

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

**“Diseño de una Planta Productora de Tapas y Botellas  
Plásticas”**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

**INGENIEROS INDUSTRIALES**

Presentado por:

Katherine Lissette Barcia Quimí

Steven Alberto Carpio Valencia

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

## AGRADECIMIENTOS

*De Katherine Barcia:*

Primeramente quiero agradecer a Dios por guiarme y ayudarme a culminar este proyecto.

Asimismo quiero agradecer a mis padres por no solo ser mi ejemplo a seguir, sino por también por ser los pilares incondicionales en cada etapa de mi vida. Gracias por todo el apoyo, cariño y amor que siempre me han brindado.

A mi hermana, que aunque en mi última etapa universitaria no estuvo en el país, desde la distancia, siempre sentí su apoyo y en mi mente estuvieron sus mejores consejos, como ñañita que somos.

A Steven Carpio por su paciencia, responsabilidad y dedicación brindada durante toda la etapa de este proyecto. Sin duda una excelente persona, amigo y un gran compañero de proyecto integrador.

Finalmente a todos mis amigos por brindarme su amistad durante toda mi etapa universitaria.

*De Steven Carpio:*

Quiero agradecer primeramente a Dios porque gracias a él se pudo realizar este trabajo. También quiero agradecer de forma muy especial a mis padres, por ser los pilares fundamentales de mi vida, por guiarme en el buen camino y siempre contar con su motivación, apoyo y amor en todos los objetivos que me he trazado.

A mi hermano por el apoyo brindado aunque es un niño aún siempre me daba su cariño. Espero que mi logros académicos lo motiven a él a también cumplirlos y que sean mejores que los míos

A mis familiares y amigos por darme su apoyo a lo largo de este proyecto y de mi vida universitaria

Finalmente y no menos importante a mi compañera y amiga de este proyecto, por tenerme paciencia, por su ayuda brindada a lo largo de estos dos últimos años de carrera universitaria.

*De Ambos:*

Le agradecemos a nuestra tutora Ph.D. Cinthia Pérez por guiarnos durante todo el proyecto integrador, brindándonos sus conocimientos y mejores consejos para realizar un trabajo excelente.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la Materia Integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Katherine Lissette Barcia Quimi

Steven Alberto Carpio Valencia

Ph.D Cinthia Cristina Pérez Sigüenza

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".



Katherine Lissette

Barcia Quimi

AUTOR 1



Steven Alberto

Carpio Valencia

AUTOR 2



Ph.D. Cinthia Cristina

Pérez Sigüenza

TUTORA DE MATERIA

INTEGRADORA

## RESUMEN

El presente proyecto es realizado en una empresa ecuatoriana dedicada a la fabricación de botellas y tapas plásticas. El gerente manifiesta la falta de espacio para almacenar más productos en la bodega y además, desea agregar una nueva línea de botellones, debido a una oportunidad en el mercado. Para que su empresa cumpla con las características de un negocio sostenible también espera incluir un sistema que mida el rendimiento. Por lo tanto este proyecto tiene como objetivo diseñar una planta de producción de tapas, botellas y botellones plásticos incluyendo un sistema para medir el rendimiento de la empresa en tres aspectos: social, económico y ambiental, utilizando la metodología *Systematic Layout Planning* [SLP] y *Triple Bottom Line* [3BL] respectivamente.

La metodología consistió en la entrada de datos para el 3BL y los condicionantes de diseño para el SLP. Luego se procedió a medir los flujos de personas y materiales mediante las herramientas *From to* y *Activity Relationship Chart*, junto a las consideraciones para el 3BL, se obtuvo un diagrama de relaciones. Procediendo con el análisis de los espacios disponibles y requeridos, limitaciones, asignaciones e indicadores para el sistema SLP y 3BL respectivamente, se desarrollaron varias alternativas, las cuales fueron evaluadas para elegir una ganadora.

Posteriormente se realizó el diseño de la nueva planta incluyendo las consideraciones para el 3BL, la capacidad de almacenamiento incrementó en 31%, y se dejó una capacidad extra de 175.70 m<sup>2</sup>. Simulando la planta se obtuvo un porcentaje de ocupación de bodega del 87.86%, y finalmente con el análisis financiero se evidenció un beneficio promedio de \$51.542,16 anual.

Gracias a la metodología aplicada a lo largo del proyecto, se logró diseñar la nueva planta incluyendo la implementación del sistema de medición, para lo cual la empresa se logra proyectar como una compañía rentable, sostenible y controlada en los ámbitos ambientales, sociales y financieros.

**Palabras Clave:** Systematic Layout Planning, Triple Bottom Line, Sostenible, Simulación, From to Chart, Activity Relationship Chart

## **ABSTRACT**

*The present project is carried out in an Ecuadorian company dedicated to the manufacture of plastic bottles and lids. The manager manifests the lack of space to store more products in the warehouse and also wants to add a new line of bottles, due to an opportunity in the market. For his company to meet the characteristics of a sustainable business, he also wants to include a system that measures performance. Therefore, this project aims to design a plant for the production of plastic caps and bottles, including a system to measure the company's performance in three aspects: social, economic and environmental, using the methodology Systematic Layout Planning [SLP] and Triple Bottom Line [3BL] respectively.*

*The methodology consisted of data entry for the 3BL and the design constraints for the SLP. Then the flows of people and materials were measured using the From to and Activity Relationship Chart tools, adding the considerations for 3BL in order to obtain a relationship diagram. Proceeding with the analysis of available and required spaces, limitations, assignments and indicators for the SLP system and 3BL respectively, several alternatives were developed, and proceed to be evaluated to choose a winner. Later the design of the new plant was obtained, including considerations for 3BL, the increased in the storage capacity by 31%, and an extra capacity of 175.70 m<sup>2</sup>. Simulating the plant, a holding percentage of 87.86% was obtained, and finally with the financial analysis an average profit of \$ 51,542.16 per year was also obtained.*

*Thanks to the methodology applied throughout the project, it was possible to design the new plant including the implementation of the measurement system, for which the company is able to project as a profitable, sustainable and controlled company in the environmental, social and financial areas.*

*Keywords: Systematic Layout Planning, Triple Bottom Line, Sustainable, Simulation, From to Chart, Activity Relationship Chart*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS .....	IX
ÍNDICE DE PLANOS .....	XI
CAPÍTULO 1 .....	1
1.    Introducción .....	1
1.1    Descripción del problema .....	2
1.1.1    Justificación de la Requerimiento.....	2
1.1.2    Alcance del Proyecto.....	3
1.1.3    Equipo de Trabajo .....	5
1.1.4    Requerimiento del Cliente .....	6
1.2    Restricciones del Proyecto .....	7
1.2.1    Restricciones del Diseño de Producto.....	7
1.2.2    Restricciones del Diseño de Procesos .....	7
1.2.3    Restricciones en la Planificación .....	7
1.3    Objetivos.....	8
1.3.1    Objetivo General .....	8
1.3.2    Objetivos Específicos .....	8
1.4    Plan de Acción.....	8
1.5    Marco teórico .....	9
CAPÍTULO 2.....	11
2.    Metodología .....	11
2.1    Recolección de datos.....	12
2.1.1    Plan de Recolección de Datos .....	12
2.1.2    Verificación de Datos .....	14
2.2    Análisis .....	17
2.2.1    Diseño del Producto .....	17
2.2.2    Diseño de Proceso.....	19



2.2.3	Planeación de la producción .....	27
2.3	Búsqueda y Selección .....	57
2.3.2	Evaluaciones de las Alternativas.....	58
2.4	Layout.....	64
2.5	Aplicación del sistema 3BL.....	66
2.6	Plan de Implementación .....	68
CAPÍTULO 3.....		69
3.	Resultados .....	69
3.1	Análisis Financiero.....	70
3.1.1	Presupuesto .....	70
3.1.2	Financiamiento.....	72
3.1.3	Costos de Producción .....	73
3.1.4	Estado de Resultado Proyectado.....	75
3.1.5	Flujo de Caja (VAN y TIR).....	77
3.2	Simulación .....	79
3.2.1	Simulación de Tapas y de Botellas .....	79
3.2.2	Simulación de Botellones .....	82
CAPÍTULO 4.....		85
4.	Discusión y Conclusiones .....	85
4.1	Conclusiones .....	85
4.2	Recomendaciones.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....		87
APÉNDICES .....		88
ANEXOS.....		90

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
SLP	Systematic Layout Planning
3BL	Triple Bottom Line
PIB	Producto Interno Bruto
PET	Polyethylene Terephthalate – Tereftalato de Polietileno
VOC	Voice Of Customer – Voz del Cliente
R&R	Repetibilidad y Reproducibilidad
AIAG	Automotive Industry Action Group
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
SENAE	Servicio Nacional de Aduana del Ecuador
ANOVA	Analysis of Variance
N/A	No Aplica
PR	Producción
VB	Vestidores y Baños
B	Bodega
CD	Carga y Descarga
O	Oficinas
G	Garita
C	Comedor
PA	Parqueadero
GG	Gerente General
SE	Secretaria
OA	Oficinas Administrativas
SR	Sala de Reuniones
B	Baño
INY	Inyectora
SOP	Sopladora
CCO	Chillers y Compresores
EMB	Embalaje

BMP	Bodega de Materia Prima
WIP	Work In Process
BPT	Bodega de Producto Terminado
CR	Cuarto de Repuestos
S	Semanas
Desv	Desviación
Est	Estandar
Var	Variabilidad
5G	Cinco Galones

## SIMBOLOGÍA

km	Kilometro
%	Porcentaje
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
\$	Dolar
kg	Kilogramo
ml	Mililitros
gr	Gramo
mm	Milimetro
min	Minutos
kw	Kilowatts
ton	Toneladas
mts	Metros
seg	Segundos
hrs	Horas

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Inventario de Botellas vs. Capacidad de Almacenamiento .....	2
Figura 1.2 Capacidad Actual de Almacenamiento vs. Requerida .....	3
Figura 1.3 Equipo de Trabajo.....	5
Figura 1.4 Modelo de los Requerimientos del Cliente.....	6
Figura 2.1 Análisis de Repetibilidad y Reproducibilidad del Sistema de Medición de Tiempos .....	15
Figura 2.2 Análisis de Repetibilidad y Reproducibilidad del Sistema de Medición de Tiempos .....	15
Figura 2.3 Reporte de Producción Elaborado por Líderes del Proyecto .....	16
Figura 2.4 Plano Realizado por un Arquitecto Profesional.....	17
Figura 2.5 Activity relationship chart entre departamentos. ....	49
Figura 2.6 Diagrama nodal de las áreas macro. ....	50
Figura 2.7 Activity relationship chart de oficinas. ....	52
Figura 2.8 Diagrama nodal de las Área Micro, Oficinas.....	53
Figura 2.9 Proceso para Elaboración de Botellas Plásticas.....	54
Figura 2.10 Activity Relationship Chart de Área de Producción y Bodega.....	55
Figura 2.11 Diagrama Nodal del Área de Producción y Bodega.....	56
Figura 2.12 Planta Alta y Planta Baja – Requerimiento del Cliente .....	65
Figura 2.13 Planta Alta y Planta Baja – Propuesta de Mejora .....	65
Figura 3.1 Simulación de Botellas.....	79
Figura 3.2 Simulación de la bodega.....	81
Figura 3.3 Simulación de botellones .....	83

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 SIPOC.....	4
Tabla 2.1 Plan de Recolección de Datos: Diseño de Producto.....	12
Tabla 2.2 Plan de Recolección de Datos: Diseño de Proceso.....	13
Tabla 2.3 Plan de Recolección de Datos: Planificación.....	13
Tabla 2.4 Plan de Recolección de Datos: Triple Bottom Line.....	14
Tabla 2.5 Características Específicas de los Productos.....	18
Tabla 2.6 Especificaciones de Materia Prima.....	24
Tabla 2.7 Tiempo de abastecimiento de PET y HDPE.....	25
Tabla 2.8 Sistema de almacenamiento.....	26
Tabla 2.9 Análisis de capacidad para máquina inyectora FL.....	28
Tabla 2.10 Análisis de capacidad para máquina inyectora Haitian.....	28
Tabla 2.11 Análisis de capacidad máquina inyectora Haitian.....	29
Tabla 2.12 Análisis de capacidad máquina sopladora AOLI.....	29
Tabla 2.13 Análisis de capacidad máquina sopladora semi automática KEA.....	30
Tabla 2.14 Análisis de capacidad máquina sopladora semi automática.....	30
Tabla 2.15 Análisis de capacidad máquina sopladora de botellones KEDA.....	30
Tabla 2.16 Análisis de capacidad del proceso embalaje en máquina AOLI.....	31
Tabla 2.17 Análisis de capacidad del proceso embalaje en máquina KEA.....	31
Tabla 2.18 Análisis de capacidad del proceso embalaje en máquina semi automática.....	31
Tabla 2.19 Análisis de capacidad del proceso embalaje en máquina semi automática.....	32
Tabla 2.20 Análisis de capacidad máquina moldeadora (tapas de botellas).....	32
Tabla 2.21 Análisis de capacidad máquina moldeadora (tapas de botellones).....	32
Tabla 2.22 Planificación agregada de la producción.....	34
Tabla 2.23 Balanceo de línea para botellones con un operario.....	35
Tabla 2.24 Balanceo de línea para las estaciones de embalaje.....	35
Tabla 2.25 Frecuencia de pedido de PET.....	36
Tabla 2.26 Frecuencia de pedido de polietileno.....	37
Tabla 2.27 Frecuencia de pedido de fundas.....	37
Tabla 2.28 Espacio actual de producción.....	38
Tabla 2.29 Espacio requerido para el nuevo galpón – botellones.....	39
Tabla 2.30 Espacio requerido para maquinaria complementaria para la producción.....	39
Tabla 2.31 Espacio requerido para la bodega.....	41
Tabla 2.32 Espacio requerido para las oficinas.....	42
Tabla 2.33 Espacio requerido para los vestidores y baños.....	43
Tabla 2.34 Espacio requerido para contenedor de 20 ft.....	44
Tabla 2.35 Espacio requerido para contenedor de 40 ft.....	44
Tabla 2.36 Espacio requerido para muelle de carga y descarga.....	45
Tabla 2.37 Espacio total requerido.....	47
Tabla 2.38 Departamentos de la planta.....	48
Tabla 2.39 Flow-between chart entre departamentos.....	48
Tabla 2.40 Importancia de Cercanía.....	49
Tabla 2.41 From to chart entre departamentos.....	50

Tabla 2.42 Abreviaturas de Departamentos de Oficinas.....	51
Tabla 2.43 Flujo de Personas en Oficinas. ....	52
Tabla 2.44 Flujo de personas de oficinas. ....	53
Tabla 2.45 Flujo de botellas plásticas.....	54
Tabla 2.46 Abreviatura de Máquinas y Estaciones de Trabajo.....	55
Tabla 2.47 Obtención de Máquina Central. ....	56
Tabla 2.48 Superficie y Número de Bloques Requeridos .....	57
Tabla 2.49 Número de bloques necesarios por departamento .....	57
Tabla 2.50 Evaluación de Alternativas 1 y 2 .....	58
Tabla 2.51 Evaluación de Alternativas 3 y 4 .....	59
Tabla 2.52 Total de Activity RelationShip Chart Macro .....	61
Tabla 2.53 Criterio de Contiguidad .....	61
Tabla 2.54 Evaluación de Alternativas 1 y 2 .....	62
Tabla 2.55 Evaluación de Alternativas 3 y 4 .....	63
Tabla 2.56 Tipos de Flujos.....	64
Tabla 2.57 Indicadores para el Sistema de 3BL .....	67
Tabla 2.58 Panel de Control para el Sistema de 3BL .....	67
Tabla 2.59 Plan de Implementación.....	68
Tabla 2.60 Plan de Implementación 3BL- Gantt .....	68
Tabla 3.1 Costo de la Nueva Línea de Producción.....	70
Tabla 3.2 Costo para la Implementación del Sistema Triple Bottom Line.....	71
Tabla 3.3 Costo para el Traslado y Puesto en Marcha de Maquinarias.....	71
Tabla 3.4 Fuente de Financiamiento.....	72
Tabla 3.5 Institución Financiera .....	72
Tabla 3.6 Tabla de Amortización .....	73
Tabla 3.7 Costos Unitarios y Mensuales por Producto .....	74
Tabla 3.8 Costos de Producción .....	75
Tabla 3.9 Estado de Resultado Proyectado.....	76
Tabla 3.10 Estado de Resultado Proyectado con Línea de Botellones .....	77
Tabla 3.11 Estado de Resultado Proyectado sin Botellones .....	78
Tabla 3.12 Utilización de las máquinas.....	80
Tabla 3.13 Total de salidas de la simulación. ....	80
Tabla 3.14 Utilización de la bodega .....	82
Tabla 3.15 Utilización de las máquinas.....	83
Tabla 3.16 Unidades producidas en la simulación de botellones.....	84

## ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Planta Baja – Requerimiento del Cliente

PLANO 2 Planta Alta– Requerimiento del Cliente

PLANO 3 Planta Baja – Propuesta de Mejora

PLANO 4 Planta Alta– Propuesta de Mejora



# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria de plásticos es una de las más dinámicas de la economía ecuatoriana. En el año 2011 obtuvo una participación en el producto interno bruto [PIB] de 0,36% (FLACSO, MIPRO, 2011). Hoy en día el plástico es una alternativa de bajo costo para el envasado de muchos productos en distintas industrias. Durante el 2015, el costo de operación fue de 21% menos que el costo promedio anual de países competidores como Brasil, Colombia y Costa Rica (Dirección de Inteligencia Comercial e Innovaciones Extranjeras, PRO ECUADOR, 2015).

El Tereftalato de Polietileno [PET] se ha transformado en la principal opción de resina plástica para envasar gran variedad de líquidos, aunque tiene un impacto ambiental negativo, tarda 700 años en degradarse y ocasionan problemas de contaminación del agua, aire y suelo. De acuerdo al Ministerio de Ambiente en el 2012 la producción de botellas PET fue de 1.406 millones aproximadamente, de las cuales 1.136 millones pudieron ser recolectados para proceso de reciclado. Este proceso ha aumentado del 30% a 80% en los años 2011 al 2012 respectivamente. (Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2012)

El proyecto se lleva a cabo en una empresa nacional que cuenta con 15 años de experiencia en industrias plásticas. Esta compañía ofrece tapas y botellas para empresas de alimentos, de bebidas y químicas. Se encuentra ubicada en el km 7,5 Vía Daule. A lo largo del tiempo se han podido ajustar al mercado cambiante de plásticos y a las exigencias del país en lo legal, económico y cultural.

Actualmente, la empresa produce seis modelos diferentes de botellas con respecto a su volumen y seis variedades de colores para un tipo de tapa. Hoy en día la cartera de productos de la empresa está compuesta por los siguientes tipos de botellas: Rimembi, Redonda, Hércules, Alargada, Beco y Cuerpo de Mujer.

La compañía ha decidido potenciar las máquinas que poseen para producir otro tipo de producto, en este caso la producción de botellones de PET. Además, el área de almacenamiento actual no permite aumentar la cartera de clientes por la falta de espacio.

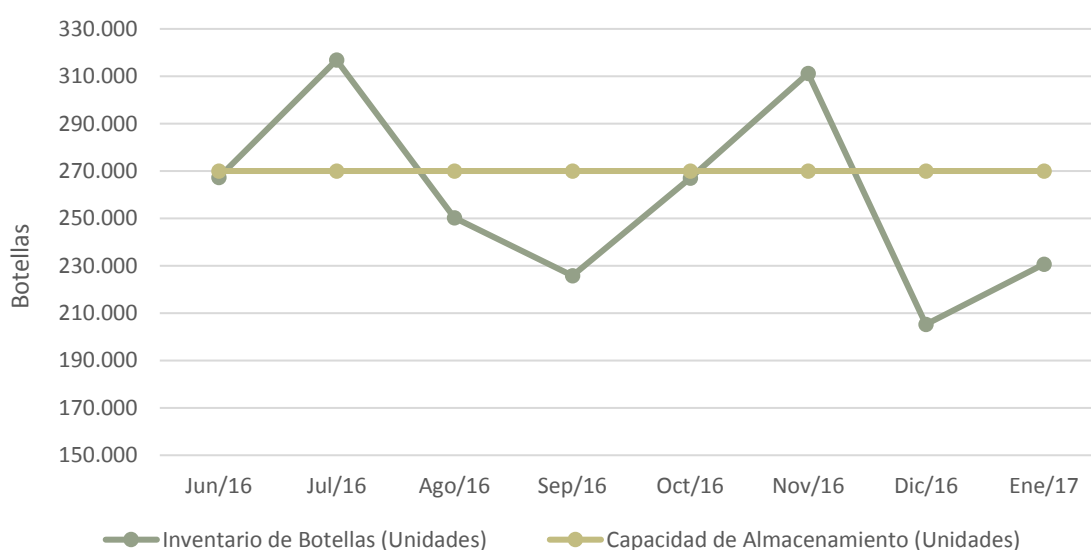
Las normas de seguridad y prevención de incendios les exigen cumplir con los espacios adecuados entre bultos de botellas, lo que ha limitado el área útil de almacenamiento. Al plantearse la oportunidad de producir un nuevo producto y tener la necesidad de aumentar la capacidad de almacenamiento, la empresa ha propuesto un proyecto que permita resolver estas necesidades.

## 1.1 Descripción del problema

La empresa necesita trasladar su fábrica actual a un nuevo galpón, localizado en el km 11.5 vía Daule, debido al desarrollo de una nueva línea de producción de botellones de PET y la falta de capacidad de almacenamiento para bultos de botellas.

### 1.1.1 Justificación de la Requerimiento

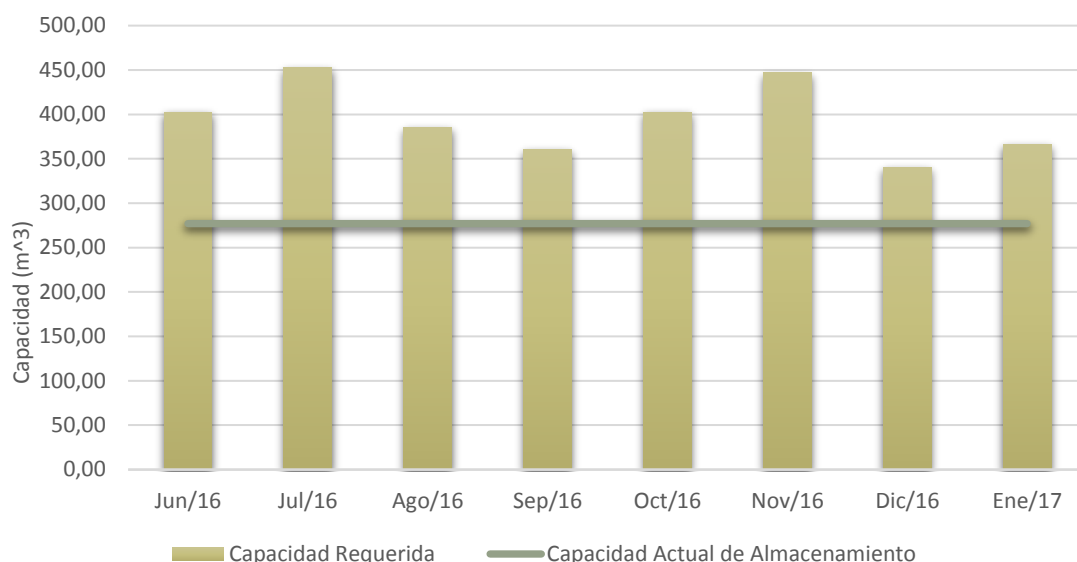
La compañía proporciona información sobre el inventario de botellas y la capacidad de almacenamiento. El inventario varía aproximadamente desde 210.000 hasta 320.000 botellas, mientras que la capacidad es de 270.000 botellas. Con esta información se procede a elaborar un gráfico y se evidencia que en los meses de julio y noviembre del 2016 no existe más espacio para almacenar dichos productos en la bodega. Por lo tanto, los operadores se ven en la necesidad de colocar los bultos de botellas en áreas restringidas por el cuerpo de bomberos. Ver Figura 1.1.



**Figura 1.1 Inventario de Botellas vs. Capacidad de Almacenamiento**

Fuente: Elaboración propia.

Si la empresa almacena 500 botellones, y calculando el volumen que ocupa un botellón, se puede evidenciar que la capacidad requerida es mucho mayor a la capacidad actual en la bodega. Esto indica que no existe espacio suficiente para introducir un nuevo producto, como son los botellones. Ver Figura 1.2



**Figura 1.2 Capacidad Actual de Almacenamiento vs. Requerida**



Fuente: Elaboración propia.

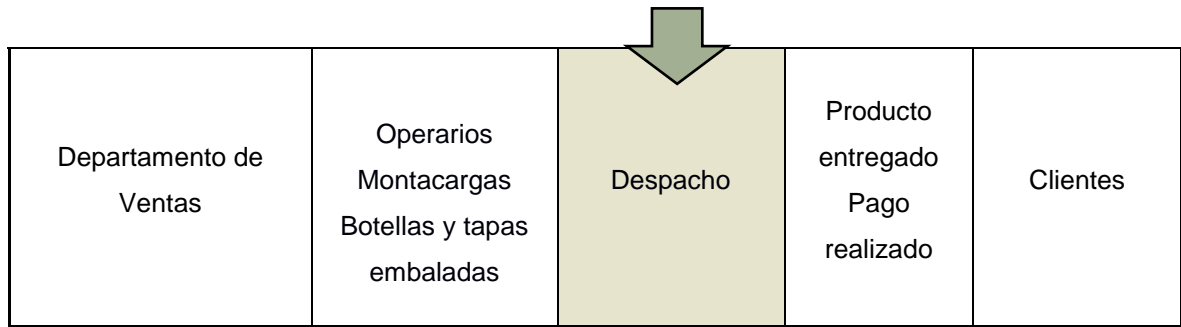
### 1.1.2 Alcance del Proyecto

Considerando el requerimiento de la empresa y tomando en cuenta la justificación presentada en el párrafo anterior, el proyecto se centra en el diseño de una planta productora de tapas y botellas plásticas que incluye los procesos de inyección, soplado, moldeado y embalaje. El diseño también incluye el área de producción, almacenamiento, sistemas de soporte, área administrativa e interfaz con el personal.

El alcance está detallado en el diagrama Supplier - Inputs – Process - Outputs - Customers (SIPOC), el cual se muestra en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1 SIPOC**

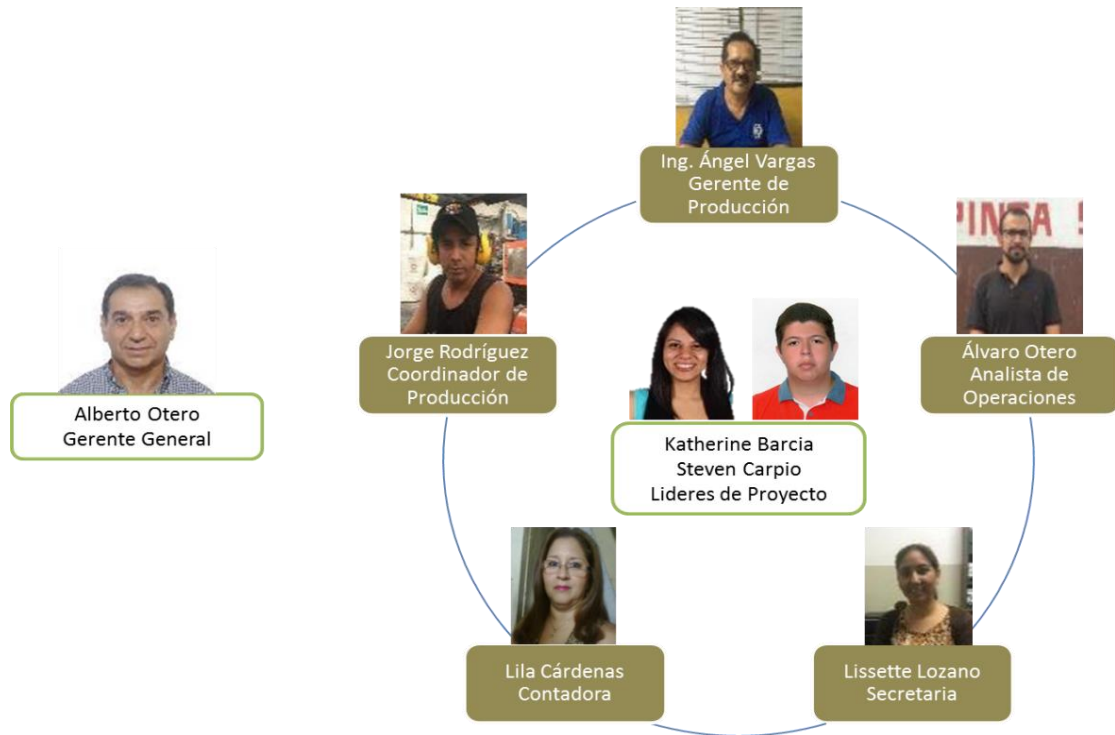
SIPOC				
Proveedores	Entradas	Procesos	Salida	Cientes
<p><i>Far Eastern Group</i> <i>Muehlstein</i> <i>Cynpol</i> <i>Trilex</i> Fantape Cartopel</p>	<p><b>Cotización y proformas:</b> Características de producto Fechas de entrega Precios Condiciones de pago</p>	<p>Compras e Importaciones</p> 	<p>PET Polietileno HDPE Polímero colorantes de botellas <i>Masterbach</i> Fundas plásticas Cintas Cartones</p>	<p>Departamento de compras de la empresa</p>
<p>Cientes</p>	<p><b>Orden de compra:</b> Condiciones de pago Cantidad Precio Tipo de entrega (domicilio)</p>	<p>Planificación de la producción</p> 	<p>Órdenes de producción</p>	<p>Departamento de Producción</p>
<p>Departamento Producción</p>	<p>Operarios PET Polímeros colorantes botellas Polietileno HDPE Colorantes tapas- <i>Masterbach</i> Fundas plásticas Cintas Cartones Ordenes de producción Máquinas Montacarga</p>	<p>Producción (Inyección, soplado, moldeado y embalaje)</p>	<p>Tapas y botellas embaladas</p>	<p>Departamento de Ventas</p>



Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.3 Equipo de Trabajo

Para el desarrollo del proyecto se cuenta con la colaboración de varias personas dentro de la empresa, las cuales conforman el equipo de trabajo. Ver Figura 1.3.



**Figura 1.3 Equipo de Trabajo**

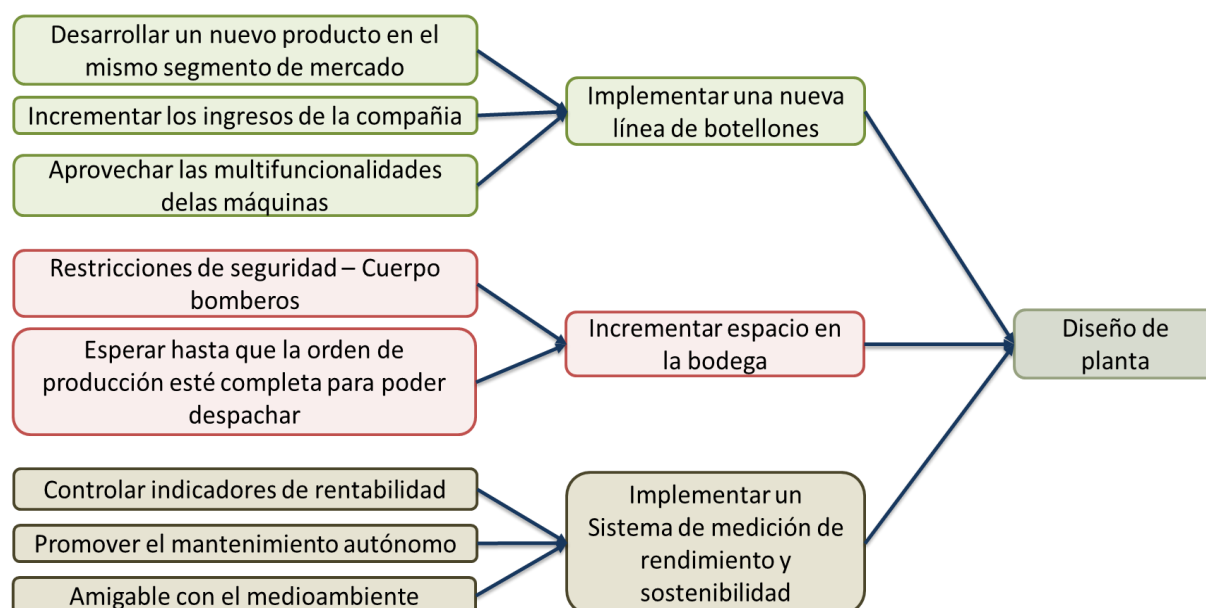
Fuente: Elaboración propia.

El gerente general de la compañía está involucrado como soporte en todas las áreas del proyecto brindando información fundamental. El gerente y coordinador de producción aportan con sus conocimientos para los flujos de procesos, la tasa de producción de las máquinas, la planificación de la producción, entre otros. El analista

de operaciones se encarga del soporte en las operaciones y de los procesos internos tales como el costo de producción, el análisis financiero y el control los mismos. La contadora aporta al proyecto con datos contables y financieros. Finalmente, la secretaria de la organización, brinda información histórica sobre sus clientes y ventas.

#### 1.1.4 Requerimiento del Cliente

Una vez conocido el equipo de trabajo, se realizan varias entrevistas con el personal que labora en la organización. Para esto, se utiliza la metodología Voice of Customer (VOC) y se recolecta información de sus necesidades y problemas que han tenido en los últimos años, luego se realiza un gráfico de requerimientos del cliente, el esquema fue obtenido de libro Sigma Handbook (Pyzdek, 2003).



**Figura 1.4 Modelo de los Requerimientos del Cliente**

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1.4 se puede observar las distintas necesidades del cliente, las primeras tres necesidades van acorde a **implementar una nueva línea de botellones**. Las

restricciones de seguridad y el tener que esperar a que la orden de producción esté completa para poder despachar son necesidades de **incrementar el espacio en bodega**. Finalmente, tener indicadores de rentabilidad; promover el mantenimiento autónomo; y, ser amigable con el medio ambiente son parte del **sistema de medición de rendimiento y sostenibilidad**. Lo que se espera es que el diseño de la planta contenga estas tres necesidades generales para cumplir con las expectativas y requerimientos del cliente. A partir de este modelo, se desarrolla el cuerpo del proyecto, de tal manera que logre cumplir con el objetivo general del mismo.

## 1.2 Restricciones del Proyecto

Por medio de las diferentes entrevistas que se realizan, se obtienen distintas restricciones, estas se dividen dependiendo de las condicionantes del diseño.

### 1.2.1 Restricciones del Diseño de Producto

- La materia prima de las botellas y botellones es de PET y para las tapas de Polietileno de alta densidad [HDPE].
- Existe solo un tipo de diseño de tapa.
- Para el nuevo diseño de planta, se utilizan las mismas máquinas y equipos que la compañía posee actualmente.

### 1.2.2 Restricciones del Diseño de Procesos

- Existen normativas de seguridad al momento de almacenar los bultos de botellones dados por el cuerpo de bomberos.
- Tasa de producción de las máquinas.
- Con respecto al manejo de materiales, se utiliza transpapeletas y montacargas para movilizar la materia prima, producto en proceso y producto terminado.

### 1.2.3 Restricciones en la Planificación

- Las dimensiones del galpón están limitadas por la empresa.

- El almacenamiento de las tapas es de 5.000 por fundas.
- Las botellas se almacenan en bultos de 300 unidades.
- Debido al tipo de almacenaje para el producto final (Volumétrico), la altura de las torres es máximo de 15 a 20 bultos máximo. (Varía dependiendo del tamaño de botella).
- La demanda de botellas y tapas plásticas es en promedio 485000 unidades, sin embargo existen meses donde la demanda puede incrementar a 650000 botellas plásticas.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar una planta de producción de tapas, botellas y botellones plásticos que incluya un sistema para medir el rendimiento de la empresa en tres aspectos: social, económico y ambiental, utilizando la metodología *Systematic Layout Planning* [SLP] y *Triple Bottom Line* [3BL] respectivamente, para que cumpla con las características de un negocio sostenible.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar el *Layout* de la nueva planta.
- Simular las líneas de producción de la planta.
- Implementar un sistema de medición formal de desempeño y sostenibilidad mediante el sistema de 3BL.

### 1.4 Plan de Acción

El proyecto se desarrolla en 5 etapas con un total de 18 semanas. Su finalidad es cumplir con todos los objetivos propuestos del proyecto. En la sección de Anexos, se evidencia cada etapa y el tiempo que tomará su desarrollo.



## 1.5 Marco teórico

Realizar el diseño de una planta sirve para tomar decisiones de la distribución de máquinas, instalaciones y áreas de trabajo, es un reto en el cual no se puede equivocar. Una incorrecta distribución de la planta, en ciertos casos, sacrifica la estabilidad de una empresa. El trabajo de proyectar una distribución en planta, cubre un amplio campo. Puede ser desde un lugar de trabajo individual o una planta industrial, pero en todos los casos debe ser planeado para obtener una distribución eficiente. [1]

Actualmente las compañías no solo compiten por vender sus productos o servicios, también buscan desarrollar nuevas estrategias para obtener mayor calidad. Uno de los factores que contribuye en este aspecto es el diseño del *layout* de la compañía. Un buen *layout* reduce el desperdicio del tiempo y cuellos de botellas, logra un monitoreo de proceso simple, y optimiza los flujos de información, material y procesos. [2]

En un documento científico elaborado por Kitriastika, Tanaya, and Indrayadi, se realiza un rediseño del *layout* para incrementar la eficiencia de una industria dedicada a fabricar aros para llantas de carros como Jeep, Sedan y Minibús. Su objetivo es mejorar la calidad del producto, reducir el tiempo ineficiente y optimizar las actividades de fábrica. [2]

Este estudio se basa en la metodología *Systematic Layout Planning* [SPL], es una herramienta de planificación para establecer el diseño de la planta, tiene como objetivo obtener un flujo más rápido de material durante los procesos de fabricación. Se identifica, genera alternativas, evalúa, selecciona e implementa. Utilizando diferentes herramientas que miden flujo, espacio y las relaciones entre departamentos elaboraran un *layout* nuevo para la planta. Entre los resultados obtenidos se logra un aumento de la eficiencia en 34,82%. [2]

Como se mencionó en el párrafo anterior es importante analizar los flujos, para ello se consideran los aspectos que definen y dan forma a los flujos, como:

- Las características del producto.

- Las características del proceso.
- Las características del programa de producción.
- Las características de instalaciones existentes.

Las características del producto involucran el diseño del producto, número de partes, tamaños, requerimientos de materiales, entre otras. Las características del proceso tienen un efecto más profundo en la distribución de las instalaciones, se puede desarrollar diagramas de ensamble, flujo del proceso, flujo de multi-productos o matriz de recorridos. Después de conseguir la información sobre qué se produce y cómo se produce, se necesita saber cuánto y cuándo se producirá. Las herramientas principales son la planeación agregada y el plan maestro de producción. Por último las características de instalaciones existentes tienen gran relevancia al definir la configuración de los flujos de productos, estos se ven acotados por la cantidad y geometría del espacio disponible. [3]

Por otro lado, el proyecto incluye un sistema de medición de rendimiento y sostenibilidad, para realizarlo se utiliza la herramienta del *Triple Bottom Line* [3BL]. 3BL es un marco contable que junta tres dimensiones de desempeño: financiero, ambiental y social. Se establecen parámetros en los cuales se asignan valores cuantitativos, de esta manera miden el comportamiento de cualquiera de los tres aspectos de la empresa y ayuda a la toma de decisiones en el caso de un resultado no deseado y generar valor, sin embargo surgen problemas derivados a las unidades de medición y el grado de subjetividad que tienen los factores sociales y ambientales. [4]

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto se utiliza la metodología de Planeación Sistemática del diseño de una Planta (SLP, por sus siglas en inglés: *Systematic Layout Planning*). Dicho sistema parte de un problema ya planteado de diseño y sigue una estructura de fases: análisis, búsqueda y desarrollo de diseños alternativos y sus respectivas evaluaciones.

La organización también quiere medir indicadores para conocer su desempeño y tomar decisiones, no solo en el ámbito económico, sino también en lo ambiental y social. Por lo que la herramienta *triple bottom line* cumple con las expectativas del cliente.

### **Fase de Análisis**

En esta etapa de la metodología es necesaria la recopilación de información pertinente, es decir entradas relevantes para una buena realización de *layout*. Estas consisten en datos relevantes tomando en cuenta las condicionantes del diseño: producto, proceso y la planificación de producción.

Junto con los condicionantes de diseño de procesos, se determinan los factores cualitativos que influyen en la razón de cercanía de cada departamento o área. Para este análisis se utilizan las herramientas como tablas y diagramas de relaciones. Se agregan las razones cuantitativas para determinar qué áreas estarán contiguas o lejanas. Al finalizar, se obtiene un diagrama nodal de las áreas colocadas en el análisis. Por otro lado, con los condicionantes de diseño de producto y planificación se traducirán los mismos en términos de equipos, personas, requerimiento y disponibilidad de espacio.

### **Fase de Búsqueda**

Esta etapa involucra los diagramas de relaciones de espacio, es decir por medio de bloques y usando el diagrama nodal de la etapa de análisis, se ubican las áreas o departamentos. Luego, se procede a describir y analizar los flujos, tanto de materiales, vehículos y personas. Al finalizar, se desarrollan varias alternativas de bloques, las cuales se aproximan

a un *layout* definitivo, ajustando las condiciones cualitativas y cuantitativas, el sistema de manejo de materiales, equipos y personas, mencionadas anteriormente.

## Fase de Selección

La selección es la respectiva evaluación de las distintas alternativas generadas en la fase anterior. En esta evaluación no solo participan los líderes del proyecto, sino también todo el personal de la empresa debido a que son los afectados por el proceso de diseño.

### 2.1 Recolección de datos

#### 2.1.1 Plan de Recolección de Datos

El plan de recolección de datos explicado a continuación, se realiza con ayuda del gerente de producción y de los operadores de la planta. Los datos contienen su unidad de medida, el tipo de data, el método de recolección, su objetivo, y la persona encargada de adquirirlos, como se muestran en las tablas 2.1 - 2.4.

**Tabla 2.1 Plan de Recolección de Datos: Diseño de Producto**

DISEÑO DEL PRODUCTO							
¿Qué se mide?	Unidades	Tipo de data	¿Cómo se mide?	Registros	Muestreo	Uso Futuro	Responsable
Dimensiones de las unidades de carga	m (ancho, largo y profundidad)	Cuantitativo-Continuo	Especificación dadas por la empresa	Formulario	N/A	Flujo de materiales	Katherine & Steven
Dimensiones de las máquinas	m <sup>2</sup>	Cuantitativo-Continuo	Especificación del proveedor	Manual de la máquina	N/A	Para tener en cuenta el espacio que ocuparía en el <i>Layout</i> de la nueva planta	Katherine & Steven

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.2 Plan de Recolección de Datos: Diseño de Proceso**

DISEÑO DEL PROCESO							
¿Qué se mide?	Unidades	Tipo de data	¿Cómo se mide?	Registros	Muestreo	Uso Futuro	Responsable
Tiempo de embalaje de producto	bultos/hora	Cuantitativo - Continuo	Físicamente	Formulario	n = 9 e = 0,05	Simulación	Katherine & Steven
Tasas de recorrido	m/s	Cuantitativo-Continuo	Físicamente	Formulario	N/A	Simulación	Katherine & Steven

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.3 Plan de Recolección de Datos: Planificación**

PLANIFICACIÓN							
¿Qué se mide?	Unidad	Tipo de data	¿Cómo se mide?	Registros	Muestreo	Uso Futuro	Responsable
Planificación de la producción	unidad/mes	Cuantitativa -Discreta	Entrevista con el gerente de producción	Base de datos	N/A	SLP Simulación	Gerente de Producción
Demanda de los productos	unidad/mes	Cuantitativa -Discreta	Entrevista con la secretaria	Base de datos	N/A	SLP Simulación	Secretaria
Tasa de producción de las máquinas (catalogo y toma de tiempos)	producto/minuto	Cuantitativo - Discreta	Digital y Físico	Panel de control de la máquina/ Formulario	N/A	Simulación	Gerente de Producción
Abastecimiento de materia prima	kg/saco	Cuantitativo -Continuo	Especificación del proveedor	Base de datos	N/A	SLP	Analista de Operación
Cantidad de inventario	depende del producto	Cuantitativo -Discreta	Física y digitalmente	Base de datos/Físico	N/A	SLP	Analista de Operación
Dimensión del galpón	m <sup>2</sup>	Cuantitativo -Continuo	Planos arquitectos	Planos en un programa de diseño asistido por computadora	N/A	SLP	Arq. Mario Avilés

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.4 Plan de Recolección de Datos: Triple Bottom Line**

TRIPLE BOTTOM LINE							
¿Qué se mide?	Unidades	Tipo de data	¿Cómo se mide?	Registros	Muestreo	Uso Futuro	Responsable
Desperdicio de producto	kg	Cuantitativo-Continuo	Digital/Físicamente	Panel de la máquina/Formulario	N/A	3BL	Coordinador de Producción
Datos de accidentes laborales	\$/accidente	Cuantitativo-Continuo	Entrevistas con Gerente	Base de datos	N/A	3BL	Secretaria
Información de rentabilidad	%	Cuantitativo-Continuo	A partir de los cuadros financieros de la empresa	Cuadros Financieros	N/A	3BL	Contadora

Fuente: Elaboración propia.

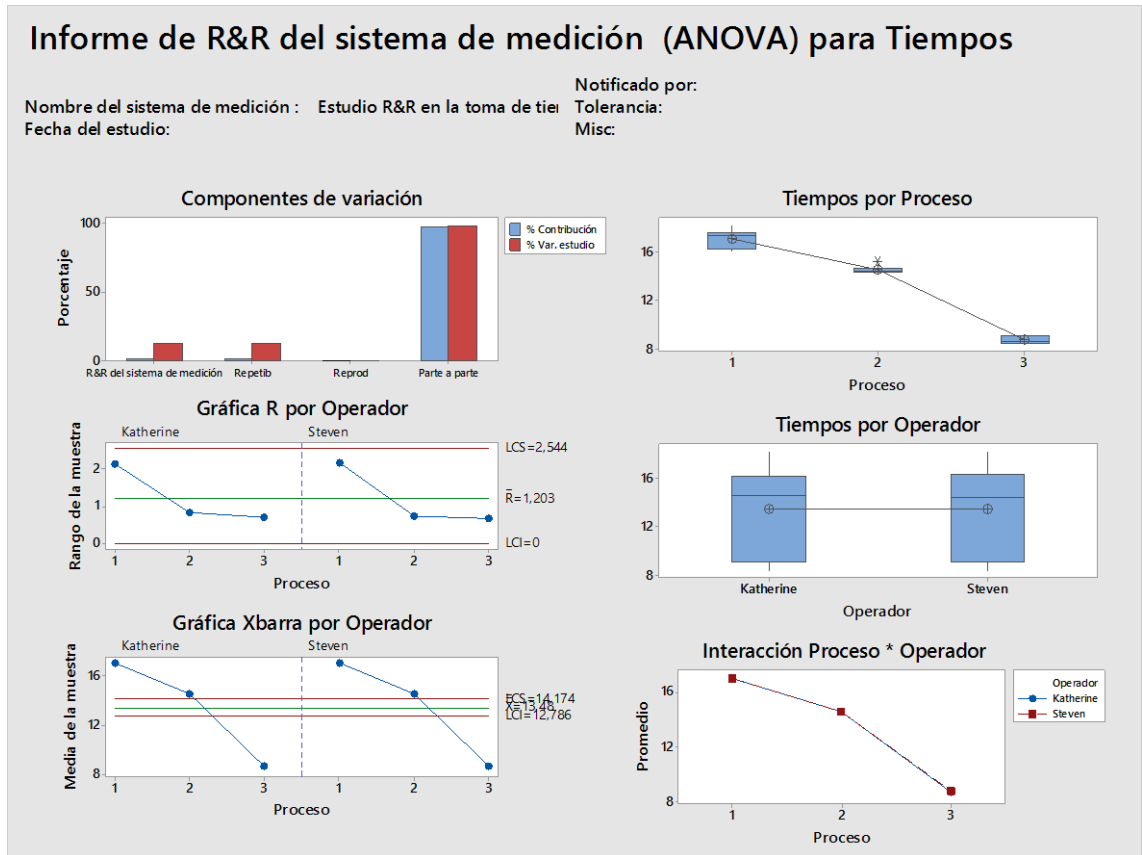
En base a los requerimientos del cliente para el sistema de medición del desempeño de la empresa y los datos recolectados para la metodología del 3BL, se propone que el diseño de la planta cuente con un espacio para realizar capacitaciones y eventos sociales. Se llevará un control de incidentes de seguridad en todas las áreas de la empresa. El diseño de la planta contará con acceso para personas discapacitadas, por lo tanto se implementaran rampas y se destinará un parqueo exclusivo para personas con discapacidades y/o mujeres embarazada. En el ámbito ambiental, el cliente solicita un espacio destinado para el desperdicio que no puede ser reutilizado y en lo posible donar este desperdicio a fundaciones sin fines de lucro.

### 2.1.2 Verificación de Datos

Tomando en cuenta el plan anterior, existen ciertos datos resaltados en cuadros anaranjados. Estos son analizados y verificados debido a que se desconocía si los datos proporcionados por la empresa eran confiables y reales.

Por otro lado se toma varios tiempos para verificar su confiabilidad. Se realizó un análisis de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R) con la ayuda de un programa

estadístico, en el cual se ingresaron los tiempos de embalaje cronometrados de tres diferentes máquinas sopladoras y se obtienen resultados eficaces.



**Figura 2.1 Análisis de Repetibilidad y Reproducibilidad del Sistema de Medición de Tiempos**

Fuente: Elaboración propia.

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0,55539	3,3324	12,87
Repetibilidad	0,55539	3,3324	12,87
Reproducibilidad	0,00000	0,0000	0,00
Operador	0,00000	0,0000	0,00
Parte a parte	4,28117	25,6870	99,17
Variación total	4,31704	25,9023	100,00

**Figura 2.2 Análisis de Repetibilidad y Reproducibilidad del Sistema de Medición de Tiempos**

Fuente: Programa de análisis estadístico

En la figura 2.1 se puede observar que los componentes de variación no se encuentran en el sistema de medición, en la gráfica R ningún operador esta fuera del rango por lo tanto existe uniformidad en los operadores. La gráfica de tiempos por proceso muestra que la variación de los tiempos de cada tiempo de embalaje no es alta. En los tiempos por operador y en la interacción proceso\* operador se concluye que ambos operadores miden de forma similar. Con una variación del estudio del 12,87% se puede concluir que el sistema de medición es aceptable de acuerdo las directrices del **Automotive Industry Action Group** [AIAG]. Ver Figura 2.2.

Los líderes del proyecto realizaron un reporte diario de producción con el fin de verificar dicha información proporcionada por los operadores de la empresa. Así también se pudo verificar la cantidad de inventario. Al final del mes de Mayo se contabilizó el número de bultos de botellas que tenían y se lo comparó con la información de inventario que se encontraban en la base de datos de la empresa.

REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN										
Fecha	Operador	Producto	Tipo	Color	Cantidad de Bulto	Unidades por Bulto	Buenas	Malas	TOTAL	Observaciones
24/05/2010	Jorge Ramirez	Botella	Normal	Blanca	76	300	-	-	22800	
24/05/2010	Jorge Ramirez	Botella	Normal	Blanca	4	300	-	-	1200	
25/05/2010	Jorge Ramirez	Botella	Normal	Blanca	111	300	-	-	33300	
25/05/2010	"	Botella	Normal	Blanca	13	300	-	-	3900	
25/05/2010	"	Botella	Normal	Blanca	25	300	-	-	7500	
26/05/2010	"	Botella	Normal	Blanca	17	300	-	-	5100	
31/05/2010	"	Botella	Normal	Blanca	65	300	-	-	19500	
31/05/2010	"	Botella	Normal	Blanca	3	300	-	-	900	
31/05/2010	"	Botella	Normal	Blanca	9	276	-	-	2484	
31/05/2010	"	Botella	Normal	Blanca	2	300	-	-	600	
31/05/2010	"	Botella	Normal	Blanca	2	265	-	-	530	
					<b>Total</b>	<b>221 Bultos</b>				

**Figura 2.3 Reporte de Producción Elaborado por Lideres del Proyecto**

Fuente: Elaboración propia.

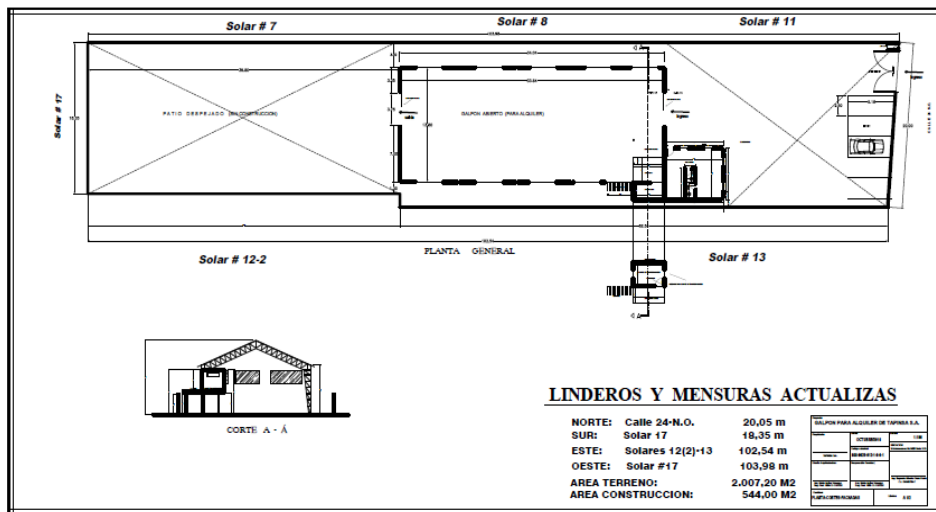
La demanda de productos vendidos se verificó con ayuda de la información de inventarios y producción, para esto se utilizó la siguiente ecuación:



$$\text{Demanda de botellas vendidas} = \text{Inventario inicial} + \text{Producción} - \text{Inventario Final (Ec. 1)}$$

Esta verificación de datos no incluye ventas perdidas, por lo tanto puede existir una demanda no satisfecha.

Las dimensiones del nuevo galpón al cual la empresa se quiere trasladar, se obtuvieron mediante un plano realizado por un arquitecto en un *software* de diseño asistido por computadora.



**Figura 2.4 Plano Realizado por un Arquitecto Profesional**

Fuente: **Proporcionada por Empresa**

## 2.2 Análisis

### 2.2.1 Diseño del Producto

#### Características Específicas de los Productos

Las características de las botellas y tapas plásticas variarán de cliente a cliente.

Tabla 2.5 Características Específicas de los Productos

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE PRODUCTO								
	TAPAS DE BOTELLAS	TAPAS DE BOTELLONES	BOTELLAS						BOTELLONES
Materia Prima para su Elaboración	*Polietileno de Alta Densidad (HPDE): Materia prima *Masterbatch: Pigmento para la coloración		* Tereftalato de Polietileno (PET): Materia prima para botellas plásticas *Colorante: Pigmento que le da la coloración a las botellas						
Tipo	Único	Único	Rimemvi	Redonda	Hércules	Alargada	Beco	Cuerpo de Mujer	Único
Volumen (ml.)	–	–	500	360 500 600	400	360	500	250	18,93
Peso (gr.)	2	9,7	17 19	17 19	17	17	19	17	580
Colores	Amarillo Azul Rojo Naranja Verde Blanco	Azulada	Azulada Trans_ parente	Azulada Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Azulada
Dimensiones (mm)	Diámetro: 28 mm Altura: 15 mm	Diámetro: 55 mm Altura: 25 mm	Pico de diámetro: 28 mm Pico de altura: 15 mm						Diámetro: 55 mm Altura: 25 mm

Fuente: Elaboración propia

## **2.2.2 Diseño de Proceso**

### **2.2.2.1 Proceso de Manufactura**

#### **2.2.2.1.1 Producción de Botellas**

La materia prima que entra para la producción de botellas es el PET, a partir de esto el proceso sigue los siguientes pasos:

- **Secado**

El PET es aspirado desde los sacos en los que viene almacenado, luego pasa a un tanque de secado que es parte de una máquina deshumidificadora. En este se lo calienta a alrededor de 195 °C para sacarle la humedad.

- **Inyección**

El PET ingresa desde el deshumidificador hacia una máquina Inyectora por medio de un tubo aspirador. En la inyectora el material se almacena en una tolva en la que también se agrega el colorante o pigmento, en caso de necesitar. Desde la tolva la resina pasa hacia un tornillo sin fin rodeado de resistencias eléctricas que elevan la temperatura del material para derretirlo y así permitir que este fluya hacia un molde en el que toma la forma de preformas. El material en el molde, ya con la forma respectiva de las preformas, se enfría por medio de un flujo de agua fría que recorre el molde. De aquí salen preformas como producto en proceso.

- **Soplado**

Las preformas ingresan a un horno en las que se calientan, luego pasan a colocarse en un molde en el que se las sopla con aire comprimido a alta presión para que tome la forma del molde; esto ocurre en una máquina Sopladora. De este proceso salen las botellas como producto final.

#### **2.2.2.1.2 Producción de Tapas**

La materia prima que entra para la producción tapas es el Polietileno de Alta Densidad (HDPE), a partir de esto el proceso sigue los siguientes pasos:

- **Molde por Compresión**

El HDPE ingresa a la tolva de la máquina Moldeadora, luego pasa al tornillo sin fin cuyas resistencias eléctricas lo calientan hasta derretirlo y así empieza a fluir a lo largo de este. Después, gotas de material derretido caen en cada una de las cavidades (moldes) o pares macho-hembra de la máquina. Posterior a esto, pistones neumáticos cierran dichas cavidades comprimiendo el material derretido de tal forma que adquiere la forma del molde. Un flujo de agua fría que pasa por dichas cavidades enfría el material para que luego se forme el capuchón de tapa en estado sólido. De este proceso salen los capuchones como producto en proceso.

- **Cortado**

Los capuchones de tapas ingresan a una máquina Cortadora o Cutter, en la que pasan a lo largo de una cuchilla que les hace un corte para que se forme el sello de seguridad que debe romperse al momento de abrir cualquier tapa. De este proceso salen las tapas como producto final.

Para todos los procesos indicados anteriormente, es necesario que paralelamente funcione un sistema de aire comprimido y enfriamiento de agua, ambos de ciclo cerrado.

Todos los procesos mencionados anteriormente se encuentran explicados detalladamente en los anexos: 2, 3,4 y 5

## 2.2.2.2 Maquinarias

### 2.2.2.2.1 Producción de Botellas

- **Inyectora de PET  
HAITIAN<sup>1</sup>**



- Modelo: HTF 360X
- Precedencia: China
- Esta máquina ya no se encuentra en el mercado.

- **Sopladora de botellas Semi- Automática**

### **TWO STEP SEMI-AUTOMATIC BOTTLE – BLOWING MACHINE<sup>2</sup>**

- Modelo: JD-S4
- Precedencia: China
- Cavidades: 4
- Potencia: 14 kw



<sup>1</sup> <http://www.gambarluculo.com/plastics-department-telkom-telos-sa/>

<sup>2</sup> [http://www.kedamould.com/products\\_detail/productId=152.html](http://www.kedamould.com/products_detail/productId=152.html)

○ **Sopladora Automática de PET**

**BOTTLE BLOWING MACHINE<sup>3</sup>**

- Modelo: AL-3000
- Precedencia: China
- Cavidades: 3
- Potencia: 16 kw



• **Producción de Botellones**

**TWO – STEP SEMI-AUTOMATIC BOTTLE-BLOWING MACHINE<sup>4</sup>**

- Modelo: JD-88C
- Precedencia: China
- Cavidades: 1
- Potencia: 10 kw



<sup>3</sup> [http://www.blow-molding-machine007.com/manufacturers/Productshow\\_3126\\_470\\_629.html](http://www.blow-molding-machine007.com/manufacturers/Productshow_3126_470_629.html)

<sup>4</sup> [http://www.kedamould.com/products\\_detail/productId=144.html](http://www.kedamould.com/products_detail/productId=144.html)

#### 2.2.2.2.2 Producción de Tapas

- **Moldeadora de Tapas por Compresión**

##### **MIN FENG CAP MACHINE<sup>5</sup>**

- Modelo: MF – 30B
- Precedencia: China
- Cavidades: 24
- Potencia: 20 kw
- Energía eléctrica consumida: Aprox. 15 kw.



#### 2.2.2.2.3 Maquinaria de Transporte

- **Montacargas**

##### **MONTACARGAS CATERPILLAR GP25<sup>6</sup>**

- Modelo: GP25
- Funcionamiento: Combustión (Gasolina)
- Capacidad: 2.5 toneladas
- Elevación máxima: 3.00 mts.



---

<sup>5</sup> <http://capmachine.company.weiku.com/item/Automatic-Cap-Molding-Machine-MF-30-16832229.html>

<sup>6</sup> <https://prosic.net/equipos/detalle/montacargas-caterpillar-gp25>

- **Transpapeleta**

- TRANSPAPELETA MANUAL DE YALE<sup>7</sup>**

- Capacidad de traslado: 2500 kg
    - Funcionamiento: Manual



### 2.2.2.3 Abastecimiento

#### 2.2.2.3.1 Fuentes de Suministros

La empresa posee diferentes proveedores de materia prima para poder desarrollar los procesos de producción, los cuales se especifican en la tabla 2.6:

**Tabla 2.6 Especificaciones de Materia Prima**

Materia prima / Insumo	Proveedores	Marcas	Unidad de carga	Peso o Unidades contenidas	Ubicación del proveedor
PET	Far Eastern	Eastlon	Sacos	1100 kg	Taiwan
HDPE	Certene	Muehlstein	Sacos	25 kg	EEUU
Colorante botellas	Mercodesarrollo, Nutec	Holcobatch	Frascos	10 kg	Ecuador
Masterbatch	Mercodesarrollo, Nutec	Holland Colours	Sacos	20 kg o 25 kg	Holanda
Fundas plásticas	Trilex	Trilex	Sacos	200 unidades	Ecuador
Cajas de cartón	Trilex	Trilex	Cartones	72 unidades (rollos)	Ecuador
Cintas de embalaje	Fan Tape	Fan Tape	Cajas	1 unidad	Ecuador

Fuente: Elaboración propia

<sup>7</sup> <http://www.yale.com/emea/es-es/productos/visi%C3%B3n-general-de-los-productos/transpaletas/>



### 2.2.2.3.2 Tiempos de Abastecimientos

#### **PET y Polietileno**

Es importante detallar el tiempo que se demora la materia prima en cada proceso de embarque, de viaje marítimo y proceso de nacionalización de la carga hasta llega el producto a la planta, esto se explica en la tabla 2.7:

**Tabla 2.7 Tiempo de abastecimiento de PET y HDPE**

Producto	Tiempo de embarque (días)	Tiempo de viaje marítimo (días)	Tiempo de nacionalización con SENA	Total (días)
PET	15-20	40 desde Taiwán	7-8	62-68
HDPE	15-20	18-20 desde EEUU	7-8	40-48

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto es de suma importancia conocer el consumo diario de estos recursos y poder establecer de forma correcta los pedidos de materia prima al proveedor. Los tiempos de abastecimiento para otros materiales e insumos el tiempo de abastecimiento es bajo debido que son proveedores locales, como máximo se demora una semana.

### 2.2.2.4 Manejo de Materiales

A continuación se muestra cómo se almacena cada producto o material dentro de la planta:

**Tabla 2.8 Sistema de almacenamiento**

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO								
PRODUCTO	PET	POLIETILENO	PREFORMAS DE BOTELLAS	BOTELLAS	TAPAS DE BOTELLAS	PREFORMAS DE BOTELLONES	BOTELLONES	TAPAS DE BOTELLONES
CANTIDAD POR UNIDAD DE ALMACENAMIENTO (Unidades)	-	-	15000	300	5000	48	10	1000
PESO DE SACO/BULTO (kg.)	1100	25	Aprox. 255 (depende del peso de la preforma)	Aprox. 5,4 (depende del tipo de botella)	10	27,84	5,8	9,7
EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIALES	Montacargas mecánicos	Montacargas mecánicos	Montacargas mecánicos	Transpaleta Elevadora Manual/Montacargas mecánicos	Montacargas mecánicos	Montacargas mecánicos	Transpaleta Elevadora Manual/Montacargas mecánicos	Montacargas mecánicos
MEDIO DE ALMACENAMIENTO	Volumétrico							
ACCESO AL STOCK	LIFO							
TIPO DE UBICACIÓN	FIJA (Un solo SKU)	FIJA (Un solo SKU)	FIJA (Un solo SKU)	FIJA (Un solo SKU)	FIJA (por color)	FIJA (Un solo SKU)	FIJA (Un solo SKU)	FIJA (Un solo SKU)
ILUSTRACIÓN							-	-

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 2.8, los botellones y los bultos de tapas de los botellones se almacenarán de manera volumétrica para aprovechar no solo la superficie sino también la altura.

#### 2.2.2.4.1 Colorantes, Fundas, Cinta de Embalaje y Cartones

Los colorantes y fundas plásticas vienen empacados en sacos y se los apilan sobre pallets un saco sobre otro. El inventario de estos sacos es limitado por lo tanto, la altura de apilamiento no es un factor crítico. Para el caso de las cintas de embalaje, estas vienen en cajas de cartón que son almacenadas en un cuarto de bodega de insumos, sobre el piso. Los cartones vienen doblados y se los apila uno sobre otro rodeados por cuerdas sobre un área de la superficie que se encontrará marcada con pintura.

### 2.2.3 Planeación de la producción

La empresa posee un proceso de fabricación " Make to stock ", es decir fabricación para almacenamiento. Tanto para tapas o botellas, el proceso de fabricación es repetitivo y se produce en altos volúmenes. La variedad de productos que ofrecen es bajo y el proceso de fabricación es fija y definido.

#### 2.2.3.1 *Análisis de la capacidad*

Desde la tabla 2.9 a la tabla 2.21 se detalla información se asocia a la planificación de la producción de las máquinas y de los operarios. Esta información incluye:

- Demanda mensual: de acuerdo a la demanda proyectada de la empresa.
- Capacidad de las máquinas: tasas de producción de las máquinas.
- Tiempo disponible de la jornada laboral: la cantidad de horas que se trabajará por día serán de 8 horas.
- Tiempo de cambio de molde: tiempo necesario para cambiar los moldes de las máquinas.
- Tiempo de producción por turno: tiempo neto que las máquinas estarán produciendo.
- Tiempo requerido para cumplir la demanda: para esto se considera la capacidad de las máquinas.
- Tiempo de paros no programados.

**Tabla 2.9 Análisis de capacidad para máquina inyectora FL.**

<b>INYECTORA FL - Preformas de botellas 17 gr</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	340000	preformas/mes
Capacidad inyectora	6984	preformas/hora
Tiempo disponible de la jornada	8	horas/día
Días de producción	20	días
Tiempo de preparación	1	hora
Tiempo necesario para cambio de molde	0,5	hora
Tiempo para paros no programados por día	0,5	hora/día
Tiempo de producción por turno	6	horas
Tiempo de producción por mes	120	horas
Tiempo para cumplir la demanda	48,68	horas
<b>Preformas que puede producir</b>	<b>838080</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.10 Análisis de capacidad para máquina inyectora Haitian.**

<b>INYECTORA HATIAN - Preformas de botellas 19 gr</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	257000	preformas/mes
Capacidad inyectora	6984	preformas/hora
Tiempo disponible de la jornada	8	horas/día
Días de producción	20	días
Tiempo de preparación	1	hora
Tiempo necesario para cambio de molde	0,5	hora
Tiempo para paros no programados por día	0,5	hora/día
Tiempo de producción por turno	6	horas
Tiempo de producción por mes	120	horas
Tiempo para cumplir la demanda	36,80	horas
<b>Preformas a producir</b>	<b>257000</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.11 Análisis de capacidad máquina inyectora Haitian.**

<b>INYECTORA HATIAN - Preformas de botellones 580 gr</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	30000	preformas/mes
Capacidad inyectora	171	preformas/hora
Tiempo disponible de la jornada	8	horas/día
Días de producción	13	días
Tiempo de preparación	0,67	horas
Tiempo para cambio de molde (solo una vez )	3	horas
Tiempo para paros no programados por día	0,5	hora/día
Tiempo de producción por turno	6,83	horas
Tiempo de producción por mes	88,83	horas
Preformas de botellones que se puede producir	15191	mensual
<b>Preformas de botellones a producir</b>	<b>15000</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.12 Análisis de capacidad máquina sopladora AOLI.**

<b>SOPLADORA AOLI</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	316000	botellas/mes
Capacidad sopladora	5000	botellas/hora
Tiempo disponible de la jornada	7	horas/día
Días de producción	20	días
Tiempo de preparación	0,33	horas/día
Tiempo de producción por turno	6,67	horas/día
Tiempo neto para la producción	133,33	horas
Tiempo requerido para cumplir demanda	63,20	horas
<b>BOTELLAS A PRODUCIR</b>	<b>320000</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.13 Análisis de capacidad máquina sopladora semi automática KEA.**

<b>SOPLADORA SEMI AUTOMÁTICA KEA</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	161000	botellas/mes
Capacidad sopladora	1200	botellas/hora
Tiempo disponible de la jornada	7	horas/día
Días de producción	20	días
Tiempo de preparación	0,25	horas/día
Tiempo de producción por turno	6,75	horas/día
Tiempo neto para la producción	135,00	horas
Tiempo requerido para cumplir demanda	134,17	horas
<b>BOTELLAS A PRODUCIR</b>	<b>162000</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.14 Análisis de capacidad máquina sopladora semi automática**

<b>SOPLADORA SEMI AUTOMÁTICA</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	120000	botellas/mes
Capacidad sopladora	900	botellas/hora
Tiempo disponible de la jornada	7	horas/día
Días de producción	20	días
Tiempo de preparación	0,25	horas/día
Tiempo de producción por turno	6,75	horas/día
Tiempo neto para la producción	135,00	horas
Tiempo requerido para cumplir demanda	133,33	horas
<b>BOTELLAS A PRODUCIR</b>	<b>121500</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.15 Análisis de capacidad máquina sopladora de botellones KEDA**

<b>SOPLADORA BOTELLONES KEDA</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	15000	botellones
Capacidad sopladora	160	botellones/hora
Tiempo disponible de la jornada	7	horas/día
Días de producción	20	días
Tiempo de preparación	0,25	horas/día
Tiempo de producción por turno	6,75	horas/día
Tiempo neto para la producción	135,00	horas
<b>Tiempo requerido para cumplir demanda</b>	<b>93,75</b>	<b>horas</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.16 Análisis de capacidad del proceso embalaje en máquina AOLI.**

<b>EMBALAJE AOLI - BOTELLAS</b>		
	Valor	Unidad
Tasa de producción de botellas	5000	botellas/hora
Tasa de embalaje del operario	2400	botellas/hora
Tiempo disponible de jornada	7	horas/días
Días laborables	20	días
<b>Capacidad de botellas para embalar</b>	<b>336000</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.17 Análisis de capacidad del proceso embalaje en máquina KEA.**

<b>EMBALAJE SEMI AUTOMÁTICA KEA - BOTELLAS</b>		
	Valor	Unidad
Tasa de producción de botellas	1200	botellas/hora
Tasa de embalaje del operario	1200	botellas/hora
Tiempo disponible de jornada	7	horas/días
Días laborables	20	días
<b>Capacidad de botellas para embalar</b>	<b>168000</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.18 Análisis de capacidad del proceso embalaje en máquina semi automática.**

<b>EMBALAJE SEMI AUTOMÁTICA - BOTELLAS</b>		
	Valor	Unidad
Tasa de producción de botellas	900	botellas/hora
Tasa de embalaje del operario	900	botellas/hora
Tiempo disponible de jornada	7	horas/días
Días laborables	20	días
<b>Capacidad de botellas para embalar</b>	<b>126000</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.19 Análisis de capacidad del proceso embalaje en máquina semi automática**

<b>EMBALAJE SEMI AUTOMÁTICA BOTELLONES</b>		
	Valor	Unidad
Tasa de producción de botellas	160	botellones/hora
Tasa de embalaje del operario	160	botellones/hora
Tiempo disponible de jornada	7	horas/días
Días laborables	20	días
<b>Capacidad de botellas para embalar</b>	<b>22400</b>	<b>mensual</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.20 Análisis de capacidad máquina moldeadora (tapas de botellas).**

<b>MOLDEADORA - MOLDE DE TAPAS DE BOTELLA</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	603500	tapas/mes
Capacidad moldeadora	3,4	tapas/seg
Tiempo disponible de la jornada	7	horas/día
Días de producción	11	días
Tiempo de preparación necesario	0,5	horas
Tiempo de producción por turno	6,5	horas/día
Tiempo neto de producción por mes	71,5	horas/mes
Tiempo requerido para la cumplir demanda	51	horas/mes
Tiempo para cambio de colores y paros no programados	21	horas/mes
<b>TAPAS A PRODUCIR</b>	<b>620000</b>	<b>mensuales</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.21 Análisis de capacidad máquina moldeadora (tapas de botellones).**

<b>MOLDEADORA - MOLDE DE TAPAS DE BOTELLONES</b>		
	Valor	Unidad
Demanda	15000	tapas/mes
Capacidad moldeadora	0,1	tapas/seg
Tiempo disponible de la jornada	7	horas/día
Días de producción	9	días
Tiempo de preparación necesario	0,5	horas
Tiempo de producción por turno	6,5	horas/día
Tiempo neto de producción por mes	58,5	horas/mes
Tiempo requerido para la cumplir demanda	44	horas/mes
Tiempo paros no programados	15	horas/mes
<b>TAPAS A PRODUCIR</b>	<b>15750</b>	<b>mensuales</b>

Fuente: Elaboración propia



De acuerdo a la información que proporcionan las tablas, la planta trabaja 8 horas durante 20 días al mes. La máquina inyectora Haitian cuando culmine de producir las preformas de botellas del mes, se cambiará el molde y producirá preformas para botellones. En cada máquina sopladora existirá un puesto de embalaje para un solo operario. Por lo tanto existirán 4 operarios, 3 de ellos embalarán botellas y uno de ellos embalará botellones.

### **2.2.3.2 Planificación agregada**

La planificación agregada se elabora para las botellas, tapas y botellones. La técnica que se utiliza es de mantener la fuerza laboral nivelada, es decir, el número de trabajadores se mantiene durante todo el año.

La demanda de botellas y tapas es obtenida por datos históricos, la cual tiende a variar en ciertos meses del año. La demanda de botellones se establece de acuerdo a la disponibilidad de la máquina inyectora. Ver tabla 2.22.

Se asigna un costo de contratación aproximado a \$400 por empleado, lo cual cubre los gastos de exámenes médicos, capacitaciones y papeles legales que se deben firmar previo al inicio de las tareas. La empresa cuenta con dos operarios actualmente, deberán contratar dos más para poder cumplir con la demanda establecida.

El costo de mano de obra es de \$501.42, este es el salario final de los operarios de planta, incluye las aportaciones al IEES y demás aportaciones legales. Por último se añade un costo de almacenamiento de botellas y tapas del 10% del costo, en el caso de botellones se espera que se venda todo lo que se produce, la cantidad de botellones a ofrecer es apenas el 3% con referencia a las botellas.

En conclusión, se obtiene un costo de producción \$28.557,20 anuales.

**Tabla 2.22 Planificación agregada de la producción.**

PLANIFICACIÓN AGREGADA													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	252,0
Demanda de botellas	595000	370000	450000	545000	675000	500000	400000	580000	465000	460000	320000	420000	5780000,0
Demanda tapas de botellas	595000	370000	450000	545000	675000	500000	400000	580000	465000	460000	320000	420000	5780000,0
Demanda botellones	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	1800000,0
Demanda tapas de botellones	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	1800000,0
Trabajadores necesarios	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48,0
Costo de Contratacion	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800,0
Costo mano de obra	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	2005,68	24068,2
Botellas producidas	600000	400000	500000	600000	620000	550000	580000	450000	470000	500000	400000	350000	6020000,0
Tapas producidas	620000	400000	450000	550000	669000	500000	350000	600000	450000	500000	300000	500000	5889000,0
Inventario de botellas	5000	35000	85000	140000	85000	135000	315000	185000	190000	230000	310000	240000	1955000,0
Inventario de tapas	25000	55000	55000	60000	54000	54000	4000	24000	9000	49000	29000	109000	527000,0
Órdenes de tapas atrasadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Costo de almacenaje botellas (10% del costo)	9	63	153	252	153	243	567	333	342	414	558	432	3519,0
Costo de almacenaje tapas (10% del costo)	7	15,4	15,4	16,8	15,12	15,12	1,12	6,72	2,52	13,72	8,12	30,52	147,6
Costo de órdenes atrasadas botellas (25% del costo)	22,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Costo de órdenes atrasadas Tapas(25% del costo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
<b>Costo Total</b>	<b>2844,18</b>	<b>2084,08</b>	<b>2174,08</b>	<b>2274,48</b>	<b>2173,8</b>	<b>2263,8</b>	<b>2573,8</b>	<b>2345,4</b>	<b>2350,2</b>	<b>2433,4</b>	<b>2571,8</b>	<b>2468,2</b>	<b>28557,2</b>

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3.3 Balanceo de línea

Se procede a balancear las líneas de embalaje y la línea que produce botellones. Para el balanceo de la línea de botellones se obtiene:

**Tabla 2.23 Balanceo de línea para botellones con un operario.**

Tareas	Botellones/ segundos	Tiempo estándar (segundos/unidad)	Tiempo estándar (minuto/unidad)	Número de personas	Tiempo estándar máximo	Utilización
Inyección	0,048	0,35	2,86	1	2,857	100%
Soplado	0,044	0,375	2,67	1	2,857	93%
Embalaje	0,044	0,375	2,67	1	2,857	93%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 2.23 la línea de botellones pasa casi siempre ocupada, posee un porcentaje de utilización de 93%, el cuello de botella se encuentra en la máquina inyectora debido a que solo se posee un molde de una cavidad, para poder eliminar este cuello de botella se recomienda comprar otro molde de botellón para que sea utilizado en la otra máquina inyectora que posee la empresa.

**Tabla 2.24 Balanceo de línea para las estaciones de embalaje.**

Embalaje	Botellas/ hora	botellas/ minuto	Tiempo estándar (minuto/unidad)	Número de personas	Tiempo estándar máximo	Utilización
AOLI	2400	40	0,025	1	0,067	38%
KEA	1200	20	0,05	1	0,067	75%
Semi automática	900	15	0,07	1	0,067	100%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la utilización de los operarios en las estaciones de embalaje para las botellas se obtiene, el operario de la máquina sopladora AOLI ocupa el 62% del tiempo sin realizar actividades que agregan valor a la operación, debido que esta máquina es automática, por lo tanto el operario que sea designado para

trabajar en la sopladora AOLI estará también en moldeadora de tapas que tiene jornadas de producción bajas. Ver tabla 2.24.

### 2.2.3.4 *Requerimientos de materiales*

#### 2.2.3.4.1 PET

El consumo del PET será incrementado al producir los botellones, tiene un lead time de llegada a la fábrica de dos meses y llega en un contenedor que posee 20 toneladas de PET. La línea de producción de botellas y botellones consumirá 19,36 toneladas de PET en un mes, por lo que se pedirán 3 contenedores cada mes. En el caso que exista una expansión en la fábrica y quisieran ocupar el espacio del terreno vacío se podría pedir más contenedores de PET y así se disminuye la frecuencia de pedido y se obtienen descuentos por volumen de pedido. Ver tabla 2.25.

**Tabla 2.25 Frecuencia de pedido de PET.**

PET		
Producción	612000	preformas
Producción de preformas 17 gr	340000	preformas
Producción de preformas 19 gr	257000	preformas
Producción de botellones 580 gr	15000	preformas
Peso total de preformas a producir	19363000	gramos
Peso en toneladas	19,363	ton
Sacos de PET a necesitar	18	sacos/mes
Capacidad del contenedor	20	sacos
Tiempo en llegar el pedido	2	meses
Contenedores a pedir	3	contenedores
Frecuencia a realizar el pedido	1	mes

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.3.4.2 Polietileno

El consumo del polietileno también será incrementado al producir tapas para botellones, los contenedores de esta materia prima tienen un peso de 16 toneladas donde existen 650 sacos de 25 kg. El consumo de la fábrica será de 57 sacos por mes. El tiempo de llegar el pedido es de un mes y medio, por lo tanto se pedirá un solo contenedor cada 10 meses. Ver tabla 2.26.

**Tabla 2.26 Frecuencia de pedido de polietileno.**

POLIETILENO		
Producción	657600	preformas
Producción de tapas 2 gr	642600	tapas
Producción de tapas botellones 9,7gr	15000	tapas
Peso total de tapas a producir	1430700	gramos
Peso total de tapas a producir	1431	kg
Sacos de HDPE a necesitar	57	sacos/mes
Capacidad del contenedor	650	sacos
Tiempo en llegar el pedido	1,5	meses
Contenedores a pedir	1	contenedores
Frecuencia a realizar el pedido	10	meses

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.3.4.3 Fundas

La demanda de fundas incrementa debido al aumento de la producción de botellones y tapas para botellones. La demanda de fundas es cerca de 2000 por lo que se van a pedir 10 sacos de fundas mensualmente, donde cada saco contiene 200 fundas. El tiempo en llegar el pedido es 5 días, por lo tanto se pedirá cada 25 días 10 sacos de fundas. Ver tabla 2.27.

**Tabla 2.27 Frecuencia de pedido de fundas.**

FUNDAS		
Demandas de fundas	1990	fundas/mensual
Fundas por saco	200	fundas/saco
Sacos a pedir	10	sacos
Tiempo en llegar el pedido	5	días
Frecuencia a realizar el pedido	25	días

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.3.5 *Safety stock de materia prima*

##### 2.2.3.5.1 PET

Inventario de seguridad = inventario mínimo + 10% seguridad

Inventario de seguridad = 9.433.000 + 10%(9.433.000)

Inventario de seguridad = 10.376.300 gr

Inventario de seguridad = 10 sacos de PET

#### 2.2.3.5.2 Polietileno

Inventario de seguridad = inventario mínimo + 10% seguridad

Inventario de seguridad = 6.037.900 + 10%(6.037.900)

Inventario de seguridad = 6.641.690 gr

Inventario de seguridad = 266 sacos de HDPE

#### 2.2.3.6 *Requerimientos de Espacio*

Los requerimientos de espacio obtenidos por área, se especificarán a continuación:

##### 2.2.3.6.1 Producción

La empresa cuenta con máquinas para realizar sus procesos actuales, y debe de colocar otras máquinas para la nueva línea de producción (botellones), por lo tanto se dividen los requerimientos en dos, Ver tabla 2.28 – 2.30.

**Tabla 2.28 Espacio actual de producción.**

Máquina/Equipo/Estación de Trabajo	Cantidad	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Inyectora FL- 200	1	1.25	5.96	7.45
Inyectora Haitian HTF – 360X	1	1.95	7.39	14.41
Pasillo para mantenimiento de inyectora	2	1.52	7.53	22.89
Material para Inyectora (Saco con PET)	1	1.20	1.20	1.44
Sopladora semi Automática	2	1.41	2.11	5.95
Sopladora Automática	1	4.03	2.84	11.45
Pasillo para mantenimiento de sopladora semi automática	4	1.50	2.35	14,10
Pasillo para mantenimiento de sopladora automática	4	1.28	3.84	19.66
Estación de embalaje botellas	3	1.20	1.00	3.60
Pasillo para estación de embalaje de botellas	3	1.28	2.00	4.80
Moldeadora	1	1.41	3.33	4.70
Pasillo para moldeadora	2	1.20	4.00	9.60
Material moldeadora (HDPE)	4	0.40	0.60	0.96
Estación de embalaje tapas	1	2.00	2.00	4.00
WIP	1	3,50	2,70	9.45

**Continuación de la Tabla 2.28**

Deshumidificador	1	1.49	1.20	1.79
Transpaleta manual	2	0.54	1.15	1.24
Montacargas	1	1.13	3.32	3.75
Pasillo principal para manejo de materiales	1	2.51	13.20	33.13
Margen del 10%				17.44
<b>SUBTOTAL</b>	<b>191.80 m<sup>2</sup></b>			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.29 Espacio requerido para el nuevo galpón – botellones.**

Máquina/Equipo/Estación de Trabajo	Cantidad	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Cartones con preforma	9	0,48	0.28	1.21
Horno	1	0.67	2.65	1.78
Sopladora	1	0.61	2.11	1.29
Pasillo para mantenimiento de máquinas	3	1.50	3.00	13.50
Margen del 10%				1.78
<b>SUBTOTAL</b>	<b>19.55m<sup>2</sup></b>			
<b>TOTAL</b>	<b>211.35m<sup>2</sup></b>			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.30 Espacio requerido para maquinaria complementaria para la producción.**

Máquina/Equipo/Estación de Trabajo	Cantidad	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m <sup>2</sup> )
Transformadores (cuarto)	1	3.73	2.8	10.44
Sistema contra incendios (cuarto)	1	2.00	7.77	15.54
Compresor para botellones	2	1.00	0.8	1.6
Cuarto de repuestos	1	3.50	3.50	12.25
Caja de preforma (cliente)	8	1.20	1.00	9.6
Chiller	4	1.70	0.95	6.46
Compresor para botellas	7	1.00	0.8	5.6
<b>TOTAL</b>	<b>61.494m<sup>2</sup></b>			

Fuente: Elaboración propia

- Pasillos y estaciones de trabajo se los calcula también considerando las unidades de carga y los operarios involucrados.

- Para el cálculo de las Estaciones de Embalaje se considera lo que especifica el Decreto Ejecutivo 2393 en el Artículo 22 sobre el área mínima de  $2m^2$  para puestos de trabajo<sup>8</sup>.
- Para el ancho de los pasillos se considera lo que especifica el Decreto Ejecutivo 2393 de que no tengan menos de 800mm<sup>9</sup>.
- Para el largo del pasillo de mantenimiento de la Inyectora se considera que este tenga un ancho adecuado mínimo del ancho del montacargas como se especifica en el Decreto Ejecutivo 2393<sup>10</sup>.
- Para las dimensiones del área dedicada para el Sistema Hidráulico Contra incendios se considera el tamaño de uno de una empresa similar de acuerdo a una Disposición Técnica No. 316DIPBCBG-2011 del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil; en esta se encuentra la obligación de tener una motobomba y otros equipos<sup>11</sup>.

#### 2.2.3.6.2 Bodega

En la tabla 2.31 se muestra el espacio requerido para la bodega.

---

<sup>8</sup> Capítulo II. Edificios y Locales. Artículo 22: Puestos de Trabajo. Decreto Ejecutivo 2393.

<sup>9</sup> Capítulo II. Edificios y Locales. Artículo 24: Pasillos. Decreto Ejecutivo 2393.

<sup>10</sup> Capítulo VI: Vehículos de Carga y Transporte. Artículo 130: Circulación de Vehículos. Decreto Ejecutivo 2393.

<sup>11</sup> Disposición Técnica No. 316DIBCBG-2011. Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.



Tabla 2.31 Espacio requerido para la bodega

Unidad de Almacenamiento	Superficie de la Unidad de Almacena_miento ( $m^2$ )	Volumen de la Unidad de Almacena_miento	Inventario Máximo (cantidad de unidades de carga)	Cantidad de Inventario en contacto con Superficie	Superficie superficial requerido ( $m^2$ )	Espacio Superficial establecido ( $m^2$ )	Espacio Volumétrico Requerido ( $m^3$ )
Sacos de PET	1,392	1,730	60	30	41,77	43,54	144,53
Sacos de Polietileno	0,240	0,024	640	64	15,36	18,66	3,69
Sacos de Masterbatch	0,240	0,024	10	2	0,48	0,49	0,24
Frascos de Colorante	0,048	0,010	9	3	0,14	0,49	0,09
Sacos de Funda	0,240	0,024	10	2	0,48	0,49	0,24
Cajas de cinta	0,170	0,051	1	1	0,17	0,49	0,05
Cajas de Cartón	1,392	1,730	6	3	4,18	4,60	10,38
Bultos de botellas	1,025	0,260	1067	72	73,80	74,64	277,42
Bultos de botellones	0,784	0,376	216	54	42,34	51,52	81,29
Cajas de Tapas	0,3542	0,08	112	56	19,84	21,05	8,96
Pasillo principal	54	270	-	-	33,10	54	270
<b>Total</b>					<b>231,66m<sup>2</sup></b>	<b>269,29 m<sup>2</sup></b>	<b>796,88 m<sup>3</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

## Obtención de Medidas y Valores

- El Inventario Máximo de bultos de botellas y tapas se obtiene con ayuda de la Planificación Agregada y el inventario promedio mensual; el resto con
- El Inventario Máximo de sacos de PET y Polietileno se lo obtiene con la sección de Requerimientos de Materiales y los pedidos máximos.
- La Cantidad de Inventario en contacto con la superficie se la obtiene considerando el método o medio de almacenamiento definido en la sección de Manejo de Materiales, de tal forma que se dividen las Unidades de almacenamiento para la cantidad de filas de unidades de almacenamiento en cada caso.
- La superficie requerida para el movimiento del Equipo de Almacenamiento se la obtiene de acuerdo a las dimensiones y maniobras requeridas para este, considerando dimensiones del Montacargas y carretilla elevadora.
- El espacio superficial requerido se lo obtiene multiplicando la cantidad de unidades de carga en el piso por su dimensión, y a esto se le sumó el espacio requerido para maniobras del equipo de almacenamiento.
- El volumen requerido se lo obtiene multiplicando el volumen de la unidad de almacenamiento por su inventario máximo respectivo.

### 2.2.3.6.3 Oficinas

**Tabla 2.32 Espacio requerido para las oficinas**

Oficina	Ancho	Largo	Área Requerida (m <sup>2</sup> )
Gerente General	2.50	3.63	9.08
Secretaria	2.00	1.28	2.56
Contadora	2.00	1.28	2.56
Anaqueles	0.60	1.28	0.77
Sala de espera 1	0.89	2.30	2.05
Sala de espera 2	0.60	1.30	0.78
Suministro de oficina y limpieza	1.00	2.00	2.00
Analista de Operaciones	2.00	1.23	2.46
Gerente de Producción	2.00	1.23	2.46
Coordinador de producción	1.50	1	1.50
Sala de Reuniones	3.00	5.00	15.00
Pasillo principal planta baja	1.32	6.32	14.81
Pasillo secundario planta baja	1.55	2.63	4.08
Pasillos principal primer piso	1.37	6.02	8.25
Pasillo secundario primer piso	1.80	4.08	7.34
Baños	1.50	3.63	5.45
<b>Total</b>			<b>74.68m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones se las obtienen en base a oficinas estándares para funciones similares en una empresa similar. En estas se incluyen una “fuga” de 13 cm para las batientes de puertas y grosor de paredes. Para las dimensiones del baño (en la planta baja) se considera que habrá 2, para hombres y mujeres, y ambos con espacio suficiente para personas discapacitadas y cumpliendo también el artículo 41 del Decreto Ejecutivo 2393<sup>12</sup>. Ver tabla 2.32.

#### 2.2.3.6.4 Vestidores y baños

En la tabla 2.33 se obtiene el espacio requerido para los vestidores y baños.

**Tabla 2.33 Espacio requerido para los vestidores y baños.**

Requerimiento de Espacio	Cantidad	Ancho	Largo	Área Requerida (m <sup>2</sup> )
Duchas/Vestidores	2	1.02	1.51	3.32
Inodoros	4	1.02	0.75	3.06
Lavamanos	4	0.80	0.8	2.56
Casilleros	2	0.60	0.50	1.00
Asientos	2	0.60	0.50	0.60
Espacio adicional	2	1.38	1.64	4.52
<b>Total</b>				<b>15,06 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones se las obtienen en base a los espacios estándares de para esos ítems, tomando como referencia empresas similares. La cantidad de cada ítem se realiza de acuerdo al número de trabajadores y de acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393<sup>13</sup>, en donde especifica cuantos servicios higiénicos se necesitan para los trabajadores en el artículo 41. Para los Casilleros se considera que estos se apilan a lo alto. También se consideran las dimensiones mínimas que especifica el Decreto Ejecutivo 2393. Existen duchas, inodoros y lavamanos para hombres y mujeres y con acceso para discapacitados.

#### 2.2.3.6.5 Carga y descarga

<sup>12</sup> Capítulo III: Servicios Permanentes. Artículo 41: Servicios Higiénicos. Decreto Ejecutivo 2393

<sup>13</sup> Capítulo III: Servicios Permanentes. Artículo 41: Servicios Higiénicos. Decreto Ejecutivo 2393

Para definir el espacio requerido para los muelles de carga y descarga se considera que ambos estarán contiguos y con las mismas dimensiones, ya que el terreno sólo tiene un frente de acceso hacia la calle. Ver tabla 2.34. Para las dimensiones se considerará el ancho, el largo y la altura de un cabezal con contenedor de 40 pies, que es el medio de transporte más grande que entra a la planta, inclusive en caso de hacer una extensión. Ver tabla 2.35.

**Tabla 2.34 Espacio requerido para contenedor de 20 ft.**

Contenedor con cabezal de 20 ft	Dimensiones <sup>14</sup> (metros)
Ancho	2.352
Largo	5.900
Altura	2.39

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.35 Espacio requerido para contenedor de 40 ft.**

Contenedor con cabezal de 40 ft	Dimensiones <sup>15</sup> (metros)
Ancho	2.352
Largo	12.03
Altura	2.39

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al capítulo VI del Decreto Ejecutivo 2393, el ancho total entre los dos pasillos por los que circulan los vehículos de carga y descarga no deben tener menos de 900 mm más dos veces el ancho del vehículo, en el caso de circulación en dos sentidos, como es este caso<sup>16</sup>. Así, el cálculo del ancho del muelle es el siguiente:

$$\text{Ancho del muelle} = 0.9 + 2 * \text{ancho del vehículo (metro)}$$

$$\text{Ancho del muelle} = 0.9 + 2 * 2.352 \text{ (metro)} = \mathbf{5.60 \text{ metros}}$$

### **Maniobra de Camiones:**

<sup>14</sup> Especificaciones Técnicas de Contenedores. Obtenido de: <http://www.arancelar.com/skint/contenedores.htm>

<sup>15</sup> Especificaciones Técnicas de Contenedores. Obtenido de: <http://www.arancelar.com/skint/contenedores.htm>

<sup>16</sup> Capítulo VI: Vehículos de Carga y Transporte. Artículo 130: Circulación de Vehículos. Decreto Ejecutivo 2393.

Debido a que el terreno determinado para la planta tiene 2000 metros cuadrados y un ancho de 25 metros, no es posible dejar un amplio espacio para la maniobra de vehículos pesados, por lo que se propone que ingresen en reversa y salgan de frente, de esta manera sólo realizan una maniobra en línea recta. Esto es para el caso de cabezales con contenedores de 40 ft, sin embargo camiones y contenedores más pequeños si pueden maniobrar.

Finalmente, las dimensiones del muelle de carga y descarga se muestran en la tabla 2.36.

**Tabla 2.36 Espacio requerido para muelle de carga y descarga.**

<b>Dimensiones del Muelle (40 ft)</b>	
Ancho	5.6 m
Largo	17.7m
<b>Total</b>	<b>99.12 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.3.6.6 Parqueadero

La planta no cuenta con suficiente espacio para un parqueo amplio delantero, por lo cual se consideran 5 espacios de parqueo para el personal tanto administrativo como para los operadores. Ambos de medidas estándares de 6 metros de largo y 2.5 metros de ancho<sup>17</sup>. Así, la superficie total requerida para los parqueos es de 75 m<sup>2</sup>.

#### 2.2.3.6.7 Comedor

Para definir el espacio requerido para el comedor se considera lo que especifica el artículo 50 del Decreto Ejecutivo 2393, por lo tanto el comedor debe tener espacio para los 4 trabajadores en total que tendrá la empresa y para anaqueles y refrigeradora, sin embargo se lo hace para 12 personas por asunto de eventos sociales y así ya no se considera el margen de 10%.

---

<sup>17</sup> Normativas de Aparcamiento. Diario La Hora.  
[http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101043290/-1/Normativas\\_de\\_aparcamiento.html#.WHE5UvkrKM8](http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101043290/-1/Normativas_de_aparcamiento.html#.WHE5UvkrKM8)

Así el ancho del comedor es de 9.60 metros y su largo de 4 metros, teniendo una superficie de  $38.4 m^2$ .

#### 2.2.3.6.8 Garita

El espacio de la garita se lo obtiene considerando la entrada de los vehículos y plataformas, teniendo una superficie total de  $16.54 m^2$ .

#### 2.2.3.7 Disponibilidad de espacio

El terreno destinado para la planta tiene un total de  $2000 m^2$ . El área que se ha utilizado para construcción es de  $540 m^2$ , sin embargo se puede utilizar el resto del terreno en caso de expansión. A continuación se especifican las características del mismo:

- Ancho de 19.95 metros.
- Largo de 100.25 metros.
- Único acceso por una calle.
- No es esquinero.

### Consideraciones Legales

Según los permisos municipales de construcción en empresas con edificaciones similares, en terrenos con más de  $1000 m^2$  se debe dejar  $15 m^2$  de áreas verdes por cada  $1000 m^2$  de terreno, que en este caso equivale a  $30 m^2$ .

Según las ordenanzas municipales, en construcciones industriales se debe dejar libre los primero 10 metros de largo, lo cual equivale a un área de  $199,5 m^2$

Según las ordenanzas municipales, los retiros laterales de la construcción deben ser de un mínimo de 3 metros, lo que equivale a  $601,5 m^2$ . Sin embargo, estos pueden ser usados y techados.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Artículo 14: Indicadores de Edificabilidad, numeral 14.6 literal d. Ordenanza Sustitutiva de Edificaciones y Construcciones del Cantón Guayaquil.

Por lo tanto, para determinar el área efectiva de construcción debe restarse del área total del terreno los 169.5 m<sup>2</sup> del retiro frontal, ya que en este pueden ir las áreas verdes de 30 m<sup>2</sup>. Así, de los 2000 m<sup>2</sup> que en total se tienen, sólo queda disponible 1830.5 m<sup>2</sup> para la construcción de la planta. Y considerando la necesidad de 860.93 m<sup>2</sup> asociada para los departamentos anteriormente descritos, el espacio libre de terreno que queda para futuras ampliaciones será de 969.57 m<sup>2</sup>.

### 2.2.3.8 Requerimientos totales de espacio

Tabla 2.37 Espacio total requerido

Departamento	Abreviaturas	Superficie Requerida (m <sup>2</sup> )
Bodega	B	269.29
Oficinas	O	74.68
Comedor	C	38.4
Producción	PR	211.35
Vestidores y baños	VB	15.06
Parqueadero	PA	75.00
Garita	G	16.54
Carga y descarga	CD	99.12
<b>Total</b>		<b>799.44 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

Mediante toda la información mencionada en la tabla 2.37, se procede a analizar cuantitativa y cualitativamente el flujo existente de personas entre departamentos de manera macro y micro, con la finalidad de minimizar las distancias recorridas, aumentar la facilidad de flujo de comunicación o información, disminuir la distancia de recorrido de los materiales o partes y aumentar el nivel de control que existe entre departamentos.

### 2.2.3.9 Análisis Macro

Realizando un análisis cuantitativo mediante la herramienta Flow Between Chart se logró visualizar de manera más sencilla el número de personas que pasan de un departamento a otro. Por ejemplo de producción (PR) a vestidores y baños (VB) existe un flujo igual a 7, es decir 7 personas pasan entre estos dos departamentos. Esta herramienta tiene como objetivo identificar entre que

departamentos existe mayor flujo de personas, tal como se muestra en la tabla 2.39, utilizando la tabla 2.38, en la cual se puede observar la abreviatura de los departamentos utilizados.

**Tabla 2.38 Departamentos de la planta.**

Departamentos/Área	Abreviaturas
BODEGA	B
OFICINAS	O
COMEDOR	C
PRODUCCIÓN	PR
VESTIDORES Y BAÑOS	VB
PARQUEADERO	PA
GARITA	G
CARGA Y DESCARGA	CD

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.39 Flow-between chart entre departamentos.**

Flow – Between	PR	VB	B	CD	O	G	C	PA
PR		7	6	2	1	7	7	1
VB			7	3	2	8	8	1
B				2	1	7	7	1
CD					1	2	1	1
O						5	5	5
G							1	4
C								4
PA								

Fuente: Elaboración propia

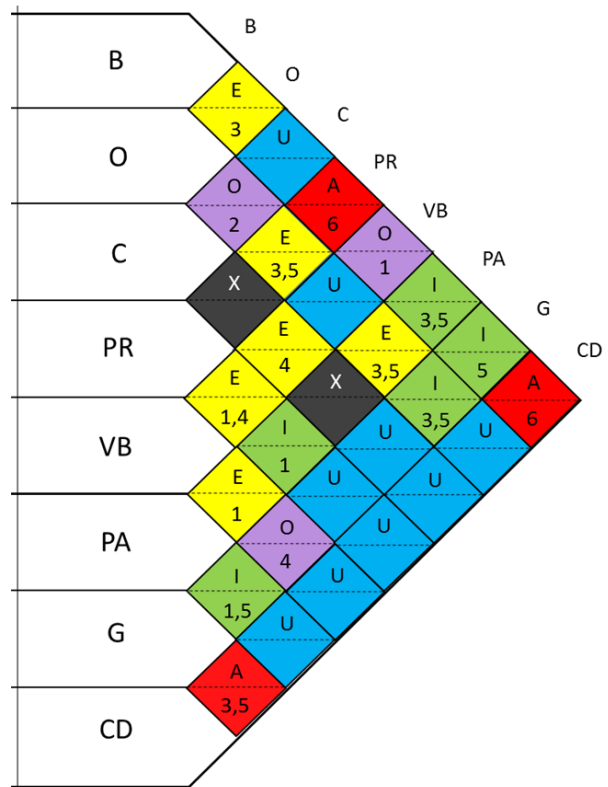
Por lo tanto para este análisis se puede concluir que de vestidores/baños a garita, y de vestidores/baños a comedor existe el mayor flujo de personas.

Para obtener una mejor distribución de la planta, se procede a realizar un análisis cualitativo por medio de la herramienta *activity relationship chart*. Esta herramienta consiste en colocar códigos, nivel y razones de importancia de cercanía entre los departamentos, en este caso, los mencionados anteriormente. Tal como se muestra a continuación:



CLAVE	IMPORTANCIA DE CERCANÍA	
A	◆	Absolutamente necesario
E	◆	Especialmente Importante
I	◆	Importante
O	◆	Ordinariamente necesario
U	◆	Sin importancia
X	◆	No deseable

CÓDIGO	RAZÓN DE CERCANÍA
7	Ruido
6	Flujo de material
5	Comunicación
4	Biológica/Aseo
3	Flujo de información (documentación física)
2	Flujo de personas
1	Conveniencia



**Figura 2.5 Activity relationship chart entre departamentos.**

Fuente: Elaboración propia

Luego, se procede a colocarle valores a las claves de importancia como se muestra en la tabla 2.40.

**Tabla 2.40 Importancia de Cercanía.**

CLAVE	IMPORTANCIA DE CERCANÍA		VALOR
A	◆	Absolutamente necesario	4
E	◆	Especialmente Importante	3
I	◆	Importante	2
O	◆	Ordinariamente necesario	1
U	◆	Sin importancia	0
X	◆	No deseable	-1

Fuente: Elaboración propia

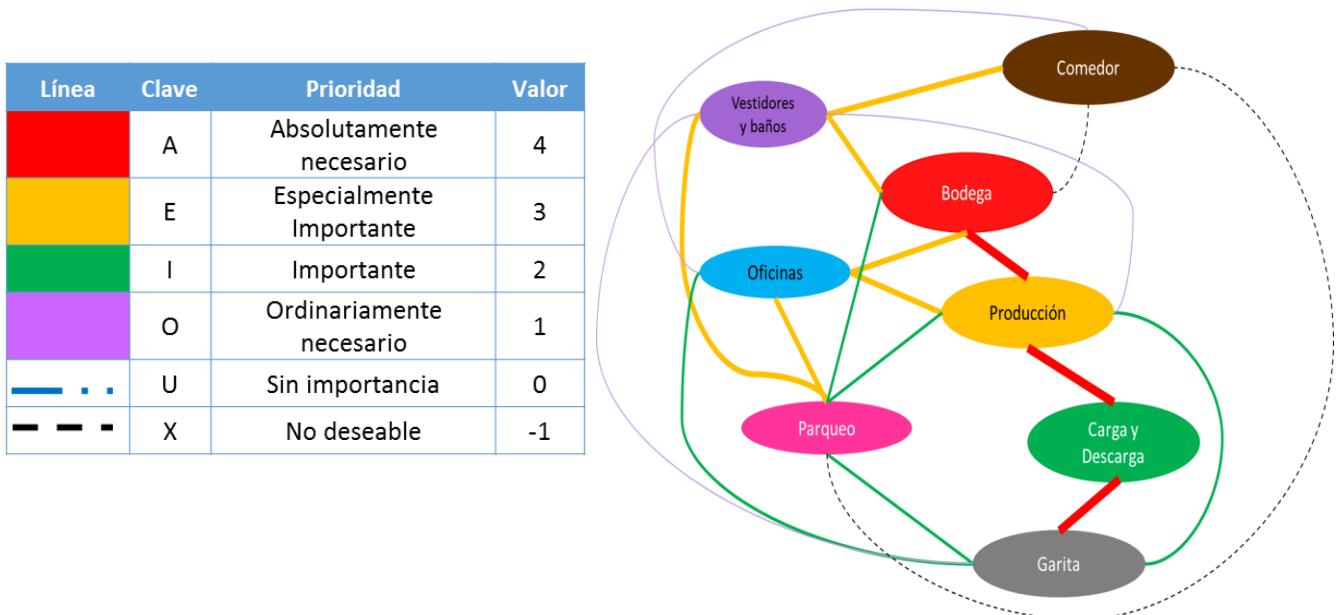
De lo cual se obtuvo que el departamento central debería ser el de bodega debido a que es donde existe mayor flujo de personas, como se muestra en la tabla 2.41.

**Tabla 2.41 From to chart entre departamentos.**

NODES	B	O	C	PR	VB	PA	G	CD	TOTAL
B		E	U	A	O	I	I	A	16
O			O	E	U	E	I	U	12
C				X	E	X	U	U	2
PR					E	I	U	U	11
VB						E	O	U	11
PA							I	U	11
G								A	11
CD									7

Fuente: Elaboración propia

Por medio del diagrama nodal e indicando que representa cada línea, se muestra una posible distribución de estos departamentos.



**Figura 2.6 Diagrama nodal de las áreas macro.**

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3.10 Análisis Micro

Una vez ejecutado el análisis macro de la planta, se procede a realizar el análisis micro de la misma manera. Para lo cual se consideraron las siguientes áreas o departamentos:

- Oficinas
- Producción
- Producción y Bodega

#### 2.2.3.10.1 Oficinas

Se detalla las abreviaturas de los departamentos como se visualiza a continuación en la tabla 2.42.

**Tabla 2.42 Abreviaturas de Departamentos de Oficinas.**

Departamentos	Abreviaturas
GERENTE GENERAL	GG
SECRETARIA	SE
OFICNAS ADMINISTRATIVAS	OA
SALA DE REUNIONES	SR
BAÑO	B

Fuente: Elaboración propia

Dentro de lo que son las oficinas administrativas se encuentra el gerente de producción, el analista de operaciones y el coordinador de producción. El coordinador tendrá una oficina más pequeña por lo que él pasará más en planta recorriendo, controlando y vigilando que todo se encuentre en orden. Como se muestra en la tabla 2.43.

**Tabla 2.43 Flujo de Personas en Oficinas.**

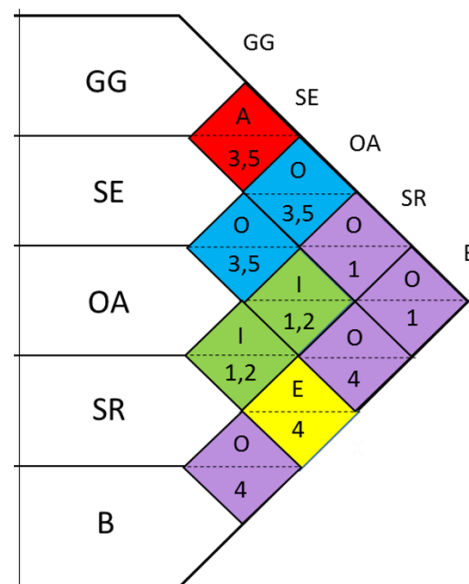
FLOW - BETWEEN	GG	SE	OA	SR	B
GG		2	4	1	1
SE			4	1	1
OA				3	3
SR					0
B					

Fuente: Elaboración propia

De este análisis cuantitativo del flujo de personas en el área de oficinas, se puede concluir que es mayor entre los departamentos del gerente general (GG) y las oficinas administrativas. Esto es debido a la comunicación que debe de tener el gerente con todo el personal de la organización. Por otro lado también se obtiene mayor flujo de personas entre el departamento de la secretaria y de las oficinas administrativas, por la misma razón de comunicación. Estas razones se detallaran más en el análisis cualitativo.

CLAVE	IMPORTANCIA DE CERCANÍA	VALOR
A	<span style="color: red;">◆</span> Absolutamente necesario	4
E	<span style="color: yellow;">◆</span> Especialmente Importante	3
I	<span style="color: green;">◆</span> Importante	2
O	<span style="color: purple;">◆</span> Ordinariamente necesario	1
U	<span style="color: cyan;">◆</span> Sin importancia	0
X	<span style="color: black;">◆</span> No deseable	-1

CÓDIGO	RAZÓN DE CERCANÍA
5	Comunicación
4	Biológica/Aseo
3	Flujo de información (documentación física)
2	Flujo de personas
1	Conveniencia



**Figura 2.7 Activity relationship chart de oficinas.**

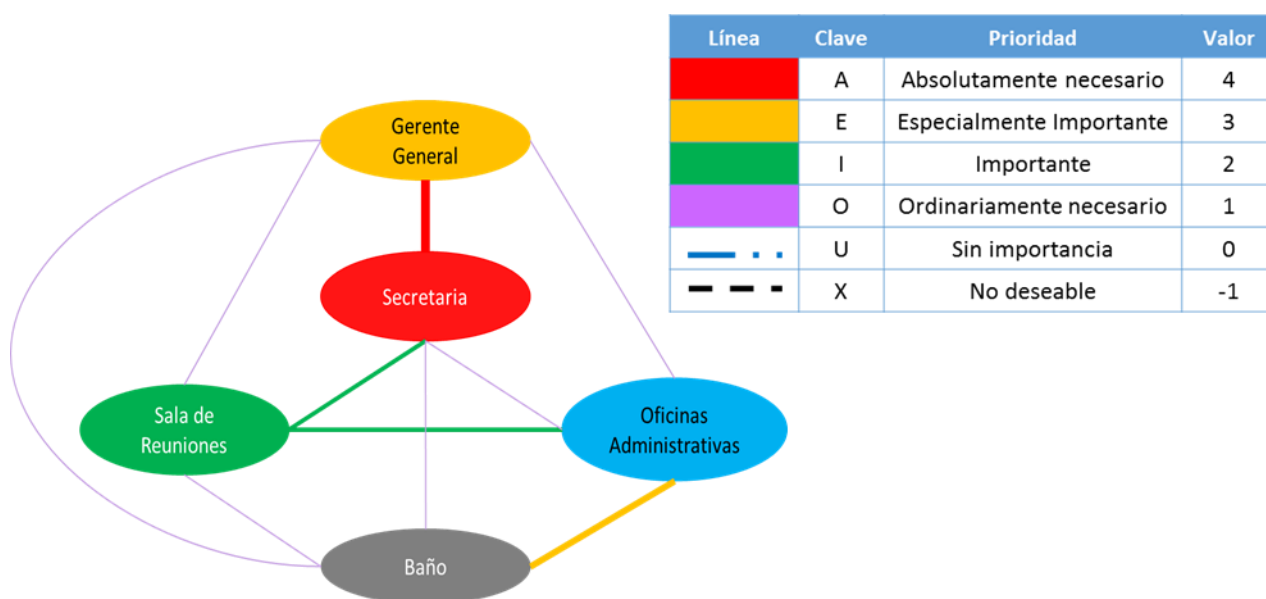
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.44 Flujo de personas de oficinas.**

NODES	GG	SE	OA	SR	B	TOTAL
GG		A	O	O	O	7
SE			O	I	O	8
OA				I	E	7
SR					O	6
B						6

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar los respectivos pasos ya explicados anteriormente, se obtiene que el departamento central debe de ser el de la secretaria debido a que ella controla todo el sistema de la empresa como recepción de pedidos, control de las importaciones y diferentes trámites de la empresa con la asesoría de la misma. Ver tabla 2.44



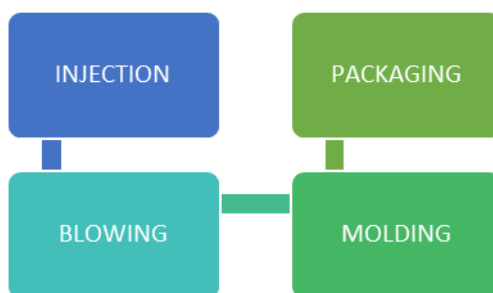
**Figura 2.8 Diagrama nodal de las Área Micro, Oficinas.**

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3.10.2 Producción

El análisis cuantitativo del área de producción abarca el flujo de botellas. Por esta razón y recordando el proceso de fabricación de botellas plásticas, se utiliza la

herramienta “From to Chart” y se obtuvo que desde la inyectora FL-200 que realiza botellas de 17 gramos, a la sopladora AOLI, existe la mayor cantidad de producción de botellas plásticas. Ver tabla 2.45.



**Figura 2.9 Proceso para Elaboración de Botellas Plásticas**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.45 Flujo de botellas plásticas**

		INYECTORA		SOPLADORA			
		FL - 200 (17 gr.)	HTF-36X (19 gr.)	SEMI - AUTOMÁTICA KEA (S1)	SEMI - AUTOMÁTICA KEA (S4)	SEMI- AUTOMÁTICA FMC (SA2)	AOLI
INYECTORA	FL - 200 (17 Gr.)					17203	256464
	HTF-36X (19 gr.)			15048	108010	47787	49347
SOPLADORA	BOTELLONES						
	SEMI AUTOMÁTICA KEA						
	SEMI AUTOMÁTICA FMC (SA2)						
	AOLI						

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3.10.3 Producción y Bodega

Se detalla las abreviaturas de los departamentos como se visualiza en la tabla 2.46 y se procede a obtener el diagrama nodal final como se explicó en la figura 2.8.

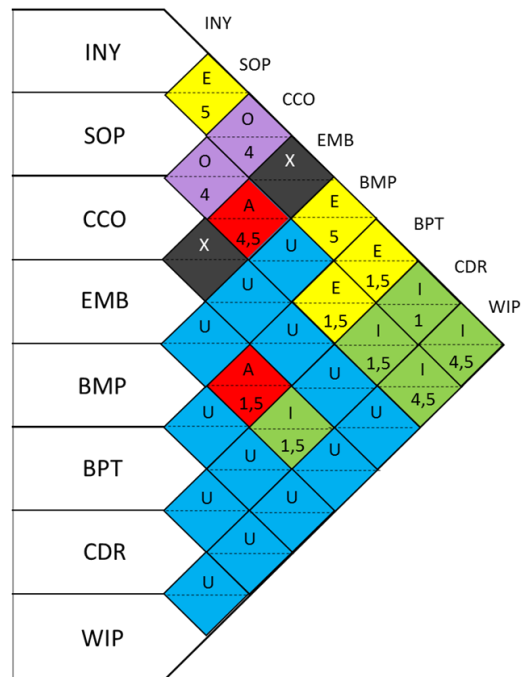
**Tabla 2.46 Abreviatura de Máquinas y Estaciones de Trabajo.**

Máquina / Estación de Trabajo	Abreviaturas
INYECTORAS	INY
SOPLADORAS	SOP
CHILLER/COMPRESOR	CCO
EMBALAJE	EMB
BMP	BMP
WIP	WIP
BPT	BPT
CUARTO DE REPUESTOS	CR

Fuente: Elaboración propia

CLAVE	IMPORTANCIA DE CERCANÍA	VALOR
A	<span style="color: red;">◆</span> Absolutamente necesario	4
E	<span style="color: yellow;">◆</span> Especialmente Importante	3
I	<span style="color: green;">◆</span> Importante	2
O	<span style="color: purple;">◆</span> Ordinariamente necesario	1
U	<span style="color: blue;">◆</span> Sin importancia	0
X	<span style="color: black;">◆</span> No deseable	-1

CÓDIGO	RAZÓN DE CERCANÍA
5	Flujo de Material
4	Secuencia del Proceso
3	Flujo de información (documentación física)
2	Flujo de personas
1	Conveniencia



**Figura 2.10 Activity Relationship Chart de Área de Producción y Bodega**

Fuente: Elaboración propia

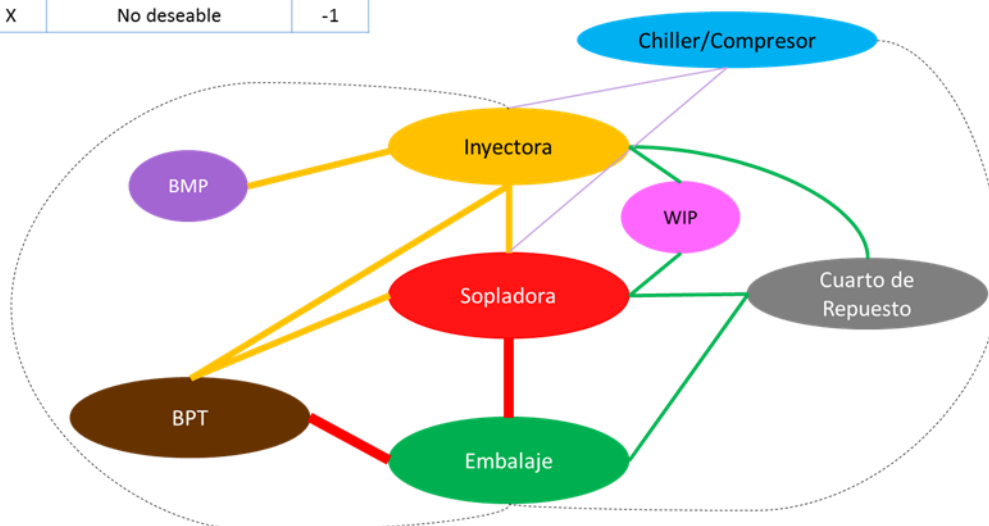
**Tabla 2.47 Obtención de Máquina Central.**

NODES	INY	SOP	CCO	EMB	BMP	BPT	CDR	WIP	TOTAL
INY		E	O	X	E	E	I	I	13
SOP			O	A	U	E	I	I	15
CCO				X	U	U	U	U	1
EMB					U	A	I	U	8
BMP						U	U	U	10
BPT							U	U	10
CDR								U	6
WIP									4

Fuente: Elaboración propia

De este análisis cualitativo se obtiene que la sopladora debe ser la máquina ubicada centralmente debido a que es la que pasa mayor flujo de material y es de preferencia su ubicación por el proceso que sigue la elaboración de productos. Ver tabla 2.46.

Línea	Clave	Prioridad	Valor
<span style="color: red;">—</span>	A	Absolutamente necesario	4
<span style="color: orange;">—</span>	E	Especialmente Importante	3
<span style="color: green;">—</span>	I	Importante	2
<span style="color: purple;">—</span>	O	Ordinariamente necesario	1
<span style="color: blue;">- - -</span>	U	Sin importancia	0
<span style="color: black;">- - -</span>	X	No deseable	-1



**Figura 2.11 Diagrama Nodal del Área de Producción y Bodega**

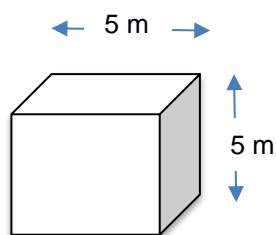
Fuente: Elaboración propia



## 2.3 Búsqueda y Selección

### 2.3.1.1 Diagrama de Relaciones de Espacio

Determinando el tamaño del bloque: **1 Bloque equivale a  $5\text{ m} \times 5\text{ m} = 25\text{ m}^2$** , se logra obtener el número de bloques necesarios para cada departamento. Ver tabla 2.48 y 2.49.



**Tabla 2.48 Superficie y Número de Bloques Requeridos**

Departamento	Abreviaturas	Superficie Requerida ( $m^2$ )	Bloques
Producción	PR	211.35	9
Bodega	B	269.29	11
Oficinas	O	74.68	3
Vestidores con casilleros y baños	VB	15.06	1
Carga y Descarga	CD	99.12	4
Parqueo	PA	75	3
Comedor	C	38.40	2
Garita	G	16.54	1
<b>Total</b>		<b>799.44 <math>m^2</math></b>	<b>34</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2.49 Número de bloques necesarios por departamento**

Departamentos	Abreviaturas	N° Bloques
BODEGA	B	11
PRODUCCIÓN	PR	9
CARGA Y DESCARGA	CD	4
CASILLEROS Y BAÑOS	VB	1
OFICINAS	O	3
GARITA	G	1
COMEDOR	C	2
PARQUEO	PA	3

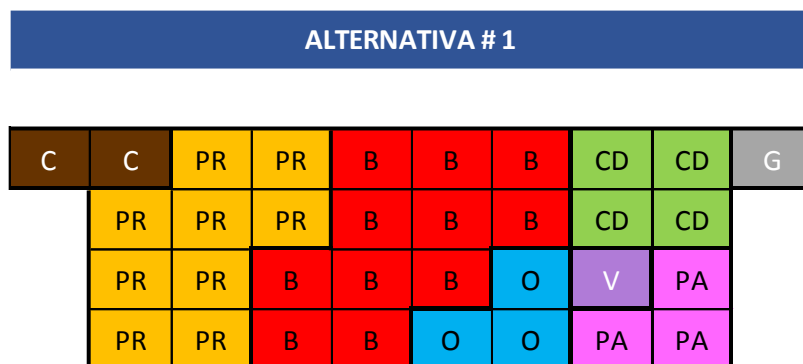
Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2 Evaluaciones de las Alternativas

Se procede a evaluar las diferentes alternativas de espacio para el *layout* de la planta propuestas de la cual se elegirá la más efectiva. Para esto, se utiliza el método de evaluación “*Efectividad de Layout*” sabiendo que se asumen distancias rectilíneas. Si los departamentos comparten un lado, entonces la distancia se considera 0.

Para esto, se multiplica la distancia por el valor de la relación entre los departamentos asignadas en la Tabla 2.41.

**Tabla 2.50 Evaluación de Alternativas 1 y 2**



alternativa 1

NODOS	B	O	C	PR	VB	PA	G	CD	TOTAL
B		0	0	0	1	4	4	0	9
O			6	6	0	0	8	0	20
C				0	21	-8	0	0	19
PR					12	8	0	0	26
VB						0	3	0	37
PA							4	0	8
G								0	19
CD									0
								TOTAL	138

**ALTERNATIVA # 2**

	PR	PR	V	B	B	CD	CD	G
	PR	PR	B	B	B	CD	CD	PA
PR	PR	PR	B	B	B	O	C	PA
PR	PR	B	B	B	O	O	C	PA

alternativa 2

NODOS	B	O	C	PR	VB	PA	G	CD	TOTAL
B		0	0	0	0	4	4	0	8
O			0	6	0	3	6	0	15
C				-4	18	0	0	0	14
PR					0	10	0	0	12
VB						18	5	0	41
PA							0	0	35
G								0	15
CD									0
								<b>TOTAL</b>	<b>140</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.51 Evaluación de Alternativas 3 y 4**

**ALTERNATIVA # 3**

	PR	PR	B	B	V	CD	CD	G
	PR	PR	B	B	B	CD	CD	PA
PR	PR	PR	B	B	B	O	C	PA
PR	PR	B	B	B	O	O	C	PA

alternativa 3

NODOS	B	O	C	PR	VB	PA	G	CD	TOTAL
B		0	0	0	0	4	6	0	10
O			0	9	0	3	6	0	18
C				-4	9	0	0	0	5
PR					6	10	0	0	21
VB						9	2	0	26
PA							0	0	26
G								0	14
CD									0
								<b>TOTAL</b>	<b>120</b>

**ALTERNATIVA # 4**

	PR	PR	B	B	B	V	CD	CD	G
	PR	PR	B	B	B	B	CD	CD	
	PR	PR	B	B	O	O	PA	PA	
PR	PR	PR	B	B	O	C	C	PA	

alternativa 4	NODOS	B	O	C	PR	VB	PA	G	CD	TOTAL
	B		0	0	0	0	2	4	0	6
	O			0	6	0	0	8	0	14
	C				-3	6	0	0	0	3
	PR					9	8	0	0	20
	VB						6	2	0	23
	PA							0	0	16
	G								0	14
	CD									0
									<b>TOTAL</b>	<b>96</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas 2.50 y 2.51, de acuerdo a esta evaluación se escoge la alternativa 4 como la distribución más efectiva entre las demás ya que obtuvo un resultado de 96.

Para ser más precisos en el *layout*, se realiza una segunda evaluación “medida de eficiencia en base a contigüidad”, de la cual se obtiene la misma respuesta como se muestra en la tabla 2.52.

**Tabla 2.52 Total de Activity Relationship Chart Macro**

NODES	B	O	C	PR	VB	PA	G	CD	TOTAL
B		E	U	A	O	I	I	A	16
O			O	E	U	E	I	U	12
C				X	E	X	U	U	2
PR					E	I	U	U	11
VB						E	O	U	11
PA							I	U	11
G								A	11
CD									7
									81

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.53 Criterio de Contigüidad**

CRITERIO	VALOR
ADYACENTE	1
NO ADYACENTE	0

Fuente: Elaboración propia.

Esta evaluación consiste en multiplicar el número del flujo de la Tabla 2.52 con el criterio de contigüidad, dado en la tabla 2.53 y al finalizar, se elige el plano con mayor valor, es decir mayor eficiencia. Para esta evaluación se obtiene lo siguiente:

Tabla 2.54 Evaluación de Alternativas 1 y 2

ALTERNATIVA 1		
B	O	3
B	C	0
B	PR	4
B	VB	0
B	PA	0
B	G	0
B	CD	4
O	C	0
O	PR	0
O	VB	0
O	PA	3
O	G	0
O	CD	0
C	PR	-1
C	VB	0
C	PA	0
C	G	0
C	CD	0
PR	VB	0
PR	PA	0
PR	G	0
PR	CD	0
VB	PA	3
VB	G	0
VB	CD	0
PA	G	0
PA	CD	0
G	CD	4
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>

eficiencia 0,24691358  

25%
-----

ALTERNATIVA 2		
B	O	3
B	C	0
B	PR	4
B	VB	1
B	PA	0
B	G	0
B	CD	4
O	C	1
O	PR	0
O	VB	0
O	PA	0
O	G	0
O	CD	0
C	PR	0
C	VB	0
C	PA	-1
C	G	0
C	CD	0
PR	VB	3
PR	PA	0
PR	G	0
PR	CD	0
VB	PA	0
VB	G	0
VB	CD	0
PA	G	2
PA	CD	0
G	CD	4
<b>TOTAL</b>		<b>21</b>

eficiencia 0,25925926  

26%
-----

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.55 Evaluación de Alternativas 3 y 4

ALTERNATIVA 3		
B	O	3
B	C	0
B	PR	0
B	VB	1
B	PA	0
B	G	0
B	CD	4
O	C	1
O	PR	0
O	VB	0
O	PA	0
O	G	0
O	CD	0
C	PR	0
C	VB	0
C	PA	-1
C	G	0
C	CD	0
PR	VB	0
PR	PA	0
PR	G	0
PR	CD	0
VB	PA	0
VB	G	0
VB	CD	0
PA	G	2
PA	CD	0
G	CD	4
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>

ALTERNATIVA 4		
B	O	3
B	C	0
B	PR	4
B	VB	1
B	PA	0
B	G	0
B	CD	4
O	C	1
O	PR	0
O	VB	0
O	PA	3
O	G	0
O	CD	0
C	PR	0
C	VB	0
C	PA	-1
C	G	0
C	CD	0
PR	VB	0
PR	PA	0
PR	G	0
PR	CD	0
VB	PA	0
VB	G	0
VB	CD	0
PA	G	0
PA	CD	0
G	CD	4
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>

eficiencia 0,17283951

17%

eficiencia 0,2345679

23%

Fuente: Elaboración propia.

La mejor alternativa es la número 2 es debido a su eficiencia con un valor del 26%. Como se muestra en la tabla 2.54 y 2.55.

Recordando que con la evaluación 1, la alternativa ganadora era la número 4, se puede decir que se tienen dos opciones para realizar en planos y son los más adecuados para este tipo de industrias como la mencionada en este proyecto.


Con estas dos opciones, se convoca una reunión con el gerente de la empresa y el, junto a su personal, decide cuál será el plano definitivo para el nuevo galpón.

## 2.4 Layout

Después de la generación de alternativas y obtener la ganadora, se procede a realizar el *layout*, uno como el cliente lo requiere y otro propuesto por los líderes del proyecto. Ver Figuras 2.12 y 2.13.

Luego de realizar los planos, se indica el flujo de personas, vehículos y materiales, dentro de cada uno de los layouts. Ver Tabla 2.56.

**Tabla 2.56 Tipos de Flujos**

FLUJOS	TIPO	COLOR
PERSONAS	Operadores Administrativos Clientes	
VEHICULAR	Montacarga Transpapeleta	
	Autos Plataformas	
MATERIALES	Botellas	
	Tapas	
	Botellones	

Fuente: Elaboración propia.



### 2.4.1.1 Requerido por el Cliente



Figura 2.12 Planta Alta y Planta Baja – Requerimiento del Cliente

Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.1.2 Propuesto por Líderes del Proyecto

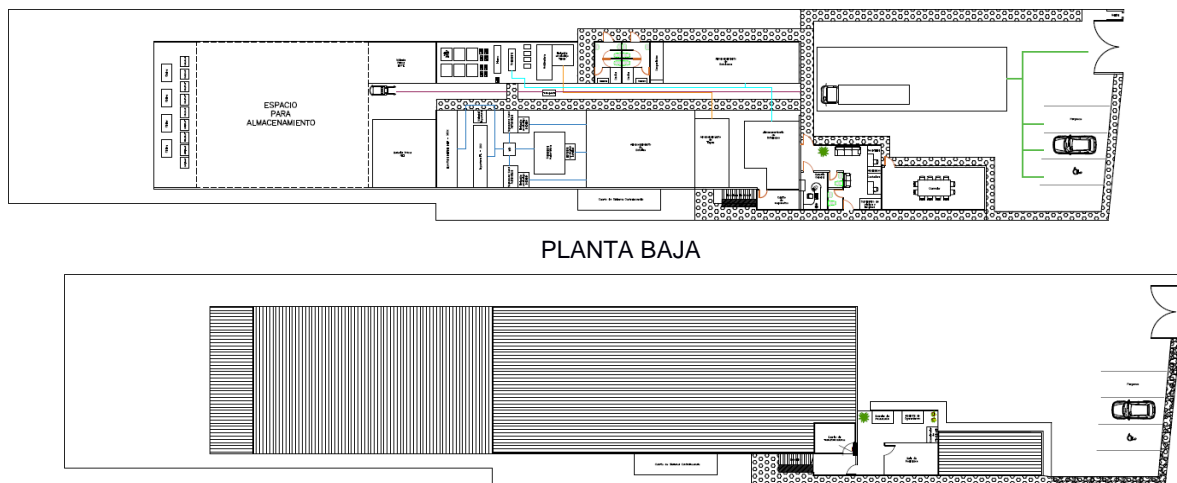


Figura 2.13 Planta Alta y Planta Baja – Propuesta de Mejora  
PLANTA ALTA

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 Aplicación del sistema 3BL

La empresa se encuentra interesada en capacitar a sus empleados, actualmente no poseen un plan de capacitación del personal, por lo que sugieren realizar un video de inducción para los operadores que recién empezaran sus labores en la empresa. También se va a realizar un video donde se explicará el cambio de molde en la máquina sopladora.

También en el ámbito social y en lo legal se requiere que exista una cultura de prevención de riesgos, por lo tanto se darán charlas frecuentes de seguridad, las que incluye: el uso correcto de equipos de protección personal, el manejo de extintores, actualizar el plan de emergencias y difundirlo con el resto de colaboradores de la empresa.

En el ámbito ambiental se medirá los desperdicios que generan las corridas de producción y aquel desperdicio que no se pueda reutilizar se tratará de llegar a un acuerdo con una fundación para que se lo lleven sin ningún costo. En la tabla 2.55 se detalla los indicadores que se manejarán en el sistema 3BL para los ámbitos sociales y ambientales, los indicadores económicos los manejará la contadora y el presidente de la fábrica. Lo que se espera es llegar a tener un panel de indicadores como se muestra en la tabla 2.57 que pueda ser publicado en la empresa, que ayude de guía para saber cómo se encuentran los estándares de desempeño y también cuales son los puntos a mejorar.

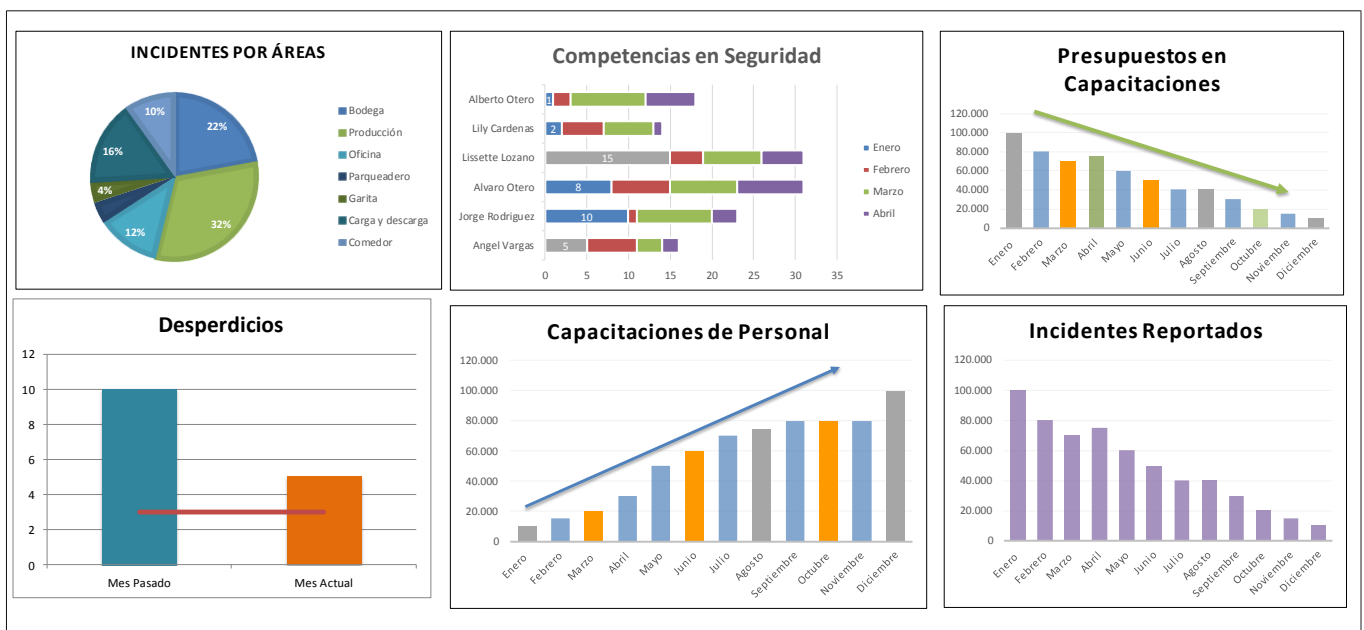
El plan de implementación del sistema 3BL se encuentra en la tabla 2.58, contiene 4 actividades a realizarse en el mes de Agosto, dos son los videos, otro es recolectar información de incidentes laborales y finalmente dar charlas de seguridad en el trabajo.

**Tabla 2.57 Indicadores para el Sistema de 3BL**

Indicador	Ecuación	Unidades	Frecuencia de medición	Responsable	Objetivo
Capacitaciones del personal	Empleados capacitados/Total de empleados	%	Semestral	Jorge Rodriguez	Conocer el porcentaje de empleados que recibió capacitación en la empresa
Inversión por empleado en capacitación y desarrollo	Costo total en capacitación/Total de empleados	\$	Anual	Ing. Alberto Otero	Medir cuanto dinero se ha invertido en capacitación por cada empleado
Horas invertidas en capacitación	Horas de capacitación/Total de empleados	hrs/empleados	Mensual	Ing. Ángel Vargas	Controlar las horas destinadas a capacitación por empleado
Desperdicios	Cantidad de desperdicio/Cantidad de unidades fabricadas	Kg.	Mensual	Jorge Rodriguez	Medir el porcentaje de desperdicios del proceso productivo
Áreas seguras	nº de incidentes por área/nº total de personas	%	Mensual	Alvaro Otero	Conocer las áreas más seguras de la empresa
Incidentes	Nº incidentes reportados/mes	cantidad de incidentes	Mensual	Ing. Ángel Vargas	Conocer el índice de casi accidentes en la empresa
Competencia en seguridad	Nº trabajadores que reportan incidentes/Nº trabajadores total	%	Mensual	Alvaro Otero	Conocer el índice de trabajadores que colaboran con el reporte de incidentes dentro de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.58 Panel de Control para el Sistema de 3BL**



Fuente: Elaboración propia.

## 2.6 Plan de Implementación

**Tabla 2.59 Plan de Implementación**

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN					
Soluciones	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	Cuando	Responsable
Transladar su fábrica actual a un galón nuevo	Falta de capacidad de almacenamiento y desarrollo de nueva línea de producto (botellones)	Utilizando la metodología SLP	Km 11.5 Vía Daule	Octubre	Ing. Angel Vargas
Implementar sistema para la evaluación del desempeño de la organización	Falta de indicadores	Aplicando el sistema 3BL se medirá el desempeño en tres aspectos: - Económico - Social - Ambiental	Los indicadores serán medidos en diferentes sectores de la empresa como el área financiera, de producción, y oficinas	Desde noviembre	Ing. Alberto Otero

Fuente: Elaboración propia.

Para el plan de implementación se explica por qué se realiza ese plan para dicha solución, como, donde y finalmente el responsable de la implementación, como se muestra en la tabla 2.59.

El plan de implementación se lleva acabo como se muestra la tabla 2.60 y en las respectivas semanas.

**Tabla 2.60 Plan de Implementación 3BL- Gantt**

Etapa	Plan para implementación del 3BL	AGOSTO			
		S15	S16	S17	S18
Implementación	Implementar el control de incidentes en todas las áreas de la compañía				
	Realizar un vídeo de inducción para nuevos operarios				
	Realizar un vídeo acerca del cambio de molde en una máquina sopladora				
	Capacitaciones de seguridad				

Fuente: Elaboración propia.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

Para la etapa de la implementación del sistema 3BL se obtiene lo siguiente:

### **Con respecto al aspecto social:**

Se realiza un registro de incidentes, el cual consiste en una hoja que deberá de llenar la persona que se encuentre dentro de la empresa y sufra un incidente laboral. En el reporte de incidentes se debe colocar el nombre de la persona que sufrió el incidente, la fecha que sucedió, el área donde ocurrió. Además se debe detallar la descripción de como sucedió y si tomó alguna medida para que no se vuelva a repetir. Ver anexo 6.

Se realizó un video de capacitación para los operarios, el cual indica el procedimiento para poner en marcha la máquina inyectora. La gerencia se compromete a realizar más videos sobre la puesta en marcha de la otra máquina inyectora y del cambio de molde en las sopladoras, de manera que se pueda realizar un plan de capacitaciones periódicas para los operarios. El diseño de planta cuenta con un espacio para el comedor, este a su vez se utilizará para realizar capacitaciones y eventos sociales. De la misma manera, se adecuará las conexiones correspondientes para ubicar un proyector.

El diseño de la planta está adaptado para que puedan laborar personas con discapacidad en las extremidades inferiores, por ahora solo en el área de oficinas, se cuenta con un parqueo exclusivo para las personas discapacitadas, además para acceder al segundo piso de las áreas de oficinas se cuenta con una rampa.

### **Con respecto al aspecto ambiental:**

En el nuevo diseño de la planta cuenta con un espacio exclusivo para los desperdicios plásticos generados por la purgación de las inyectoras y también por las no conformidades que tienen las botellas. Se envió un correo a una fundación sin fines de lucro con el fin de realizar un convenio en el cual se dona este desperdicio plástico para

que ellos puedan transformarlo, por ejemplo pueden obtener tachos plásticos. Además la empresa se encuentra interesada en disminuir el consumo energético y la primera iniciativa es el uso de focos LED (Light-emitting diode) principalmente para el área de oficinas, por lo tanto se estiman los costos que involucraría tener focos LED, este análisis se incluye en el balance financiero detallado en la sección 3.1.

**Con respecto al aspecto económico:**

Este aspecto se analizó en el balance financiero proyectado el cual incluye todos los costos que se incurriría al implementar 3BL, además de los costos que se generan por el traslado y operación de la planta.

**3.1 Análisis Financiero**

**3.1.1 Presupuesto**

A continuación en la tabla 3.1 se presentan los costos de inversión inicial que se incurren al implementar una línea de producción de botellones y el sistema 3BL, además se incluye costos de preparación para la puesta en marcha y traslado hacia el nuevo galpón. Los costos de traslados y puesta en marcha ya habían sido cotizados por la empresa. Ver tabla 3.2 y 3.3.

**Tabla 3.1 Costo de la Nueva Línea de Producción**

LINEA DE BOTELLONES					
COSTOS DE LA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN					
ACTIVOS	MAQUINARIA, EQUIPOS E INSTALACIONES	MARCA Y DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
	Sopladora Semi - Automática + Horno	Pre Heater JD 88 C	1	\$ 14.269,00	\$ 14.269,00
	Compresor de Aire	Shangair 30 HP	2	\$ 13.500,00	\$ 27.000,00
	Molde de Inyección de Tapas	Haitian	1	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
	Molde de Soplado	Aoli	1	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
	Capital de trabajo		1	\$ 4.546,43	\$ 4.546,43
				TOTAL	\$ 85.815,43

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.2 Costo para la Implementación del Sistema Triple Bottom Line<sup>19</sup>**

COSTOS DEL ENFOQUE DEL SISTEMA TRIPLE BOTOM LINE					
ACTIVOS	MAQUINARIA, EQUIPOS E INSTALACIONES	MARCA Y DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
	Rampa		1	\$ 710,00	\$ 710,00
	Tablero de Control Lean	Altura: 34 - 1/4" Ancho: 37 - 1/4"	1	\$ 180,00	\$ 180,00
	Proyector	Led 2600, Lumenes Hd 20000	1	\$ 200,00	\$ 200,00
	Comedor y baños	baño, vestidores, ducha y comedor (cocina, lavabo, mini refri)	1	\$ 28.965,00	\$ 28.965,00
	Cafetera	Cafetera Hamilton Beach/42 Tazas	1	\$ 60,00	\$ 60,00
	Microondas	Oster Microondas 20 Litros - Panel Tactil	1	\$ 135,00	\$ 135,00
	Tubos LED	Tubo T8 LED 18 W	24	\$ 25,00	\$ 600,00
	Instalaciones de Iluminaria LED	LED	8	\$ 477,00	\$ 3.816,00
	Focos	LED luz blanca y calidad 5 W E27 Eco Ahorrador	12	\$ 5,00	\$ 60,00
	<b>TOTAL</b>				<b>\$ 34.726,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.3 Costo para el Traslado y Puesto en Marcha de Maquinarias**

COSTOS PARA EL TRASLADO Y PUESTO EN MARCHA DE MAQUINARIAS					
	INSTALACIONES	MARCA Y DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
	Traslado de maquinaria (transporte)		1	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
	Puesto en Marcha	Readecuar instalaciones de agua, aire y electrica	1	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
	Cubierta	Área de expansión	1	\$ 13.484,00	\$ 13.484,00
	<b>TOTAL MAQUINARIA, EQUIPOS E INSTALACIONES</b>				<b>\$ 30.984,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>19</sup> **Tablero Lean:** [https://www.amazon.com/Brady-114614-Preboard-Polystyrene-Communication/dp/B003XU7UN4/ref=sr\\_1\\_12?ie=UTF8&qid=1503162346&sr=8-12&keywords=lean%20visual%20boards](https://www.amazon.com/Brady-114614-Preboard-Polystyrene-Communication/dp/B003XU7UN4/ref=sr_1_12?ie=UTF8&qid=1503162346&sr=8-12&keywords=lean%20visual%20boards)

**Cafetera:** Cafetera: [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-412411563-cafetera-hamilton-beach-42-tazas-nuevas-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-412411563-cafetera-hamilton-beach-42-tazas-nuevas-_JM)

**Microondas:** [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-412151382-oster-microondas-20-litros-descongelado-panel-tactil-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-412151382-oster-microondas-20-litros-descongelado-panel-tactil-_JM)

## 3.1.2 Financiamiento

### 3.1.2.1 Fuente de financiamiento

De acuerdo al presidente de la empresa, el proyecto del desarrollo de la nueva línea de productos y el traslado de la fábrica se financia como se muestra en la tabla 3.4:

**Tabla 3.4 Fuente de Financiamiento**

Fuente de Financiamiento	Porcentaje	Monto (USD)
Aporte de Accionistas	30%	\$ 45.457,63
Credito Bancario	70%	\$ 106.067,80
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 151.525,43</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.2.2 Crédito Bancario

En la tabla 3.5 se describe las características del crédito del cual la empresa es sujeto de acuerdo a las negociaciones mantenidas previamente con el banco:

**Tabla 3.5 Institución Financiera**

Institución Financiera	BAN. ECUADOR
Monto	\$ 106.067,80
Interés Anual	11.5%
Plazo	48 meses
Pago de Dividendos	Trimestrales

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.6 se muestra la tabla de amortización dada por el banco BAN ECUADOR:



**Tabla 3.6 Tabla de Amortización**

TABLA DE AMORTIZACIÓN				
Periodo (Trimestre)	Capital inicial	Interés Generado	Pago del Principal	Dividendo total
1	\$ 106.067,80	\$ 3.049,45	\$ 6.629,24	\$ 9.678,69
2	\$ 99.438,56	\$ 2.858,86	\$ 6.629,24	\$ 9.488,10
3	\$ 92.809,33	\$ 2.668,27	\$ 6.629,24	\$ 9.297,51
4	\$ 86.180,09	\$ 2.477,68	\$ 6.629,24	\$ 9.106,92
5	\$ 79.550,85	\$ 2.287,09	\$ 6.629,24	\$ 8.916,32
6	\$ 72.921,61	\$ 2.096,50	\$ 6.629,24	\$ 8.725,73
7	\$ 66.292,38	\$ 1.905,91	\$ 6.629,24	\$ 8.535,14
8	\$ 59.663,14	\$ 1.715,32	\$ 6.629,24	\$ 8.344,55
9	\$ 53.033,90	\$ 1.524,72	\$ 6.629,24	\$ 8.153,96
10	\$ 46.404,66	\$ 1.334,13	\$ 6.629,24	\$ 7.963,37
11	\$ 39.775,43	\$ 1.143,54	\$ 6.629,24	\$ 7.772,78
12	\$ 33.146,19	\$ 952,95	\$ 6.629,24	\$ 7.582,19
13	\$ 26.516,95	\$ 762,36	\$ 6.629,24	\$ 7.391,60
14	\$ 19.887,71	\$ 571,77	\$ 6.629,24	\$ 7.201,01
15	\$ 13.258,48	\$ 381,18	\$ 6.629,24	\$ 7.010,42
16	\$ 6.629,24	\$ 190,59	\$ 6.629,24	\$ 6.819,83
	<b>Totales</b>	<b>\$ 25.920,32</b>	<b>\$ 106.067,80</b>	<b>\$ 131.988,12</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3 Costos de Producción

#### ***Materiales Directos***

A continuación se describe las características del crédito del cual la empresa será sujeto de acuerdo a las negociaciones mantenidas previamente con el banco:

La planta producirá las siguientes cantidades mensualmente:

- Botellas de 17 gramos: 340.000 botellas
- Botellas de 19 gr: 257.000 botellas
- Tapas: 605.000 tapas
- Botellones: 15.000 botellones
- Tapas de botellones: 30.000

Se obtiene un costo de producción en materiales directos de \$256.672,20 anualmente, cada año aumentará un 3% este rubro. En la tabla 3.7 se puede observar los costos unitarios y mensuales por cada producto que ofrecerá la planta al mercado.

**Tabla 3.7 Costos Unitarios y Mensuales por Producto**

PRODUCTO	CANTIDAD A PRODUCIR	COSTO UNITARIO	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
Botellas 17gr	340000	\$ 0,0170	\$ 5.780,00	\$ 69.360,00
Botellas 19 gr	257000	\$ 0,0190	\$ 4.883,00	\$ 58.596,00
Tapas 2 gr	605000	\$ 0,0027	\$ 1.633,50	\$ 19.602,00
Botellones 580 gr	15000	\$ 0,5800	\$ 8.700,00	\$ 104.400,00
Tapa de botellones 9,7 gr	30000	\$ 0,01	\$ 392,85	\$ 4.714,20
			<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 256.672,20

Fuente: Elaboración propia.

### ***Mano de Obra Directa***

El costo de mano de obra directa es el pago que se realiza anualmente a los cuatro operadores de la planta el cual es \$24.624,00 anualmente.

### ***Costos Indirectos***

#### **Seguros**

##### *Gastos de Seguros*

$$= (1\% * \text{Valor de Maquinaria y Equipos Total}) + \text{Valor de Maquinaria}$$

$$\text{Gastos de Seguros} = (1\% * 460,290) + 81,269$$

$$\text{Gastos de Seguros} = (1\% * 460,290) + 81,269$$

$$\text{Gastos de Seguros} = \$979,830$$

El valor de maquinaria y equitos total se obtiene del estado de situación financiera de la empresa con fecha de corte Julio 2017.

En la tabla 3.8 se encuentran distintos rubros que conforman los costos de producción, directos e indirectos. Dichos costos fueron proporcionados por la empresa.

**Tabla 3.8 Costos de Producción**

<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>			
Expresado en USD	2018	2019	2020
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	\$ 281.296,20	\$ 288.996,37	\$ 296.927,54
Materiales Directos (PET y HDPE)	\$ 256.672,20	\$ 264.372,37	\$ 272.303,54
Mano de Obra Directa	\$ 24.624,00	\$ 24.624,00	\$ 24.624,00
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>\$ 106.992,88</b>	<b>\$ 108.180,90</b>	<b>\$ 118.222,50</b>
Fundas Plásticas Botellas	\$ 5.508,00	\$ 5.673,24	\$ 5.674,27
Fundas Plásticas y Cartones para Tapas	\$ 636,48	\$ 655,57	\$ 675,24
Fundas Plásticas para Botellones	\$ 4.860,00	\$ 4.861,03	\$ 4.862,06
Cintas de Embalaje	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Mano de Obra Indirecta	\$ 25.200,00	\$ 25.200,00	\$ 25.200,00
Energía Eléctrica	\$ 46.065,36	\$ 46.065,36	\$ 46.065,36
Lubricantes	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00
Agua Potable	\$ 240,00	\$ 240,00	\$ 240,00
Depreciación de Edificio	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
Depreciación de Maquinarias y Equipos	\$ -	\$ -	\$ 8.126,90
Reparaciones y Mantenimientos	\$ 5.503,21	\$ 6.603,85	\$ 8.585,01
Seguros	\$ 979,83	\$ 881,85	\$ 793,66
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>\$ 388.289,08</b>	<b>\$ 397.177,27</b>	<b>\$ 415.150,04</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4 Estado de Resultado Proyectado

En la tabla 3.9 se proyecta el estado de resultados hasta el año 2020.

#### Calculo de Ingresos

#### **Ingresos por Venta**

Dichos ingresos se calculan de acuerdo a la demanda anual

Se asume que las ventas para 2018 serán las que ya existen, es decir las que hubo este año, más un 3% de aumento (crecimiento de botellas del negocio de botellas).

#### **AÑO 2018**

Ventas del último año:  $\$30500 \times 12 = \$366000$

Crecimiento porcentual de ventas: 3%

Venta de **Botellones**:  $15000 \times 12 = 180000$

Precio de un botellón: 1,20

Venta de Botellones Total: \$216000

Venta de **Tapas** de Botellones: 30000\*12

Precio de venta de tapas: 0,045

Venta de Tapas de Botellones Total: \$16200

**TOTAL DE VENTAS = \$598200**

**Para los siguientes años:**

Existirá un aumento de 3% anual

**Tabla 3.9 Estado de Resultado Proyectado**

<b>ESTADO DE RESULTADO PROYECTADO</b>			
	2018	2019	2020
<b>VENTAS NETAS</b>	<b>\$ 598.200</b>	<b>\$ 616.146,00</b>	<b>\$ 634.630,38</b>
<b>COSTO DE VENTAS</b>	<b>\$ 388.289,08</b>	<b>\$ 397.177,27</b>	<b>\$ 415.150,04</b>
Inventario Final de Productos Terminados			
(+) Costo de Producción	\$ 388.289,08	\$ 397.177,27	\$ 415.150,04
(-) Inventario Inicial de Productos Terminados			
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>	<b>\$ 209.910,92</b>	<b>\$ 218.968,73</b>	<b>\$ 219.480,34</b>
<b>GASTOS DE VENTA</b>	<b>\$ 2.160,00</b>	<b>\$ 2.160,00</b>	<b>\$ 2.160,00</b>
Movilización y Transporte	\$ 960,00	\$ 960,00	\$ 960,00
Gastos de Representación	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
<b>UTILIDAD NETA EN VENTAS</b>	<b>\$ 207.750,92</b>	<b>\$ 216.808,73</b>	<b>\$ 217.320,34</b>
<b>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS</b>	<b>\$ 61.720,00</b>	<b>\$ 61.720,00</b>	<b>\$ 61.720,00</b>
Sueldos y Salarios	\$ 48.000,00	\$ 48.000,00	\$ 48.000,00
Servicios Contables	\$ 5.760,00	\$ 5.760,00	\$ 5.760,00
Suministros de Oficina	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Telefonía	\$ 960,00	\$ 960,00	\$ 960,00
Alimentación Trabajadores	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
Depreciación de Mobiliario de Oficina	\$ 1.400,00	\$ 1.401,00	\$ 1.402,00
<b>UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS (EBIT)</b>	<b>\$ 146.030,92</b>	<b>\$ 155.088,73</b>	<b>\$ 155.600,34</b>
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>	<b>\$ 11.054,25</b>	<b>\$ 8.004,80</b>	<b>\$ 4.955,36</b>
Intereses bancarios	\$ 11.054,25	\$ 8.004,80	\$ 4.955,36
<b>UTILIDAD ANTES DE PARTICIPACIÓN E IMPUESTOS</b>	<b>\$ 134.976,67</b>	<b>\$ 147.083,93</b>	<b>\$ 150.644,98</b>
Participación Trabajadores(15%)	\$ 20.246,50	\$ 22.062,59	\$ 22.596,75
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>\$ 114.730,17</b>	<b>\$ 125.021,34</b>	<b>\$ 128.048,23</b>
Impuesto a la Renta (25%)	\$ 28.682,54	\$ 31.255,34	\$ 32.012,06
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>\$ 86.047,63</b>	<b>\$ 93.766,01</b>	<b>\$ 96.036,18</b>
<b>Rentabilidad sobre Ventas (ROS)</b>	<b>14%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>
<b>Rentabilidad sobre Activos (ROA)</b>	<b>10%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>
<b>Rentabilidad sobre Patrimonio (ROE)</b>	<b>14%</b>	<b>15%</b>	<b>15%</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.5 Flujo de Caja (VAN y TIR)

En el flujo de caja proyectado a tres años para el caso de implementar la línea de botellones, se obtuvo un VAN positivo de \$21.963,78 y un TIR de 23%, lo cual indica que el negocio será más rentable si implementan la línea de botellones. Ver tabla 3.10. Además, se comparó los flujos netos proyectados la situación deseada versus la situación actual de la empresa, se obtuvo un beneficio en promedio de \$51.642,16 anualmente en el caso de implementar la línea de botellones. Como se muestra en la tabla 3.11.

**Tabla 3.10 Estado de Resultado Proyectado con Línea de Botellones**

FLUJO DE CAJA PROYECTADO				
		2018	2019	2020
<b>A. INGRESOS OPERACIONALES</b>		\$ 598.200,00	\$ 616.146,00	\$ 634.630,38
Ventas		\$ 598.200,00	\$ 616.146,00	\$ 634.630,38
<b>B. EGRESOS OPERACIONALES</b>		\$ 436.569,08	\$ 445.457,27	\$ 455.303,14
Materias Primas		\$ 256.672,20	\$ 264.372,37	\$ 272.303,54
Mano de Obra Directa		\$ 24.624,00	\$ 24.624,00	\$ 24.624,00
Materiales Indirectos		\$ 11.604,48	\$ 11.789,84	\$ 11.811,57
Mano de Obra Indirecta		\$ 25.200,00	\$ 25.200,00	\$ 25.200,00
Energía Eléctrica		\$ 46.065,36	\$ 46.065,36	\$ 46.065,36
Lubricantes		\$ 2.400,00	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00
Agua Potable		\$ 240,00	\$ 240,00	\$ 240,00
Seguros		\$ 979,83	\$ 881,85	\$ 793,66
Reparaciones y Mantenimiento		\$ 5.503,21	\$ 6.603,85	\$ 8.585,01
Gastos de Venta		\$ 2.160,00	\$ 2.160,00	\$ 2.160,00
Gastos Generales y Administrativos		\$ 61.120,00	\$ 61.120,00	\$ 61.120,00
<b>C. FLUJO DE CAJA OPERACIONAL (A-B)</b>		\$ 161.630,92	\$ 170.688,73	\$ 179.327,24
<b>D. INGRESOS NO OPERACIONALES</b>		\$ 151.525,43	\$ -	\$ -
Préstamos bancarios		\$ 106.067,80	\$ -	\$ -
Aporte de Accionistas		\$ 45.457,63	\$ -	\$ -
<b>E. EGRESOS NO OPERACIONALES</b>		\$ 230.163,25	\$ 105.839,68	\$ 104.081,11
Adquisición de Activos		\$ 125.663,00	\$ -	\$ -
Pago Dividendos Crédito Bancario		\$ 55.571,20	\$ 52.521,75	\$ 49.472,31
Pago Participación Trabajadores		\$ 20.246,50	\$ 22.062,59	\$ 22.596,75
Pago Impuesto a la Renta		\$ 28.682,54	\$ 31.255,34	\$ 32.012,06
<b>F. FLUJO DE CAJA NO OPERACIONAL (D-E)</b>		\$ (78.637,82)	\$ (105.839,68)	\$ (104.081,11)
Inversión Inicial	\$ 151.525,43			
<b>G. FLUJO NETO GENERADO (C+F)</b>	\$ (151.525,43)	\$ 82.993,10	\$ 64.849,05	\$ 75.246,13
<b>H. SALDO INICIAL CAJA</b>		\$ 35.000,00	\$ 117.993,10	\$ 182.842,15
<b>I. SALDO FINAL CAJA (G+H)</b>	\$ 151.525,43	\$ 117.993,10	\$ 182.842,15	\$ 258.088,28
<b>TASA</b>		<b>14%</b>		
<b>VAN</b>		<b>\$ 21.963,78</b>		
<b>TIR</b>		<b>23%</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.11 Estado de Resultado Projectado sin Botellones

<b>FLUJO DE CAJA PROYECTADO ( SIN BOTELLONES)</b>				
		2018	2019	2020
<b>A. INGRESOS OPERACIONALES</b>		\$ 366.000,00	\$ 369.660,00	\$ 373.356,60
Ventas		\$ 366.000,00	\$ 369.660,00	\$ 373.356,60
<b>B. EGRESOS OPERACIONALES</b>		\$ 302.717,59	\$ 305.595,59	\$ 307.658,24
Materias Primas		\$ 147.558,00	\$ 148.295,79	\$ 149.778,75
Mano de Obra Directa		\$ 18.468,00	\$ 18.468,00	\$ 18.468,00
Materiales Indirectos		\$ 6.744,48	\$ 6.928,81	\$ 6.949,51
Mano de Obra Indirecta		\$ 25.200,00	\$ 25.200,00	\$ 25.200,00
Energía Eléctrica		\$ 38.001,36	\$ 38.001,36	\$ 38.001,36
Lubricantes		\$ 2.160,00	\$ 2.160,00	\$ 2.160,00
Agua Potable		\$ 240,00	\$ 240,00	\$ 240,00
Seguros		\$ 4,60	\$ 881,85	\$ 793,66
Reparaciones y Mantenimiento		\$ 5.393,15	\$ 6.471,77	\$ 7.118,95
Gastos de Venta		\$ 2.160,00	\$ 2.160,00	\$ 2.160,00
Gastos Generales y Administrativos		\$ 56.788,00	\$ 56.788,00	\$ 56.788,00
<b>C. FLUJO DE CAJA OPERACIONAL (A-B)</b>		\$ 63.282,41	\$ 64.064,41	\$ 65.698,36
<b>D. INGRESOS NO OPERACIONALES</b>		\$ -	\$ -	\$ -
Préstamos bancarios			\$ -	-
Aporte de Accionistas			\$ -	-
<b>E. EGRESOS NO OPERACIONALES</b>		\$ 40.939,87	\$ 41.541,52	\$ 42.102,01
Adquisición de Activos			\$ -	\$ -
Pago Dividendos Crédito Bancario		\$ 18.000,00	\$ 18.000,00	\$ 18.000,00
Pago Participación Trabajadores		\$ 9.492,36	\$ 9.741,32	\$ 9.973,24
Pago Impuesto a la Renta		\$ 13.447,51	\$ 13.800,20	\$ 14.128,76
<b>F. FLUJO DE CAJA NO OPERACIONAL (D-E)</b>		\$ (40.939,87)	\$ (41.541,52)	\$ (42.102,01)
Inversión Inicial				
<b>G. FLUJO NETO GENERADO (C+F)</b>	\$ -	\$ 22.342,54	\$ 22.522,90	\$ 23.596,36
<b>H. SALDO INICIAL CAJA</b>		\$ 35.000,00	\$ 57.342,54	\$ 79.865,43
<b>I. SALDO FINAL CAJA (G+H)</b>	\$ -	\$ 57.342,54	\$ 79.865,43	\$ 103.461,79

Fuente: Elaboración propia.

## 3.2 Simulación

### 3.2.1 Simulación de Tapas y de Botellas

En la simulación de la línea de botellas y tapas plásticas se realiza una corrida de una semana de trabajo, ver figura 3.1. La secuencia de operación comienza con el arribo del PET, luego las inyectoras aspiran la materia prima, se procesa y se obtienen las preformas y se convierten en wip. Las sopladoras se alimentan con preformas para poder producir las botellas, inmediatamente se embalan las botellas en una funda. Cuando la funda contiene 300 botellas se la procede a sellar y trasladarla a la bodega. Luego de simular las 40 horas en la tabla 3.12 se muestra que la utilización de las máquinas inyectoras es del 97,5%. Las máquinas sopladoras en promedio tienen 68% de utilización, mientras que el proceso de embalaje en la máquina AOLI tiene una utilización del 97,5%, es la más elevada con respecto a las otros puestos debido a la tasa de soplar botellas. Las otras máquinas (KEA y SA2) son semi automáticas y tienen una utilización del 69%.

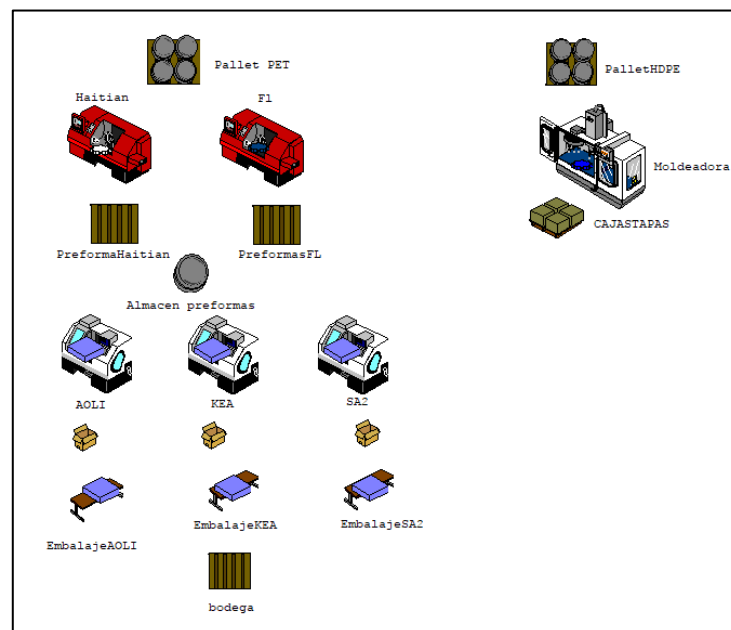


Figura 3.1 Simulación de Botellas

Fuente: Programa de Simulación

**Tabla 3.12 Utilización de las máquinas**

Resultados de la simulación de botellas - Localidades								
Nombre	Tiempo programado (Horas)	Capacidad	Entradas totales	Tiempo promedio por entrada (minutos)	Contenido promedio	Contenido máximo	Contenido actual	Porcentaje de utilización (%)
Pallet Pet	40.00	999999.00	1520000	55.5	3514.75	7232.00	7232.00	0.35
Haitian	40.00	24.00	72384	0.78	23.40	24.00	24.00	97.50
FL	40.00	24.00	72384	0.78	23.40	24.00	24.00	97.50
Pallet Haitian	40.00	999999.00	72360	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
AOLI	40.00	2.00	137204	0.02	1.37	2.00	2.00	68.60
KEA	40.00	4.00	32998	0.20	2.75	4.00	4.00	68.74
SA2	40.00	2.00	24806	0.13	1.37	2.00	2.00	68.73
EmbalajeAOLI	40.00	1.00	93600	0.02	0.97	1.00	1.00	97.50
EmbalajeKEA	40.00	1.00	32994	0.05	0.69	1.00	0.00	68.74
EmbalajeSA2	40.00	1.00	24804	0.07	0.69	1.00	0.00	69.24

Fuente: Programa de simulación

En la tabla 3.13 se obtiene como resultados que en 40 horas se realizaron 72.360 preformas de 17 y 19 gramos, se embalaron 151.397 botellas y se produjeron 468.000 tapas.

Si la simulación fuera llevada a 140 horas se obtendría 578.880 preformas y 605.588 botellas elaboradas lo cual implica que si se puede cumplir con la demanda de la empresa.

Analizando la utilización de las máquinas sopladoras se puede concluir que los operarios que están en las sopladoras semi automáticas son los encargados de ubicar los pallets de botellas dentro de la bodega debido que su utilización es del 70%.

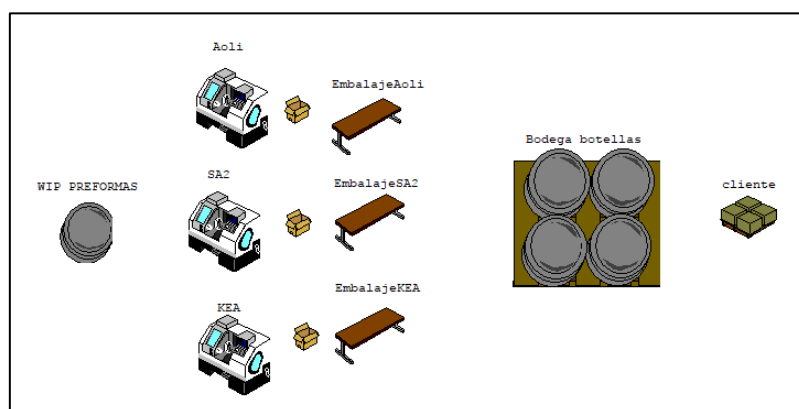
**Tabla 3.13 Total de salidas de la simulación.**

Resultados de la simulación de botellas - Entidades			
Nombre	Salidas totales	Cantidad actual en el sistema	Tiempo promedio en el sistema (minutos)
Preforma17	72360.00	3640.00	57.62
Preforma19	72360.00	3640.00	57.62
Botella	151397.00	48603.00	256.45
Tapas	468000.00	132000.00	263.85

Fuente: Programa de simulación



Luego se realiza una simulación de la bodega, ver figura 3.2, para ello se incluyó un tiempo de arribos de preformas de acuerdo a la tasa de producción de las inyectoras, en total 600.000 preformas ingresarán al sistema, que por lo general es la cantidad de botellas que la empresa produce mensualmente, dependiendo de los niveles de inventario al final de mes. Por otro lado se incluye también que en bodega existe un inventario inicial de 100.000 botellas. El proceso es el mismo que se explicó para la simulación de botellas solo que en este caso no se produce las preformas, estas arriban al sistema y solo se procede a soplar y embalar las botellas. Como conclusión, en la tabla 3.14 se tiene que la bodega en el mes se encuentra ocupada en un 87,86% de su capacidad aunque este valor puede aumentar como disminuir dependiendo del comportamiento de las ventas. Como resultado de la simulación se vendieron 615.798 botellas y se cuenta con 84.202 botellas de inventario para el siguiente mes.



**Figura 3.2 Simulación de la bodega**

Fuente: Programa de simulación

**Tabla 3.14 Utilización de la bodega**

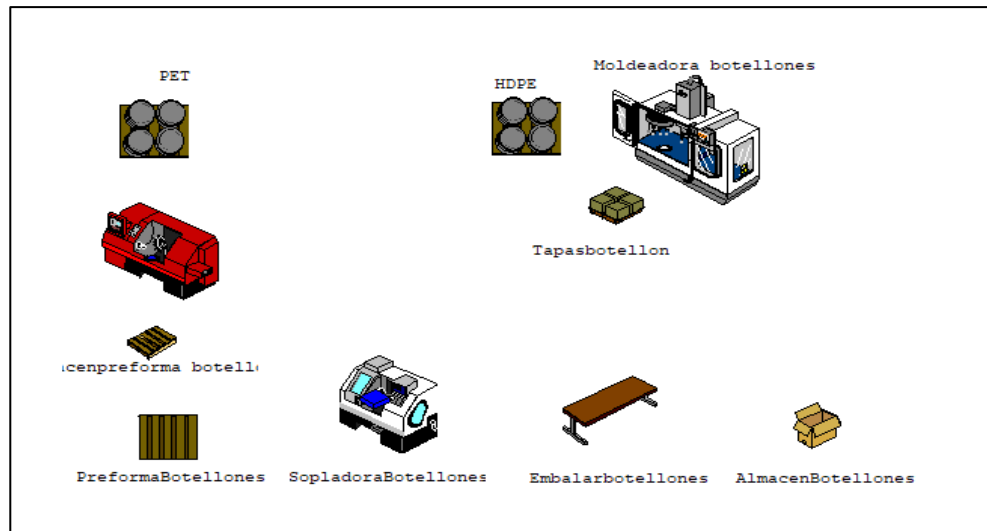
Resultados de la simulación de bodega				
Nombre	Tiempo programado (horas)	% Locación vacía	% Locación ocupada	% Completo
WIP Preformas	140.00	40.00	60.00	0.00
AOLI	140.00	40.00	0.00	60.00
KEA	140.00	39.20	0.00	60.80
SA2	140.00	37.14	2.86	60.00
Bodega botellas	140.00	12.14	87.86	0.00

Fuente: Programa de simulación

### 3.2.2 Simulación de Botellones

Por último se simula la línea de botellones, ver figura 3.3, para producir botellones se realiza el mismo proceso de las botellas solo que las preformas son más grande y de mayor peso, para los datos de tiempos de producción y paros de las máquinas se obtuvo del coordinador y el gerente de producción. En la simulación se incluye tiempos de preparación para la inyectora debido a que está debe de calentar lo suficiente antes de empezar a producir las preformas de botellones. En la tabla 3.15 se puede observar los resultados del porcentaje de utilización de la línea de botellones. La inyectora de preforma y la moldeadora de tapas de botellones tienen tiempos de simulación menores a 140 horas debido a que estas máquinas también producen botellas.

En la tabla 3.16 se puede observar el resultado de un mes de producción de botellones se obtiene lo siguiente: se puede producir 15.206 preformas de botellones, la máquina sopladora y el proceso de embalaje permite producir 22.386 botellones y la máquina moldeadora produce hasta 30.960 tapas.



**Figura 3.3 Simulación de botellones**

Fuente: Programa de simulación

**Tabla 3.15 Utilización de las máquinas.**

Resultados de la simulación de botellones - Localidades					
Nombre	Tiempo programado (Horas)	Porcentaje en operación (%)	Porcentaje ocioso (%)	Porcentaje en espera (%)	Porcentaje bloqueado (%)
Inyectora	104.00	85.29	0.08	0.00	0.00
Sopladora de botellones	140.00	99.94	0.06	0.00	0.00
Embalaje de botellones	140.00	63.43	36.75	0.00	0.00

Nombre	Tiempo programado (horas)	% Locación vacía	% Locación ocupada	% Completo
Pallet HDPE	86.00	0.10	99.90	0.00
Moldeadora botellones	86.00	0.10	0.00	99.90

Fuente: Programa de simulación

**Tabla 3.16 Unidades producidas en la simulación de botellones.**

Resultados de la simulación de botellones - Entidades				
Nombre	Salidas totales	Cantidad actual en el sistema	Tiempo promedio en el sistema (minutos)	Tiempo promedio en operación (minutos)
Preformas botellones	15206.00	20001.00	3018.52	0.35
Botellones	22386.00	481614.00	4013.74	0.61
Tapas de botellones	30960.00	278640.00	2322.08	0.33

Fuente: Programa de simulación

# CAPÍTULO 4

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Mediante este proyecto se proporcionó a la empresa un diseño de planta para el nuevo galpón. Además, el panel de control con los indicadores de 3BL se realizó con el fin de conocer el área a mejorar y, con relación a esto, enfocar los recursos tanto financiero como humano.

Una de las fortalezas al momento de desarrollar este proyecto fue la familiarización de los términos que se utilizan en la industria plástica. Además, se conocía el funcionamiento de las máquinas y del proceso de producción de botellas y tapas plásticas. Por otro lado, existieron actividades que fueron planificadas, pero por cambios de último momento en la planificación de la producción, no se logró realizar dos videos de capacitación.

### 4.1 Conclusiones

1. El diseño de la planta y la implementación del sistema de medición permitió proyectar la empresa a un negocio sostenible y controlado en lo social, económico y ambiental.
2. Se diseñó el layout de la planta utilizando los datos recolectados y proporcionados por el cliente, obteniendo un ordenamiento de las líneas de producción y los espacios para el almacenamiento de botellas, botellones y tapas plásticas.
3. Mediante la simulación de las líneas de producción de la planta se logró comprobar la capacidad de la línea de botellones y la eficiencia de las máquinas.

4. Con el layout del nuevo galpón se logró comprobar que existe un incremento del 31% en la capacidad para almacenar productos. Además mediante la simulación se puede comprobar que existe una capacidad de producción de 22386 botellones y 30960 tapas.
5. Mediante el análisis financiero se logró mostrar un beneficio promedio de \$51.542,16 anual, si se implementa la línea de botellones. Además, se obtiene un VAN de \$21.963,78 y un TIR de 23%, lo cual indica que el negocio sería rentable.
6. Se logró implementar un sistema de medición formal utilizando un sistema de 3bl lo que permitió a la empresa tener un esquema que pueda controlar los aspectos social, económico y ambiental de la compañía.

#### **4.2 Recomendaciones**

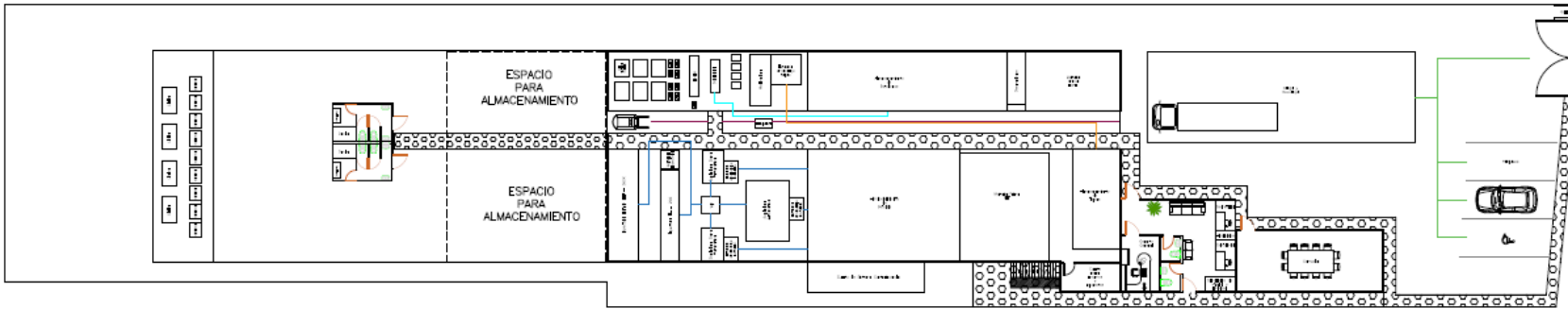
1. Una vez que la empresa cuente con un mercado estable su nuevo producto, se recomienda que compren un molde adicional con mayor cavidad para inyectar botellones de tal manera que aumentará la producción y generarán mayores beneficios.
2. Debido a que la empresa ya contaría con más capacidad de almacenamiento, al hacer un cambio de bodega, se recomienda que busque otras formas de aumentar sus ventas.

# BIBLIOGRAFÍA

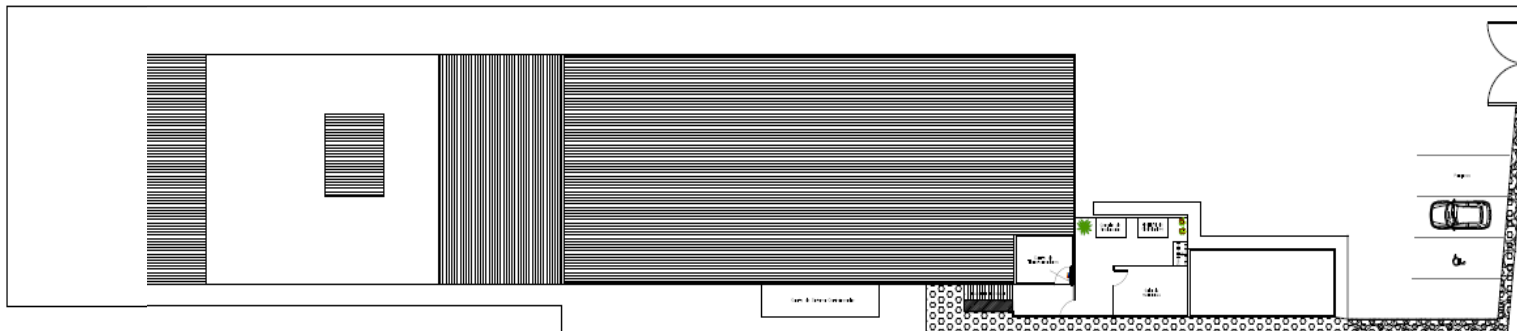
- [1]Muther, R. (1981). *Distribución en planta* (2da. ed.). Barcelona, España: Hispano Europea.
- [2]Vincentia Kitriastika, P. I. (2013). A redesign layout to increase productivity of a company. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1-13. Obtenido de <http://journals.ums.ac.id/index.php/jiti/article/view/663/402>
- [3]Baca et al. (2014). Introducción a la Ingeniería Industrial (2da. ed.). México: Grupo Editorial Patria, pp. 226-233.
- [4]López, M. J. (2015). La cuenta del triple resultado o Triple Bottom Line. *Revista de Contabilidad y Dirección*, pp.65-77.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A Planos Esquemáticos

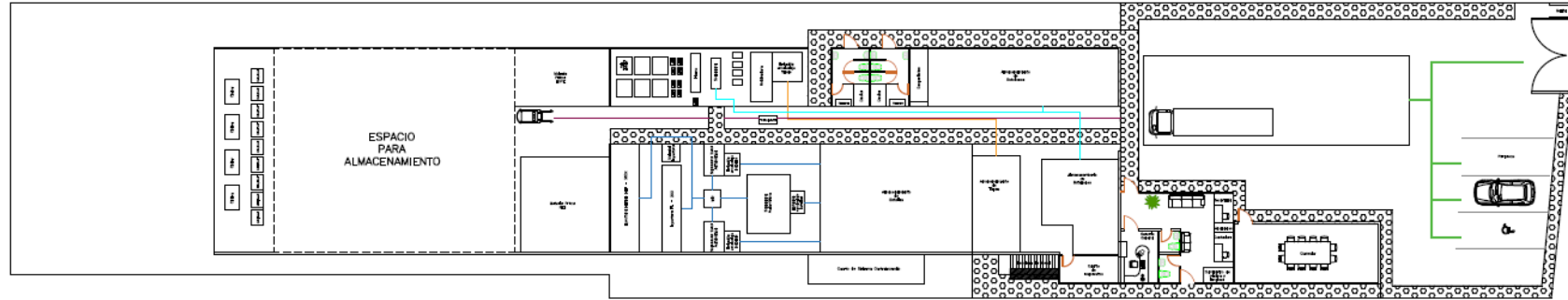


**PLANO 1 Planta Baja – Requerimiento del Cliente**

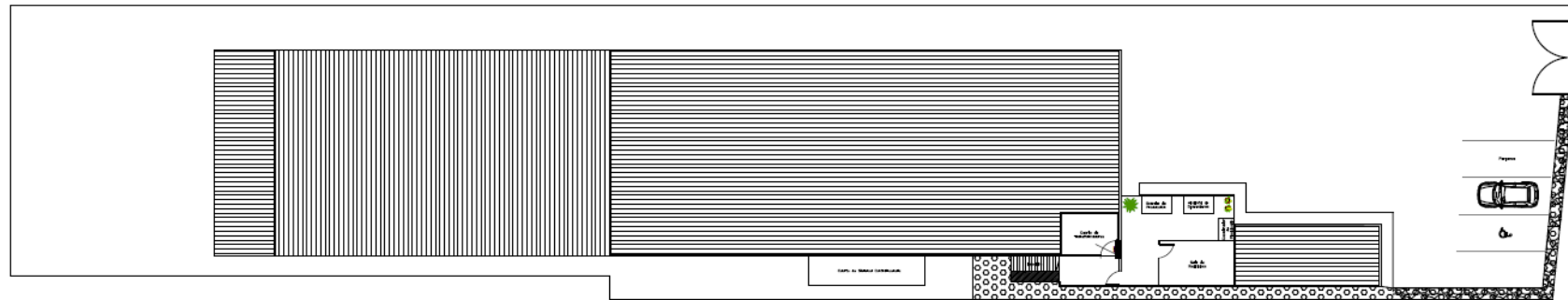


**PLANO 2 Planta Alta– Requerimiento del Cliente**





**PLANO 3 Planta Baja – Propuesta de Mejora**  
 PLANTA BAJA



**PLANO 4 Planta Alta– Propuesta de Mejora**  
 PLANTA ALTA

# ANEXOS

## Anexo 1. Plan de Acción

ETAPAS	Diseño de una planta productora de tapas y botellas plásticas	PLAN DE ACTIVIDADES																	
		MAYO					JUNIO				JULIO					AGOSTO			
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
	<b>Actividades</b>																		
Definición del problema	Conocer la planta actual y el equipo de trabajo	■																	
	Reconocer los procesos		■																
	Identificar los problemas y necesidades de la empresa			■															
	Determinar el alcance y restricciones del proyecto				■														
Medición de datos	Recolectar datos de la empresa actual: flujos, manejo de materiales, etc.				■														
	Recolectar datos del requerimiento de espacio					■													
	Definir indicadores del 3BL						■												
	Recolectar información para los indicadores del sistema de 3BL							■											
Análisis de datos	Diagramas de relación de actividades y flujo entre departamentos.							■	■										
	Requerimiento del espacio usando análisis de bloques								■	■									
	Analizar la información para los indicadores de rentabilidad de la empresa									■									
Generación y selección de soluciones	Generación de alternativas de layout usando diferentes métodos de evaluación													■					
	Analizar soluciones factibles														■				
	Seleccionar la solución factible															■			
	Diseñar un layout de acuerdo a la solución factible															■	■		
	Diseñar un layout con el flujo de personas y materiales																■		
	Encontrar puntos de mejora en el sistema 3BL																	■	
Implementación	Simular las líneas de producción y bodega																	■	■
	Establecer el sistema 3BL																		■
	Resultados financieros																		■
	Analizar los resultados																		■

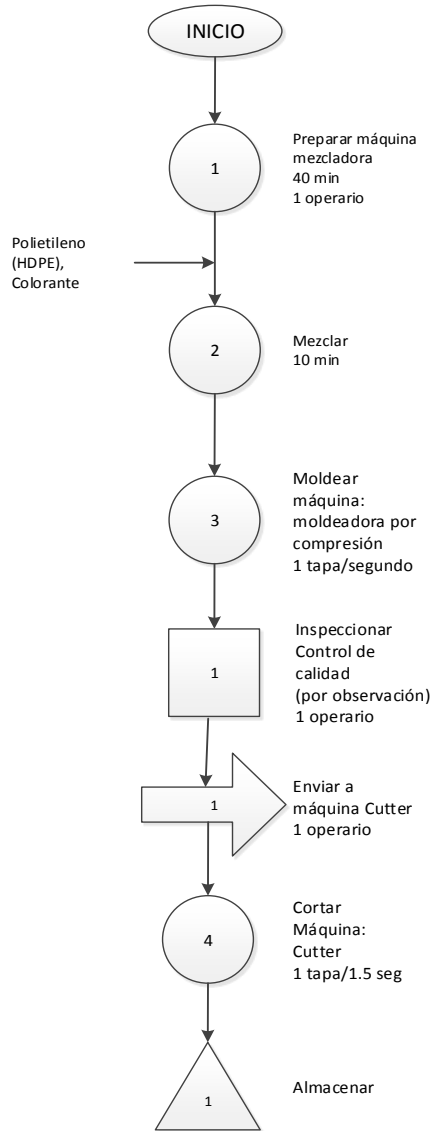
Fuente: Elaboración propia.

# ROCESO DE PRODUCCIÓN DE TAPAS

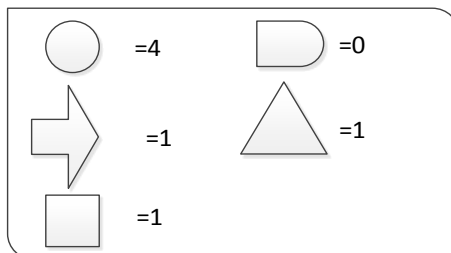
## Diagrama de Flujo del Proceso de Producción de Tapas

**Nombre del Proceso:** Elaboración de Tapa  
**Fecha:** 16/05/2017

**Nombre de Analista:** Carpio Steven  
 Barcia Katherine  
**Materiales:** Colorante  
 Polietileno (HDPE)



Resumen:



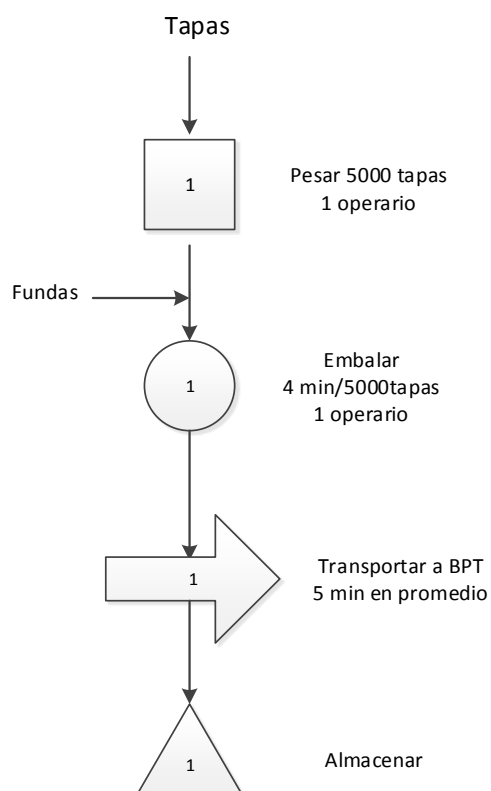
## Anexo 2. Proceso de Producción de Tapas

Fuente: Elaboración propia.

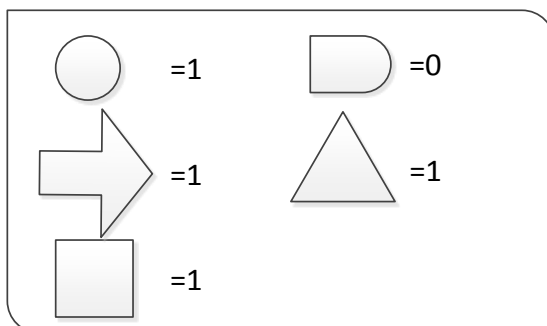
## EMBALAJE DE TAPAS

Diagrama de Flujo del Proceso de Embalaje de Tapas

<p><b>Nombre del Proceso:</b> Embalaje y Almacenamiento de Tapas</p> <p><b>Nombre de Analista:</b> Carpio Steven Barcia Katherine</p>	<p><b>Fecha:</b> 16/05/2017</p> <p><b>Materiales:</b> Colorante Polietileno (HDPE)</p>
---	--



Tabla



## PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BOTELLAS

### Anexo 3. Proceso de Embalaje de Tapas

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de Flujo del Proceso de Botellas Plásticas

**Nombre del Proceso:** Fabricación de Botellas Plásticas

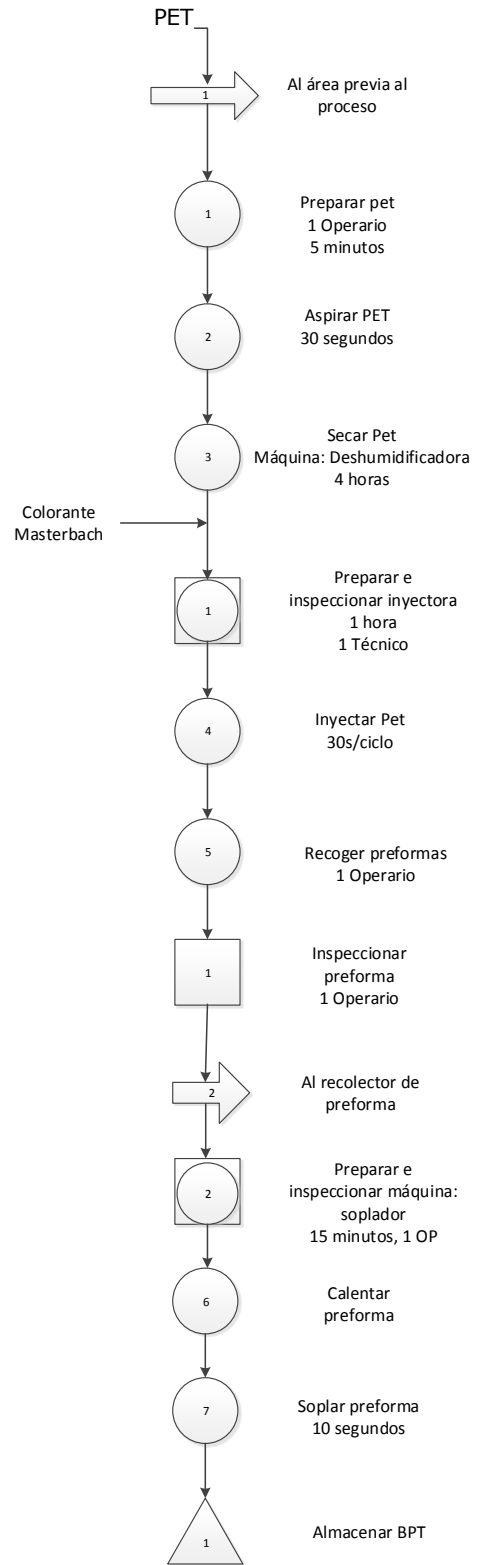
**Fecha:** 15/07/2017

**Nombre de Analista:**

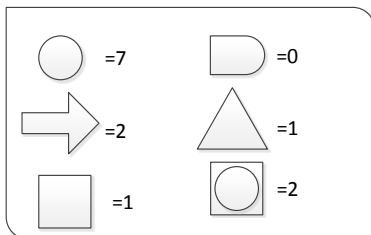
Carpio Steven  
Barcia Katherine

**Materiales:**

Pet y Masterbach(colorante)



Resumen:



EMBALAJE DE BOTELLAS

Anexo 4. Proceso de Producción de Botellas

Fuente: Elaboración propia.

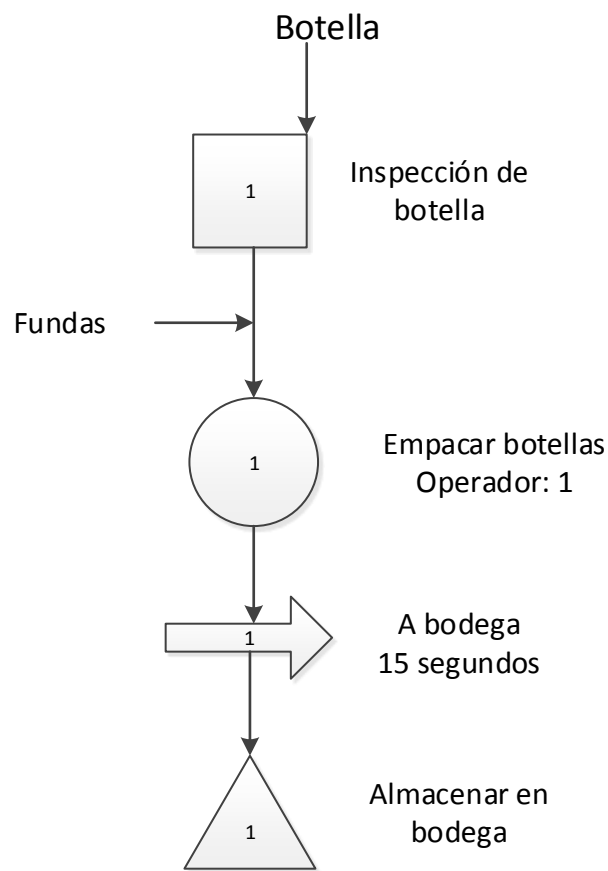
Diagrama de Flujo del Proceso de Embalaje de Botellas Plásticas

**Nombre del Proceso:** Embalaje y Almacenamiento de Botellas Plásticas

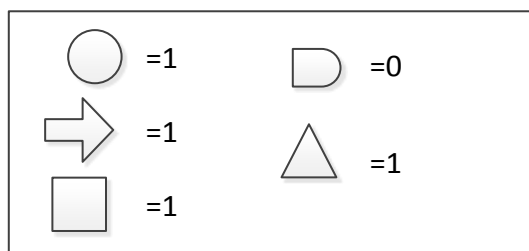
**Fecha:** 15/05/2017

**Nombre de Analista:**  
Carpio Steven  
Barcia Katherine

**Materiales:**  
Fundas y cintas de embalaje



RESUMEN



**Anexo 5. Proceso de Embalaje de Botellas**

Fuente: Elaboración propia.

## REPORTE DE INCIDENTES

**Objetivo:** Reportar actos inseguros o condiciones inseguras para que se puedan corregir antes de que se conviertan en accidentes

**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

### Área de Incidentes:

Bodega

Producción

Oficinas

Vestidores/ Baños

Comedor

Parqueaderos

Carga y Descarga

Otros

**Descripción del incidente (casi incidente):** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Medidas inmediatas adoptadas:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**Firma de Responsable Encargado**

**Original:** Entregar al Responsable Encargado del tema de incidentes