	32%				Variabilidad	4%				Variabilidad	25%				Variabilidad	0%	

Leyenda	
Tiempo Trabajado (horas)	T
Botellas producidas	Bp
Tiempo Parado (horas)	Tp

Grupo de Trabajo C																		
Arranque			Operación						Cambio de formato					Parada				
Fecha	T	Bp	Fecha	Tp	T	Producción	Bp	Fecha	Tp	T	Producción	Bp	Fecha	Tp	T	Producción	Bp	
09/06/2015 2T	7,6	18144	25/05/2015 3T	0,53	7,47	44993	336096	42125	3,8	4,2	47840	200928	02/05/2015 1T	1,55	6,45	45276,27907	292032	
22/07/2015 1T	0	313920	26/05/2015 3T	1,72	6,28	44989	282528	20/06/2015 2T	2,2	5,8	45784	265548	12/06/2015 2T	4,67	3,33	45070,27027	150084	
28/07/2015 2T	3,87	185760	27/05/2015 3T	0,97	7,03	44982	316224	06/07/2015 3T	3,73	4,27	44833	191436	27/06/2015 2T	4,42	3,58	45164,24581	161688	
31/07/2015 2T	3,97	172800	28/05/2015 3T	1,1	6,9	44953	310176	30/07/2015 2T	3,1	4,9	44963	220320	18/07/2015 3T	0,83	7,17	17312,13389	124128	
19/08/2015 2T	5,05	132192	11/06/2015 2T	0,3	7,7	44956	346164	20/08/2015 2T	2,38	5,62	37204	209088	15/08/2015 3T	5,5	2,5	44716,8	111792	
			16/07/2015 2T	0,78	7,22	44957	324588											
			17/07/2015 2T	0,7	7,3	44975	328320											
			18/07/2015 2T	0,5	7,5	44237	331776											
			01/08/2015 2T	0,83	7,17	42899	307584											
			03/08/2015 3T	0,82	7,18	43320	311040											
			04/08/2015 3T	0,57	7,43	45002	334368											
			05/08/2015 3T	0,95	7,05	44977	317088											
			07/08/2015 3T	1,37	6,63	44959	298080											
	Media	164563				Media	318772				Media	217464				Media	167945	
	Desviación	106432				Desviación	17315				Desviación	28902				Desviación	72161	
	Variabilidad	65%				Variabilidad	5%				Variabilidad	13%				Variabilidad	43%	

Leyenda	
Tiempo Trabajado (hora)	T
Botellas producidas	Bp
Tiempo Parado (horas)	Tp





## Anexo 3.2 Datos por cada Actividad

Número de Actividad	Actividad Arranque			Actividad Parada			Actividad CdF		
	Fecha	Producción	Tiempo Perdido	Fecha	Producción	Tiempo Perdido	Fecha	Producción	Tiempo Perdido
1	18/05/2015 2T	192672	3,72	02/05/2015 1T	292032	1,55	02/04/2015 3T	120096	2,5
2	25/05/2015 2T	152928	4,58	09/05/2015 3T	334368	0,58	29/04/2015 2T	252600	2,38
3	04/06/2015 2T	174312	4,2	29/05/2015 2T	152088	4,5	01/05/2015	200928	3,8
4	09/06/2015 2T	18144	7,6	06/06/2015 3T	314076	1	14/05/2015 3T	215004	3,23
5	16/06/2015 2T	237600	2,72	12/06/2015 2T	150084	4,67	22/05/2015 2T	252288	2,5
6	23/06/2015 3T	302400	0	20/06/2015 3T	326892	0,73	26/05/2015 1T	219936	3,18
7	29/06/2015 1T	303924	0	27/06/2015 2T	161688	4,42	27/05/2015 1T	189264	3,8
8	08/07/2015 1T	21600	3,2	03/07/2015 2T	275616	1,5	05/06/2015 2T	237456	2,73
9	15/07/2015 3T	143424	4,8	11/07/2015 1T	98328	5,5	11/06/2015 3T	200448	3,55
10	22/07/2015 1T	313920	0	18/07/2015 3T	124128	0,83	18/06/2015 3T	240192	2,67
11	28/07/2015 2T	185760	3,87	25/07/2015 2T	165336	4	20/06/2015 2T	265548	2,2
12	31/07/2015 2T	172800	3,97	31/07/2015 3T	300672	0,45	24/06/2015 3T	203664	3,5
13	03/08/2015 2T	69120	7,97	07/08/2015 1T	181440	3,97	30/06/2015 2T	172800	4
14	12/08/2015 2T	316224	0,98	15/08/2015 3T	111792	5,5	02/07/2015 1T	251544	2,25
15	19/08/2015 2T	132192	5,05	21/08/2015 1T	320724	0,83	03/07/2015 2T	275616	1,5
16	24/08/2015 3T	291768	1,25	28/08/2015 2T	316884	0,67	06/07/2015 3T	191436	3,73
17							08/07/2015 1T	180576	3,98
18							09/07/2015 1T	188124	3,82
19							10/07/2015 1T	184044	2,28
20							24/07/2015 2T	249012	2,17
21							25/07/2015 1T	165336	0,97
22							30/07/2015 2T	220320	3,1
23							04/08/2015 2T	221988	3
24							06/08/2015 3T	191436	3,73
25							10/08/2015 1T	256548	2,28
26							13/08/2015 2T	177744	3,95
27							20/08/2015 2T	209088	2,38
28							28/08/2015 2T	161820	4,33
Media muestral		189299	3,37		226634	2,54		221831	3,00
Desviación		99824	2,47		89463	1,98		32153	0,85
Variabilidad		52,73%	73,32%		39,47%	77,88%		14,49%	28,34%

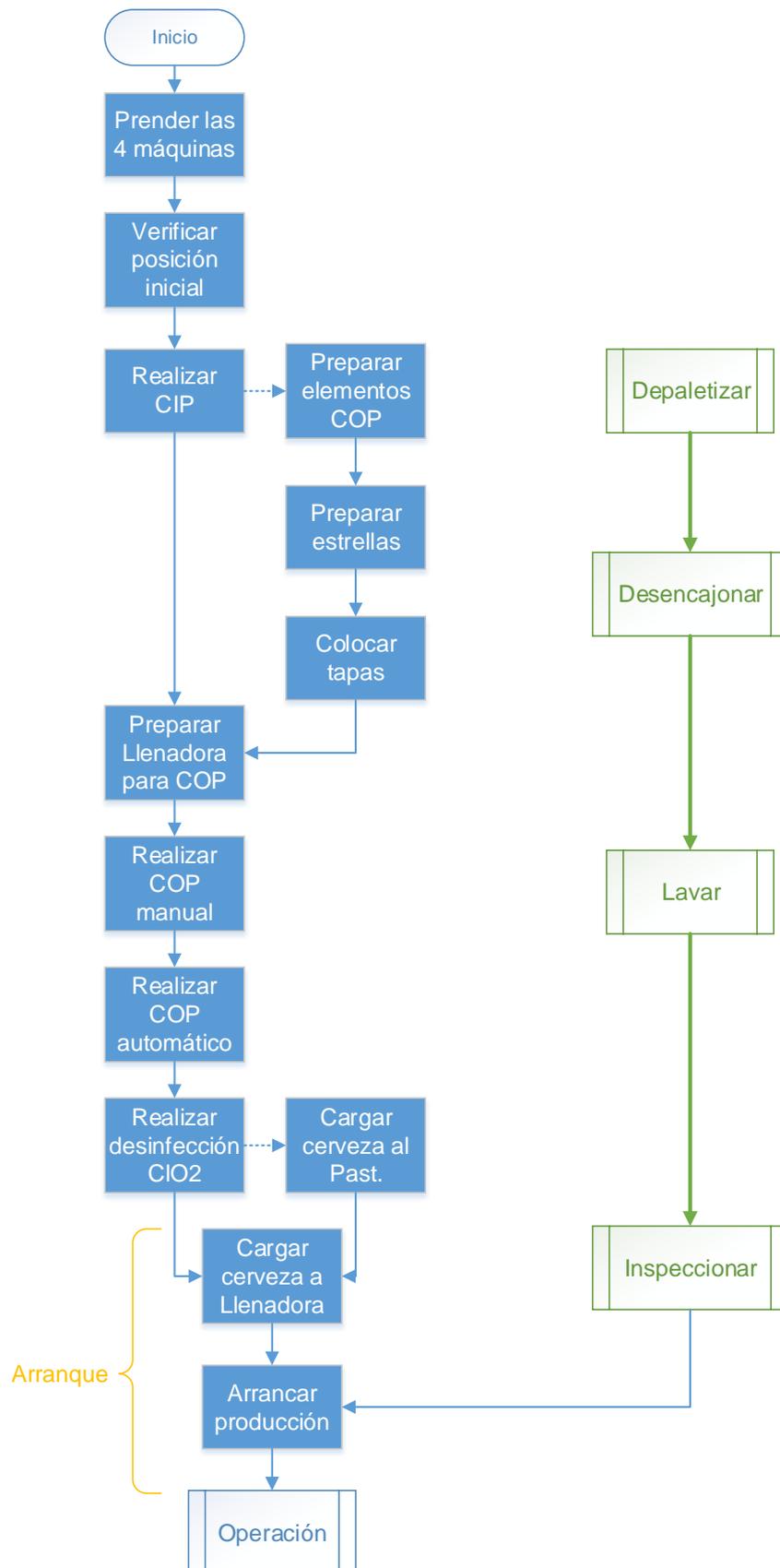
Anexo 3.3 Datos de Correlación

Correlación Producción vs Tiempo Perdido						
	Actividad Arranque		Actividad Parada		Actividad CdF	
	Producción	Tiempo Perdido	Producción	Tiempo Perdido	Producción	Tiempo Perdido
	302400	0	300672	0,45	165336	0,97
	303924	0	334368	0,58	275616	1,5
	313920	0	316884	0,67	249012	2,17
	316224	0,98	326892	0,73	265548	2,2
	291768	1,25	320724	0,83	251544	2,25
	237600	2,72	124128	0,83	256548	2,28
	21600	3,2	214076	1	184044	2,28
	192672	3,72	275616	1,5	252600	2,38
	185760	3,87	292032	1,55	209088	2,38
	172800	3,97	181440	3,97	120096	2,5
	174312	4,2	165336	4	252288	2,5
	152928	4,58	161688	4,42	120096	2,5
	143424	4,8	152088	4,5	240192	2,67
	132192	5,05	150084	4,67	237456	2,73
	18144	7,6	111792	5,5	221988	3
	69120	7,97	98328	5,5	220320	3,1
					219936	3,18
					215004	3,23
					203664	3,5
					200448	3,55
					191436	3,73
					191436	3,73
					200928	3,8
					189264	3,8
					188124	3,82
					177744	3,95
					180576	3,98
					172800	4
					161820	4,33
Coeficiente de Correlación						
Producción	1		1		1	
Tiempo Parado	-0,86949092	1	-0,84900204	1	-0,4596901	1

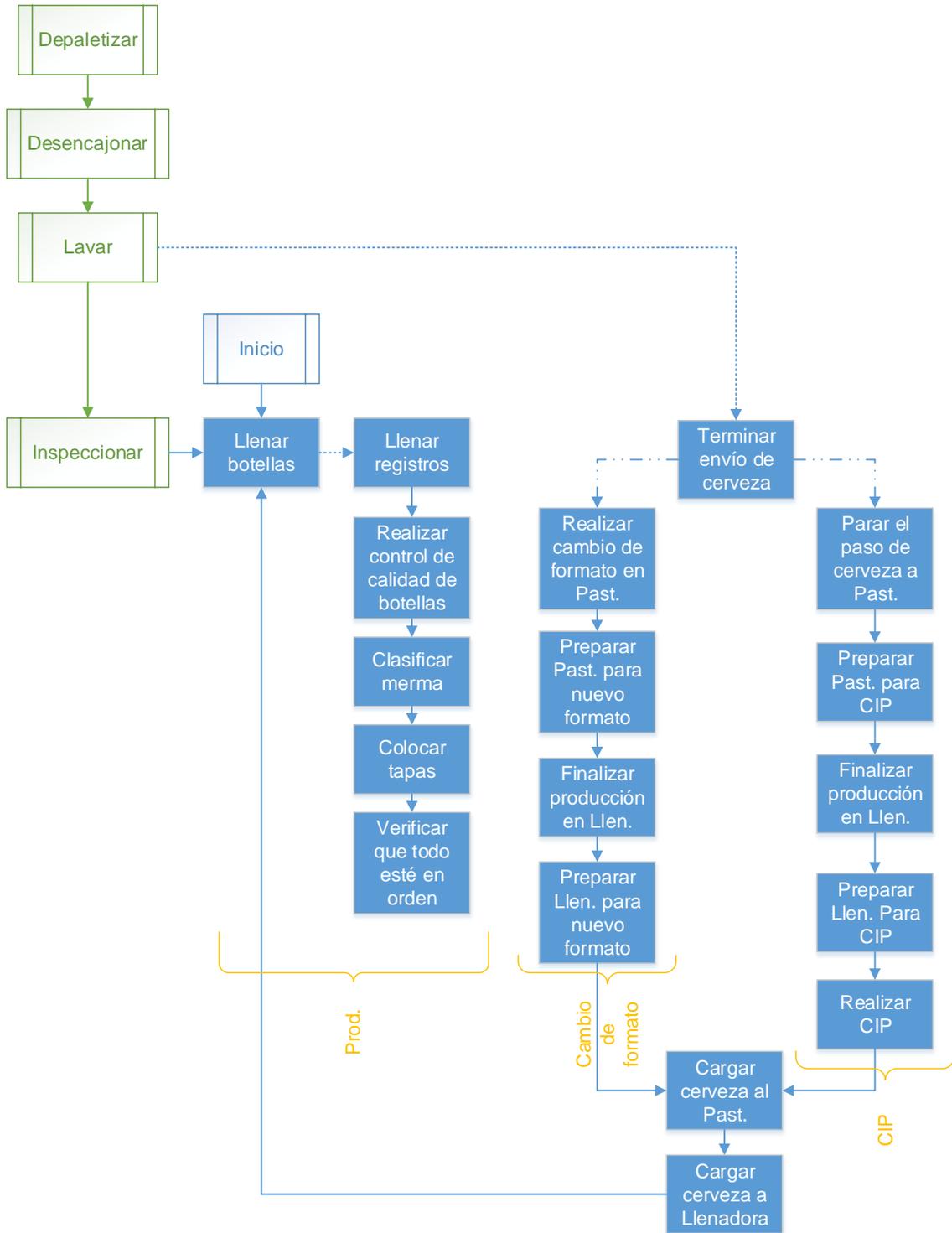
## Anexo 4. Flujogramas del macro proceso de Llenado

Simbología	Significado
	Proceso Paralelo
	Proceso Continuo
	Elemento del proceso
	Subproceso
	Unión continua
	A partir de ese proceso empieza el otro
	Se hace el uno o el otro
<p>Past.</p>	Pasteurizadora
<p>Llen.</p>	Llenadora

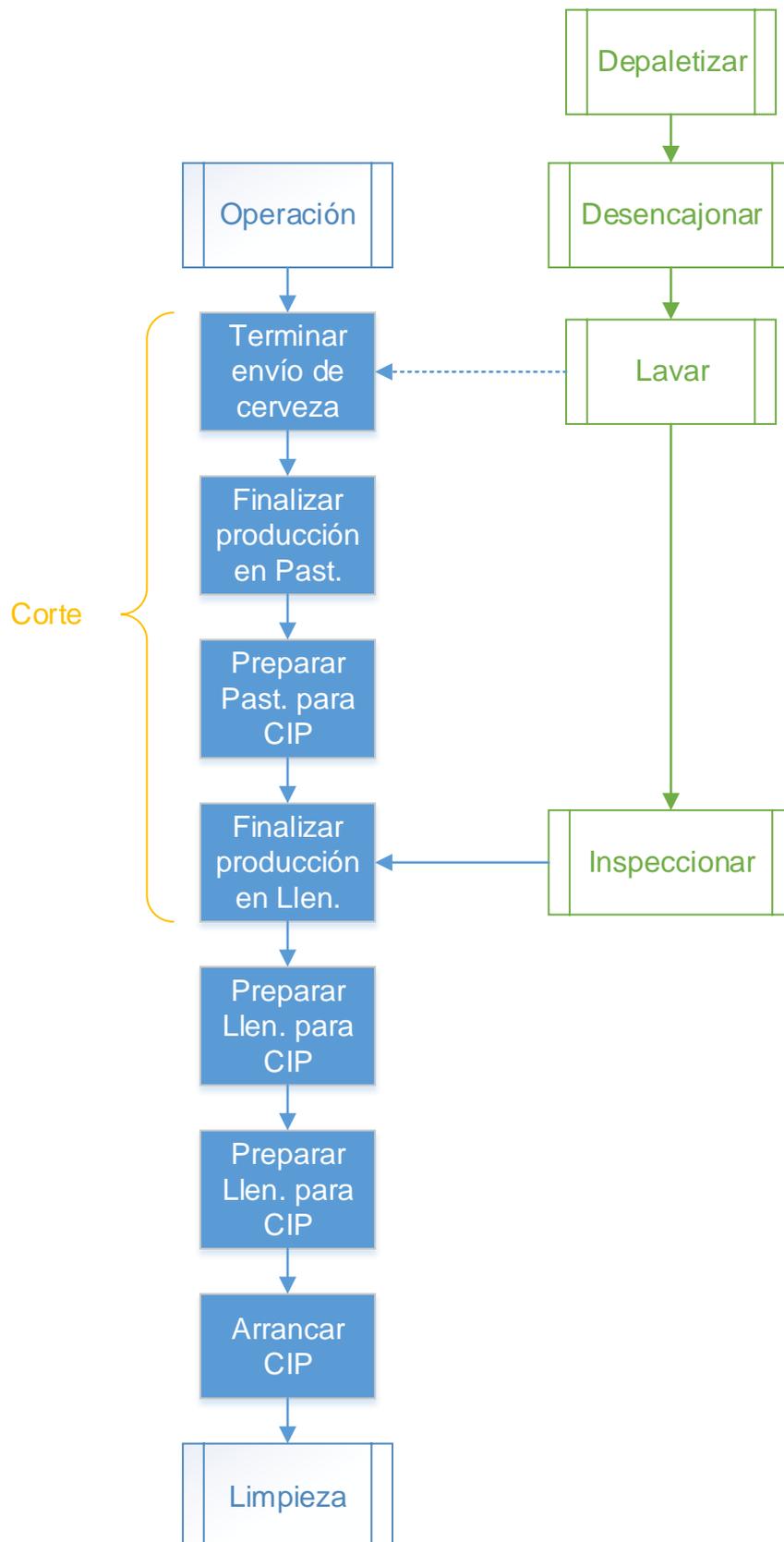
## Anexo 4.1 Flujo Inicio



## Anexo 4.2 Flujo Operación

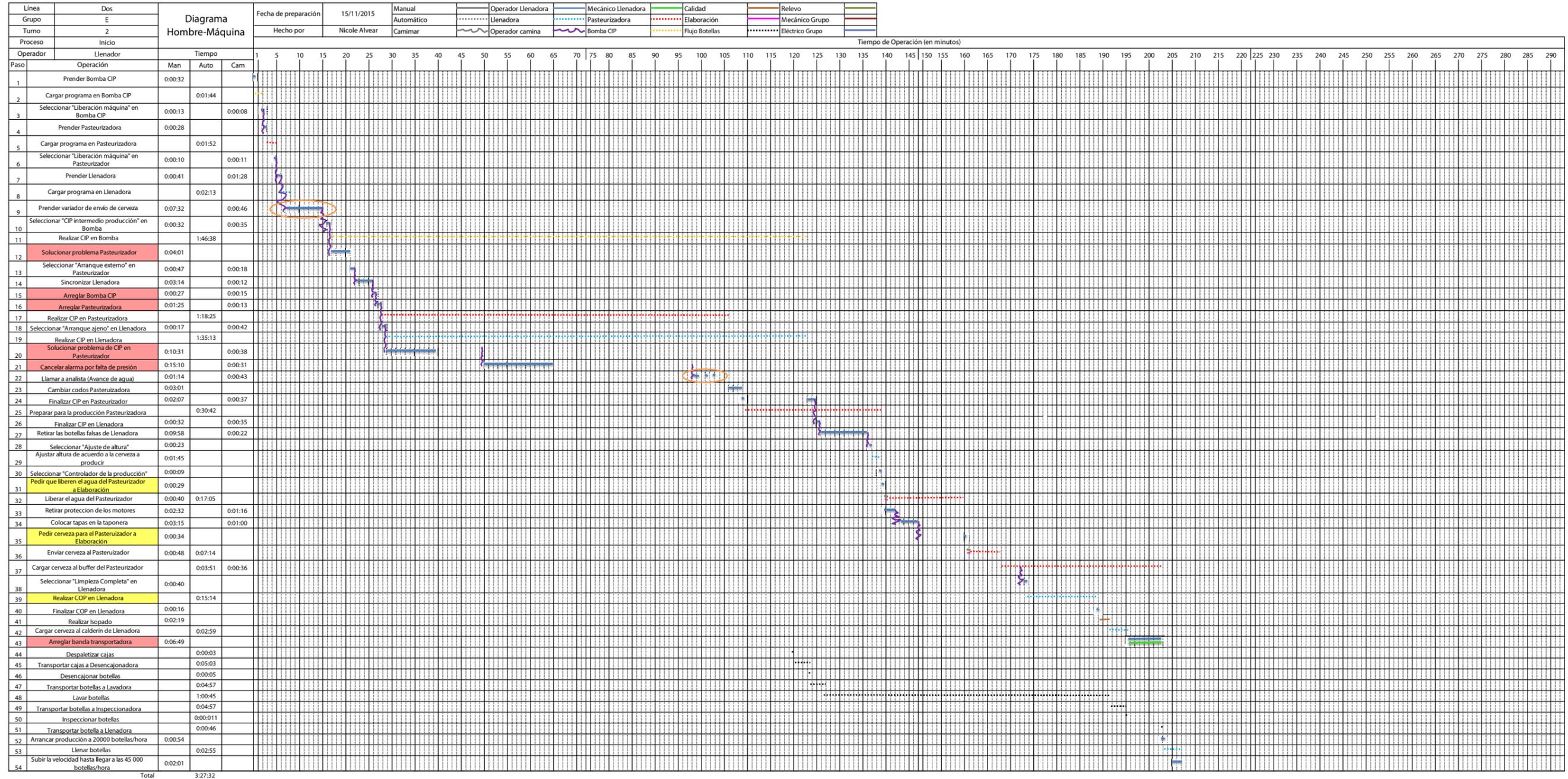


### Anexo 4.3 Flujo Fin

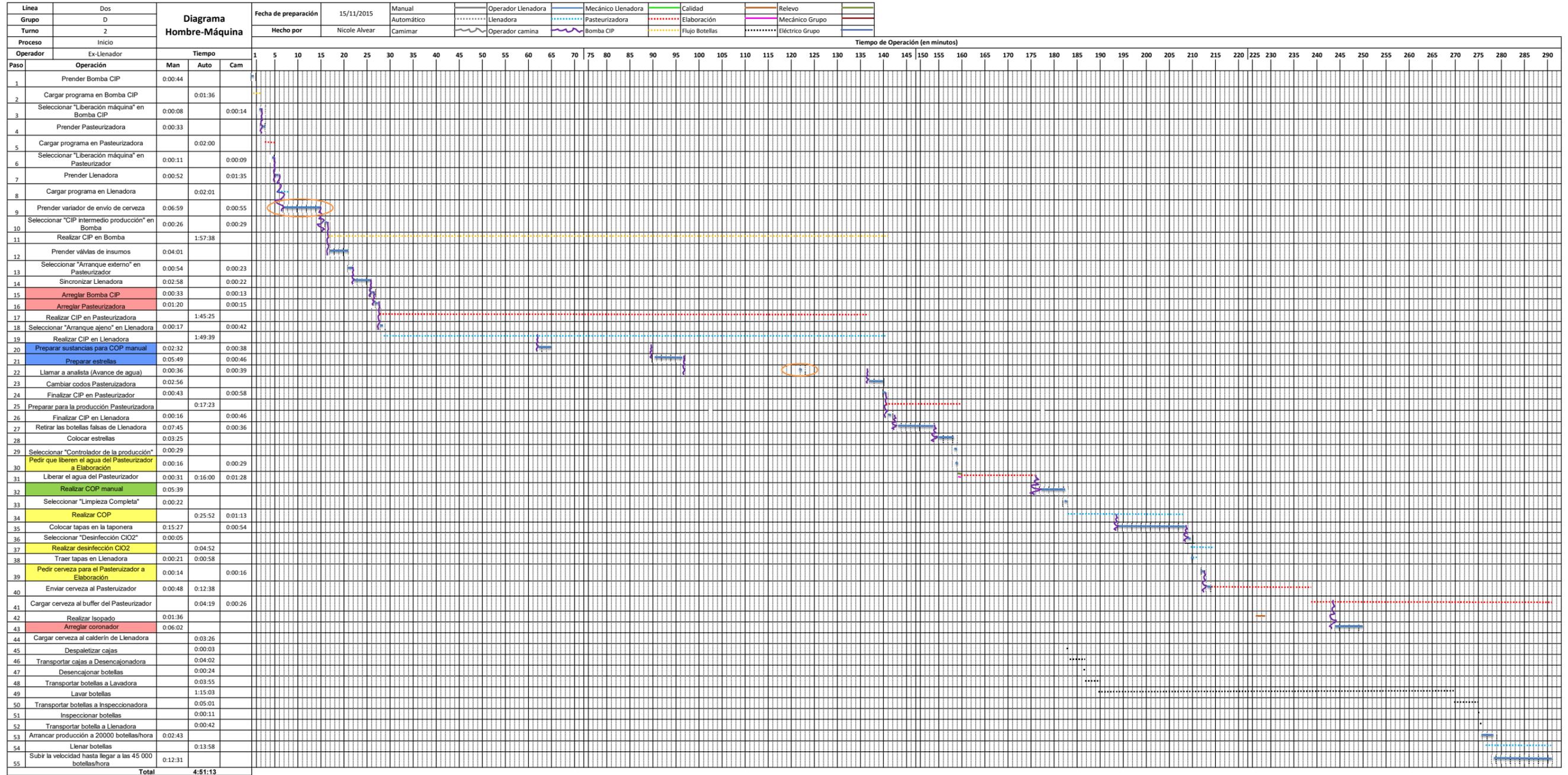




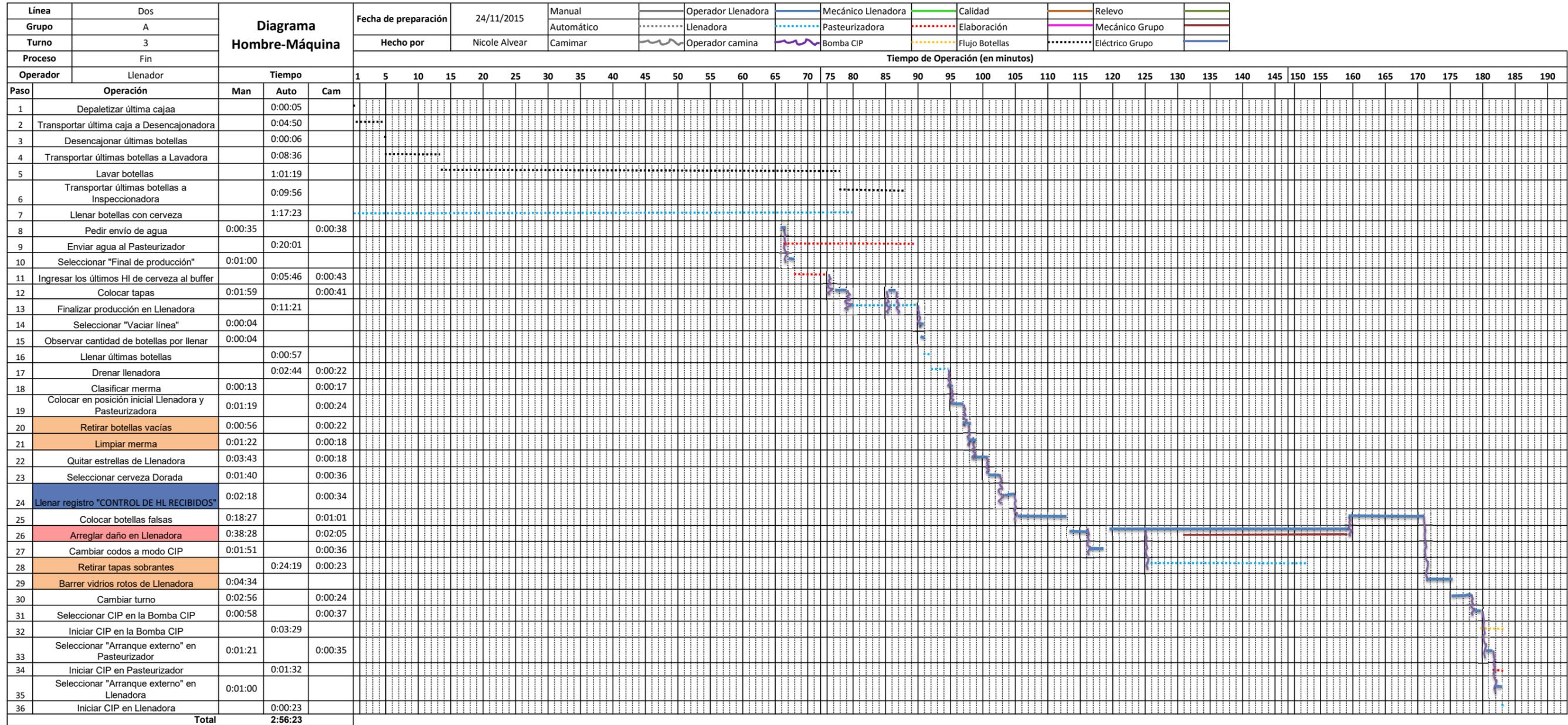
## Anexo 5.2. Muestra Dos



Anexo 5.3 Muestra Tres



Anexo 6. Diagrama Hombre-Máquina del proceso de Fin  
 Anexo 6.1 Muestra Uno

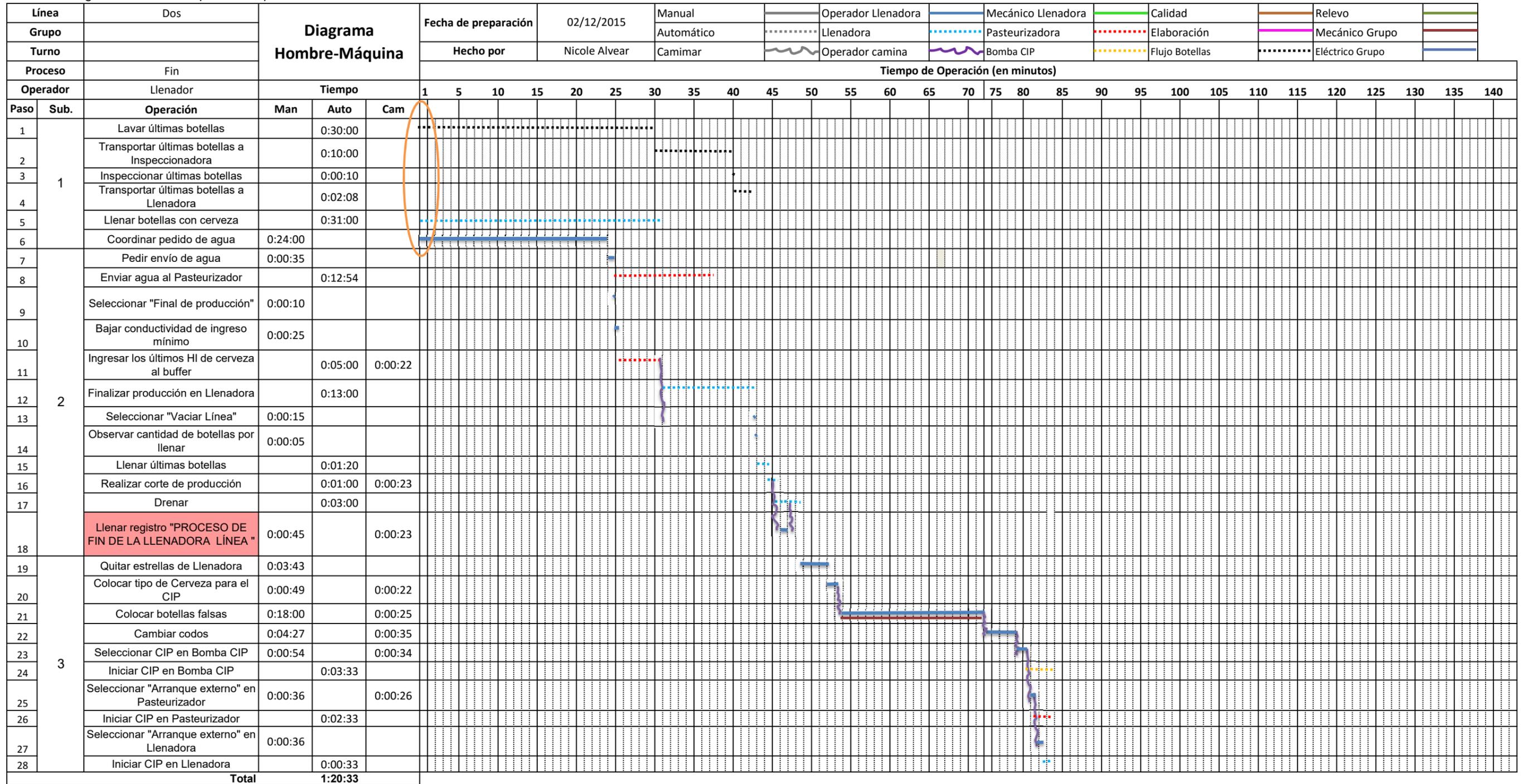








Anexo 8. Diagrama Hombre-Máquina Ideal para el Fin





## Anexo 10. Formatos de control

### Anexo 10.1 Formato de control del proceso de Inicio

Logo de CN	Proceso de Inicio de Llenadora Línea 2					Turno	Producto	Fecha	
¿Se tenía los insumos antes de empezar?	Sí	No. ¿Por qué?	¿Le ayudaron en estas actividades?	Sí	No	Hora de Inicio	Encendido		
Electricidad			Quitar botellas falsas				CIP		
Presión del variador			Colocar estrellas				Preparación		
Agua			Cambiar codos				Arranque		
Aire			Otra				OPERACIÓN		
Vapor			<b>¡No lo olvides!</b>			Si/No	Elaborado por: _____ Revisado por: _____		
Químicos CIP			¿Las bandas transportadoras de entrada y salida de la Llenadora funcionan?						
Químicos COP			¿El led de la inspectora de botellas llenas está limpio?						
Tapas			¿El coronador funciona correctamente?						

### Anexo 10.2 Formato de control del proceso de Fin

Logo de CN	Proceso de Fin de Llenadora Línea 2					Turno	Producto	Fecha	
¿Se tenía los insumos?	Si	No. ¿Por qué?	¿Le ayudaron en estas actividades?	Si	No	Hora de Inicio	Coordinación		
Presión del variador			Colocar botellas falsas				Corte		
Agua			Quitar estrellas				Preparación CIP		
Aire			Cambiar codos				LIMPIEZA		
Vapor			Otra				Elaborado por: _____ Revisado por: _____		
Químicos CIP			Corte de Producción			Si/No			
Botellas Falsas			¿Salió recuadro en Llenadora de producto faltante?						
Tapas			¿Sobró cerveza en el Buffer?						
CO2			¿Quedó vacía la banda transportadora de entrada a la Llenadora?						

## Anexo 11. Registro para la toma de decisiones

### Anexo 11.1 Registro para la toma de decisiones del proceso de Inicio

Subproceso	Tiempo	Encendido		Preparación		Arranque	
Encendido	0:00:00	Electricidad	Demora	Quitar botellas falsas	Demora	Bandas	Demora
CIP	0:00:00	Presión del variador	Demora	Colocar estrellas	Ahorro	Inspectora	Demora
Preparación	0:00:00	Agua	Demora	Cambiar codos	Ahorro	Coronador	Demora
Arranque	0:00:00	Aire	Demora	Otra	Ahorro		
Total	0:00:00	Vapor	Demora				
		Químicos CIP	Demora				
		Químicos COP	Demora				
		Tapas	Demora				

Si/No  
**Tiempo Estándar** \_\_\_\_\_

Si es "no"  
 ¿Dónde? Demoras | Ahorro

**Toma de Decisiones**  
 Si hay demoras se Justifica el tiempo, hablando con los responsables para saber que sucedió.  
 Si hay ahorros se justifica el tiempo, hablando con el operador.  
 Si no es ninguno de los casos, tiempo no justificado. Averiguar ¿qué pasó?

### Anexo 11.2 Registro para la toma de decisiones del proceso de Fin

Subproceso	Tiempo	Coordinación		Preparación CIP		Corte	
Coordinación	0:00:00	Electricidad	Demora	Quitar botellas falsas	Demora	Recuadro	Desperdicio
Corte	0:00:00	Presión del variador	Demora	Colocar estrellas	Ahorro	Buffer	Desperdicio
Preparación CIP	0:00:00	Agua	Demora	Cambiar codos	Ahorro	Banda	Desperdicio
Total	0:00:00	Aire	Demora	Otra	Ahorro		
		Vapor	Demora				
		Químicos CIP	Demora				
		Químicos COP	Demora				
		Tapas	Demora				

Si/No  
**Tiempo Estándar** \_\_\_\_\_

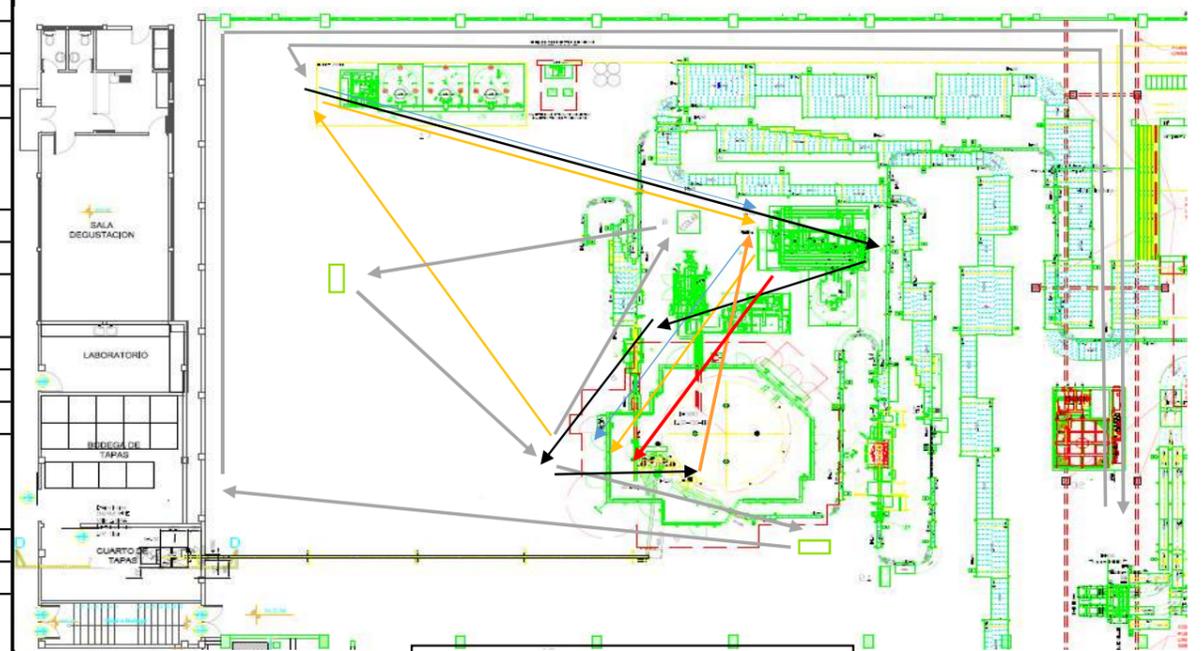
Si es "no"  
 ¿Dónde? Demoras | Desperdicio

**Toma de Decisiones**  
 Si hay demoras se Justifica el tiempo, hablando con los responsables para saber que sucedió.  
 Si hay Desperdicio, averiguar ¿qué pasó?  
 Si no es ninguno de los casos, tiempo no justificado. Averiguar ¿qué pasó?

Nota: Estos registros se llenan automáticamente. El Líder solo debe justificar el Tiempo Estándar: al encontrar las demoras, ahorros o desperdicios que se tuvo en los procesos.

Anexo 12.1 Hoja de trabajo estándar del proceso de Inicio

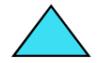
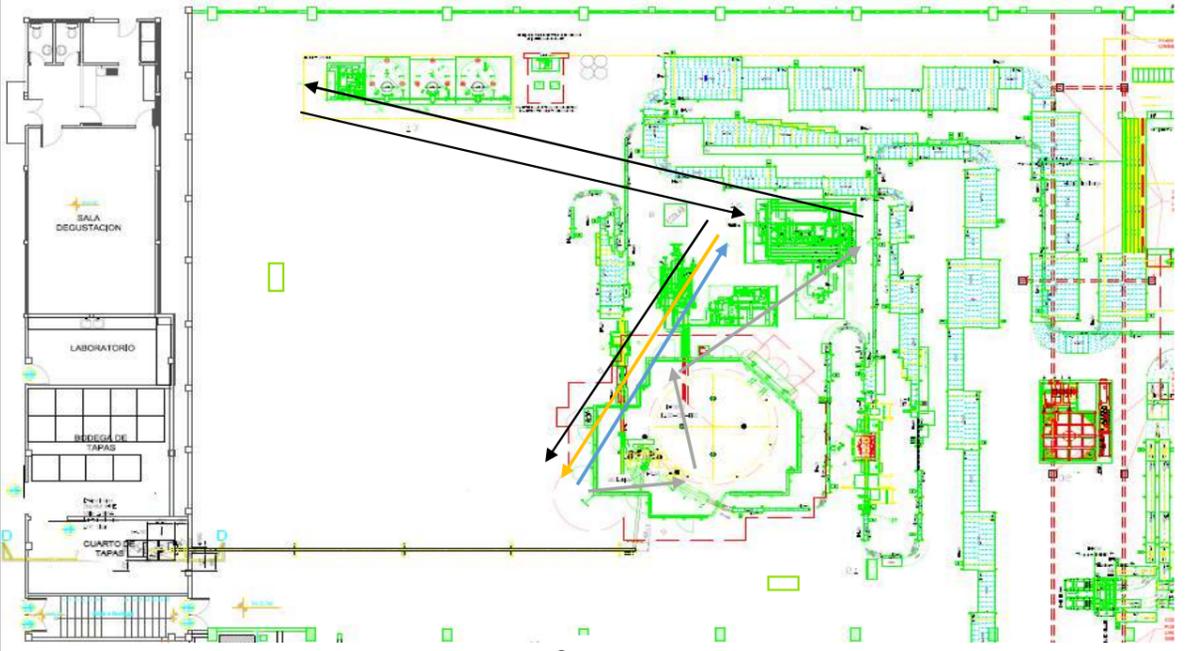
		Hoja de Trabajo Estandarizada						SOS_L2_LI_Inicio			
Símbolo	Sec #	JES #	ACTIVIDAD	LLENADO			Fecha: 27/12/2015				
				ELABORACIÓN DE NÚCLEOS			Elaborado por: Nicole Alvear				
Proceso de Inicio			Tiempo del elemento (minutos)	Tiempo de caminar / máquina (minutos)	Tiempo acumulado para el scrolling	Puntos clave	 Operación Crítica	 Control de calidad	 Seguridad para el operador	 Control del proceso	
	1	10	Energizar Máquinas	3	2	5					
	2	20	Seleccionar CIP	7	1	8	Depende de Calidad				
	3	30	Controlar CIP	110	8	118					
	4	40	Cambiar Codos	4	2	6	Producción				
	5	50	Retirar Botellas Falsas	10	1,5	11,5					
	6	60	Liberar agua	18	1	19					
	7	70	Liberar cerveza	13		13					
	8	80	Cargar Cerveza Pasteurizadora	4	0,5	4,5	De acuerdo al plan de Producción				
	9	90	Seleccionar COP	28		28					
	10	100	Seleccionar Desinfección ClO2	5		5					
	11	110	Cargar Cerveza Llenadora	8		8	Isopado correcto				
<b>OPERACIONES ACÍCLICAS</b>											
	A3-1	30.1	Cargar químicos para COP								
	A3-2	30.2	Preparar sustancias para el COP manual								
	A3-3	30.3	Preparar Estrellas				Tipo de Cerveza a producir				
	A3-4	30.4	Llenar registro de Inicio								
	A3-5	30.5	Colocar tapas								
	A3-6	30.6	Abrir válvula CO2								
	A3-7	30.7	Llamar Analista								
	A6-1	60.1	Colocar Estrellas								
	A6-2	60.2	Realizar COP Manual								
<b>Total Trabajo</b>				210							
<b>Total Caminar</b>					16						
<b>Tiempo de Ciclo</b>						226					
							Elementos de protección personal requeridos:	   			
							Tabla de Cambios				
							Descripción	Fecha	Revisión		
Revisado por:							Aprobado por:				
Nombre:		Cargo:		Firma		Nombre:		Cargo:		Firma	



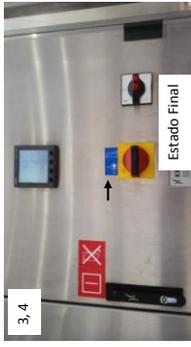
**Leyenda**

 1	 4, 5, 6
 2	 7, 8
 3	 9, 10, 11, 12

Anexo 12.2 Hoja de trabajo estándar del proceso de Fin

		Hoja de Trabajo Estandarizada						SOS_L2_LI_Fin		
Símbolo	Sec #	JES #	ACTIVIDAD	LLENADO			Fecha: 27/12/2015			
				ELABORACIÓN DE NÚCLEOS			Elaborado por: Nicole Alvear			
			Proceso de Fin	Tiempo del elemento (minutos)	Tiempo de caminar / máquina (minutos)	Tiempo acumulado para el scrolling	Puntos clave	 Operación Crítica  Control de calidad  Seguridad para el operador  Control del proceso		
	1	200	Coordinar pedido de agua	24		24	Proceso LAVADO			
	2	60	Liberar agua	1		1				
	3	210	Finalizar producción en Pasteurizadora	2	5	7				
	4	220	Finalizar producción en Llenadora	2	17	19				
	5	230	Quitar estrellas	4	0,5	4,5				
	6	240	Colocar Botellas Falsas	18	0,5	18,5				
	7	40	Cambiar Codos	4	1	5	CIP			
	8	20	Seleccionar CIP	3	1	4	Corte de producción			
OPERACIONES ACÍCLICAS										
	A4-1	220.1	Llenar registro de Fin							
Total Trabajo				58						
Total Caminar					25					
Tiempo de Ciclo						83				
				Elementos de protección personal requeridos:		   				
				Tabla de Cambios						
				Descripción		Fecha	Revisión			
Revisado por:				Aprobado por:						
Nombre:		Cargo:		Firma		Nombre:		Cargo:		Firma

# Anexo 13. Hojas de elementos estándar

		SOS_L2_LL_Inicio				JES_10	
		HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				Área Llenadora	
Energizar Máquinas	Preparación					Elaborado por: Nicole Alvarez	
						Paso #	Paso principal (Qué)
		1	Energizar Bomba CIP con 220 voltios	Girar botón rojo con amarillo hacia la izquierda. Fijarse en el recuadro azul que indica a que lado está prendido.		Se energiza la máquina con 220 voltios para que se prenda. Se gira a la izquierda porque ese el switch de encendido.	
		2	Energizar Bomba CIP con 110 voltios	Girar botón rojo con negro hacia la derecha. Solo si el Área de Electricidad lo manda, se debe girar a la izquierda.		Se energiza con 110 voltios para que las válvulas internas funcionen. Se gira a la derecha porque es el sistema eléctrico de la Línea Dos. Cuando se gira a la izquierda, se debe al daño del sistema eléctrico de la Línea Dos. En vez de eso se conecta a la red general.	
		3	Energizar Pasteurizadora con 220 voltios	Girar botón rojo con amarillo hacia la izquierda. Fijarse en el recuadro azul que indica a que lado está prendido.		Se energiza la máquina con 220 voltios para que se prenda. Se gira a la izquierda porque ese el switch de encendido.	
		4	Energizar Pasteurizadora con 110 voltios	Girar botón rojo con negro hacia la derecha. Solo si el Área de Electricidad lo manda, se debe girar a la izquierda. Fijarse en el recuadro azul que indica a que lado está prendido.		Se energiza con 110 voltios para que las válvulas internas funcionen. Se gira a la derecha porque es el sistema eléctrico de la Línea Dos. Cuando se gira a la izquierda, se debe al daño del sistema eléctrico de la Línea Dos. En vez de eso se conecta a la red general.	
		5	Energizar Llenadora con 220 voltios	Girar botón negro con blanco hacia la izquierda.		Se energiza la máquina con 220 voltios para que se prenda. Se gira a la izquierda porque ese el switch de encendido.	
		6	Energizar Llenadora con 110 voltios	Girar botón rojo con negro hacia la derecha. Solo si el Área de Electricidad lo manda, se debe girar a la izquierda.		Se energiza con 110 voltios para que las válvulas internas funcionen. Se gira a la derecha porque es el sistema eléctrico de la Línea Dos. Cuando se gira a la izquierda, se debe al daño del sistema eléctrico de la Línea Dos. En vez de eso se conecta a la red general.	
Revisado por:		Aprobado por:		Firma			
Nombre:		Nombre:		Cargo:		Cargo:	

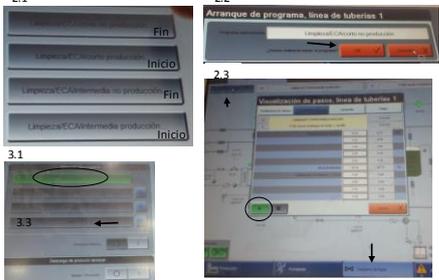
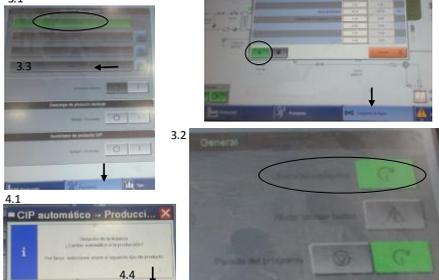
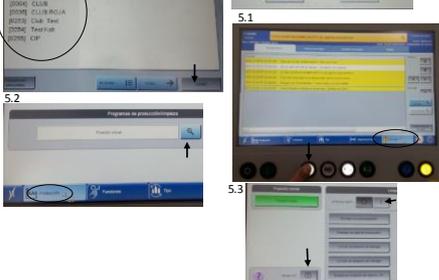


SOS\_L2\_LI\_Inicio

JES\_20

HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO

Área  
Llenadora

Selecionar CIP	Preparación	<div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> <span>Operación Crítica</span> <span>Control de calidad</span> <span>Seguridad para el operador</span> <span>Contaminación</span> </div>				Elaborado por: Nicole Alvear
		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	
		▼	1	Alistar Bomba CIP.	Se debe verificar la Bomba CIP esté en Posición Inicial. Seleccionar "Posición de arranque".	Se verifica la posición para estar seguros que no esté corriendo otro programa en la máquina. Se libera a la máquina para asegurarse que empiece desde cero. Se coloca posición de arranque para poder elegir el tipo de CIP.
		▼	2	Seleccionar CIP en Bomba CIP.	Aplastar en el tipo de CIP que se requiera - calidad determina que CIP realizar-. Si estamos en Inicio, se puede seleccionar: Limpieza corta producción o Limpieza intermedia producción. Si estamos en Fin, se selecciona: Limpieza corta no producción o Limpieza intermedia no producción. Seleccionar "OK" si es el tipo de CIP requerido. Ir a DIAGRAMA DE FLUJO, seleccionar la pestaña en azul y verificar que el botón de play esté encendido de color verde.	Se verifica el botón de play debido a que a veces no se inicia el programa y solo está corriendo el tiempo.
		▼	3	Alistar Pasteurizadora	Se debe verificar la Pasteurizadora esté en Posición Inicial. Si estamos en Inicio, se debe Seleccionar "Liberación máquina". Sino, se salta el paso y se Selecciona "CIP".	Se energiza la máquina con 220 voltios para que se prenda. Se gira a a izquierda porque ese el switch de encendido.
		▼	4	Seleccionar CIP en Pasteurizadora	Primero se debe Seleccionar "Ir a la gestión de fórmulas". Si es Inicio, se selecciona el tipo de cerveza a realizar -depende del plan de producción-. Si es Fin, se selecciona Dorada. Se coloca "cargar" y "Si". Se repite una vez. Después solo se pone "acceptar".	Se debe repetir el proceso de Gestión de fórmula para asegurar el cambio de cerveza.
		▼	5	Seleccionar CIP en Llenadora	Asegurarse que la Llenadora esté en posición inicial. Si la máquina está desincronizada se debe apastar el tercer botón hasta que se elimine el mensaje. Ir a la pestaña "Producción" y seleccionar la lupa de Posición Inicial. Seleccionar "Modo CIP" y "Arranque ajeno". Escuchar tres pitos de la Llenadora.	Si no se sincroniza a la máquina, esta no realiza sus funciones. Seleccionar Modo CIP para que no se gaste más energía. Escuchar los pitidos para saber que el CIP si se está realizando.
Revisado por:		Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:	

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_30		
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora			
Controlar CIP	Preparación			 Operación Crítica	 Control de calidad	 Seguridad para el operador	 Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear
	1.1		1.2		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)
				▼	1	Verificar programa en Bomba CIP.	Se debe observar a la Bomba, que no presente ningún fallo, ni suene la alarma. El semáforo debe estar en verde. Comprobar que el programa esté corriendo con el botón play en verde.	Para no tener retrasos en la realización del CIP.
Revisado por:				Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:			

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_30.1			
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora				
Cargar químicos para COP	Preparación			 Operación Crítica	 Control de calidad	 Seguridad para el operador	 Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear	
	1		2.1		2.2	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)
				▼	1	Prender sistema de Bomba COP	Girar botón rojo con amarillo hacia la izquierda. Fijarse en el recuadro azul que indica a que lado está prendido. Girar botón rojo con negro hacia la derecha. Solo si el Área de Electricidad lo manda, se debe girar a la izquierda.	Para que funcione la máquina.	
				▼	2	Cargar químicos	Levantar la pistola que se encuentra dentro del recipiente y ver nivel del químico. Si hace falta ir a la boega, retirar y reponer. Se tiene que tener 3 químicos: Topax 19, Topax 58 y Activo Oxonia.	Para que a la hora de realizar el COP se tenga lo necesario y no se retrase el proceso.	
Revisado por:				Aprobado por:					
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:				

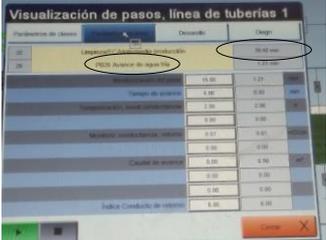
		SOS_L2_LI_Inicio				JES_30.2			
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora				
Preparar sustancias para COP manual	Preparación			 Operación Crítica	 Control de calidad	 Seguridad para el operador	 Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear	
	1		2.1		2.2	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)
					▼	1	Cargar químicos	Cambiar en la Bomba COP, el Topax 19 por Topax 66. Verificar existencia del mismo y colorar pistola.	Para el COP manual se necesitan otros químicos.
					▼	2	Preparar manguera	Recoger la manguera que está enrollada en la Bomba COP. Llevar hasta la entrada principal de la Llenadora, por debajo de las bandas transportadoras. Dejar ahí.	
					▼	3	Alistar cepillos	Recoger los cepillos que se encuentran en el área de calidad autónoma, en el segundo cajón. Llevar hasta la silla de la Llenadora y dejar ahí.	Para tener listo cuando sea la hora de realizar el COP manual y no retrasar al proceso.
Revisado por:				Aprobado por:					
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:				

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_30.3				
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora					
Preparar Estrellas	Preparación				Operación Crítica	Control de calidad	Seguridad para el operador	Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear	
	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)					
1.1										
1.2										
1.3										
1.4										
2.1										
2.2										
2.3										
					1	Sacar estrellas	Abrir tanque de estrellas y sacar del agua, se debe sacar las que vayan a utilizar según el tipo de cerveza a producir. Esto se verifica en un documento dentro del Armario de repuestos. Cada estrella tiene su numeración. Aparte sacar los rieles universales.		Para no desperdiciar el tiempo cuando se tenga que poner las estrellas.	
					2	Llevar estrellas	Coger las estrellas de dos en dos y los rieles y llevar hasta la puerta de la Llenadora. Dejar ahí.			
Revisado por:					Aprobado por:					
Nombre:		Cargo:		Firma:		Nombre:		Cargo:		Firma:

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_30.4				
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora					
Llenar registro de Inicio	Preparación				Operación Crítica	Control de calidad	Seguridad para el operador	Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear	
	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)					
1										
					1	Llenar primera parte	Mientras se está realizando el CIP, se debe ir al Control de calidad autónomo para llenar el formato. Se debe llenar: Turno, Producto, Fecha, ¿Setenían los insumos? Y hora de inicio de Encendido y CIP.		Tener datos frescos.	
					2	Llenar segunda parte	Cuando la Llenadora empiece a producir al nivel de la Línea, se termina de llenar: Ayuda, No lo olvides y el resto de las horas de inicio.		Terminar el registro del proceso de inicio.	
Revisado por:					Aprobado por:					
Nombre:		Cargo:		Firma:		Nombre:		Cargo:		Firma:

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_30.5				
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora					
Colocar tapas	Preparación				Operación Crítica	Control de calidad	Seguridad para el operador	Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear	
	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)					
1.1										
1.2										
1.3										
					1	Recoger caja	Recoger la caja del tipo de cerveza que se está realizando, observando bien el rotulado de la caja. Abrir con una llave la caja y llevar hasta la tolva de tapas. Si es el proceso de Inicio se debe limpiar con un cepillo la tolva, este se encuentra en el cuarto de tapas.		Para poder colocar las tapas en la tolva.	
					2	Colocar tapas	Abrir la funda dentro de la caja, subir las escaleras y colocar las tapas en la tolva. Si se encuentra en el proceso de Inicio o Cambio de formato colocar 4 cajas de una sola. Si no ver la cantidad que se necesita. Al colocar todas las tapas dejar las cajas en el suelo apiladas.		Se colocan 4 cajas para tener listo para el proceso de Inicio. Colocar en el suelo apiladas por cultura 5s.	
Revisado por:					Aprobado por:					
Nombre:		Cargo:		Firma:		Nombre:		Cargo:		Firma:

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_30.6
		HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				
Área Llenadora						Elaborado por: Nicole Alvear
Preparación		 Operación Crítica	 Control de calidad	 Seguridad para el operador	 Contaminación	
Abrir válvula de CO2		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
1.1			1	Abrir válvula de CO2	Dirigirse hacia los tubos de ingreso de insumos, hacia la llave de CO2. Se debe abrir la que está encima de la tubería principal. Se gira hacia la derecha, aplastando despacio la llave y girando.	Para que se cuente el gasto de CO2 por cada turno. El CO2 se necesita para la Llenadora.
1.2	 Estado Final					
Revisado por:		Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:	

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_30.7
		HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				
Área Llenadora						Elaborado por: Nicole Alvear
Preparación		 Operación Crítica	 Control de calidad	 Seguridad para el operador	 Contaminación	
Llamar Analista		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
1			1	Llamar analista	Cuando en el CIP se tenga Avance de agua fría por segunda vez, se llama al analista de calidad por el woki toki, diciendo: "Atención analista de calidad, venir a la línea 2 para control del CIP".	Para que se pueda analizar el control de calidad del CIP realizado.
Revisado por:		Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:	

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_40
		HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				
Área Llenadora						Elaborado por: Nicole Alvear
Preparación		 Operación Crítica	 Control de calidad	 Seguridad para el operador	 Contaminación	
Cambiar codos		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
 	 		1	Colocar codos a modo Producción	Cerrar llaves 1 y 6. Desajustar las válvulas 1, 5, 6 y 7. Abrir válvula 6, botar el agua restante y dejar suelta. Abrir válvula 1, botar el agua restante y colocar en la válvula 6. Ajustar válvulas 5, 6 y 7. Abrir llave 6, con cuidado aplastando la llave y girando hacia la izquierda. Se ajusta o desajusta con las llaves del lado izquierdo. En el Panel de control de la Pasteurizadora, se debe colocar "Posición de panel".	Porque de ese modo las tuberías se conectan con la Bomba CIP y se realiza el CIP.
 	 		2	Colocar codos a modo CIP	Cerrar llave 6. Desajustar las válvulas 5, 6 y 7. Abrir válvula 6, botar el agua restante y colocar en válvula 1. Recoger válvula suelta de la 7 y colocar en la válvula 6. Ajustar válvulas 1, 5, 6 y 7. Abrir llaves 1 y 6, con cuidado aplastando la llave y girando hacia la izquierda. Se ajusta o desajusta con las llaves del lado izquierdo.	Porque de ese modo las tuberías se conectan con Pasteurización y se puede realizar la producción de botellas llenas.
Revisado por:		Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:	

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_50	
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				Área			
				Llenadora			
Retirar botellas falsas	1	Preparación		Operación Crítica	Control de calidad	Seguridad para el operador	Contaminación
		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)	
1		2.1		3.1			
2.2		3.3		3.2			
		1	1	Preparar materiales	Cerrar válvula de aire de la Llenadora girando a la izquierda, meter el carrito en la Llenadora y abrir la tapa.	Para poder tener a la mano el carrito y poder guardar de forma más fácil.	
		2	2	Retirar botellas	Coger cuatro botellas falsas, alzar las botellas y jalar para que salgan de las válvulas. Colocar las botellas en el carrito. Realizarlo hasta que se acaben las botellas alcanzables. Girar manualmente para retirar todas las botellas falsas. El martillo del carrito se utiliza para bajar las ruedas amarillas de las válvulas.	Las válvulas no se deben quedar arriba.	
		3	3	Seleccionar "Controlador de la producción"	Retirar el carrito de la Llenadora, abrir la válvula de aire y dirigirse al panel de control de la Llenadora. Aplastar la lupa a lado de Posición Inicial y seleccionar "Controlador de la Producción."	Para que empiece la tarea de pedido de agua.	
Revisado por:				Aprobado por:			
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:		

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_60	
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				Área			
				Llenadora			
Liberar agua	Preparación		Operación Crítica	Control de calidad	Seguridad para el operador	Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear
		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)	
1		1		1			
		1	1	Pedir a Elaboración que liberen el agua	Cuando la Llenadora tenga el aviso de: Sin liberación de agua; se debe llamar por el woki tóki a elaboración para pedir agua. Se pide el agua. Y se espera a que el agua llegue a la Pasteurizadora.	Primero se necesita agua para enjuagar al buffer.	
Revisado por:				Aprobado por:			
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:		

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_60.1					
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO						Área Llenadora					
Colocar estrellas		Preparación				▼ Operación Crítica	◆ Control de calidad	▲ Seguridad para el operador	⚠ Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear	
						Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)	
		▼	1	Colocar riel general 1.	Coger el riel general 1 del suelo, la parte pequeña debe estar al frente de la persona y la grande mirando a la máquina, colocar encima de los topes de la máquina y ajustar.	Sirve de guía pas las demás estrellas. Si se colocan las estrellas primero no alcanza el riel.					
		▼	2	Colocar las estrellitas.	Realizar la colocación de las estrellitas en orden: - 8, -18, -28. Girar la Llenadora hasta que sea visible la flecha en la máquina, coger la estrellita y observar la flecha, alinear las dos flechas y colocar. Girar nuevamente la Llenadora hasta que sea posible colocar la otra parte de la estrellita, colocarla y bajar el seguro de la estrellitas.	Se tiene que colocar en ese orden debido a que se agiliza el proceso.					
		▼	3	Colocar las rieles restantes.	Recoger las rieles restantes y colocar, de forma que los huecos del ajuste queden boca abajo, colocar en las rieles de la máquina y ajustar.	Para ajustar las estrellitas se colocan por ultimo las rieles restantes.					
		▼	4	Ajustar altura de las estrellitas	Ubicarse en la pestaña "Tipo", seleccionar el botón con un "H" en Ajuste de altura. Seleccionar el tipo de cerveza que se va a realizar y esperar a que se cambien los valores de altura. Seleccionar el botón con un "O".	Se debe cambiar las alturas de las estrellitas para que las botellas no sean merma.					
Revisado por:						Aprobado por:					
Nombre:		Cargo:		Firma:		Nombre:		Cargo:		Firma:	

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_60.2					
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO						Área Llenadora					
Realizar Cop Manual		Preparación				▼ Operación Crítica	◆ Control de calidad	▲ Seguridad para el operador	⚠ Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear	
						Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)	
		▼	1	Recoger manguera	Se debe seleccionar el segundo botón del panel de control para abrir la puerta, se recoge la manguera del suelo, se abre la puerta y se aplasta la palanca de la pistola despaico hasta el fondo.	Al tener presión dentro de la pistola, se dispara para atrás si no se aprieta despaico. Se debe aplastar hasta el fondo para que salga espuma.					
		▼	2	Jabonar	Tener aplastado la palanca de la manguera y rociar por: las estrellitas, los rieles, las boquillas de agua, las válvulas, la taponera y la parte de debajo de las estrellitas. Se debe dejar completamente blancas las aprtes.	Se debe limpiar esas partes porque son las que tocan con la botellas y la cerveza. Aparte los rocedadores de agua son los que realizan el COP automático.					
		▼	3	Cepillar	Recoger los cepillos de la silla y empezar a cepillar la Llenadora. Se debe cepillar: estrellitas, rieles, taponera y boquillas de agua.	Se cepilla para asegurarse de que se eliminen las impurezas incrustadas.					
Revisado por:						Aprobado por:					
Nombre:		Cargo:		Firma:		Nombre:		Cargo:		Firma:	

		<b>SOS_L2_LI_Inicio</b>				JES_70		
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área <b>Llenadora</b>			
<b>Liberar cerveza</b>	Preparación				Operación Crítica Control de calidad Seguridad para el operador Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear		
	1				Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)
				▼	1	Pedir cerveza	<p>Cuando se termine de enviar toda el agua, el sistema pide liberación de BBT (cerveza), ahí se pide por woki toki cerveza a Elaboración. Se espera a que llegue la cerveza al inicio de la Pasteurizadora.</p>	<p>Se pide el BBT para ya empezar a producir, ya que se demora alrededor de 20 minutos en llegar a la línea.</p>
Revisado por:				Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:			

		<b>SOS_L2_LI_Inicio</b>				JES_80		
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área <b>Llenadora</b>			
<b>Cargar Cerveza Pasteurizadora</b>	Preparación				Operación Crítica Control de calidad Seguridad para el operador Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear		
	1.1				Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)
				▼	1	Cambiar conductancia mínima	<p>Cuando los valores de la conductividad empiecen a subir debido al envío de cerveza, se debe cambiar la conductancia mínima; en Producción aplastando Conductancia. Se cambia al valor mínimo según tipo de cerveza. Pilsener:1.400, Club:1.600 y Pilsener Light:1200.</p>	<p>Para que no permita el ingreso de agua al buffer.</p>
1.3				▼	2	Cargar en el buffer	<p>Cuando ya se pasteuriza la cerveza y se quiere ingresar al buffer, se debe aceptar indicando que es el producto correcto siempre y cuando haya subido la conductancia.</p>	<p>Para ingresar cerveza al buffer.</p>
Revisado por:				Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:			

		<b>SOS_L2_LI_Inicio</b>				JES_90		
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área <b>Llenadora</b>			
<b>Seleccionar COP</b>	Preparación				Operación Crítica Control de calidad Seguridad para el operador Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear		
	1				Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)
				▼	1	Cambiar químicos	<p>Cambiar en la Bomba COP, el Topax 66 por Topax 19, colocando la pistola del un tanque en el otro.</p>	<p>El COP automático se realiza con Topax 19.</p>
2.2				▼	2	Seleccionar COP	<p>En la pestaña de producción seleccionar la lupa que dice Posición Inicial. Seleccionar "Limpieza con espuma" y seleccionar "Limpieza Completa". Verificar que todo esté correcto. Colocar "SI".</p>	<p>Para realizar el COP automático.</p>
Revisado por:				Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:			

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_100
		HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				
		Área Llenadora				Elaborado por: Nicole Alvear
Seleccionar Desinfección CIO2	Preparación					
		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
1.1  1.2  1.3 		▼	1	Seleccionar Desinfección CIO2	En la pestaña de producción seleccionar la lupa que dice Posición Inicial. Seleccionar "Limieza con espuma" y seleccionar "Desinfección dióxido de cloro". Verificar que todo esté correcto. Colocar "SI".	Esta desinfección asegura que se elimine todas las bacterias.
Revisado por:		Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:	

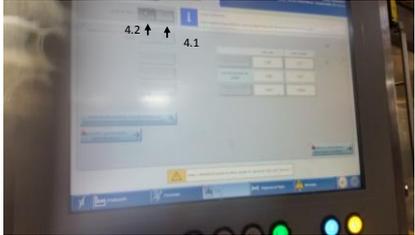
		SOS_L2_LI_Inicio				JES_110
		HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				
		Área Llenadora				Elaborado por: Nicole Alvear
Cargar cerveza en Llenadora	Preparación					
		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
1  		▼	1	Cargar cerveza	El programa mismo, sabe cuando lo debe cargar, en la Llenadora aparece un mensaje donde se debe poner aceptar, si es el producto que se va a producir.	Para empezar a producir botellas llenas.
			2	Arrancar producción	En la pestaña producción, se debe apastar en los números de la velocidad de producción para ir variando la misma. Desde 11000 a 15000 hasta las 45000 botellas por hora. Se debe verificar que no exista espuma corriendo de la cerveza. Tener cuidado con la Isener Light se debe aumentar la presión al principio.	Para que no salga como merma las botellas llenas.
Revisado por:		Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:	

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_200
		HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO				
		Área Llenadora				Elaborado por: Nicole Alvear
Coordinar pedido de agua	Preparación					
		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
		▼	1	Consultar número de golpes	Desde que se tiene la lavadora en la mitad, se debe ir constintando con el Lavador, los golpes de la lavadora. Cuando ya se tenga 650 golpes se debe pedir que envíen agua al Pasteurizador.	Para saber el momento preciso cuando realizar el corte.
Revisado por:		Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:	

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_210			
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora				
<b>Finalizar producción en Pasteurizadora</b>	Preparación				Operación Crítica	Control de calidad	Seguridad para el operador	Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear
	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)				
1.1  1.2	▼	1	Finalizar producción	Seleccionar final de producción en la pestaña Producción, volver a seleccionar Final de producción y por último Arranque. Aceptar el Final de Producción.	Para que el sistema drene cuando se envíe toda la producción.				
1.3  1.4									
2.1  2.2  2.3		2	Bajar conductancia mínima	En la pestaña Producción, seleccionar la conductancia. Cambiar el valor mínimo de entrada a 1200 para que no ingrese agua al sistema. Observar que se baje la conductancia.	Para que ya no ingrese más líquido al sistema.				
Revisado por:					Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:				

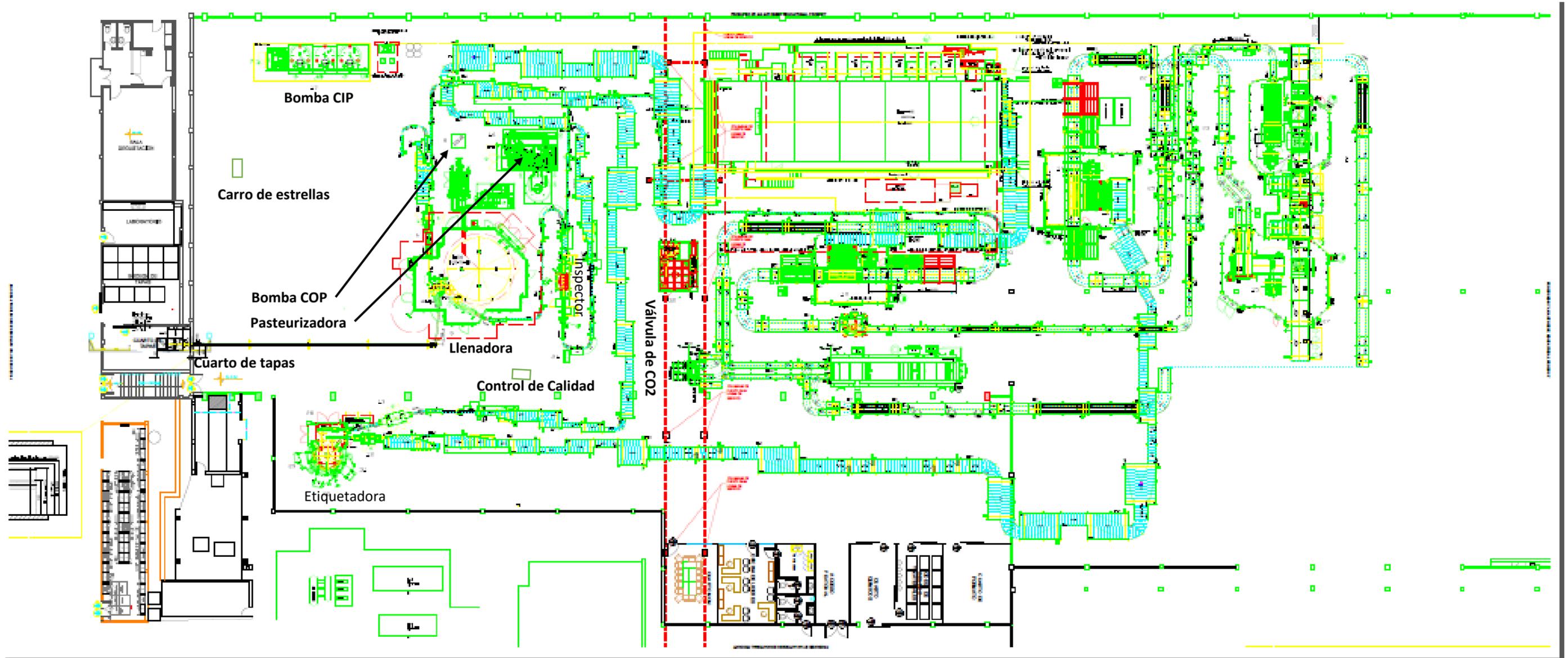
		SOS_L2_LI_Inicio				JES_220			
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora				
<b>Finalizar producción en la Llenadora</b>	Preparación				Operación Crítica	Control de calidad	Seguridad para el operador	Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear
	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)				
1.1  1.2		1	Vaciar Línea	Ir a la pestaña Funciones y seleccionar "I" al lado de Vaciar Línea.	Porque así llena y envía todas las cervezas que se encuentran en la Llenadora.				
2.1  2.2	◆	2	Verificar cantidad faltante	Ir a la pestaña Producción y seleccionar Controlador de la producción. Verificar que aparezca el recuadro de Llenado residual y aparezca en verde el proceso de Drenar.	Para tener constancia que se llenó todas las botellas y no hubo desperdicio.				
Revisado por:					Aprobado por:				
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:				

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_220.1																																																																																																							
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO					Área Llenadora																																																																																																								
<b>Llenar registro de Fin</b>	Preparación				Operación Crítica	Control de calidad	Seguridad para el operador	Contaminación	Elaborado por: Nicole Alvear																																																																																																				
	Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)																																																																																																								
1		1	Llenar registro	Ir a la computadora que se encuentra en la parte de control de calidad autónoma y registrar los datos que se piden en el registro.	Tener constancia del trabajo realizado.																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Proceso de Fin de Llenadora Línea 2</th> <th>Fecha</th> </tr> <tr> <th>Logo de CN</th> <th colspan="2">Proceso de Fin de Llenadora Línea 2</th> <th>Tiempo</th> <th>Producción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(¿Se llenó correctamente?)</td> <td>Si</td> <td>No (¿Por qué?)</td> <td>(¿Se aprobó en el control de calidad?)</td> <td>Si</td> <td>No</td> <td>Coordinación</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Proceder del operador</td> <td></td> <td></td> <td>Colocar botellas faltas</td> <td></td> <td></td> <td>Coste</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Apagar</td> <td></td> <td></td> <td>Quitar extrínsecos</td> <td></td> <td></td> <td>Hora de Inicio</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Apagar</td> <td></td> <td></td> <td>Cambiar codón</td> <td></td> <td></td> <td>Preparación</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Apagar</td> <td></td> <td></td> <td>Apagar</td> <td></td> <td></td> <td>Control</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Quitar CNP</td> <td></td> <td></td> <td>Coma de Producción</td> <td></td> <td>Si/No</td> <td>Elaborado por:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Botellas Faltas</td> <td></td> <td></td> <td>(¿Saló recuadro en Llenadora de producto faltante?)</td> <td></td> <td></td> <td>Revisado por:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tapas</td> <td></td> <td></td> <td>(¿Saló cerveza en el buffer?)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO2</td> <td></td> <td></td> <td>(¿Quedó vacía la banda transportadora de entrada a la Llenadora?)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										Proceso de Fin de Llenadora Línea 2				Fecha	Logo de CN	Proceso de Fin de Llenadora Línea 2		Tiempo	Producción	(¿Se llenó correctamente?)	Si	No (¿Por qué?)	(¿Se aprobó en el control de calidad?)	Si	No	Coordinación				Proceder del operador			Colocar botellas faltas			Coste				Apagar			Quitar extrínsecos			Hora de Inicio				Apagar			Cambiar codón			Preparación				Apagar			Apagar			Control				Quitar CNP			Coma de Producción		Si/No	Elaborado por:				Botellas Faltas			(¿Saló recuadro en Llenadora de producto faltante?)			Revisado por:				Tapas			(¿Saló cerveza en el buffer?)							CO2			(¿Quedó vacía la banda transportadora de entrada a la Llenadora?)						
Proceso de Fin de Llenadora Línea 2				Fecha																																																																																																									
Logo de CN	Proceso de Fin de Llenadora Línea 2		Tiempo	Producción																																																																																																									
(¿Se llenó correctamente?)	Si	No (¿Por qué?)	(¿Se aprobó en el control de calidad?)	Si	No	Coordinación																																																																																																							
Proceder del operador			Colocar botellas faltas			Coste																																																																																																							
Apagar			Quitar extrínsecos			Hora de Inicio																																																																																																							
Apagar			Cambiar codón			Preparación																																																																																																							
Apagar			Apagar			Control																																																																																																							
Quitar CNP			Coma de Producción		Si/No	Elaborado por:																																																																																																							
Botellas Faltas			(¿Saló recuadro en Llenadora de producto faltante?)			Revisado por:																																																																																																							
Tapas			(¿Saló cerveza en el buffer?)																																																																																																										
CO2			(¿Quedó vacía la banda transportadora de entrada a la Llenadora?)																																																																																																										
Revisado por:					Aprobado por:																																																																																																								
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:																																																																																																								

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_230	
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO		Área Llenadora				Elaborado por: Nicole Alvear	
							
<b>Quitar Estrellas</b>	Preparación		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
        		1	1	Quitar rieles externos	Retirar el seguro que se encuentra en la parte inferior de la riel, moviendo hacia la derecha el tubo del seguro. Cofer con las dos manos la riel y jalar hacia adelante hasta que los pernos del seuro estén en el otro extremo. Alzar la riel con cuida, sacar y colocar en el suelo afuera de la Llenadora.	Para que no se dañen los rieles al momento de sacar.	
		2	2	Retirar estrellas	Coloca la máquina en modo manual, girando la llave hacia el 1, girando a la derecha. Mover con el control manual las estrellas (aplastando el botón del centro) hasta que se localice la flecha de la estrella. Alzar y girar a la derecha el seguro, alzar la estrella y colocar en el suelo. Realizar la operación hasta que se hayan retirado todas las estrellas.	No se perjudiquen las estrellas.	
		3	3	Retirar riel general.	Retirar la riel de los pernos de seguridad, alzar con fuerza la riel, sacar y colocar en el suelo.	No se dañe la riel.	
		4	4	Ajustar altura	Ubicarse en la pestaña "Tipo", seleccionar el botón con un "I" en Ajuste de altura. Seleccionar Dorada y esperar a que se cambien los valores de altura. Seleccionar el botón con un "O".	Se debe cambiar las alturas de las estrellas para que ingresen las botellas falsas.	
Revisado por:		Aprobado por:					
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:		

		SOS_L2_LI_Inicio				JES_240	
HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO		Área Llenadora				Elaborado por: Nicole Alvear	
							
<b>Colocar botellas falsas</b>	Preparación		Símbolo	Paso #	Paso principal (Qué)	Punto Importante (Cómo)	Razón (Porqué/Para qué)
     		1	1	Ingresar carrito	Cerrar llave de paso de aire, girando la llave hacia la izquierda. Abrir la puerta de la Llenadora meter el carrito y alzar la tapa.	No se puede movilizar las válvulas de la Llenadora si se tiene aire.	
		2	2	Colocar botellas falsas	Con el martillo golpear las válvulas para bajarlas, coger 4 botellas y colocar primero la parte de arriba y luego las de abajo. Colocar todas las botellas, cuando no se alcancen las mismas, girar con el pedal las botellas, aplastando el pedal. Al terminar volver el carrito a su lugar y abrir la llave de aire.	Se debe colocar para poder realizar el CIP.	
Revisado por:		Aprobado por:					
Nombre:	Cargo:	Firma:	Nombre:	Cargo:	Firma:		

Anexo 14. Layout de la Línea 2 (Área de Mantenimiento, 2015)



Anexo 15. Datos financieros de Cervecería Nacional  
(Superintendencia de compañías, 2015).

NOMBRE_COM PANIA	ACTIVIDAD_EC ONOMICA	RAMA_ACTIVI DAD	ANIO	APALANCAME NTO	ROTACION_AC TIV/OFJO
CERVECERIA NACIONAL CN S.A.	C1103.01 - ELABORACIÓN DE BEBIDAS MALTEADAS COMO: CERVEZAS CORRIENTES DE FERMENTACIÓ N ALTA, NEGRAS Y FUERTES, INCLUIDA CERVEZA DE BAJA GRADUACIÓN O SIN ALCOHOL.	C - INDUSTRIAS MANUFACTUR ERAS.	2.012	3,2035999	1,8651
CERVECERIA NACIONAL CN S.A.	C1103.01 - ELABORACIÓN DE BEBIDAS MALTEADAS COMO: CERVEZAS CORRIENTES DE FERMENTACIÓ N ALTA, NEGRAS Y FUERTES, INCLUIDA CERVEZA DE BAJA GRADUACIÓN O SIN ALCOHOL.	C - INDUSTRIAS MANUFACTUR ERAS.	2.013	3,7328	2,2728

Anexo 16. Datos financieros del 2015

Proyección para el 2015				
Tasa de crecimiento	0,5292			
Año	2012	2013	2014	2015
Apalancamiento	3,2036	3,7328	3,7526	3,7526
Tasa de crecimiento	0,4077			
Año	2012	2013	2014	2015
Rotación de Activo Fijo	1,8651	2,2728	2,2821	2,2914