



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE  
ENVASADO DE UNA EMPRESA EMBOTELLADORA EN LATAACUNGA

AUTOR

Andrés Fernando Alarcón Ortega

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ENVASADO DE UNA EMPRESA EMBOTELLADORA EN LATACUNGA.

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

Profesor Guía

MBA. Christian Chimbo Naranjo

Autor

Andrés Fernando Alarcón Ortega

Año

2018

## **DECLARACIÓN DE PROFESOR GUÍA**

"Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de Mejora de la Productividad en la Línea de Envasado de una Embotelladora en Latacunga, a través de reuniones periódicas con el estudiante Andrés Fernando Alarcón Ortega, en el semestre 2018-1, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Christian Leonardo Chimbo Naranjo  
Magister en Administración de Empresas  
C.I: 1802719581

## **DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR**

"Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de Mejora de la Productividad en la Línea de Envasado de una Embotelladora en Latacunga, del estudiante Andrés Fernando Alarcón Ortega, en el semestre 2018-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

---

Aníbal Andrés Cevallos Jaramillo

Master of Science

C.I: 1705310280

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

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

---

Andrés Fernando Alarcón Ortega

C.I: 0503434193

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar mis logros y llenarme de bendiciones, a mis padres por entregarme valores y educación, de la mano de apoyo incondicional; a toda mi familia por celebrar mis triunfos y darme ánimos en todo momento y a Fuentes “San Felipe S.A.”, por permitir que mis conocimientos crezcan.

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de titulación lo dedico a mi padre Fernando que desde el cielo todos los días me ha protegido y cubierto de bendiciones; a mi madre Verónica, por no dejarme solo y apoyarme frente a todas las circunstancias y a mi familia por ser fuente de cariño y admiración.

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación se lleva a cabo en la empresa “Fuentes San Felipe S.A.”, la misma que se dedica al embotellamiento de agua mineral natural y otras bebidas. Se ubica en la provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga, sector San Felipe.

Se parte del análisis de la situación en la que la empresa se encuentra a través de un levantamiento de procesos y una toma de tiempos que permitió hacer un modelo de simulación y realizar un diagnóstico de cómo se encuentra la organización antes y después de la propuesta de mejora y de esta forma establecer las principales falencias que se deben atacar para incrementar la producción.

En consecuencia se plantea un modelo de estrategias y parámetros que permitan encajar la mejora en la empresa, esto acompañado por un diseño del pronóstico de la mejora basado en una cotización de materiales y mano de obra, seguido de una preparación de los operarios que manipularán la maquinaria y por último un análisis de la capacidad que poseen.

La propuesta pretende incrementar la productividad en el área donde se realiza el embotellamiento de botellones, mediante la implementación de un rack y una banda transportadora que elimine tiempos e intervenciones innecesarias.

Se plantea un análisis del beneficio económico que tendrá la empresa una vez que se acepte la implementación de la mejora, así como el tiempo estimado de recuperación de la inversión y los resultados al maximizar su capacidad de embotellar más bidones.



## **ABSTRACT**

This degree work is carried out in Fuentes San Felipe S.A company which focuses on the bottling of mineral water and drinks, it is located in the province of Cotopaxi specifically in the San Felipe area.

It is based on the analysis of the situation in which the company finds itself through a process survey and a time taking that allowed to make a simulation model to know how the organization is before and after the improvement and in this way to establish the main flaws that must be attacked to increase production.

As a result, a model of strategies and parameters to fit the improvement in the company is proposed, this accompanied by a design of the improvement forecast based on a quotation of materials and labor, followed by a preparation of the workers who will manipulate the machinery and finally an analysis of the capacity they possess.

The proposal aims to increase productivity in the area where bottles are bottled by implementing a rack and a conveyor belt that eliminate unnecessary times and interventions.

Ultimately, there is an analysis of the economic benefit that the company will have, that is, the feasibility that delivered the improvement and how long it will recover its investment after starting to maximize its capacity to bottle more bottles.

## ÍNDICE

1.	CAPÍTULO I Introducción .....	1
1.1	Antecedentes .....	1
1.1.1	Historia de Fuentes San Felipe S.A. ....	4
1.1.2	Análisis de la operación .....	6
1.1.3	Misión .....	9
1.1.4	Visión .....	9
1.1.5	Valores.....	9
1.1.6	Producción y distribución .....	9
1.2	Descripción del problema .....	11
1.2.1	Análisis causa efecto de los problemas .....	12
1.3	Alcance .....	18
1.4	Justificación.....	18
1.5	Objetivo General .....	20
1.6	Objetivos Específicos.....	20
2.	CAPÍTULO II. Marco Referencial .....	21
2.1	Contenido .....	21
2.1.1	SIPOC.....	21
2.1.2	Elementos del SIPOC .....	21
2.1.3	¿Cuándo se utiliza un SIPOC? .....	22
2.1.4	Procedimiento: SIPOC .....	22
2.1.5	Análisis SIPOC .....	23
2.2	Análisis de movimientos.....	23
2.3	Estudio de tiempos.....	24
2.3.1	Objetivos de la toma de tiempos.....	24
2.3.2	Estimaciones de tiempo según Taylor .....	25
2.3.3	Estudio de tiempos con cronómetro.....	25
2.3.4	Aplicaciones del estudio de tiempos .....	26
2.3.5	Equipo para el estudio de tiempos.....	27
2.4	Simulación .....	29
2.5	Estrategia KAIZEN .....	30

2.5.1	Muda .....	31
2.5.2	Diagrama de Ishikawa .....	31
2.5.3	Diagrama de Pareto .....	32
2.6	Automatización: Sistemas básicos .....	33
2.7	La productividad .....	34
2.7.1	Medida de la productividad .....	35
2.7.2	Variables de la productividad .....	35
2.7.3	Factores que inciden en la productividad de la empresa .....	36
2.7.4	Condiciones para la productividad óptima en todo proceso productivo .....	37
2.7.5	Factores que restringen el incremento de la productividad .....	38
2.7.6	Takt time .....	38
2.8	Las 5' s .....	38
3.	<b>CAPÍTULO III. Situación Actual</b> .....	40
3.1	Ubicación .....	40
3.2	Estructura de la empresa .....	41
3.2.1	Layout .....	42
3.2.2	Organigrama estructural de Fuentes San Felipe S.A. ....	43
3.2.3	Producción .....	44
3.2.4	Diagrama de tortuga .....	46
3.3	Descripción del funcionamiento de la empresa .....	47
3.3.1	Proceso de producción de agua purificada en botellones .....	47
3.3.2	Mapa del proceso general con todos sus departamentos .....	49
3.3.3	Sipoc .....	50
3.3.4	Fotografías del proceso de embotellamiento .....	51
3.4	Medición del trabajo .....	56
3.4.1	Tabla de tiempos en el proceso de envasado de botellones .....	56
3.4.2	Valoración del ritmo de trabajo en el proceso de envasado de botellones .....	57
3.4.3	Suplementos y tiempo tipo en el proceso de envasado de botellones .....	58
3.5	Carta de proceso en la línea de envasado de botellones ....	58
3.6	Simulación de la línea actual .....	61

3.6.1	Simulación de la línea en proceso de la situación actual.....	62
3.6.2	Medición de los resultados del proceso .....	64
3.10	Análisis de resultados de la situación actual.....	64
4.	<b>CAPÍTULO IV. Análisis y desarrollo de la propuesta de mejora.....</b>	<b>66</b>
4.1	Propuesta de mejora.....	66
4.2	Simulación de la línea con la propuesta de mejora (maquinaria off).....	67
4.2.1	Simulación de la línea en proceso con la propuesta de mejora.....	68
4.2.2	Medición de los resultados del proceso con la propuesta.....	70
4.4	Propuesta del dispositivo .....	71
4.5	Layout con la propuesta de mejora .....	75
4.6	Proyección de resultados.....	76
5.	<b>CAPÍTULO V. Costo beneficio .....</b>	<b>76</b>
5.1	Impacto económico.....	76
6.	<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>79</b>
6.1	Conclusiones.....	79
6.2	Recomendaciones .....	80
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>85</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productos San Felipe y de unidades mensuales.....	4
Tabla 2. Productos San Felipe – Producción/mes.....	10
Tabla 3. Productos San Felipe – Precio/dólares .....	11
Tabla 4. Producción mensual .....	44
Tabla 5. Simbología empleada en la carta de proceso .....	59
Tabla 6. Análisis Costo – Beneficio (Cotización).....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

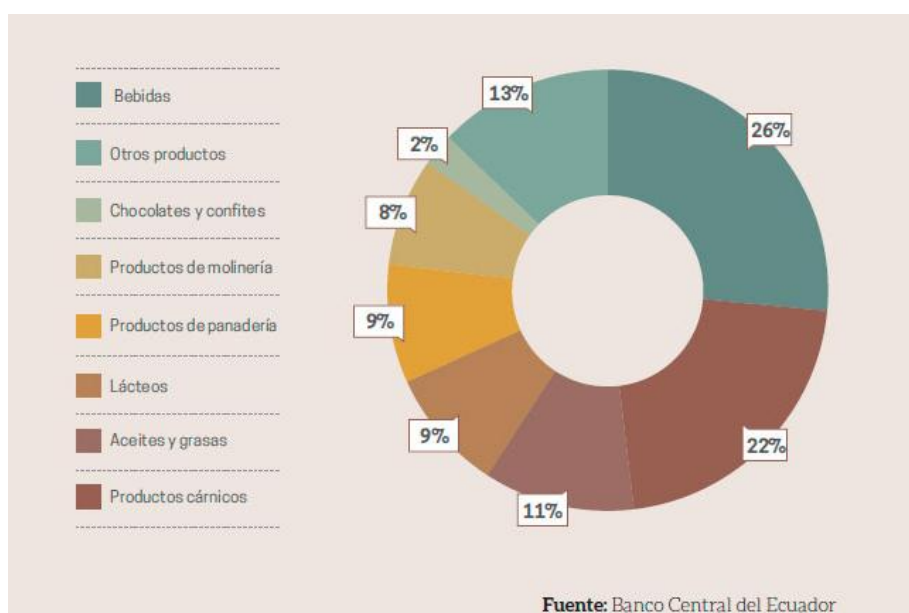
Figura 1. Industria manufacturera en el Ecuador. ....	1
Figura 2. Producción de las industrias – elaboración de bebidas.....	2
Figura 3. Producto interno bruto por industria.. ....	3
Figura 4. Estado de Situación Financiera.....	5
Figura 5. Estado de Resultados. ....	5
Figura 6. Productos San Felipe.....	10
Figura 7. Diagrama causa –efecto (Problema 1).....	15
Figura 8. Diagrama causa –efecto (Problema 2).....	16
Figura 9. Diagrama causa –efecto (Problema 3).....	17
Figura 10. Diagrama de Pareto – Productos San Felipe. ....	19
Figura 11. Esquema SIPOC.....	21
Figura 12. Elementos del SIPOC. ....	21
Figura 13. Herramientas para una manufactura esbelta. ....	39
Figura 14. Ubicación empresa Fuentes San Felipe S.A.....	40
Figura 15. Ubicación empresa Fuentes San Felipe S.A.....	41
Figura 16. Layout de la situación actual.....	42
Figura 17. Organigrama estructural.....	43
Figura 18. Diagrama de tortuga.....	46
Figura 19. Mapa del proceso general con todos sus departamentos.....	49
Figura 20. Sipoc de la empresa.....	50
Figura 21. Bodega y recepción de botellones.....	51
Figura 22. Ingreso de botellones a la línea de producción.....	51
Figura 23. Máquina de lavado externo de botellones.....	52
Figura 24. Prelavado interno de botellones.....	52
Figura 25. Lavado interno de botellones.....	53
Figura 26. Enjabonado y enjuague de botellones.....	53
Figura 27. Enjuague final de botellones.....	54
Figura 28. Llenado del botellón.....	54
Figura 29. Sellado del botellón.....	55
Figura 30. Etiquetado del botellón.....	55
Figura 31. Revisión Final de botellón.....	56
Figura 32. Tabla de tiempos en el proceso de envasado de botellones.....	57
Figura 33. Valoración del ritmo de trabajo en el proceso de envasado.....	57
Figura 34. Tiempo tipo en el proceso de envasado.....	58
Figura 35. Carta de proceso.....	60
Figura 36. Línea de producción actual.....	61
Figura 37. Línea de producción actual en proceso (Vista Lateral).....	62
Figura 38. Línea de producción actual en proceso (Vista Superior).....	63
Figura 39. Descripción de los resultados del proceso.....	64
Figura 40. Línea de producción con la propuesta de mejora.....	67
Figura 41. Línea de producción con la propuesta de mejora en proceso (Vista Superior).....	68

Figura 42. Línea de producción con la propuesta de mejora en proceso (Vista Lateral).....	69
Figura 43. Medición de los resultados del proceso con la propuesta .....	70
Figura 44. Dispositivo RACK y banda transportadora .....	71
Figura 45. Rack de botellones.....	72
Figura 46. Funcionamiento de l Rack y la banda transportadora de botellones (OFF) .....	73
Figura 47. Funcionamiento del Rack y la banda transportadora de botellones (ON) .....	74
Figura 48. Layout con la propuesta de mejora .....	75

## 1. CAPÍTULO I

### 1.1 Antecedentes

La industria de alimentos y bebidas es una de las más dinámicas del Ecuador. En 2015, el sector representó el 39 por ciento del PIB de la industria no petrolera ecuatoriana; por lo que es considerado, según datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas (ANFAB), como uno de los más importantes en producción y creación de empleo. (Vistazo, 2016)



*Figura 1.* Industria manufacturera en el Ecuador.  
Adaptado de (Banco Central del Ecuador, s.f.).

En las empresas que se dedican a la producción de bienes, el proceso de transformación de la materia prima en producto terminado, debe tender siempre a la optimización de recursos para poder obtener un producto de calidad y a un precio competitivo, satisfaciendo las expectativas del cliente. A la par, se debe ir controlando el uso desmedido de recursos, lo que permitirá producir más con menos.



En el Ecuador esto se convierte en un gran reto frente a la competencia tanto nacional como internacional, por consiguiente es necesario establecer estrategias que permitan entrar en un proceso de mejora continua que se adapte a su producción, alcanzando un nivel de productividad que les permita estar a la altura de un entorno cada vez más competitivo y globalizado.

Según la revista Vistazo (Vistazo, 2016) en el país existen aproximadamente 400 empresas relacionadas a la producción de gaseosas, jugos, té, bebidas hidratantes, agua y lácteos; recalca que estas industrias invierten en tecnología y capacitación, a fin de cumplir con técnicas de procesamiento inocuas que respondan a las necesidades nutricionales de la población.

Además en el país se han impulsado a estas empresas para que mejoren su productividad y por ende sean más competitivas dando como resultado que se sustituyan las importaciones y se disminuya el ingreso de capitales extranjeros en la economía (Enríquez, 2016).

Lo anterior ha dado como resultado el fortalecimiento de la industria ecuatoriana, todo esto haciendo que la última de las opciones dentro de estas organizaciones sea el despido de personal, lo que desarrolla plazas de empleo gracias a estas empresas.

A continuación se muestran cifras del Banco Central del Ecuador, respecto a la industria de elaboración de bebidas.




**Banco Central del Ecuador**  
SERIES DE INFORMACIÓN DE CUENTAS NACIONALES  
PRODUCCION DE LAS INDUSTRIAS

Series de Información de Cuentas Nacionales - Producción de Industrias - Miles de Dólares - Corrientes

CIU REV. 4	Clasif CN	Industrias \ Años	2014	2015	2016
C		INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	1.793.954	1.894.894	1.946.273
	11	ELABORACIÓN DE BEBIDAS	1.793.954	1.894.894	1.946.273
	12	Elaboración de bebidas	1.793.954	1.894.894	1.946.273
Total:			1.793.954	1.894.894	1.946.273

*Figura 2.* Producción de las industrias – elaboración de bebidas.  
Adaptado de (Banco Central del Ecuador, s.f.).

El 70,1% de los ecuatorianos utiliza como suministro para beber una fuente mejorada (tubería, pozo o manantial protegido o agua embotellada), en la vivienda o cerca de ella, de manera suficiente y libre de contaminación fecal. A nivel urbano, del 15,4% de agua contaminada, el 28,6% es agua embotellada o envasada. (Redacción Sociedad, 2017).



**Banco Central del Ecuador**  
**SERIES DE INFORMACION DE CUENTAS NACIONALES**  
**4.3.2 PRODUCTO INTERNO BRUTO POR INDUSTRIA**

SERIES DE INFORMACIÓN DE CUENTAS NACIONALES - 4.3  
Miles de Dólares

	2014	2015	2016
Manufactura (excepto refinación de petróleo)	13.878.799	13.814.634	13.627.734
Total Valor Agregado Bruto	13.878.799	13.814.634	13.627.734
Otros Elementos del PIB	4.975.328	7.430.396	7.630.682
PIB	18.854.127	21.245.030	21.268.416

*Figura 3. Producto interno bruto por industria.*  
Adaptado de (Banco Central del Ecuador, s.f.).

En la provincia de Cotopaxi las empresas pertenecientes a la industria manufacturera específicamente el sector de bebidas aporta un 26% de la economía de la provincia. Cabe recalcar que la provincia de Cotopaxi aporta un 1,6% al Producto Interno Bruto del país.

En Latacunga, como cantón de la provincia de Cotopaxi la empresa productora de agua mineral Fuentes “San Felipe S.A.” es un ícono de la zona, debido a la demanda local y nacional que posee. Según el Ing. Nelson Sánchez, propietario de la empresa; ésta agua no contiene ningún añadido que disminuya sus propiedades naturales, excepto una mínima cantidad de gas; posee potasio, calcio, magnesio, hierro, sodio y demás sales y minerales que satisfacen los requerimientos diarios para hidratar a una persona (Novoa, 2014).

En relación a la actividad de la planta, la empresa diariamente envasa alrededor de 8.772 productos en envases desechables (PET) de lunes a jueves; y los días viernes trabaja con envases de vidrio, produciendo más cantidad, alrededor de 113.772.

### 1.1.1 Historia de Fuentes San Felipe S.A.

“La Empresa Fuentes “San Felipe S.A.” se inició en el año 1928, cuando su fundador el señor Eloy Alberto Sánchez Cañas, adquirió las fuentes de agua mineral en el sector de San Felipe, en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi” (Fuentes San Felipe S.A., s.f.).

Fuentes San Felipe S.A. es una empresa netamente familiar, que se constituyó como sociedad anónima el 9 de mayo de 1991, con RUC 0590055328001, además cuenta con una oficina de control en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua.

“Con gran visión su fundador inicia el embotellamiento de esta prodigiosa agua, en envases de vidrio, botellas de colores verde y café, con etiquetas de papel, las mismas que eran empacadas en sacos de yute. La primera maquinaria que se utilizó fue manual y de origen alemán” (Fuentes San Felipe S.A., s.f.).

“Con el paso de los años va cambiando el diseño y la forma de los envases de acuerdo a las tendencias de la época; así mismo la maquinaria va modernizándose y tendiendo a la automatización” (Fuentes San Felipe S.A., s.f.).

En la actualidad la empresa trabaja con ocho presentaciones para los productos que maneja en el mercado.

Tabla 1  
*Productos San Felipe y de unidades mensuales*

<b>Productos</b>	<b>Producción Unidades/mes</b>
Botellones de 20 Lt	47.500
Jugos Felipín 500ml	12.000
Agua mineral con gas 1 Lt (vidrio)	120.000
Agua mineral con gas 3 Lt (pet)	9.000
Agua mineral con gas 2 Lt (pet)	6.000
Agua mineral con gas 1,5 Lt (pet)	25.000
Agua mineral sin gas 500 ml (pet)	50.000
Agua mineral con gas 500 ml (pet)	45.000

En lo referente a la situación financiera de la empresa, y en base a la información que está obligada a presentar ante la Superintendencia de Compañías, se puede constatar el manejo de los activos, pasivos y patrimonio dentro de los balances; así como la utilidad generada por la diferencia entre los ingresos que obtuvo por ventas y los costos y gastos en los que incurrió dentro del último periodo, presentado en la base de datos del organismo de control.

**FUENTES SAN FELIPE S.A.**  
**Estado de Situación Financiera**  
 Al 31 de diciembre de 2016  
 Expresado en dólares

<b>Activos</b>		
Activos corrientes	810.841,78	
Activos no corrientes	636.567,93	
<b>TOTAL ACTIVOS</b>		<b>1'447.409,71</b>
<b>Pasivos</b>		
Pasivos corrientes	252.769,48	
Pasivos no corrientes	552.294,55	
<b>TOTAL PASIVOS</b>		805.064,03
<b>PATRIMONIO</b>		642.345,68
<b>TOTAL PASIVOS + PATRIMONIO</b>		<b>1'447.409,71</b>

*Figura 4.* Estado de Situación Financiera.

**FUENTES SAN FELIPE S.A.**  
**Estado de Resultados**  
 Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2016  
 Expresado en dólares

Ingresos	1'698.026,43
(-)Total costos y gastos	(1'454.381,84)
<b>Utilidad del ejercicio</b>	<b>243.644,59</b>

*Figura 5.* Estado de Resultados.

Fuentes “San Felipe” es un símbolo de tradición en Cotopaxi, su provincia de origen, y ha sido condecorada por varias ocasiones, recibiendo los siguientes premios:

- Premio Especial Feria Exposición del Centro Agrícola de Latacunga – Noviembre 1954
- Al Mérito Laboral otorgado por el Ministerio del Trabajo y Recursos Humanos – Septiembre 2001
- Premio Especial Feria Exposición del Centro Agrícola de Latacunga – Noviembre 2002
- Reconocimiento por la brillante trayectoria empresarial y contribución al adelanto provincial, otorgado por Consejo Provincial de Cotopaxi – Abril 2003.
- Premio Ekos al primer lugar por su desempeño entre las Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes), del Ecuador- Quito-Noviembre 2013. (Fuentes San Felipe S.A., s.f.)

### **1.1.2 Análisis de la operación**

Uno de los procesos en la empresa Fuentes “San Felipe S.A.” es la producción y el envasado de agua natural en botellones, proceso que se desarrolla dentro de estándares de producción y calidad, con la finalidad de obtener y entregar un producto excelente.

El proceso de producción se debe necesariamente realizar en el sector San Felipe ya que las fuentes de agua son de propiedad de la empresa y se encuentran en esta zona.

La línea de producción y embotellado se realiza a lo largo de la semana, de lunes a viernes y se lo divide en tres turnos, siendo el tiempo de producción 22 horas al día, este proceso está a cargo de los trabajadores de la planta, siendo personas con la suficiente capacidad y experiencia.

Para llegar a la obtención del producto final, es decir los botellones llenos con agua, el proceso tiene varias etapas, iniciando con la recepción y desinfección completa de los botellones, los mismos que son reutilizados; el siguiente paso es el llenado y se concluye con el sellado y etiquetado. Finalmente, el control de calidad es uno de los pasos más importantes, después de pasar por éste, el producto se apila para ser distribuido y vendido al público.

Al analizar el flujo de producción desde el ingreso de los botellones a la línea, trabajo que es realizado por los operarios, generalmente no facilita los resultados que la empresa puede aspirar a conseguir; esto puede mejorar con la implementación de racks por gravedad, los cuales reducirían los tiempos que se invierten en el transporte del material, dando como resultado una mayor productividad y cuidando la salud de sus trabajadores.

En ocasiones el material se fisura o estropea, disminuyendo la cantidad de botellones producidos y por ende generando pérdidas y estas situaciones son inevitables puesto que son anomalías que solo se detectan al final del proceso.

Al llevar a cabo el proceso, actualmente existe una acumulación de materiales (botellones) dentro de la línea que dificulta el paso (peatonal) y por ende el desempeño de funciones de los operarios, pues los botellones deben salir y ser acomodados de forma continua.

Adicionalmente las distancias que los operarios recorren se acortarían con la implementación de esta herramienta (rack y banda transportadora), el trabajador ya no tendrá la necesidad de salir a la bodega para introducir los botellones a la línea de producción, estos ya estarán en el momento exacto en que el trabajador inicie el proceso, también se puede reducir el número de manipulaciones al que están sometidos los materiales, hablando del rack esta herramienta permite que el proveedor únicamente se limite a ubicar los botellones en el sitio deseado sin necesidad de que el trabajador interfiera en esta parte del proceso, logrando que la planta tenga un grado de productividad más alto.

Al ser los trabajadores sustituidos por maquinaria de transporte y distribución de material, los tiempos en esta parte del proceso serían constantes y los operarios podrían centrarse en realizar otras operaciones que mejoren la producción.

El tiempo invertido por los trabajadores al tener que salir y cargar el material, puede ser optimizado mejorando el proceso, con lo que se podría aumentar la producción eliminando el problema de la ruptura de los botellones, que al final resulta en pérdidas para la empresa.

Por otro lado, dentro de las ventajas en el proceso, fuentes San Felipe S.A. combina las operaciones de lavado del botellón, y al realizar esta acción se evidencia un ahorro de tiempo y se acelera la salida de los mismos para ser llenados.

Al ser el producto final, el botellón de agua para consumo humano, el énfasis en el tema de la limpieza es primordial, pues permanentemente el área de trabajo debe estar desinfectada, desde que el material entra hasta que sale de la línea. En este sentido, la empresa cuenta con un espacio de trabajo limpio y adecuado, la inspección es satisfactoria ya que existe un proceso de evaluación que se lleva a cabo cada treinta minutos, de esta forma se asegura un buen producto para el consumidor final.

Actualmente Fuentes "San Felipe S.A." cuenta con un adecuado sistema de iluminación y ventilación el mismo que es necesario para que los operarios puedan desempeñar correctamente sus funciones, influyendo en el desempeño y por ende en la eficiencia con la que trabajan. Al desempeñar en jornadas de tres turnos, el proceso cuenta con descansos cortos que no afectan a la producción.

Con respecto a los trabajadores, son personas que a lo largo de los años han adquirido la experiencia necesaria para realizar un trabajo de calidad, la inclusión de capacitaciones sería una buena estrategia para mejorar el proceso garantizando el aumento en la producción y la rentabilidad de la empresa.

Como idea general, se pueden mejorar los aspectos citados anteriormente buscando la maximización del proceso. La reducción de tiempo, la utilización de recursos, serían palpables con la implementación de nueva maquinaria, evitando la intervención del operario con trabajo físico, logrando tiempos constantes que no representarían pérdidas de ningún tipo.

### **1.1.3 Misión**

Producir y comercializar agua mineral y bebidas, bajo procesos y controles de calidad para satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes y consumidores, con el compromiso de accionistas, directivos y personal altamente motivado y capacitado, generando beneficios para la empresa y la comunidad. (Fuentes San Felipe S.A., s.f.).

### **1.1.4 Visión**

“Ser una empresa líder a nivel nacional en la producción y comercialización de agua mineral natural con gas, sin gas y bebidas, con tecnología moderna y filosofía de calidad en los productos, dando un servicio personalizado al cliente” (Fuentes San Felipe S.A., s.f.).

### **1.1.5 Valores**

La empresa trabaja en base a ciertos valores como; perseverancia, compromiso, solidaridad y trabajo en equipo (Fuentes San Felipe S.A., s.f.).

### **1.1.6 Producción y distribución**

Agua San Felipe siempre pendiente por satisfacer los gustos y necesidades de sus clientes cuenta con una amplia gama de presentaciones, tanto en envase retornable como descartable, así como diversos tamaños, para formar parte de su familia y de todos los momentos de su vida.





Figura 6. Productos San Felipe.  
Adaptado de (Fuentes San Felipe S.A., s.f.).

En la planta existen dos líneas de producción:

1. En la línea de botellones trabajan nueve personas que se dividen en tres turnos respectivamente, enfocados en el envasado de agua.
2. En la línea de agua mineral trabajan doce personas en un solo turno, en el envasado de botellas de vidrio y PET.

La empresa posee cobertura en las provincias de Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua siendo sus principales clientes: Supermaxi, Ministerio de Salud, Novacero, IESS, Cedal, CNT, domicilios, instituciones educativas y el hospital general de la ciudad de Latacunga.

Tabla 2.  
Productos San Felipe – producción Litros/mes

Productos	Producción Litros/mes
Botellones de 20 Lt	950000
Jugos Felipín 500ml	6000
Agua mineral con gas 1 Lt (vidrio)	120000
Agua mineral con gas 3 Lt (pet)	27000
Agua mineral con gas 2 Lt (pet)	12000
Agua mineral con gas 1,5 Lt (pet)	37500
Agua mineral sin gas 500 ml (pet)	25000
Agua mineral con gas 500 ml (pet)	22500

Los precios de venta al público están establecidos de acuerdo a la presentación y la cantidad de los envases.

Tabla 3.  
*Productos San Felipe – Precio/dólares*

<b>Productos</b>	<b>Producción Precio/ dólares</b>
Botellones de 20 Lt	2,00
Jugos Felipín	0,50
Agua mineral con gas 1 Lt (vidrio)	0,60
Agua mineral con gas 3 Lt (pet)	1,50
Agua mineral con gas 2 Lt (pet)	1,10
Agua mineral con gas 1,5 Lt (pet)	1,00
Agua mineral sin gas 500 ml (pet)	0,40
Agua mineral con gas 500 ml (pet)	0,60

## 1.2 Descripción del problema

En esta empresa, dedicada al embotellamiento de agua, que depende de una demanda nacional y local, el jefe de producción afirma que no se cumple con la cantidad de botellones que puede llegar a producir la línea. Dentro de la misma, existen tres turnos de trabajo para una producción que toma veinte y dos horas al día con un aproximado de 100 botellones por hora.

Al final de la jornada existe una pérdida de entre 3 a 5 botellones debido principalmente a fisuras en el envase problema que ocurre debido a la manipulación de los mismos, consecuencia de la falta de equipos especiales para realizar esta actividad así como a fallas en la colocación del producto en la maquinaria.

El problema principal es la falta de optimización de recursos, en el proceso sean determinados factores como reprocesos, falencias de la maquinaria al momento del etiquetado y sellado, mantenimiento de los botellones, pues existen tiempos perdidos en el lavado de los mismos; muchas veces los trabajadores no están enfocados únicamente en las funciones que les corresponde desempeñar.

La producción actual dentro de la empresa es de 47.500 botellones al mes (30 días), producción que en realidad debería ser de 50.500 botellones en el mismo periodo, es decir que se deja de producir alrededor de 3.000 botellones cada treinta días.

El no llegar a una producción maximizada parte de la falta de mantenimiento preventivo, equipos que no mantienen su capacidad al máximo, supervisión deficiente, instalaciones inadecuadas y falta de cultura organizacional. Todas estas variables conllevan a un proceso productivo deficiente.

### **1.2.1 Análisis causa efecto de los problemas**

Se inició un estudio completo de observación con el fin de definir los factores más críticos que contribuyen a las pérdidas en el proceso. El trabajo en curso se desarrolló a través de los métodos de observación personal en lapsos de tiempo. El objetivo inmediato fue el de establecer una lista de actividades y tareas, categorizándolas en productivas, de apoyo o no productivas. En una segunda fase se identificaron las causas del trabajo que no agregan valor.

Entre los problemas más importantes en la línea de envasado de botellones se identifican los siguientes:

1. Consumo excesivo del tiempo al transportar los botellones de la bodega a la línea de producción.
2. Sobrecarga de trabajo para el encargado de transportar los botellones.

3. Exceso de inventario en proceso (ubicado físicamente) gal interior de la línea.

### **Problema 1**

- Tiempo excesivo en trasladar los botellones de la bodega a la línea de producción.

### **Mano de obra**

- El operario no ha tenido ninguna capacitación de cómo transportar los botellones.

### **Maquinaria**

- No hay un dispositivo que nos ayude a disminuir el tiempo.

### **Medición**

- Nunca se ha medido el tiempo que se demora en el transporte.

### **Métodos**

- No existe un procedimiento estandarizado.
- El método es que utilizan para el transporte de botellones es incómodo para el operario.
- No se ha realizado un estudio del método adecuado.
- El método no está estandarizado.
- El método de transporte es inseguro.

### **Materia Prima**

- Almacenamiento inapropiado de los botellones.

### **Problema 2**

- Sobrecarga de trabajo para el encargado de transportar los botellones.

**Mano de obra**

- Falta de capacitación al operario para el transporte de botellones.

**Maquinaria**

- No existe dispositivo o maquinaria que nos ayude a disminuir el tiempo.

**Métodos**

- No existe un método para transporte.
- No se ha diseñado un método para el transporte.

**Medición**

- Nunca se ha medido la distribución de carga de los operarios.

**Problema 3**

- Exceso de inventario en proceso al interior de la línea.

**Mano de obra**

- Falta de capacitación al operario.

**Métodos**

- El método de producción no es el adecuado y genera inventario en proceso.
- No está definido el número de inventario en proceso que debería existir.
- El proceso no se encuentra estandarizado.

**Medición**

- Nunca se ha medido el inventario en proceso.

## Análisis de causas Ishikawa

El resultado de esta fase se representa en la forma de un diagrama de espina de pescado (causa-efecto) que muestra las causas más críticas.

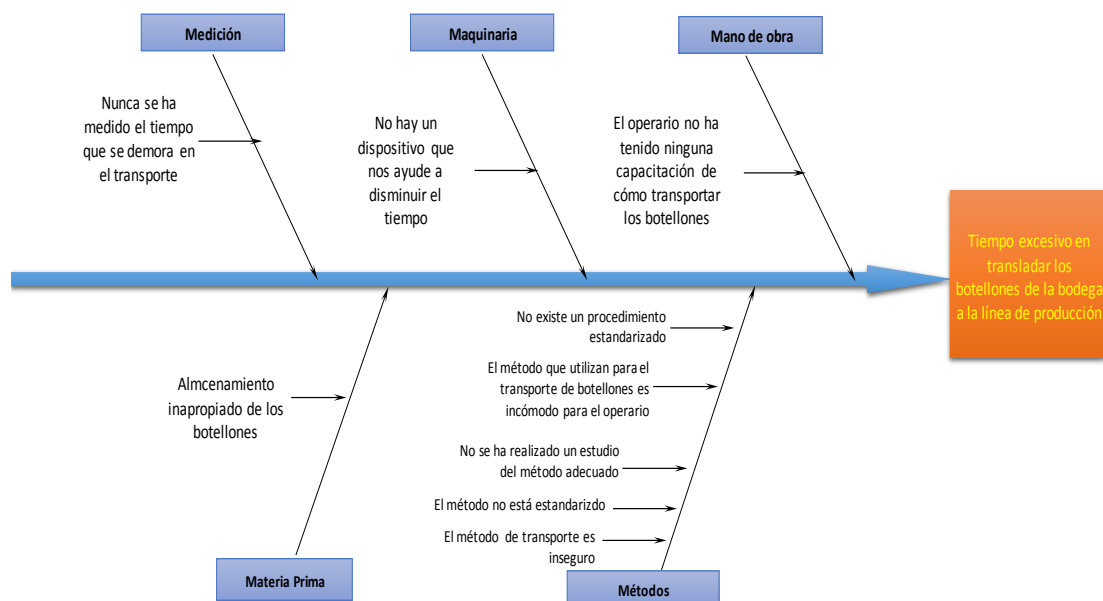


Figura 7. Diagrama causa –efecto (Problema 1).

**Problema 1.** El principal problema identificado en el proceso es el transporte de botellones desde la bodega hasta la línea de producción, uso de mano de obra para la actividad, falta de automatización en el proceso de transporte.

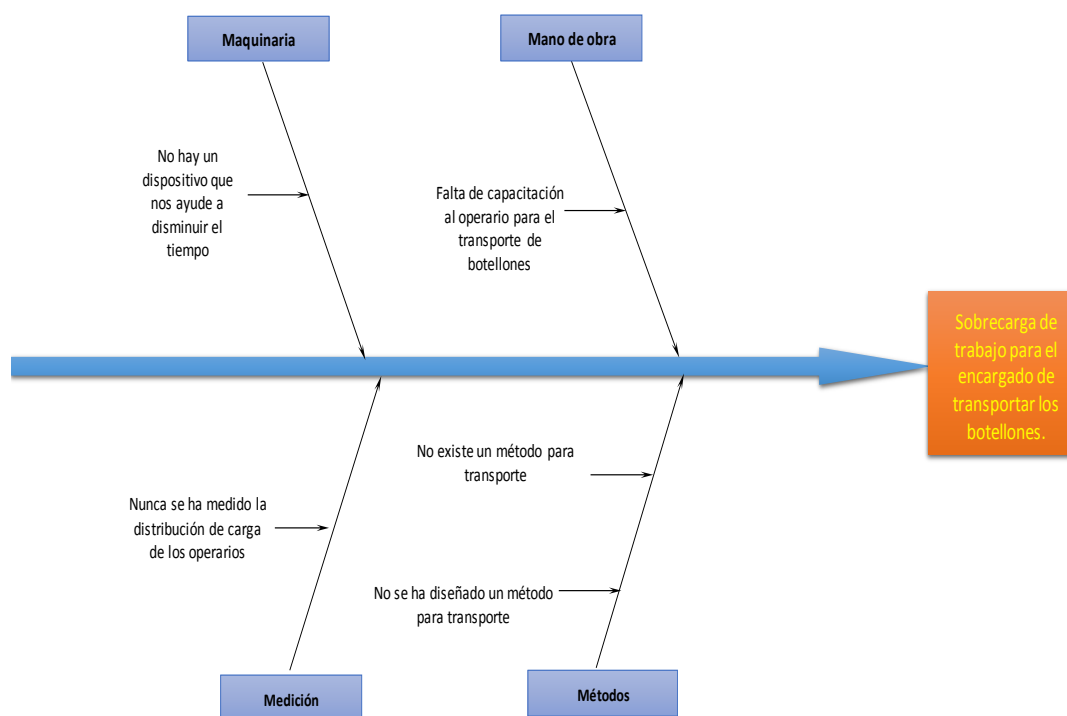


Figura 8. Diagrama causa –efecto (Problema 2).

**Problema 2:** Un segundo problema identificado es la sobrecarga en el trabajo que realiza el encargado de transportar los botellones, acompañado de una incorrecta manipulación de los mismos.

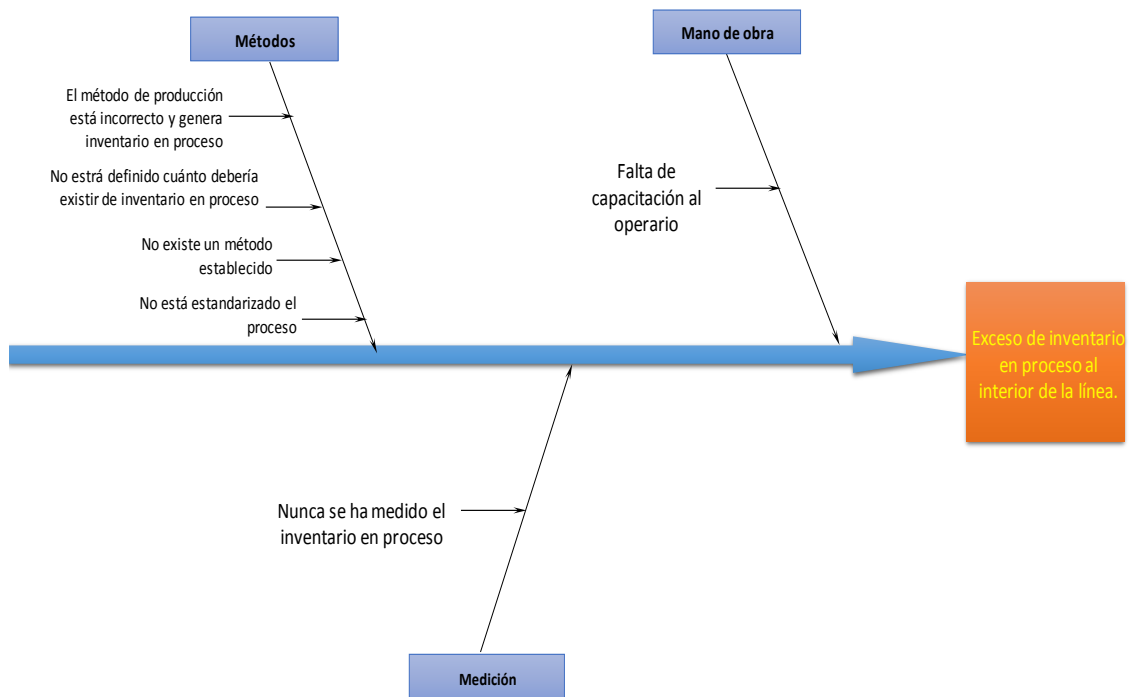


Figura 9. Diagrama causa –efecto (Problema 3).

**Problema 3:** Inventario en proceso al interior de la línea, la falta de capacitación del personal para realizar de manera eficiente su trabajo utilizando un procedimiento inadecuado, provocando la falta de espacio en la línea y la fisura de los botellones.



### **1.3 Alcance**

Este estudio se va a desarrollar en el área de producción y embotellamiento de agua en botellones de 20 litros, cuyo proceso sistemático incluye:

1. Lavado externo e interno,
2. Enjuague inicial y final,
3. Envasado,
4. Sellado y etiquetado,
5. Análisis de calidad,
6. Distribución.

Para el estudio se realizará un levantamiento del proceso actual, en el cual se medirán tiempos de operación en producción y analizarán indicadores con formatos previamente elaborados.

Con este análisis se establecerá la operación crítica y sobre esa actividad se desarrollara un proceso de mejora continua.

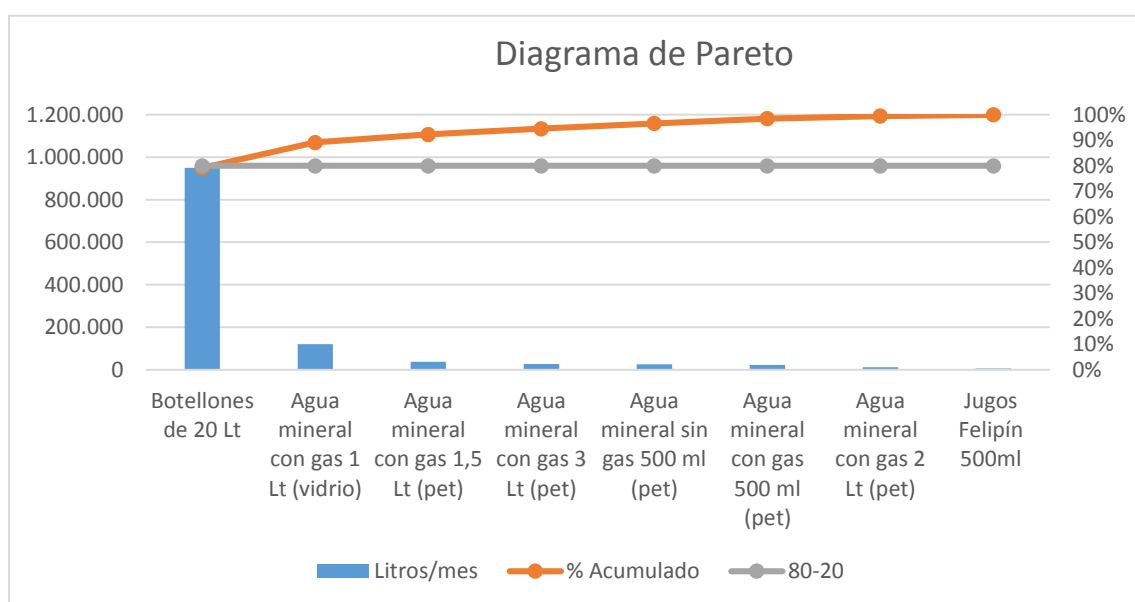
Se aplican las herramientas lean manufacturing, las mismas que se enfocan en aumentar la productividad de la empresa mediante la utilización de la menor cantidad de recursos.

El análisis costo-beneficio permite obtener el valor que la empresa deberá desembolsar, comparado con el beneficio que la propuesta le proporcionará.

### **1.4 Justificación**

El presente estudio se enfocará en poner en práctica los conocimientos adquiridos en la parte académica, con capacidad de analizar y mejorar todos los procesos de la empresa.

En el área de embotellado se visualizan procesos deficientes, por lo que se tratará de reducir la cantidad de unidades perdidas y el tiempo mal gastado en reprocesos, que a largo plazo generan una disminución en el ingreso total que podría ser invertido en mejoras del proceso productivo o capacitaciones del personal, por consiguiente mediante este estudio la empresa se beneficiará reduciendo sus pérdidas en la línea de envase de botellones.



*Figura 10.* Diagrama de Pareto – Productos San Felipe.

Este estudio evaluará el aumento de la productividad de la empresa siendo esto una oportunidad de mejora en la optimización del uso de recursos materiales y humanos.

Por tanto los beneficiarios directos serán los empleados y sus familias ya que al ser más productiva y competitiva, podrá mejorar las condiciones de trabajo de los mismos y generar más empleo.

### **1.5 Objetivo General**

Aumentar la productividad de la línea de envasado de botellones de 20lt de agua mineral, aplicando metodologías de mejora continua y optimizando el uso de recursos de la empresa.

### **1.6 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de la empresa para conocer su situación actual.
- Realizar un levantamiento de los procesos del área de producción, para conocer las actividades críticas.
- Generar un plan de actividades que estandaricen las tareas de trabajo en el área crítica.
- Aplicar herramientas lean manufacturing al área de producción, para optimizar los recursos de la empresa.
- Realizar un modelo de simulación de la línea actual de envasado en FlexSim y un modelo con la propuesta de mejora.
- Elaborar un análisis costo-beneficio de las mejoras para demostrar el nivel de cambio en productividad.

## 2. CAPÍTULO II

### Marco Referencial

#### 2.1 Contenido

##### 2.1.1 SIPOC

Proporciona una perspectiva gráfica de las etapas del proceso global con proveedores clave, entradas, salidas y usuarios. Es una herramienta que permite analizar un proceso en lo relativo a sus parámetros para así conocer su impacto total en la cadena de valor. (Socconini, 2015, p.62).



Figura 11. Esquema SIPOC.

##### 2.1.2 Elementos del SIPOC

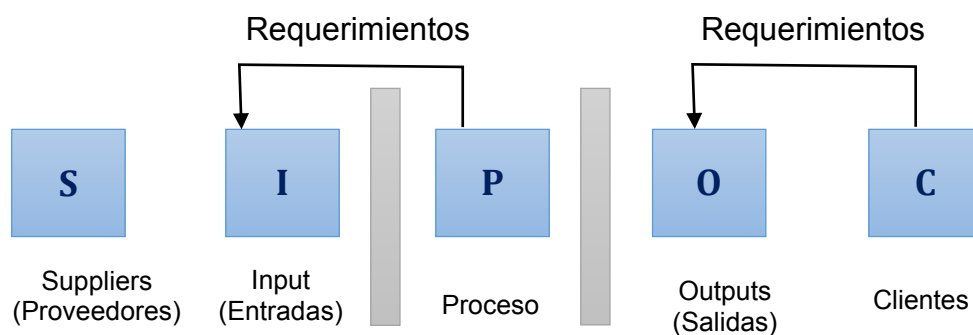


Figura 12. Elementos del SIPOC.

- **Proveedores:** Proporcionan las entradas al proceso. (Socconini, 2015, p.62)
- **Entrada.** Recursos que el proceso requiere. (Socconini, 2015, p.62)
- **Requerimientos de las entradas.** Lo que el proceso requiere de las entradas (medible, cuantificable). (Socconini, 2015, p.62)
- **Proceso.** La actividad que transforma las entradas en salidas. (Socconini, 2015, p.62)
- **Límite de salida.-** Especifica cuando termina el proceso. (Socconini, 2015, p.62)
- **Salidas.-** Productos o servicios proporcionados. (Socconini, 2015, p.62)
- **Clientes.** Inversionistas que establecen los requerimientos de las salidas. (Socconini, 2015, p.62)
- **Requerimientos de las salidas.** Lo que el cliente requiere de las salidas (medible, cuantificable). (Socconini, 2015, p.62)

### 2.1.3 ¿Cuándo se utiliza un SIPOC?

Este se utiliza cuando se requiere conocer las entradas y salidas de los procesos incluyendo materiales y producto final, así como documentar un proceso a un nivel macro, analizar sus transiciones e identificar los involucrados o gestores de los procesos (Socconini, 2015, p.63).

### 2.1.4 Procedimiento: SIPOC

Se parte con la definición del proceso y sus límites, para después dar paso a la identificación de las salidas del proceso, los clientes para cada una y sus requerimientos. También se deben identificar las entradas del proceso, conocer el proveedor y los requerimientos de cada entrada (Socconini, 2015, p.64).

### 2.1.5 Análisis SIPOC

- **Identificar las deficiencias SIPOC**
  - Requerimientos faltantes de entradas o salidas.
  - Clientes faltantes.
  - Proveedores faltantes.
  - Requerimientos de entradas o salidas no cumplidas. Esto incluye requerimientos o no medidos actualmente.
  - Entradas o salidas faltantes.
  - Conexión no clara entre:
    - Entradas o salidas.
    - Salidas y clientes.
    - Proveedores y entradas. (Socconini, 2015, p.68)

## 2.2 Análisis de movimientos

El análisis de movimientos consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra. (Escalona, 2009, p.7).

El estudio de movimientos debido a los Gilbreth, se empleó en gran parte para el perfeccionamiento de los métodos. Actualmente se usan los métodos, los movimientos y los tiempos juntos, como herramienta de análisis, con el fin de:

- Encontrar la forma más económica de hacer el trabajo.
- Normalizar los métodos, movimientos, materiales, herramientas e instalaciones.
- Determinar los tiempos estándar.
- Entrenar a los operarios en el método nuevo. (Palacios, 2009, p.182)

## **2.3 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es el complemento necesario de estudio de métodos y movimientos. Consiste en determinar el tiempo que requiere un operario normal, calificado y entrenado, con herramientas apropiadas, trabajando a marcha normal y bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar un trabajo o tarea. El estudio de tiempos se comprende en la primera fase enfocada en el diseño de operación nueva o perfeccionada, la segunda fase de instalación, ajuste, aprendizaje y verificación, y la tercera y última fase que es el estudio de tiempos estándar o representativo (Palacios, 2009, pp.182-183).

Una vez se establece el estándar, no puede variarse arbitrariamente debido a contratos obrero-patronales. Sólo se pueden variar se efectúe un cambio considerable en la operación en sí, o si se cometió un error de oficina al determinar el estándar. Estos tiempos se deben actualizar por lo menos cada seis meses. (Palacios, 2009, p.183).

### **2.3.1 Objetivos de la toma de tiempos**

Los principales objetivos de la toma de tiempos son:

- Medir el rendimiento de las máquinas y los operarios.
- Determinar la carga apropiada para las máquinas y las personas.
- Establecer el ciclo de producción para cumplir las fechas de embarque al cliente.
- Determinar las bases para una equitativa remuneración.
- Servir de base para determinar el costo de manufactura.
- Planear las necesidades de equipo, mano de obra, materias primas.

(Palacios, 2009, p.183)

### 2.3.2 Estimaciones de tiempo según Taylor

El estudio de tiempos iniciado por Taylor, se utilizó para determinar los tiempos estándar para que una persona competente realice el trabajo a marcha normal. Las razones que hacen necesario tener estimaciones de tiempo son:

- Las compañías deben cotizar un precio competitivo.
- Para hacer una oferta se debe estimar el tiempo y costo de manufactura.
- Establecer un programa de fabricación.
- Evitar tiempos ociosos de máquinas y operarios.
- Cumplir las fechas de embarque a los clientes.
- Planear la llegada de las materias primas.
- Realizar mantenimiento de equipos, instalaciones, orden y aseo de las plantas.
- Predecir las necesidades de equipo y mano de obra o sea las horas-hombre y horas-máquina.
- Pegar según un plan de incentivo:
  - Tiempo oficial permitido por salario por día / tiempo real requerido.
  - Decisión entre hacer o comprar todo o partes. (Palacios, 2009, p.182)

### 2.3.3 Estudio de tiempos con cronómetro

Consiste en determinar el tiempo para realizar un trabajo especificado por una persona calificada, trabajando a una marcha normal. Se utiliza para medir el trabajo, y su resultado es el tiempo en minutos que necesitará una persona adecuada para la tarea e instruida sobre el método especificado para ejecutar dicha tarea si trabaja a una marcha normal. A esto se le llama tiempo normal para la operación. (Palacios, 2009, p.194)

“Se trata de medir con cronómetro, el tiempo empleado en la operación que un trabajador ejecuta, durante un cierto número de repeticiones consecutivas ajustado por la calificación o ritmo de trabajo” (Palacios, 2009, p.194)



$$T_H = \frac{\text{Velocidad de trabajo observado} \times \text{tiempo observado}}{\text{Velocidad de trabajo normal}}$$

(Ecuación 1)

El procedimiento general del estudio de tiempos con cronómetro tiene los siguientes pasos preliminares:

- Ponerse en contacto con las personas involucradas en el estudio de tiempos (operarios, supervisores, directores, etc.).
- Verificar si el método, el equipo, la calidad y las condiciones corresponden a las especificaciones establecidas.
- Buscar y remediar las ineficiencias.
- Registrar toda la información concerniente a la operación, operador, producto, método, equipo, calidad y condiciones.
- Desglosar el ciclo de trabajo en sus distintos elementos.
- Recolectar los datos que se obtienen al medir los tiempos y al calificar al operador.
- Procesar los datos.
- Calcular el tiempo representativo, resultante de la medición.
- Aplicar el factor de calificación y tolerancia.
- Presentar los resultados. (Palacios, 2009, pp.194-195)

#### **2.3.4 Aplicaciones del estudio de tiempos**

La aplicación del estudio de tiempos tiene distintas aplicaciones entre las que destacan la programación del trabajo, determinación de costos y preparación de presupuestos así también establecimiento de ofertas y precios de ventas. El estudio de tiempos de otra manera permite también equilibrar líneas de montaje, determinar rendimientos de máquinas, programar número de máquinas y de personas necesarias, como también determinar tiempos tipo que son importantes para el pago de salarios con incentivo (Palacios, 2009, p.195).

### 2.3.5 Equipo para el estudio de tiempos

El equipo necesario para realizar un estudio de tiempos comprende:

- Dispositivos de medida: cronómetros de minuto decimal, hora decimal y electrónicos.
- Máquinas registradoras de tiempos.
- Cámaras cinematográficas.
- Equipo de videocinta.
- Equipo auxiliar:
  - Tablero de observaciones.
  - Formas impresas.
  - Tacómetro.
  - Calculadora.
  - Flexómetro. (Palacios, 2009, p.195)

1. **Seleccionar el operario.**- Se selecciona de común acuerdo con el jefe o supervisor y debe ser un operario de tipo medio, porque tiende a trabajar normalmente en forma consistente y sistemática, lo cual facilita al analista de tiempos aplicar un factor de actuación correcto. Por supuesto el operario deberá estar bien entrenado en el método y tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. (Palacios, 2009, p.196).

El analista debe ser muy cuidadoso y abordar al operario con mucho tacto para lograr su cooperación. Debe animar al operario para que proporcione sugerencias y pregunte todo lo que desee acerca de la técnica para tomar los tiempos, métodos de evaluación y aplicación de tolerancias. Igualmente debe mostrar interés en el trabajo del operario, ser justo y franco, de buena actitud, facilitador y respetuoso. (Palacios, 2009, p.196)

- 2. Analizar los distintos factores que intervienen en el proceso.-** Para este proceso es indispensable conocer todas las especificaciones de los materiales (tamaño, formar, peso, calidad, tratamientos previos, etc.), las herramientas de mano, galgas, plantillas, palancas, etc. La maquinaria, métodos, medio ambiente y seguridad. Ya que cualquier variación podría tener un efecto considerable en la duración del ciclo (Palacios, 2009, p.196).
  
- 3. Puestos de trabajo.-** Hay que analizar con un croquis, los puestos de trabajo, todos los detalles de ubicación de materiales y herramientas, entrada de materiales y salida de productos, movimientos del operario. En fin, se deben hacer todas las mejoras posibles, como aumentar la velocidad o el avance de las máquinas, aproximar los materiales, mejorar las herramientas, disminuir movimientos y esfuerzos del operario, etc. (Palacios, 2009, p.196).
  
- 4. Observar las condiciones ambientales.-** Temperatura, humedad, polución, ruido, operario de pie o sentado, estado y condiciones del piso. Estas observaciones son útiles porque repercuten en la aplicación de las tolerancias. (Palacios, 2009, p.196).
  
- 5. Dividir la operación en elementos uniformes, identificables y medibles.-** Se hace para facilitar la medición. Deben poderse identificar el principio y el final de cada elemento. Los elementos deben ser tan cortos como sea posible medirlos. Deben separarse los tiempos de máquina y los del operario. Deben separarse los elementos constantes de los variables. (Palacios, 2009, pp.196-197).
  
- 6. Tomar y registrar los tiempos.-**
  
- 7. Calcular el número de ciclos a cronometrar.** Puede decidirse mediante el buen criterio del analista o matemáticamente utilizando la ecuación siguiente: (Palacios, 2009, p.197)

$$N = \left[ \frac{\frac{K}{S} \sqrt{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

(Ecuación 2)

**8. Calificar la actividad del operario.** A cada lectura de tiempo debe corresponder un ritmo del operario. Este ritmo es lo que se llama CALIFICACIÓN. La calificación hace variar el tiempo tomado, en vista de que los operarios pueden trabajar a ritmos diferentes. Para determinar la calificación, el analista recurre a una escala graduada entre 0 y 100, donde 0 representa el reposo absoluto. (Palacios, 2009, p.198)

**9. Recolectar la información.** Una vez acordada la realización de estudio de tiempos se debe:

- Asegurar que el método, las condiciones de trabajo y las especificaciones de materiales son los adecuados.
- Verificar que los operarios hayan sido bien entrenados e informados.
- Hacer un esquema de la pieza y del lugar de trabajo.
- describir las herramientas y equipo que utilizará.
- Dividir la operación en elementos cortos, identificables y medibles.
- Apreciar la calificación varias veces.
- Tomar los tiempos. (Palacios, 2009, p.199)

## 2.4 Simulación

La metodología del modelado orientado a los procesos pretende facilitar la descripción de los modelos, permitiendo que ésta se realice de manera más próxima al razonamiento humano. Consiste en tomar el punto de vista de las entidades y describir su circulación a través del sistema. Este enfoque se centra en los procesos que llevan a cabo las entidades. Por ello se llama modelado orientado a los procesos. (Urquía, 2013, p.42)

La práctica de esta metodología de la orientación de los procesos comenzó a aplicarse en la década de 1970, gracias a la aparición de lenguajes de simulación de propósito general para modelos de eventos discretos. Los compiladores de estos lenguajes de simulación traducen automáticamente la descripción orientada a los procesos del modelo a una descripción orientada a la planificación de eventos escrita en algún lenguaje de programación. En última instancia, el código ejecutable de la simulación siempre está orientado a la planificación de los eventos. (Urquía, 2013, p.42)

Hoy en día el modelado orientado a los procesos suele realizarse empleando entornos de simulación, que son una capa de software construida sobre un lenguaje de simulación a fin de facilitar la descripción del modelo mediante interfaces de usuario muy intuitivas, con menús, diálogos, etc. Entre los entornos de simulación más populares están AnyLogic, Arena, AutoMod, Enterprise Dynamics, ExtendSim, Flexsim, ProModel y SIMUL8. (Urquía, 2013, p.42)

Estos entornos permiten al usuario construir el modelo instanciando módulos predefinidos (pinchando y arrastrando el ícono desde la librería de módulos a la ventana de edición del modelo) y conectándolos gráficamente. La animación y otras capacidades gráficas permiten visualizar la evolución del modelo durante la simulación. La interfaz gráfica del usuario del entorno de simulación también le permite acceder a los niveles inferiores en la descripción del modelo: a la descripción de partes del modelo usando el lenguaje de simulación e incluso al lenguaje de programación. (Urquía, 2013, p.42)

## **2.5 Estrategia KAIZEN**

Podemos definir la Estrategia Kaizen como “el proceso continuo de análisis de situación para la adopción proactiva de decisiones creativas e innovadoras tendientes a incrementar de manera consistente la competitividad de las empresas mediante la mejora continua de los productos, servicios y procesos (tanto productivos, como de apoyo y planificación)”. (León, 2009, p.6)

El hecho de ser continuo, lo diferencia de aquel accionar que tiene a realizarse durante un periodo del ejercicio y que no se vuelve a ver hasta el próximo. De lo que se trata es de realizar la estrategia como una forma de vida corporativa. Una actividad continua en la cual se evalúa de manera constante las situaciones a los efectos de formular y reformular las estrategias, su implantación y evaluación. (León, 2009, p.6)

### **2.5.1 Muda**

Término japonés para despilfarro o desperdicio. Una actividad que consume recursos pero no genera valor. Hay siete tipos de mudas:

1. Sobreproducción.
2. Espera.
3. Transporte.
4. Sobre proceso.
5. Inventarios.
6. Movimientos.
7. Producción de piezas o productos defectuosos.

Existe un octavo muda reconocido por varios autores:

8. Diseño de bienes y equipos que no satisfacen las necesidades del cliente, incluso si es por exceso. (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2012, p.p.12-13)

### **2.5.2 Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa conocido también como causa - efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. (Walter Stachú, 2009, p.5)

Los errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante. El diagrama se elabora de la siguiente manera:

1. Ponerse de acuerdo en la definición del efecto o problema.
2. Trazar una flecha y escribir el “efecto” del lado derecho.
3. Identificar las causas principales a través de flechas secundarias que terminan en la flecha principal.
4. Identificar las causas secundarias a través de flechas que terminan en las flechas secundarias, así como las causas terciarias que afectan a las secundarias.
5. Asignar la importancia de cada factor.
6. Definir los principales conjuntos de probable causas: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra, medio ambiente (5M's).
7. Marcar los factores importantes que tienen incidencia significativa sobre el problema.
8. Registrar cualquier información que pueda ser de utilidad. (Walter, 2009, pp.5-6)

### **2.5.3 Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado de total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento
8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
9. Analizar el diagrama localizando el “Punto de inflexión” en este último gráfico. (Walter, 2009, pp.4-5)

## **2.6 Automatización: Sistemas básicos**

Se habla de tres sistemas básicos de automatización:

1. “Rack o deslizador y transportador, en donde los ítems individuales o cajas son almacenados y enviados desde racks por flujo de gravedad a transportadores.” (Biasca, 2006, p.113)
2. Racks con grúas o máquinas especiales para almacenar, donde los ítems son almacenados sobre pallets y dentro de la estructura de racks. Las operaciones de colocarlos en el lugar de almacenamiento y retirarlos de él se realiza con una unidad de movimiento que se mueve en seis direcciones. (Biasca, 2006, p.113)
3. “Grúa aérea, en donde los materiales son manejados en conjunto de unidades o en capas, en altas estibas, sin racks.” (Biasca, 2006, p.113)

El primer sistema fue el primero en aparecer. El segundo sistema es cada vez más popular y nuevas variaciones se están diseñando constantemente, aunque sus aplicaciones están limitadas a pallets o containers, mientras que el primer caso se pueden utilizar unidades pequeñas. (Biasca, 2006, p.113)



## 2.7 La productividad

La productividad es la relación entre cierta producción y ciertos insumos. La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado. Es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para lograr determinados niveles de producción. El concepto de productividad implica la interacción entre los distintos factores del lugar de trabajo. Mientras que la producción o resultados logrados pueden estar relacionados con muchos insumos o recursos diferentes, en forma de distintas relaciones de productividad, cada una de las distintas relaciones o índices de productividad se ve afectada por una serie combinada de muchos factores importantes. (León, 2009, p.5).

Estos factores importantes incluyen la calidad y disponibilidad de los insumos, la escala de las operaciones y el porcentaje de utilización de la capacidad, la disponibilidad y capacidad de producción de la maquinaria principal, la actitud y el nivel de capacidad de la mano obra, y la motivación y efectividad de los administradores. La forma en que estos factores se relacionan entre sí tienen un importante efecto sobre la productividad resultante, medida según cualquiera de los muchos índices de que se disponen. (León, 2009, p.5).

La productividad es importante en el cumplimiento de las metas nacionales, comerciales y/o personales. Los principales beneficios de un mayor incremento de la productividad son, en gran parte, del dominio público: es posible producir más en el futuro, usando los mismos o menores recursos, y el nivel de vida puede elevarse. El futuro pastel económico puede hacerse más grande mejorando la productividad, con lo cual a cada uno de nosotros nos tocará un pedazo más grande del mismo. Hacer más grande el futuro pastel económico puede ayudar a evitar los enfrentamientos entre grupos antagónicos que se pelean por pedazos más pequeños de un pastel más chico. (León, 2009, p.5).

### 2.7.1 Medida de la productividad

En algunos casos, la productividad se mide de forma inmediata. Por ejemplo, puede ser medida como horas de trabajo necesarias para producir una tonelada de acero específico, o como la energía necesaria para generar un kilovatio de electricidad. La productividad se mide siempre por unidad de tiempo. Esto se resume en la fórmula: (León, 2009, p.9)

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Inputs\ empleados}$$

(Ecuación 3)

La utilización de un solo recurso en input para medir la productividad, como se muestra arriba, se conoce como la productividad monofactorial. Sin embargo, la productividad multifactorial supone una visión más amplia, que incluye todos los inputs (trabajo, material, energía, capital). La productividad multifactorial se calcula sumando todas las unidades de input a los efectos de conformar el denominador: (León, 2009, p.9)

$$Productividad = \frac{Output}{(Trabajo + Material + Energía + Capital + Varios)}$$

(Ecuación 4)

“Para hacer factible el cálculo de la productividad multifactorial, los inputs individuales (denominador) pueden expresarse en unidades monetarias y sumarse” (León, 2009, p.9).

### 2.7.2 Variables de la productividad

“Los incrementos en la productividad dependen de tres variables, siendo fundamental la buena gestión de los mismos a los efectos de la mejora en la productividad que son el trabajo, capital y gestión.” (León, 2009, p.11)

La mejora en la contribución del trabajo a la productividad es consecuencia de tener un personal laboral más sano, mejor formado y entrenado, y mejor alimentado. Tres variables claves en la mejora de la productividad son:

1. Formación básica apropiada para una mano de obra efectiva.
2. La alimentación de la mano de obra.
3. Los gastos sociales que posibilitan el acceso al trabajo, como el transporte y la sanidad. (León, 2009, p.11)

En cuanto a la importancia del capital, debemos tener en cuenta que los seres humanos hacen uso de herramientas. Las inversiones en capital proporcionan estas herramientas. La diferencia entre el capital total invertido y la depreciación se conoce como inversión neta. La inflación y los impuestos aumentan el coste del capital, haciendo que las inversiones en capital resulten cada vez más caras. Cuando disminuye el capital invertido por empleado, podemos esperar una caída en la productividad. Y decimos que podemos, y que no se genere si o si dicha caída, pues mejores diseños de sistemas de trabajo, mayor capacitación y mejor conformación de los procesos entre otros muchos factores pueden compensar con crecer la menor inversión neta en bienes de capital. (León, 2009, p.11).

Por último tenemos a la gestión empresarial como un factor de producción y un recurso económico. Es la responsable de lograr una óptima combinación de los recursos humanos y materiales, liderando y motivando al personal a los efectos de un aprovechamiento excelente de los recursos. Su obligación es asegurar que la tecnología, la formación y el conocimiento se utilizan de forma efectiva. (León, 2009, p.11).

### **2.7.3 Factores que inciden en la productividad de la empresa**

Se dividen en dos factores fundamentales que son internos y los externos. Entre los factores internos tenemos aquellos que podemos calificar de duros, y otros como blandos. Entre los factores duros tenemos:

- Producto.
- Planta y equipo.
- Tecnología.
- Materiales y energía.

Y, entre los denominados blandos se encuentran:

- Personas.
- Organización y sistemas.
- Métodos de trabajo.
- Estilos de dirección. (León, 2009, p.12)

El clasificarlos como duros y blandos depende de que tan fácil resulta cambiarlos, pero podría alterarse ellos si pensamos que resulta más fácil comprar una nueva máquina que cambiar una mentalidad, pues es bien sabido que *“no hay nada más difícil de abrir que una mente cerrada”*. (León, 2009, p.12)

#### **2.7.4 Condiciones para la productividad óptima en todo proceso productivo**

Lograr el mejor nivel de productividad requiere de un proceso sistemático que debe cumplimentarse en torno a:

- Diseño adecuado del producto o servicio
- Selección de tecnología más idónea
- Planificación de la calidad requerida
- La utilización óptima de los recursos:
  - Instalaciones
  - Materiales e insumos
  - Personal
- Y el estudio para tales efectos de métodos y tiempos, programación y coordinación. (León, 2009, p.15)

### 2.7.5 Factores que restringen el incremento de la productividad

Existen numerosos factores que impiden desarrollar en plenitud las capacidades productivas de una organización, registrándose entre ellos los siguientes:

1. Incapacidad de los dirigentes para fijar el tono y crear el clima propicio para el mejoramiento de la productividad.
  2. Los efectos negativos que sobre la productividad tienen las trabas impuestas por las reglamentaciones estatales.
  3. El efecto negativo que sobre el aumento de la productividad tiene el tamaño y la madurez de las organizaciones.
  4. La incapacidad para medir y evaluar eficazmente la productividad de la fuerza de trabajo.
  5. El diseño de los procesos productivos y la correspondiente organización y distribución de las máquinas y equipos, con las consecuencias que ello tiene sobre la capacidad de incrementar los niveles de productividad.
- (León, 2009, p.19)

### 2.7.6 Takt time

Es el tiempo necesario para la producción de una pieza o conjunto. Debe calcularse como la razón inversa de las piezas a producir, dividiendo el tiempo operativo por día entre el número de piezas o conjuntos requeridos por día por el cliente. El *takt time* sirve para nivelar la producción e igual la tasa de consumo con la tasa de producción. (AENOR, 2012, p.14)

## 2.8 Las 5' s

El objetivo central de las 5's es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en las plantas o negocios, lo que se relaciona de manera directa con la estación de trabajo, el layout, el orden en el almacén y, en general, con toda la empresa. (Platas & Cervantes, 2014, p.254)

### Definición de las 5's

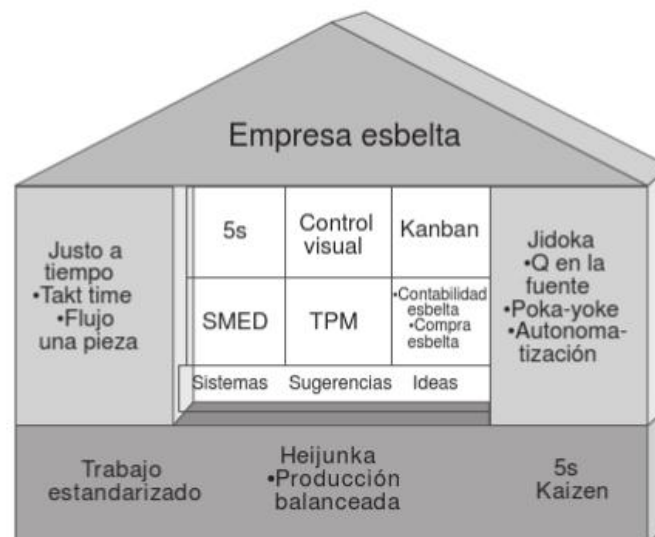
**1's:** Clasificar.- “Consiste en retirar del área o estación de trabajo y todos aquellos elementos que no son necesarios para realización la operación que se realiza en esta...”. (Platas & Cervantes, 2014, p.254)

**2's:** Ordenar.- “Ordenar consiste en organizar los elementos que se han considerado necesarios, de manera que sean fáciles de localizar.”. (Platas & Cervantes, 2014, p.256)

**3's:** Limpieza.- “Limpieza significa eliminar el polvo y la suciedad de todos los elementos de una fábrica; por tanto, es muy importante inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza...”. (Platas & Cervantes, 2014, p.257)

**4's:** Estandarizar.- “La acción de estandarizar tiene como objetivo principal, mantener el estado de limpieza y organizar alcanzado con la aplicación de las tres “s”.”. (Platas & Cervantes, 2014, p.257)

**5's:** Disciplina.- “Significa evitar que se interrumpan los procedimientos establecidos con anterioridad. Es decir, solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados es posible disfrutar los beneficios que estos brindan.”. (Platas & Cervantes, 2014, p. 258)



*Figura 13.* Herramientas para una manufactura esbelta. Adaptado de (Platas & Cervantes, 2014).

### 3. CAPÍTULO III

#### Situación Actual

##### 3.1 Ubicación

La empresa Fuentes San Felipe S.A. está ubicada en las calles Cuba y Pasaje Eloy Alberto Sánchez Cañas, el sector de San Felipe, de la parroquia Eloy Alfaro, del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi; construida sobre un terreno de 2.000m<sup>2</sup> aproximadamente.

En la Planta de producción de la empresa, se desarrollan los procesos de producción y embotellado de agua mineral natural con y sin gas, así como el funcionamiento del área administrativa, de acuerdo a la siguiente distribución:

1. Línea de botellones. (42m<sup>2</sup>)
2. Línea de agua mineral. (400m<sup>2</sup>)
3. Área administrativa. (150 m<sup>2</sup>)
4. Bodegas. (600 m<sup>2</sup>)
5. Parqueaderos. (12 carros)



*Figura 14.* Ubicación empresa Fuentes San Felipe S.A.  
Adaptado de (Google, Google Maps, 2014)



*Figura 15.* Ubicación empresa Fuentes San Felipe S.A.  
Adaptado de (Google, Google Earth, 2018)

### **3.2 Estructura de la empresa**

Fuentes San Felipe S.A. es una empresa netamente familiar, que se constituyó en sociedad anónima en el año de 1991 y en la actualidad se considera mediana empresa. Fuentes San Felipe es un símbolo de tradición en Cotopaxi, su provincia de origen, y ha sido condecorada por varias ocasiones.

La empresa cuenta con 46 trabajadores en total, entre personal administrativo, personal de operaciones, choferes y personal de seguridad.

Actualmente la empresa cuenta con dos líneas de producción plenamente identificadas:

1. Producción y embotellamiento del agua mineral en presentaciones de vidrio y de plástico.
2. Producción y embotellamiento de agua sin gas en botellas PET y en botellones de 20 litros.



## 3.2.1 Layout

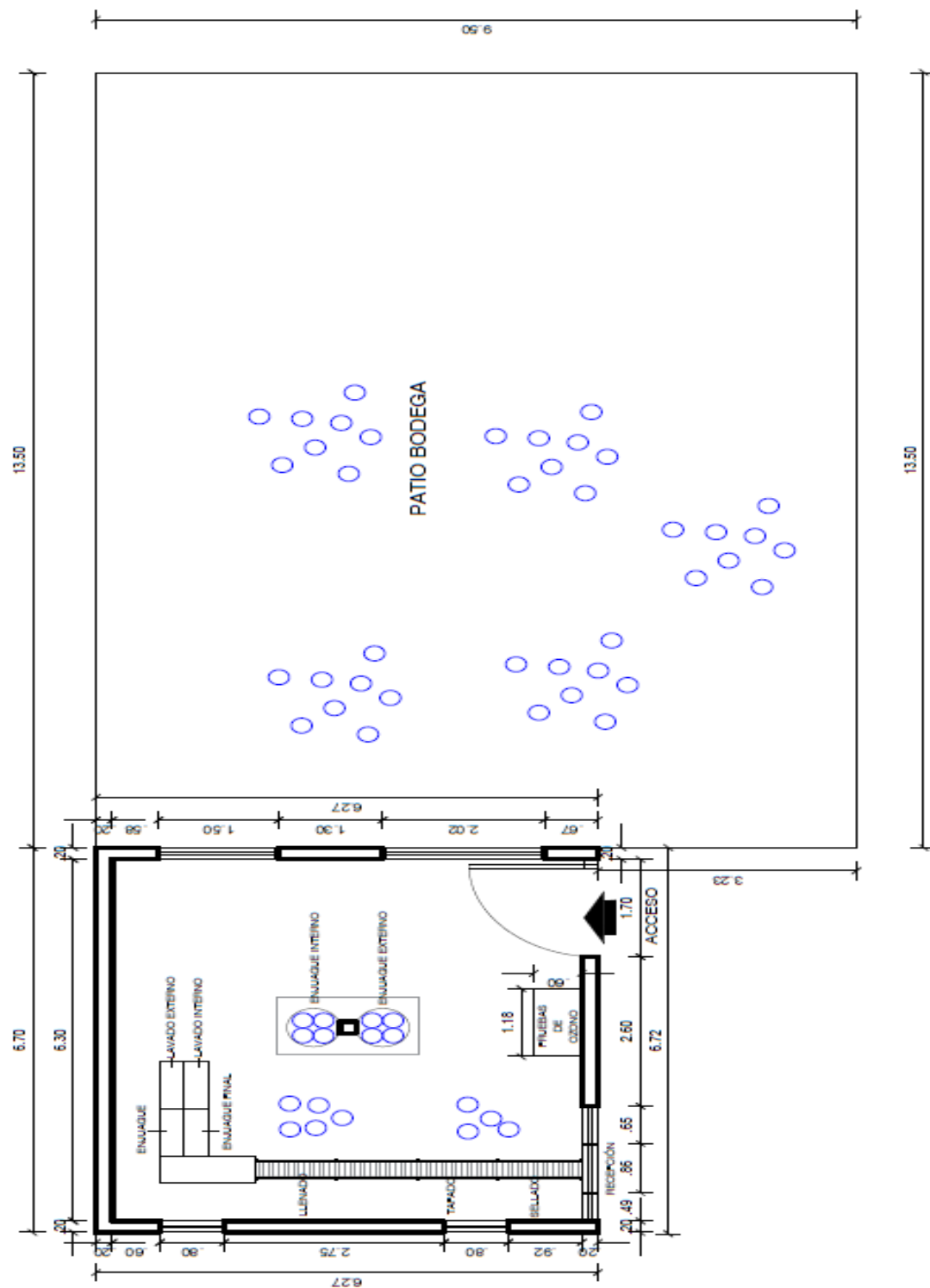


Figura 16. Layout de la situación actual

3.2.2 Organigrama estructural de Fuentes San Felipe S.A.

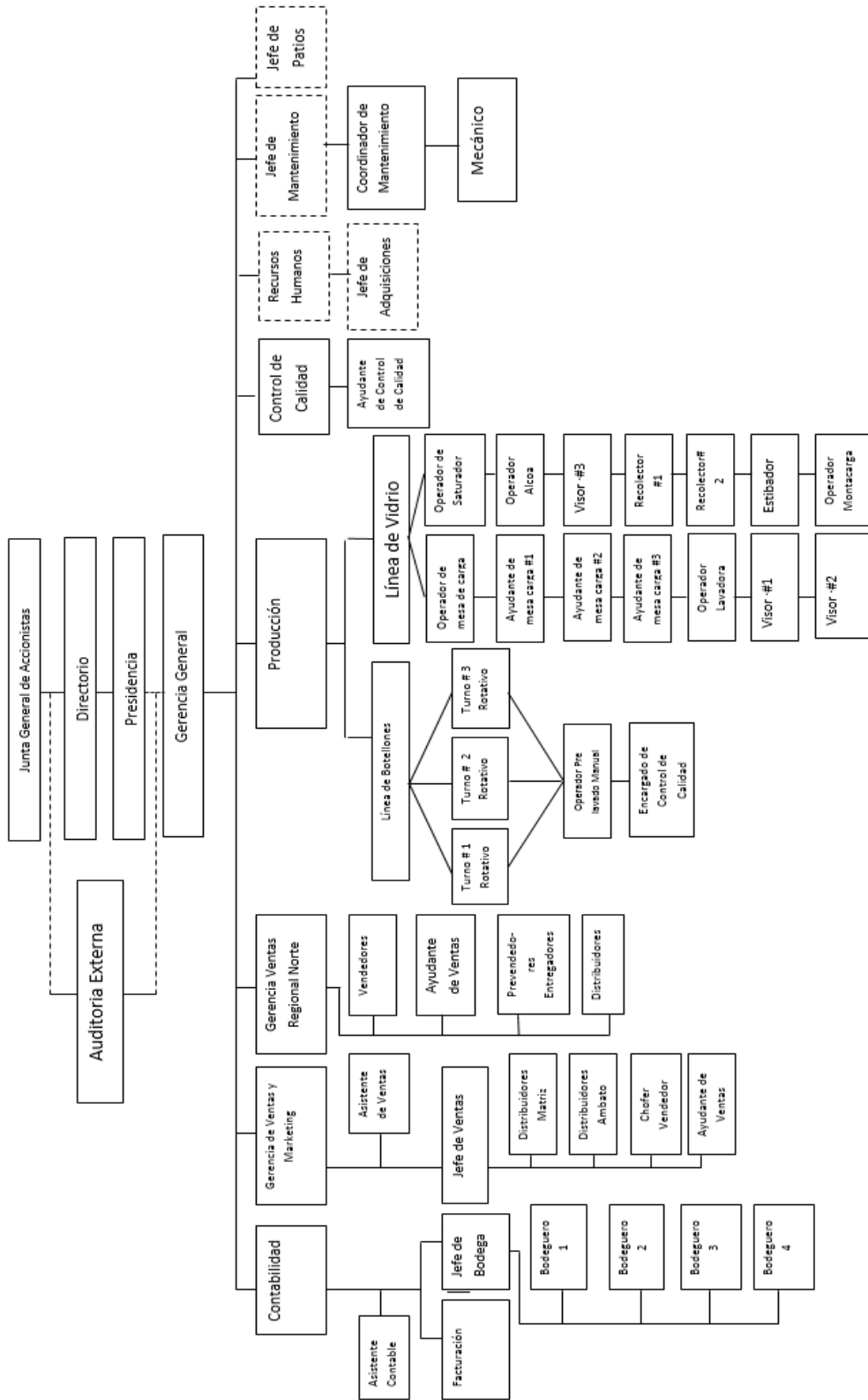


Figura 17. Organigrama estructural

### 3.2.3 Producción

El botellón de agua de 20 litros es el producto principal de la empresa y el que genera más ingresos, seguido del agua mineral en envase de vidrio y por último todos los productos PET.

Al momento fuentes San Felipe S.A. produce aproximadamente 47.500 botellones mensuales, con una operación efectiva de cinco días a la semana (de lunes a viernes) y excepcionalmente se extiende un día más dependiendo de la demanda del producto.

Al realizar un cálculo aproximado de las ganancias de la empresa para el periodo de un año, considerando la variación en sus ventas, se calcula que aproximadamente genera una facturación anual en ingresos de 1'100.500,00.

Respecto al proceso productivo, Fuentes San Felipe S.A. es una empresa semi-automatizada, una parte de sus procesos se realizan de forma automática, mientras que otra parte necesita de la intervención humana para poder operar.

La semi- automatización se aplica en los procesos más sencillos en pequeñas y medianas empresas, y suele ser el primer paso para que la empresa avance y llegue a ser completamente automatizada.

**Tabla 4.**  
***Producción Mensual***

<b>Producción mensual</b>						
<b>Producto</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>
<b>Botellones de 20 Lt</b>	44.500	46.000	45.800	47.500	44.300	36.500

Según la capacidad nominal de la línea de producción, se determina que la planta puede llegar a producir 100 botellones/hora, es decir 2.200 botellones diarios, sin embargo la producción diaria actualmente es de 95 botellones/hora es decir 2090 diarios de lunes a viernes; los días sábados también se producen 95 botellones/hora, es decir 1520 diarios, según la capacidad real de producción de la línea.

Es evidente que no se aprovecha toda la capacidad de producción de la línea debido a ciertos problemas como son la pérdida de botellones por la falta de mantenimiento preventivo pero principalmente la deficiencia en algunos sectores como el transporte hacia la línea de producción así como también la salida del producto final hacia los pallets.

### 3.2.4 Diagrama de tortuga

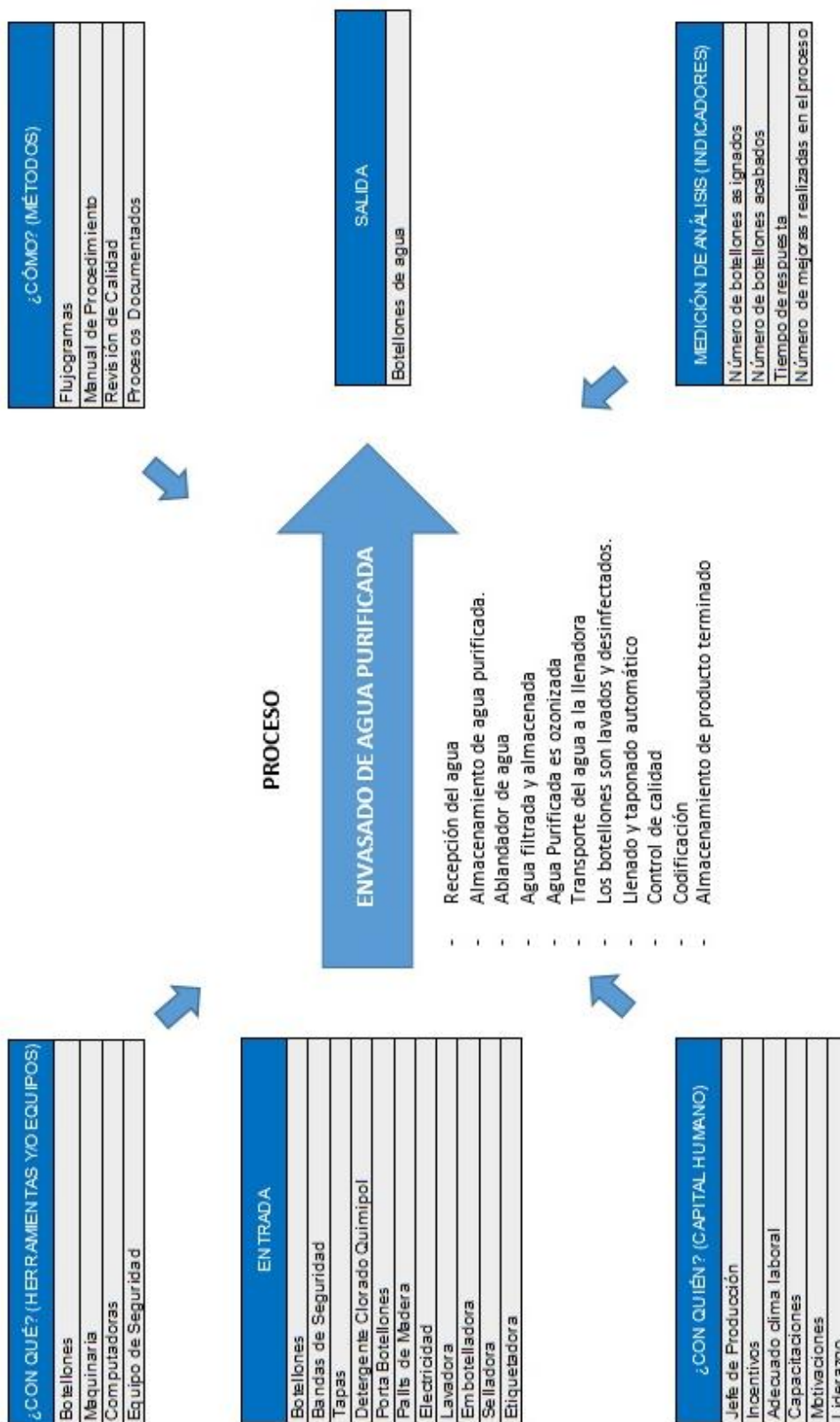


Figura 18. Diagrama de tortuga

### **3.3 Descripción del funcionamiento de la empresa**

En la línea de producción y embotellamiento de agua sin gas en botellones de 20 litros, el trabajo se distribuye en tres turnos diarios, con tres jornadas cada uno, 08:00 am a 14:00 pm, de 14:00 pm a 22:00 pm y de 22:00 pm a 06:00 am. En cada turno trabajan tres personas y además existe un supervisor de producción y un operador de levanta cargas.

#### **3.3.1 Proceso de producción de agua purificada en botellones**

1. El agua proviene de la red principal del agua potable, a través de una conexión exclusiva es almacenada en un tanque de recolección de 54 metros cúbicos de hormigón armado, dicho tanque está cubierto de azulejo y compuertas de acero inoxidable, garantizando así la inocuidad del producto, con lo que se evita contaminación alguna de cualquier naturaleza y se garantiza el abastecimiento normal del agua purificada sin gas, bajo normas de control establecidas por la compañía.
2. Para llegar al tanque de almacenamiento de agua purificada, el agua previa a la etapa de embotellado primero pasa por 2 filtros naturales: 1 filtro de arena de 15 pies cúbicos y otro de Carbón Activado de 20 pies cúbicos para posteriormente pasar al ablandador de agua.
3. El agua es filtrada por dos ocasiones, primero filtros de pulimento, uno de 5 micras por 30" y después otro de 1 micra por 20" los mismos que retienen partículas extrañas del agua si lo hubiere. Posteriormente se almacena en tanques de acero inoxidable de 1.400 litros, totalmente sellados para impedir contacto con el ambiente, en esta etapa el personal de control de calidad toma muestras para realizar análisis microbiológico, y garantizar así la calidad sanitaria del agua.

4. El agua Purificada es ozonizada por un equipo de ozono Polaris en un tanque cilíndrico de presión Hidroneumático. El sistema de ozonización, garantiza, la eliminación de toda clase de bacterias y virus. Siendo tres mil veces más efectivo que todos los sistemas tradicionales, incluyendo el sistema tradicional de cloro.
5. Utilizando tubería de acero inoxidable y una bomba de 3HP del mismo material, el agua purificada es enviada a la llenadora Maper de botellones.
6. Los botellones que llegan del mercado son inspeccionados minuciosamente para posteriormente ser lavados y desinfectados con detergente clorado al 2,5% de concentración y una temperatura de 60°C en la lavadora de botellones en las cuatro etapas de lavado (pre lavado, lavado. enjuague y enjuague final con agua fresca ozonizada).
7. Llenado y taponado automático.- en esta etapa del proceso se complementan el envase de botellón lavado y desinfectado con el agua purificada ozonizada, todo el proceso de llenado y taponado, se realiza automáticamente en la línea de embotellado, sin que la mano del hombre toque el producto, manteniendo un control de calidad permanente y riguroso.
8. Control de calidad. En esta etapa el personal de control de calidad realiza un control riguroso del producto en forma ocular para determinar partículas extrañas, bajo nivel de llenado, taponado incorrecto etc. y toma muestras del producto para realizar análisis microbiológicos.
9. Codificación. Los envases con el producto terminado en la parte final del proceso son codificados en la parte superior de la tapa, con la fecha de elaboración, fecha de vencimiento, número de lote y personal responsable del control de calidad.
10. Almacenamiento. En esta parte del proceso, el personal operativo de producción coloca las bandas de seguridad en los envases de botellón con producto terminado y termo encoge las mismas para posteriormente paletizar el producto en pallets de madera, y luego ser almacenados en la bodega de producto terminado a temperatura ambiente.

3.3.2 Mapa del proceso general con todos sus departamentos

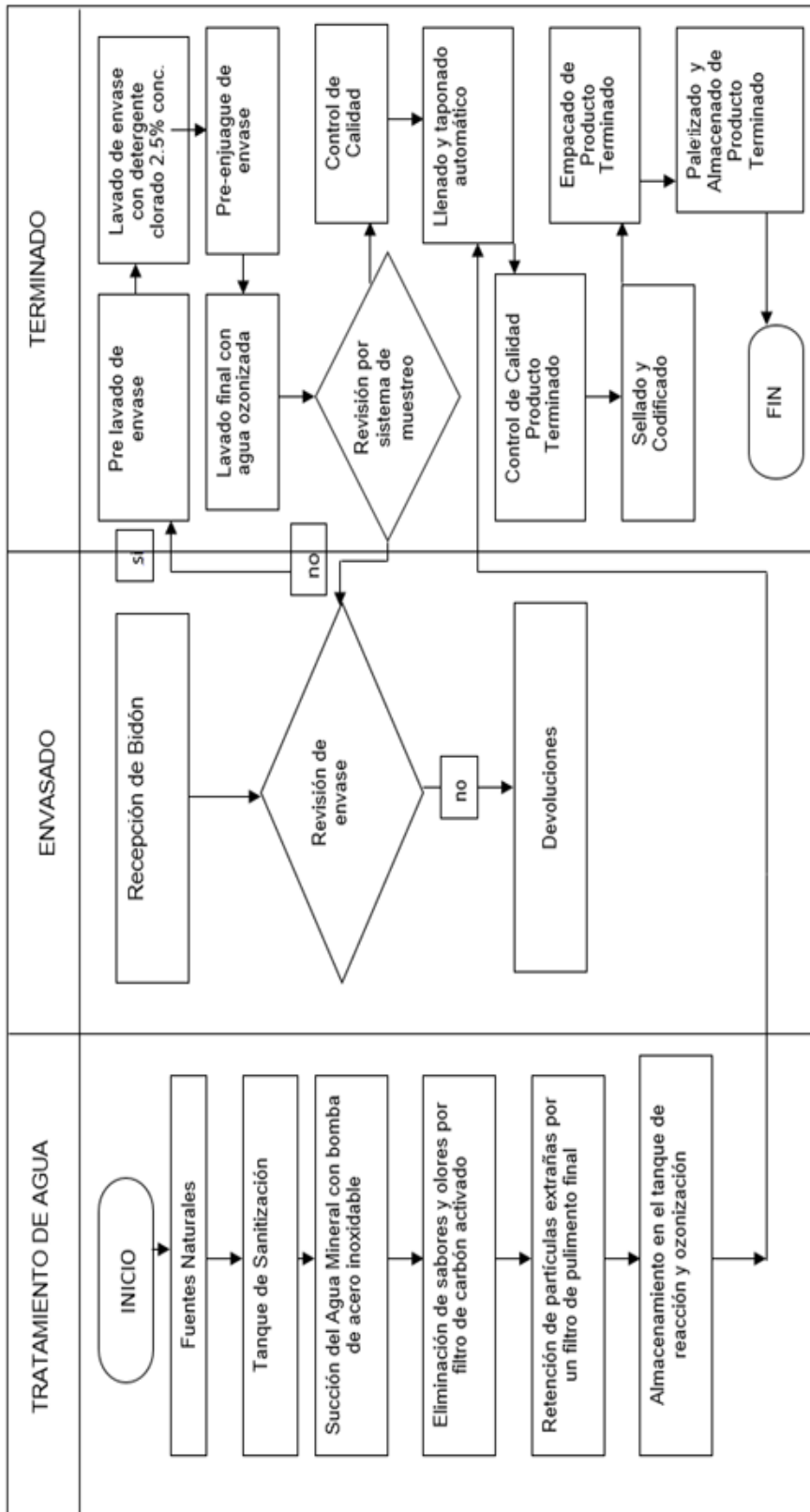


Figura 19. Mapa del proceso general con todos sus departamentos



### 3.3.3 Sipoc

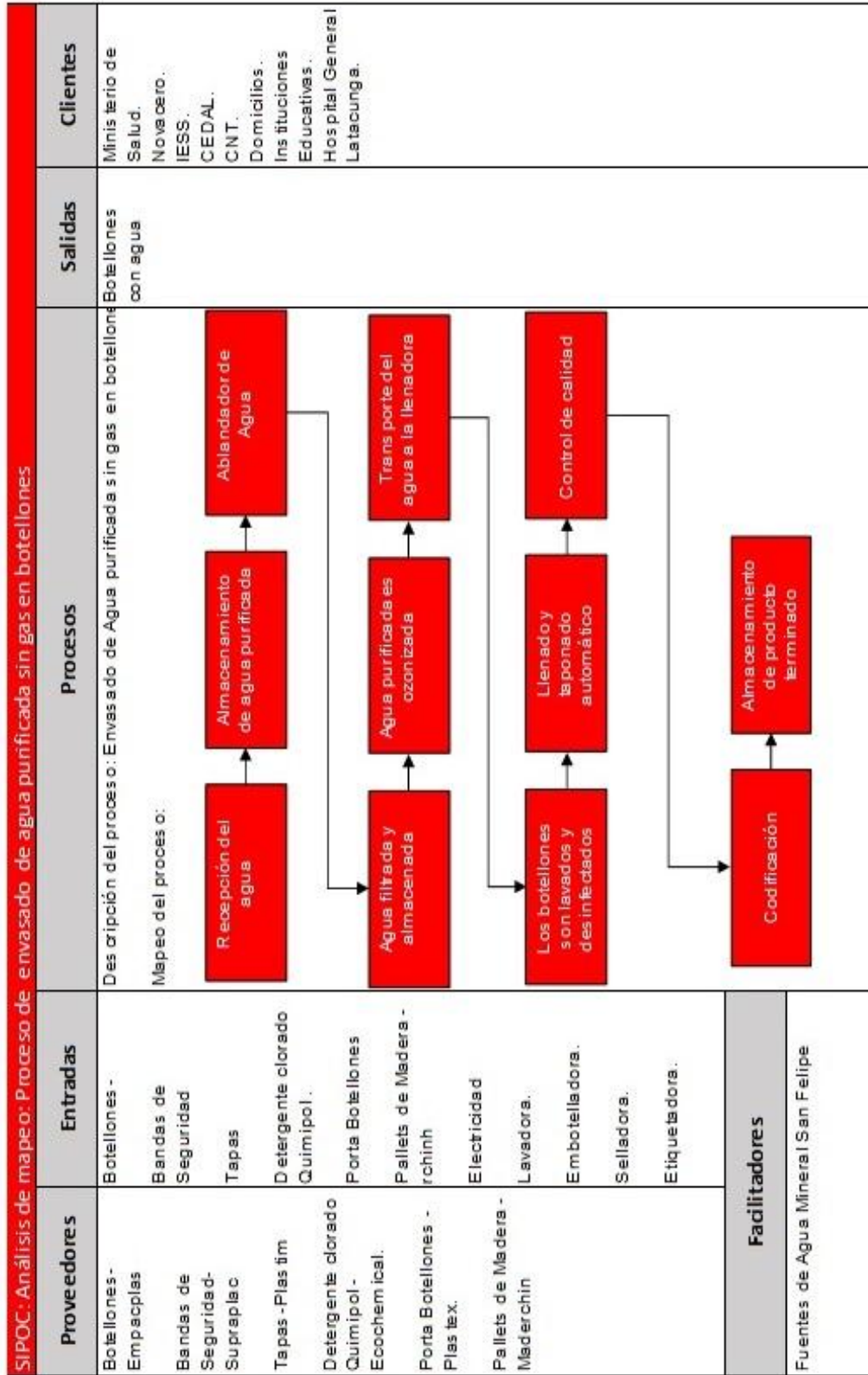


Figura 20. Sipoc de la empresa

### 3.3.4 Fotografías del proceso de embotellamiento



Figura 21. Bodega y recepción de botellones



Figura 22. Ingreso de botellones a la línea de producción



*Figura 23. Máquina de lavado externo de botellones*



*Figura 24. Prelavado interno de botellones*





*Figura 25.* Lavado interno de botellones



*Figura 26.* Enjabonado y enjuague de botellones



*Figura 27.* Enjuague final de botellones



*Figura 28.* Llenado del botellón



*Figura 29.* Sellado del botellón



*Figura 30.* Etiquetado del botellón



*Figura 31. Revisión Final de botellón*

### 3.4 Medición del trabajo

En la siguiente tabla se muestra la medición del tiempo que emplea el operario en realizar una determinada tarea, el método utilizado en este caso es el del cronómetro.

Esta medición tiene como objetivo observar los tiempos empleados para luego realizar una comparación de la eficiencia de los métodos de trabajo y la determinación de costos, de esta forma incentivar el aumento de la productividad.

#### 3.4.1 Tabla de tiempos en el proceso de envasado de botellones

Las tablas muestran la toma de 10 tiempos y el promedio por cada una de las actividades que se realizan dentro del proceso de producción.



Elementos de la tarea	T1 (Seg)	T2 (Seg)	T3 (Seg)	T4 (Seg)	T5 (Seg)
Recepción y transporte de botellones hacia la línea	15,26	16,06	15,30	16,09	15,46
Lavado externo del bidón	7,16	8,78	8,22	8,25	7,96
Pre lavado interno del bidón	22,73	20,13	18,91	19,87	18,55
Lavado interno del bidón	30,71	30,89	47,28	31,11	31,41
Enjabonamiento del bidón	30,13	34,50	33,25	33,17	35,00
Enjuague del bidón	33,89	33,50	34,10	33,11	34,18
Enjuague final del bidón	34,29	31,28	30,78	31,17	31,26
Llenado del bidón	21,39	21,44	21,83	19,98	20,86
Sellado del bidón	3,47	2,64	3,92	3,46	4,43
Etiquetado del bidón	20,60	19,41	21,12	20,41	21,35
Colocación del bidón en porta botellones y paletizado	27,68	31,26	52,46	27,07	30,96

Elementos de la tarea	T6 (Seg)	T7 (Seg)	T8 (Seg)	T9 (Seg)	T10 (Seg)	T (Prom) (Seg)
Recepción y transporte de botellones hacia la línea	14,60	15,32	19,30	15,89	16,78	16,01
Lavado externo del bidón	7,60	6,86	9,28	12,36	8,06	8,45
Pre lavado interno del bidón	16,77	17,38	17,84	18,91	21,59	19,27
Lavado interno del bidón	26,60	16,57	25,31	32,87	36,03	30,88
Enjabonamiento del bidón	32,60	30,75	29,68	35,97	30,55	32,56
Enjuague del bidón	31,54	33,89	33,73	34,98	35,69	33,86
Enjuague final del bidón	33,46	34,89	35,12	31,79	34,92	32,90
Llenado del bidón	22,30	20,73	21,71	20,67	21,49	21,24
Sellado del bidón	3,39	4,03	3,71	3,61	2,86	3,55
Etiquetado del bidón	26,11	20,74	21,71	20,62	20,87	21,29
Colocación del bidón en porta botellones y paletizado	29,86	46,51	32,76	29,34	35,67	34,36

Figura 32. Tabla de tiempos en el proceso de envasado de botellones

### 3.4.2 Valoración del ritmo de trabajo en el proceso de envasado de botellones

En la tabla se toma en cuenta la valoración del trabajo por cada actividad y está definida por el esfuerzo que emplea el operario, este es rápido si el valor es mayor a 100, normal si es igual a 100 y lento si esta cifra es menor a 100, basado en los tiempos que se tarda en realizar la actividad correspondiente.

Elementos de la tarea	T (Prom) (Seg)	Valoración	Tiempo básico seg.
Recepción y transporte de botellones hacia la línea	16,01	105%	16,81
Lavado externo del bidón	8,45	125%	10,56
Pre lavado interno del bidón	19,27	100%	19,27
Lavado interno del bidón	30,88	90%	27,79
Enjabonamiento del bidón	32,56	100%	32,56
Enjuague del bidón	33,86	100%	33,86
Enjuague final del bidón	32,9	100%	32,90
Llenado del bidón	21,24	100%	21,24
Sellado del bidón	3,55	100%	3,55
Etiquetado del bidón	21,29	95%	20,23
Colocación del bidón en porta botellones y paletizado	34,36	110%	37,80
			256,57

Figura 33. Valoración del ritmo de trabajo en el proceso de envasado



### 3.4.3 Suplementos y tiempo tipo en el proceso de envasado de botellones

Esta tabla muestra la valoración que tienen otras actividades que no están definidas dentro del proceso de producción y el tiempo que los trabajadores emplean en ellas mientras se llevan a cabo las tareas establecidas para el proceso.





Elementos de la tarea	Tiempo básico seg.	Suplementos (10%)	Tiempo Tipo (seg)
Recepción y transporte de botellones hacia la línea	16,81	1,681	18,491
Lavado externo del bidón	10,56	1,056	11,616
Pre lavado interno del bidón	19,27	1,927	21,197
Lavado interno del bidón	27,79	2,779	30,569
Enjabonamiento del bidón	32,56	3,256	35,816
Enjuague del bidón	33,86	3,386	37,246
Enjuague final del bidón	32,9	3,29	36,19
Llenado del bidón	21,24	2,124	23,364
Sellado del bidón	3,55	0,355	3,905
Etiquetado del bidón	20,23	2,023	22,253
Colocación del bidón en porta botellones y paletizado	37,8	3,78	41,58
			282,227

Figura 34. Tiempo tipo en el proceso de envasado

### 3.5 Carta de proceso en la línea de envasado de botellones

En la carta de proceso se detalla las actividades, el tiempo, distancia, número de operaciones, inspecciones, transporte, almacenamiento, demora que se emplean para cumplir con éstas dentro de la línea de producción.

Tabla 5.  
*Simbología empleada en la carta de proceso*

Simbología	Significado	Genera valor agregado
	<b>Operaciones:</b> fases del proceso, método o procedimiento.	<b>SÍ</b>
	<b>Inspección y medición:</b> representa verificar los insumos y productos.	<b>NO</b>
	<b>Transporte:</b> indica el movimiento de personas, material o equipo.	<b>NO</b>
	<b>Demora:</b> indica el retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.	<b>NO</b>
	<b>Almacenamiento:</b> guardar la materia prima, materiales o productos para uso en el futuro.	<b>NO</b>

CARTA DE PROCESO									
PROCESO:		Producción de agua purificada en botellones							
Resumen		Operación		Transporte		Almacenamiento		Demora	
Distancia Total (mts)	15 mts	9	2	2	2	2	0	2	2
Tiempo Total (seg)	254,37	Valoración							
Actividad		Símbolo		Tiempo (seg)		Suplementos (10%)		Valor agregado	
1	Recepción de los botellones	○	→	○	□	16,01	105%	1,681	NO
2	Transporte hacia la línea	○	→	○	□				
3	Lavado externo	●	→	○	□	8,45	125%	1,056	SI
4	Pre lavado interno	●	→	○	□	19,27	100%	1,927	SI
5	Lavado interno	●	→	○	□	30,88	90%	2,779	SI
6	Enjabonamiento	●	→	○	□	32,56	100%	3,256	SI
7	Enjuague	●	→	○	□	33,86	100%	3,386	SI
8	Enjuague final	●	→	○	□	32,9	100%	3,29	SI
9	Control de calidad	○	→	○	■				NO
10	Llenado	●	→	○	□	21,24	100%	2,124	SI
11	Sellado	●	→	○	□	3,55	100%	0,355	SI
12	Control de calidad final	○	→	○	■	21,29	95%	2,023	NO
13	Etiquetado	●	→	○	□				SI
14	Paletizado del producto	○	→	○	□	34,36	110%	3,78	NO
15	Almacenamiento del producto	○	→	○	□				

Figura 35. Carta de proceso

### 3.6 Simulación de la línea actual

Esta simulación muestra cómo están distribuidos los procesos, desde la llegada de los botellones a la línea de producción, considerando la existencia de inventarios dentro de la línea, hasta el almacenamiento del producto terminado.

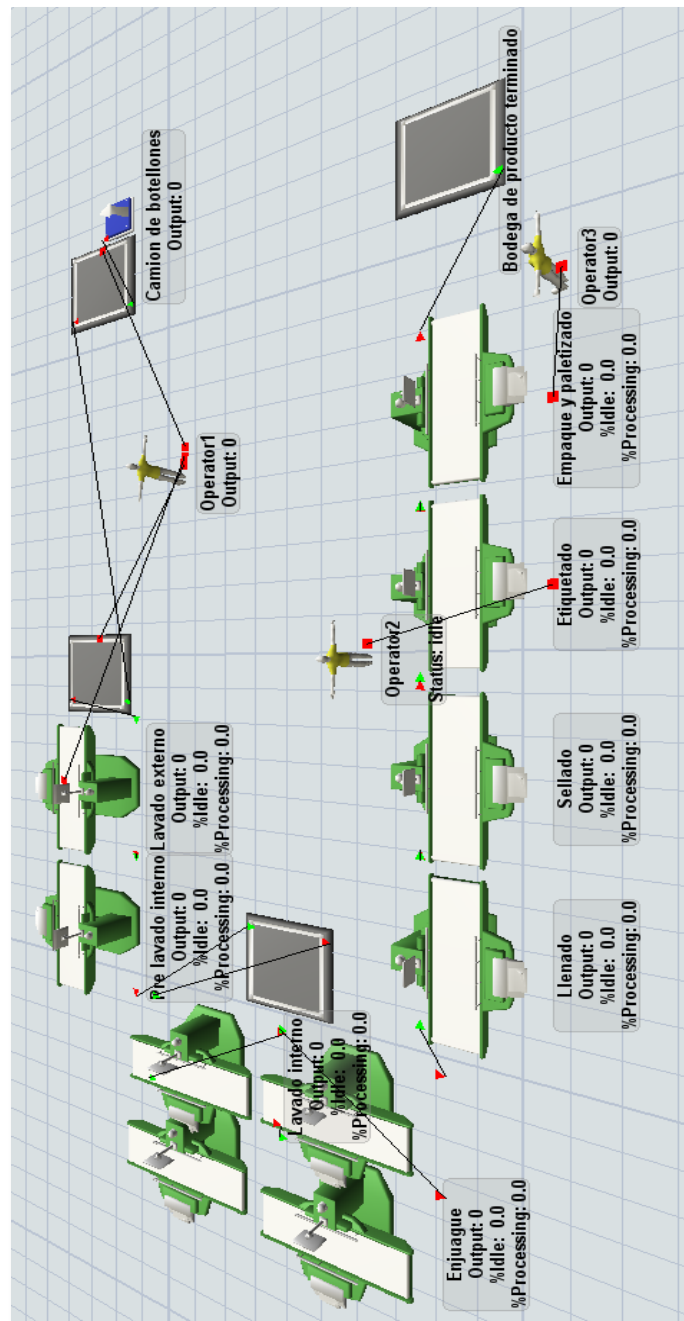


Figura 36. Línea de producción actual

### 3.6.1 Simulación de la línea en proceso de la situación actual

Esta simulación muestra todo el proceso, incluyendo las actividades, que realizan los operarios y las máquinas en una hora de trabajo; así mismo indica la cantidad de botellones que se producen y que son almacenados como producto terminado.

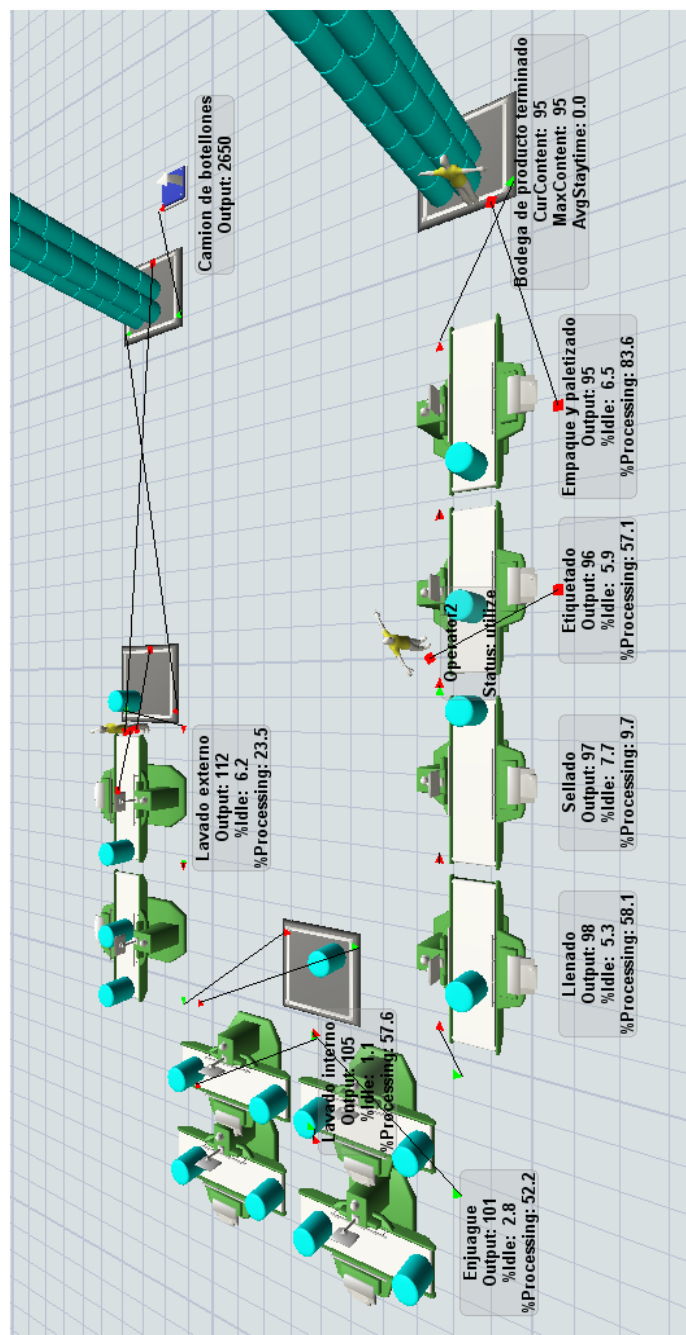


Figura 37. Línea de producción actual en proceso (Vista Lateral)

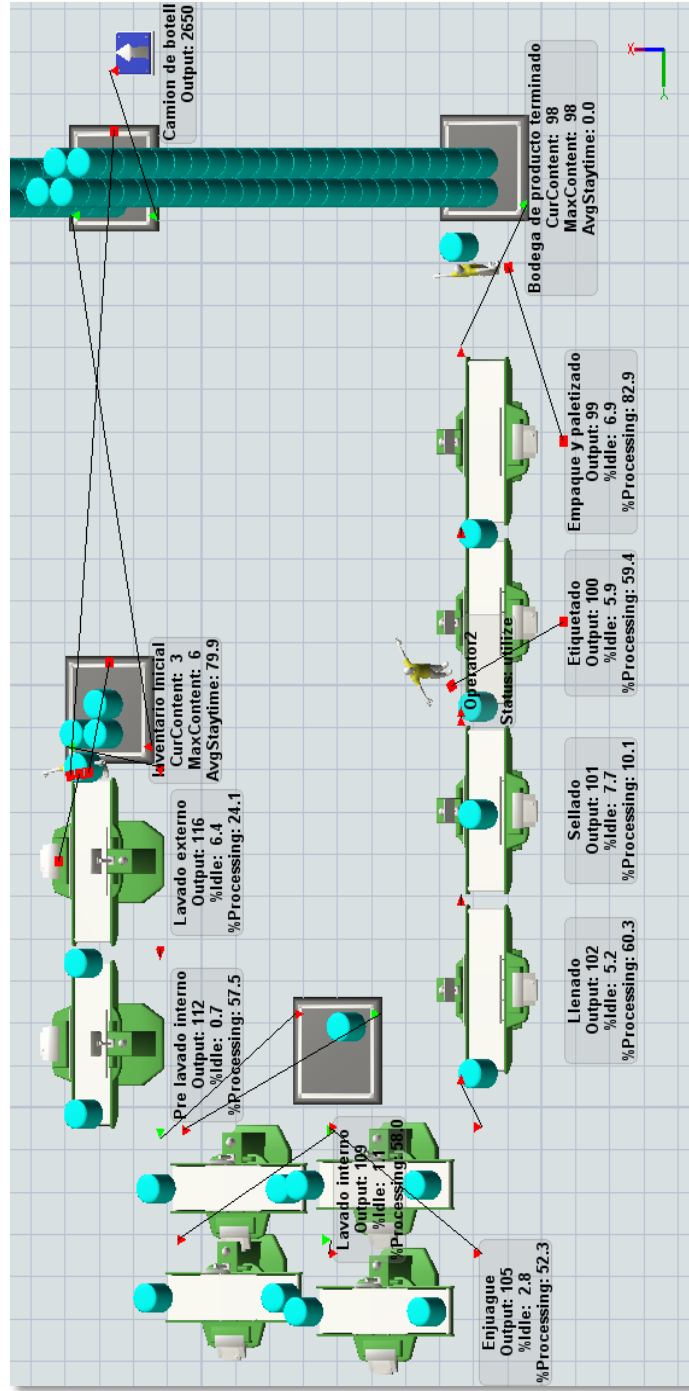


Figura 38. Línea de producción actual en proceso (Vista Superior)

### 3.6.2 Medición de los resultados del proceso

En este cuadro de resultados se puede observar el desempeño de las máquinas y de las acciones que se ven obligados a realizar los operarios.

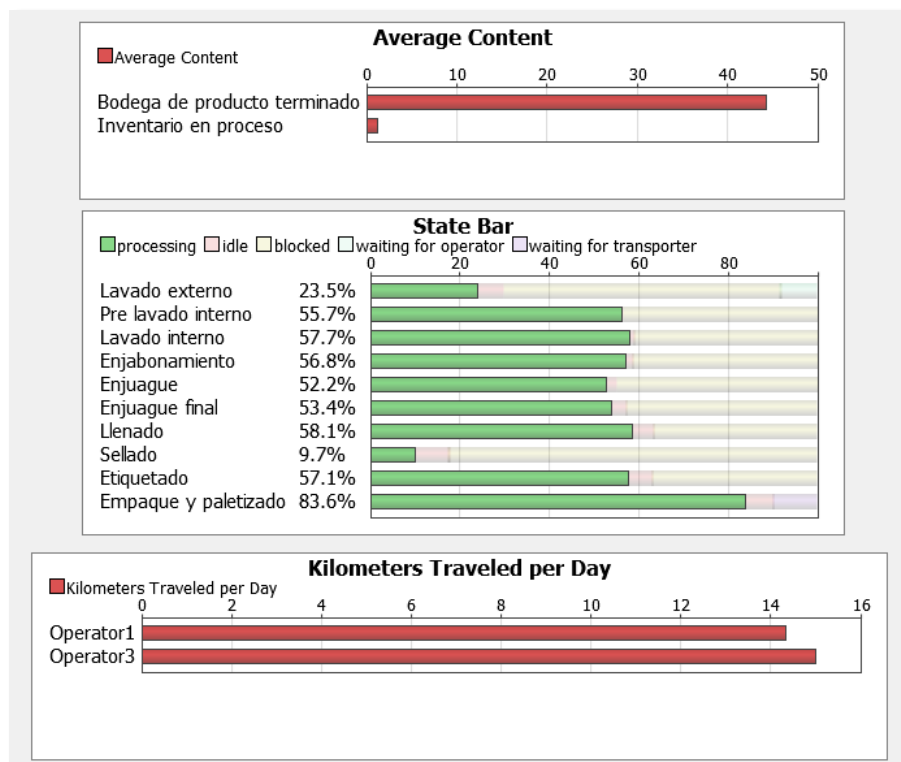


Figura 39. Descripción de los resultados del proceso

### 3.10 Análisis de resultados de la situación actual

De la situación actual, se desprende que la empresa Fuentes “San Felipe S.A.”, mediana empresa de la ciudad de Latacunga, la cual se enfoca en el embotellamiento de agua, muestra una falta de aprovechamiento de su capacidad dentro del proceso productivo en la línea de botellones con una producción actual de 95 botellones/hora frente a una capacidad de 100 botellones/hora, esto es el resultado de la falta de optimización en los tiempos del transporte de material.

La empresa cuenta con sus propias fuentes de agua mineral facilitando su explotación, siendo el elemento principal dentro del proceso, a esto lo acompañan varios proveedores de botellones, tapas, etiquetas, bandas de seguridad y productos para la limpieza de los mismos.

En el momento de llegada de los botellones los operarios son los encargados de transportarlos en distintas cantidades hacia el interior de la línea en donde son ubicados para su posterior lavado.

Dentro del proceso de lavado existen dos etapas, el lavado externo que se realiza por parte de los operarios y el lavado interno que lo realizan dos máquinas, la primera etapa, se reciben cuatro botellones para la realización del prelavado interno, posteriormente se da paso al lavado interno, la máquina realiza este trabajo y recibe únicamente un botellón que es enjabonado, enjuagado. Después de este proceso el botellón pasa a la máquina de llenado por medio de tuberías que transportan el agua tratada y posteriormente dirigirlo al sellado y etiquetado del que se encargan máquinas y operarios. Finalizando con el control de calidad de cada botellón y dando paso al paletizado y su respectiva distribución.

Si se realiza un análisis de la medición de los tiempos dentro del proceso, se observa claramente la variación de los mismos en la recepción y transporte de botellones hacia la línea y su colocación en los porta botellones y paletizado, dando como resultado un retraso en el proceso de producción.

Considerando que el principal problema radica en el transporte de material (botellones) hacia la línea de producción, se puede visualizar que existe un desperdicio de capacidad de 1290 botellones mensuales, que representan 1870 dólares aproximadamente que la empresa.



## 4. CAPÍTULO IV

### Análisis y desarrollo de la propuesta de mejora

#### 4.1 Propuesta de mejora

La propuesta busca mejorar el rendimiento de la empresa mediante una adecuada utilización de su capacidad, ya que existen muchos desperdicios de tiempo y de material como son: el tiempo en el que se incurre para transportar el material hacia la línea, la sobrecarga de trabajo para el operario encargado de transportar el material y el exceso de inventario en proceso al interior de la línea.

Esto se pretende mejorar mediante:

- La capacitación constante a los operarios y la realización de eventos donde se actualice a los involucrados de estas mejoras.
- Agilitar la producción con la introducción de otro método en donde el inventario en proceso desaparezca mediante la automatización en el ingreso de material a la línea lo cual permite que los operarios únicamente utilicen los botellones que verdaderamente se necesitan y de esta forma no exista una acumulación innecesaria en el área de trabajo, es decir, una estandarización del mismo
- Implementación de un RACK y una banda transportadora que permitan optimizar los tiempos y el trabajo de producción, esto con el objeto de mejorar el actual trabajo manual que se realiza, logrando estabilizar los tiempos en los cuales se ingresan los bidones al proceso.

La propuesta planteada deberá contar el apoyo formal de la gerencia, y el trabajo conjunto para que se permita dar un correcto seguimiento mediante auditorías para los procesos, los mismos que están liderados por el jefe de producción.

#### 4.2 Simulación de la línea con la propuesta de mejora (maquinaria off)

Esta simulación muestra la manera cómo estarían distribuidos los procesos con la propuesta de mejora, desde la llegada de los botellones, tomando en cuenta la existencia de inventarios dentro de la línea hasta el almacenamiento del producto terminado.

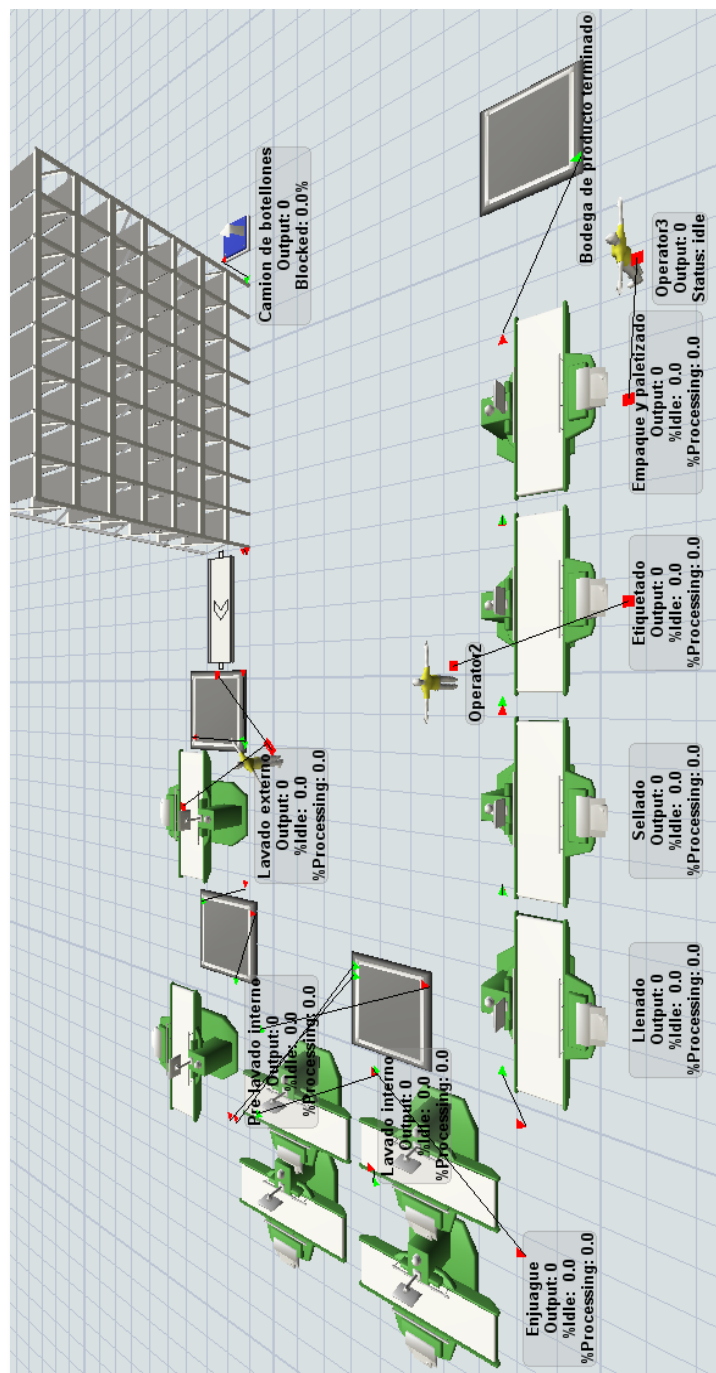


Figura 40. Línea de producción con la propuesta de mejora

#### 4.2.1 Simulación de la línea en proceso con la propuesta de mejora

Esta simulación muestra todo el proceso que realizan los operarios y las máquinas con la propuesta de mejora en una hora de trabajo y la cantidad de botellones que se producen hasta el almacenamiento del producto terminado.

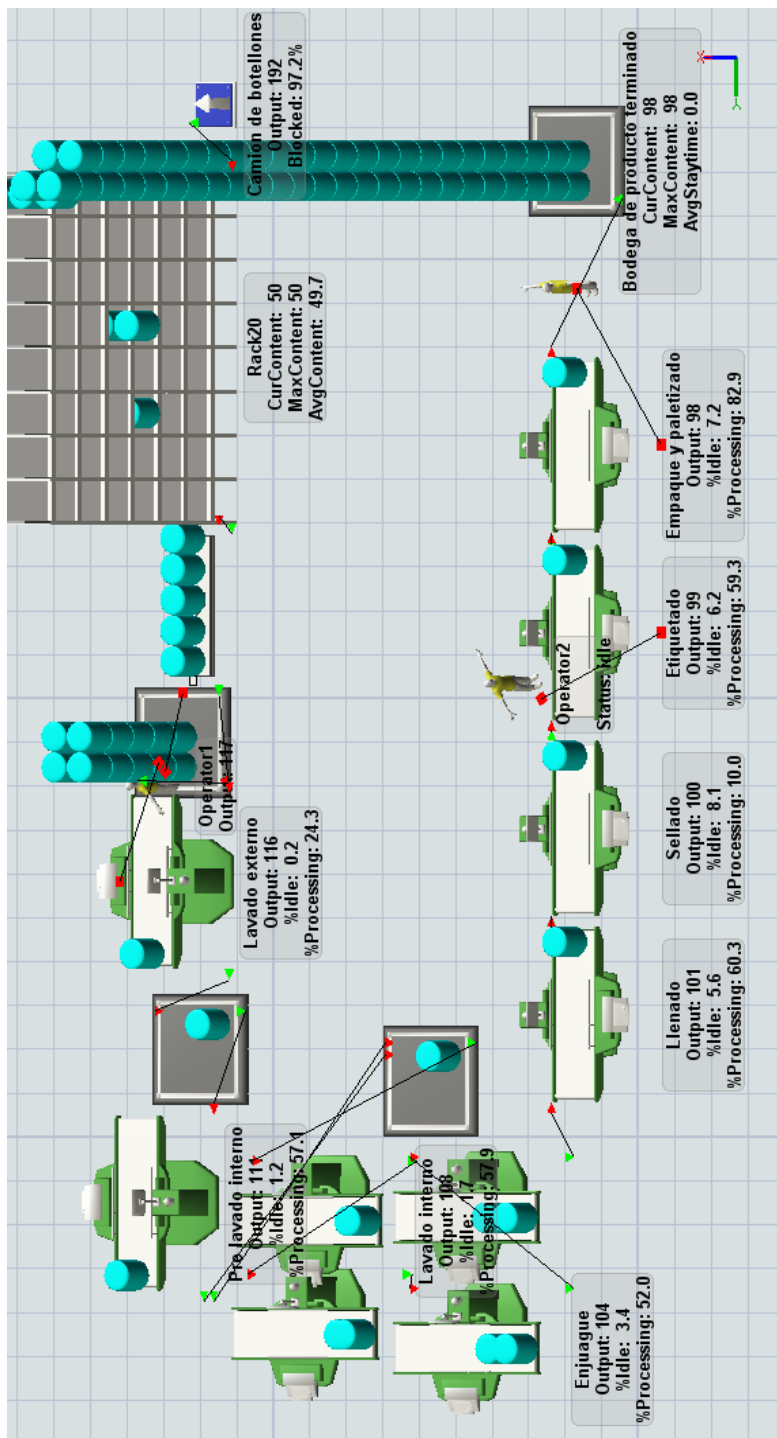


Figura 41. Línea de producción con la propuesta de mejora en proceso (Vista Superior)

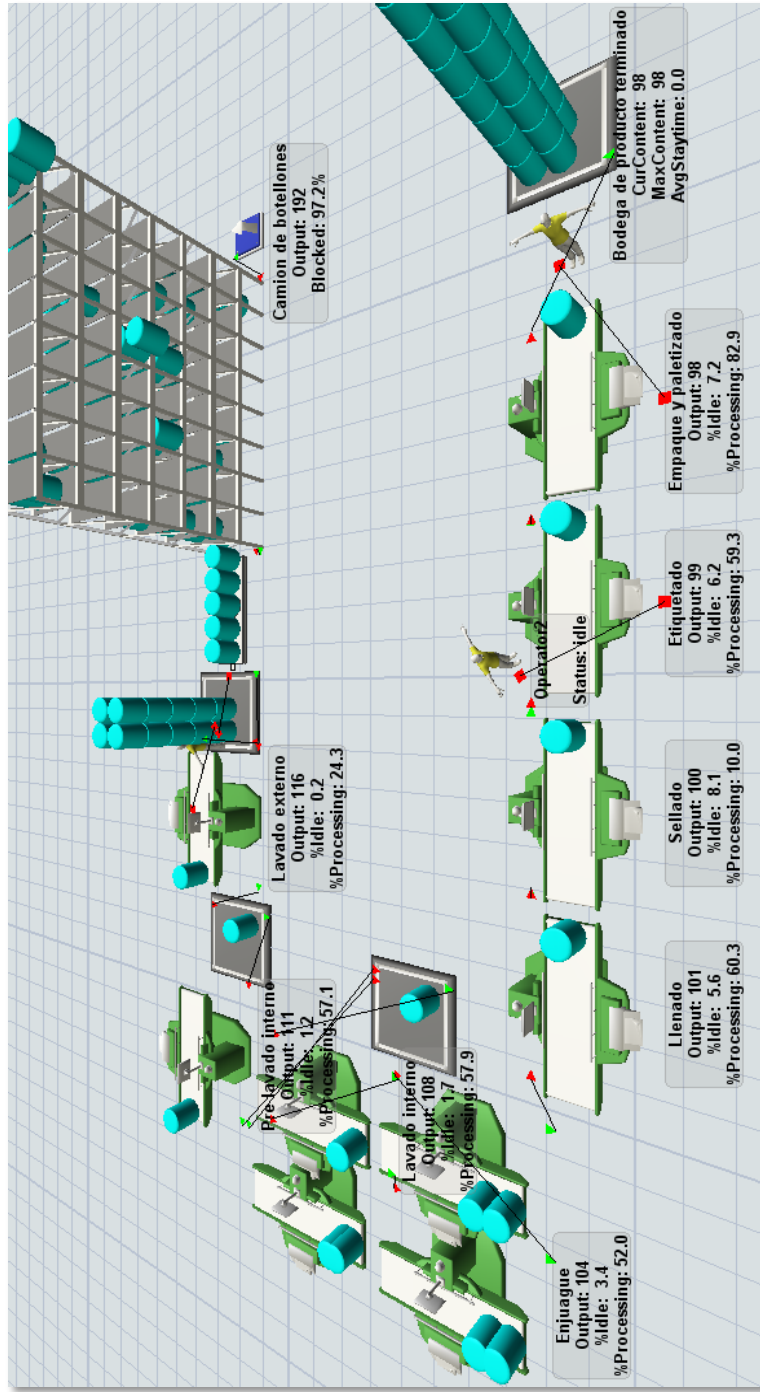


Figura 42. Línea de producción con la propuesta de mejora en proceso (Vista Lateral)

### 4.2.2 Medición de los resultados del proceso con la propuesta

En este cuadro de resultados podemos observar el desempeño de las máquinas y los movimientos que se ven obligados a realizar los operarios una vez implementada la propuesta de mejora.

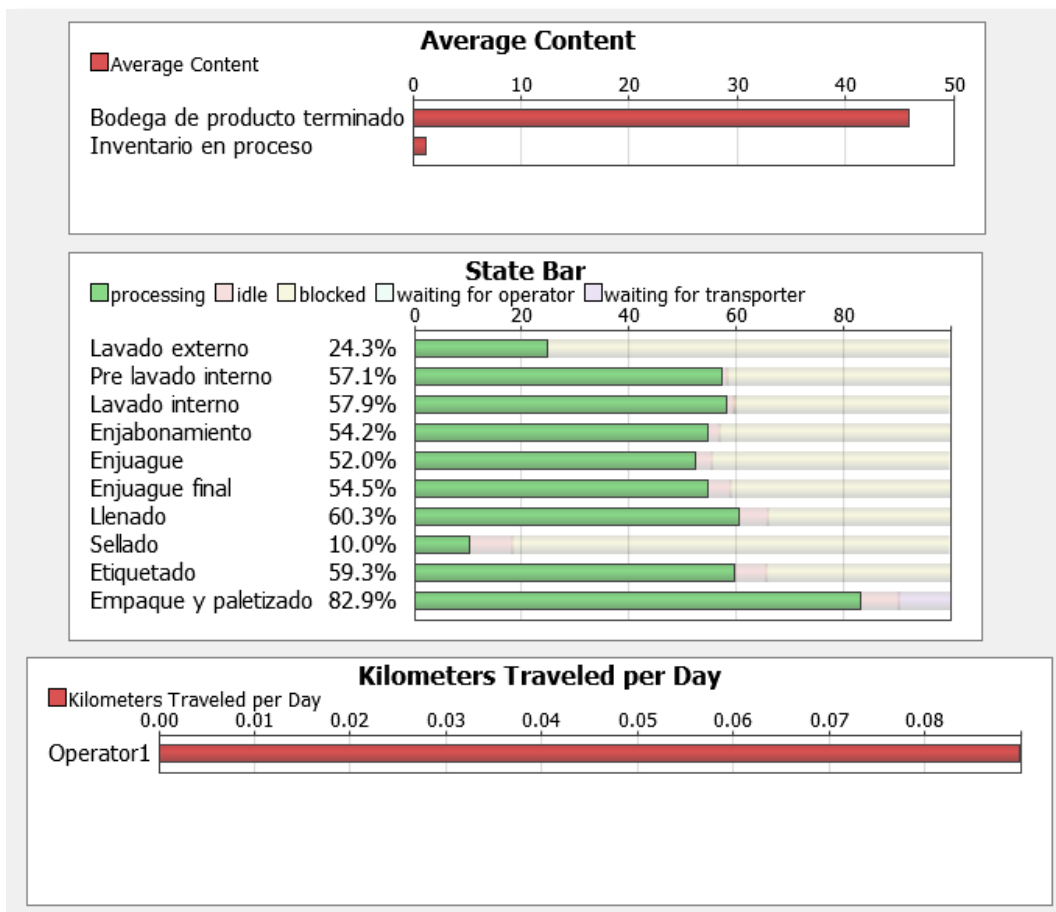


Figura 43. Medición de los resultados del proceso con la propuesta

#### 4.4 Propuesta del dispositivo

El dispositivo a implementarse es un rack con medidas de 6,40 metros de ancho y una altura de 2,45 metros con una estructura de acero. Que permitirá una mejor distribución del material reduciendo sobrecarga de trabajo, eliminación de tiempos innecesarios y minimizando el inventario en proceso. El operario únicamente debe colocar los bidones en el dispensador, y la maquinaria realiza el proceso automáticamente haciéndolos llegar directamente y por ende también ingresan a la línea sin necesidad de la intervención de trabajadores.

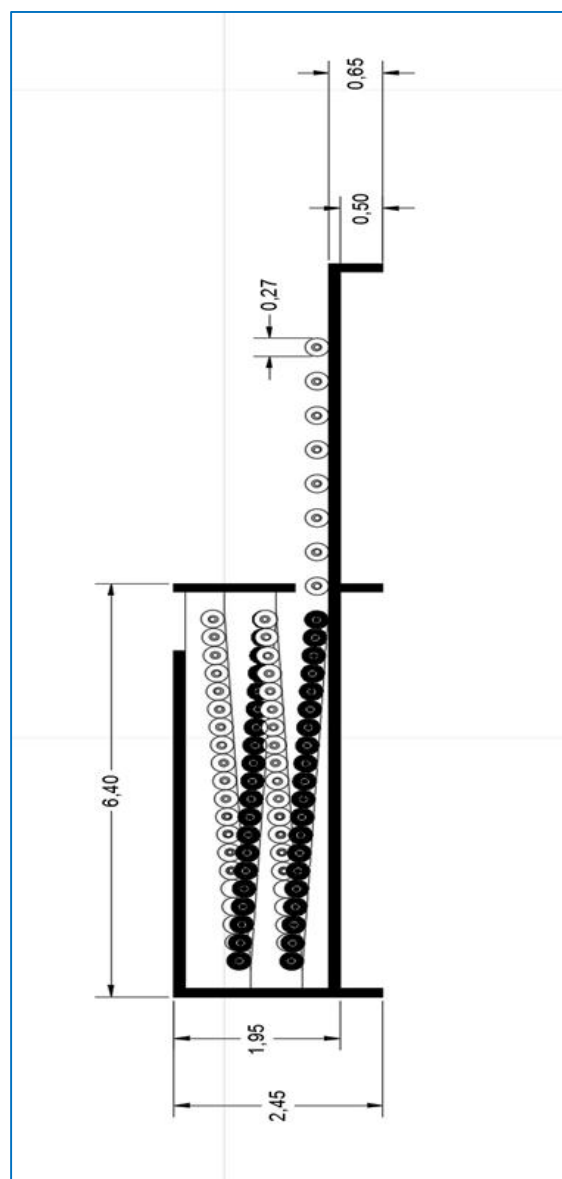


Figura 44. Dispositivo RACK y banda transportadora

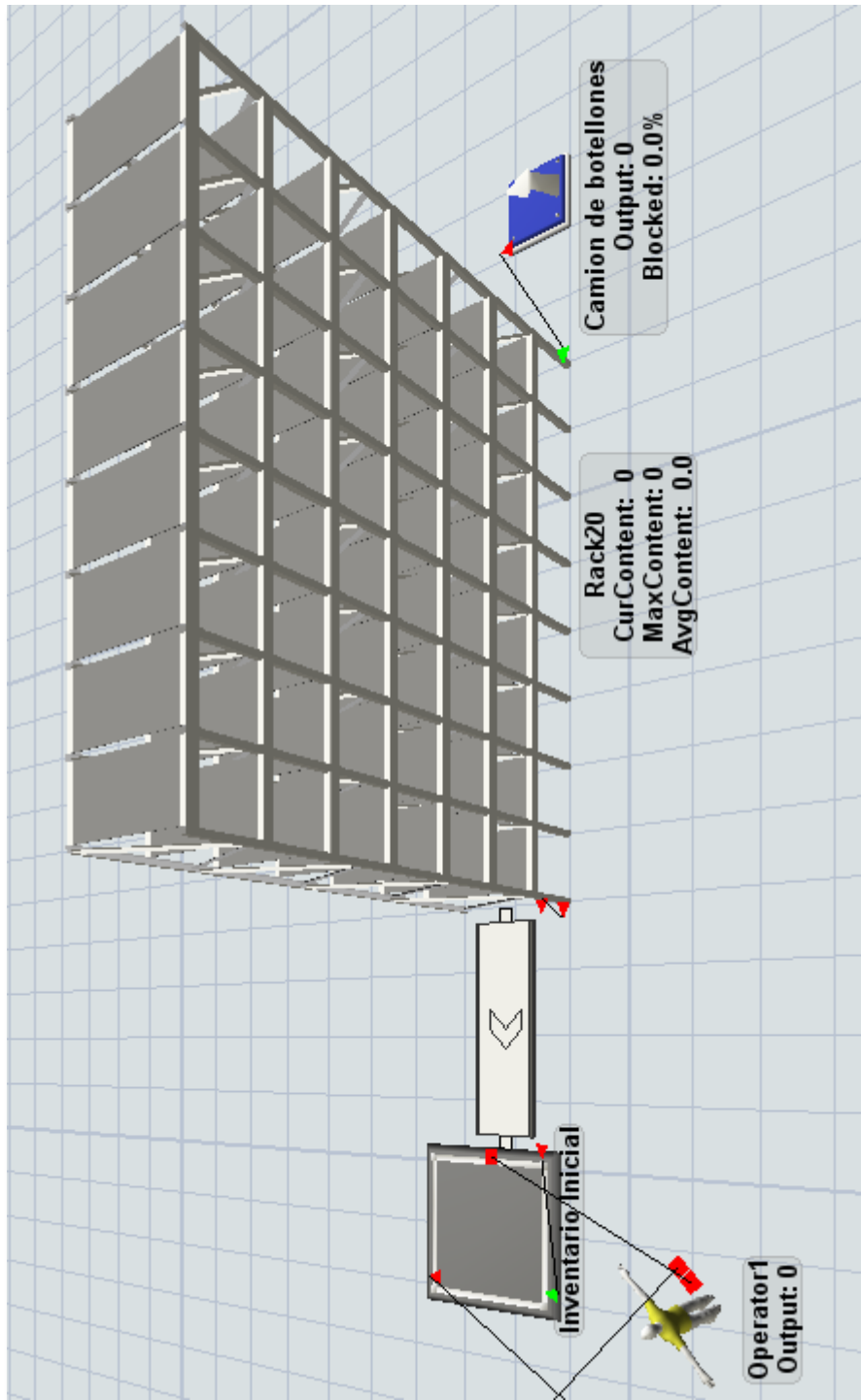


Figura 45. Rack de botellones

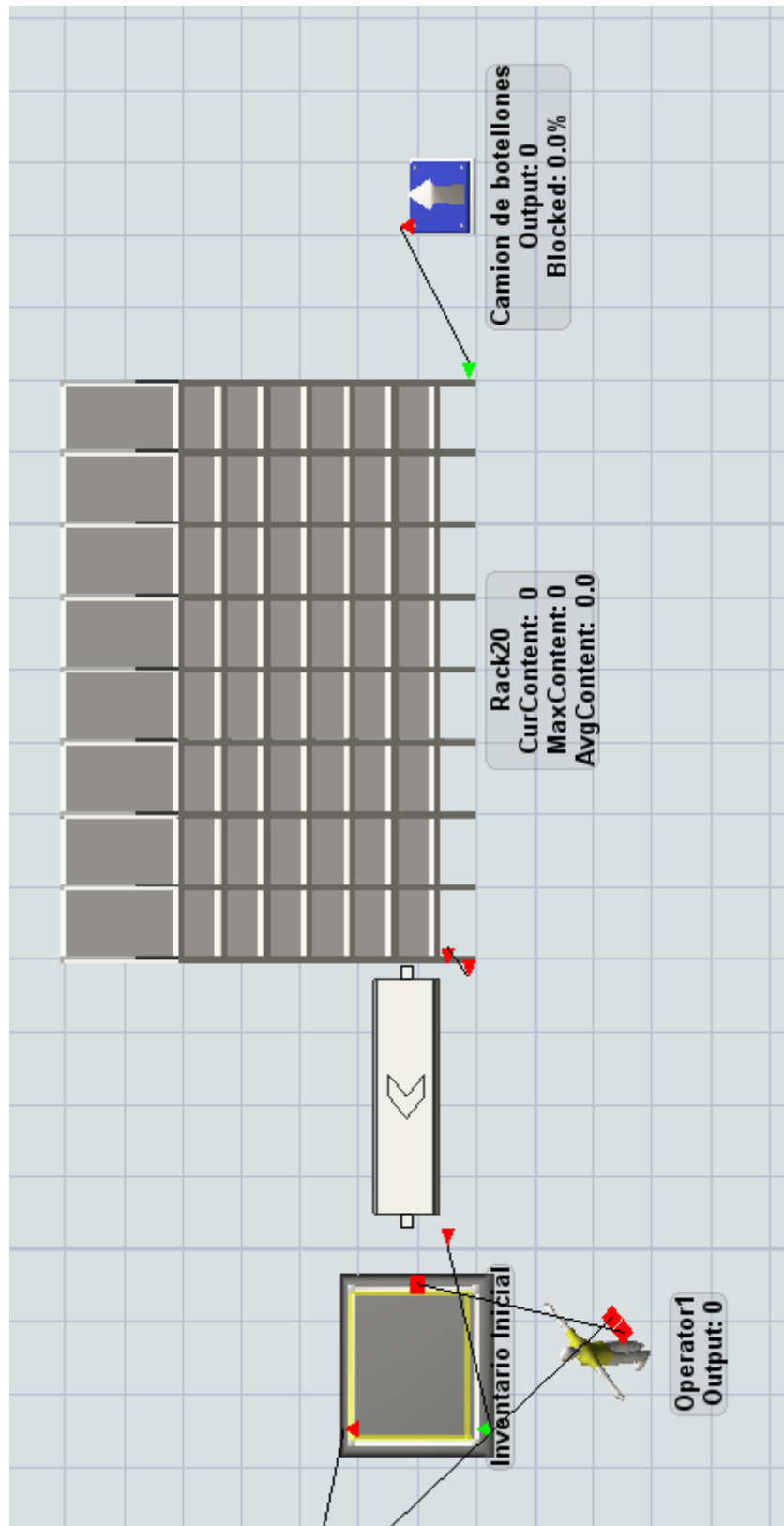


Figura 46. Funcionamiento del Rack y la banda transportadora de botellones (OFF)



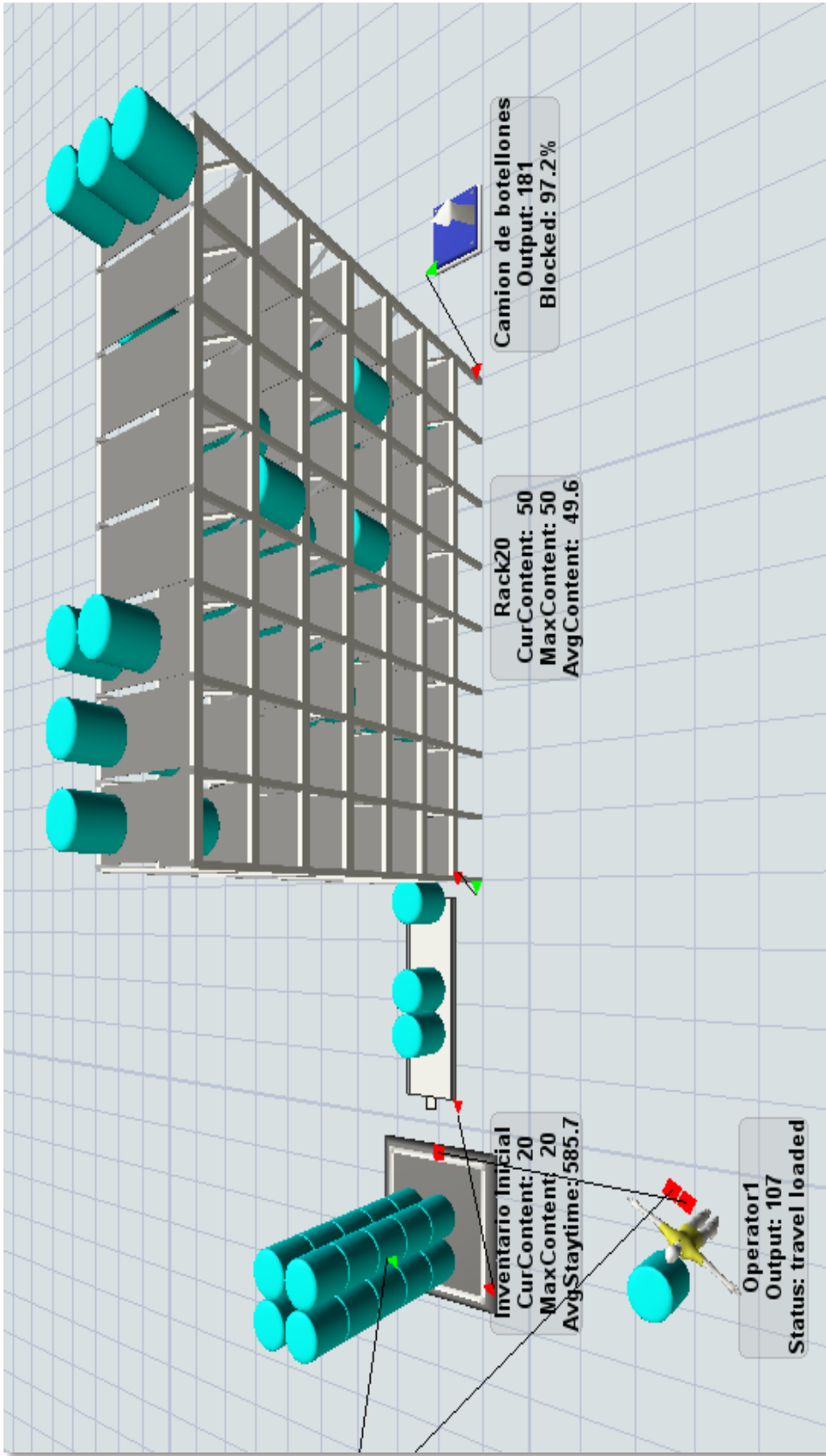


Figura 47. Funcionamiento del Rack y la banda transportadora de botellones (ON)

#### 4.5 Layout con la propuesta de mejora

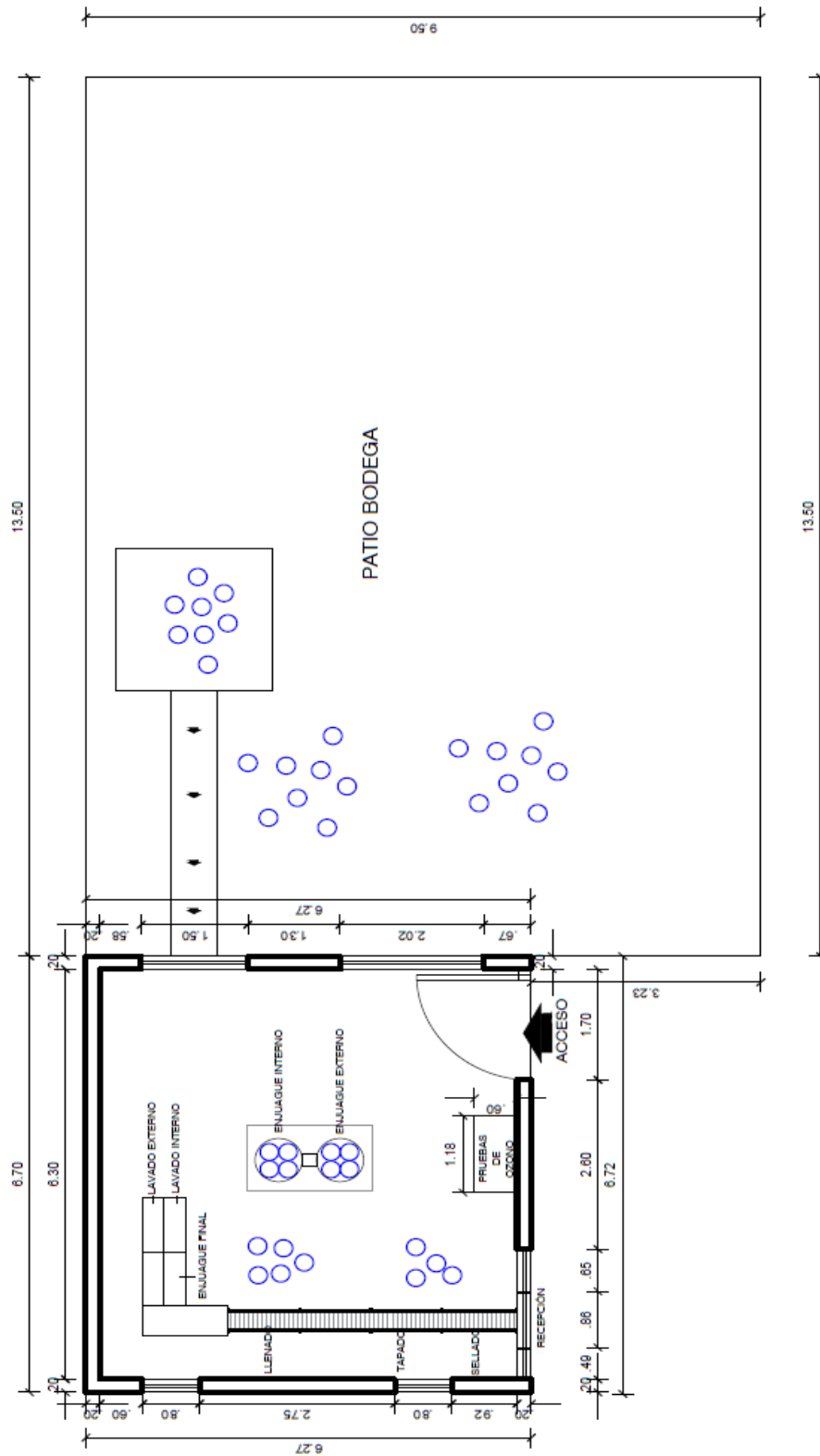


Figura 48. Layout con la propuesta de mejora

#### **4.6 Proyección de resultados**

Después de la implementación de las mejoras planteadas, se podrá observar una nueva línea de producción que cuente con un rack y una banda transportadora que eliminará el proceso manual de los trabajadores que intervienen en el transporte de los bidones desde la bodega hasta el inicio de la antigua línea de producción, optimizando los tiempos y mejorando la producción y bienestar de los trabajadores.

El porcentaje de disminución de tiempos en la manipulación y traslado de botellones es de un 6.1%. El tiempo en que los botellones pasan por el proceso hasta que son ubicados para que los camiones de repartición pasen por ellos se optimizará y se podrá ver reflejado un aumento en la rentabilidad de la empresa.

### **5. CAPÍTULO V**

#### **Costos beneficio**

##### **5.1 Impacto económico**

En la empresa Fuentes “San Felipe S.A.” se podrá evidenciar un aumento en la capacidad de producción del 3%, con respecto a toda la cantidad que se produce actualmente, por lo que al lograr esta optimización, podrían maximizarse las utilidades.

Por el contrario, al no intentar crecer, una de las grandes desventajas es no poder llegar a más lugares con un reconocimiento de marca gracias a una mayor entrada de recursos económicos con los que se pueda competir dentro del mercado y conseguir un posicionamiento.

En el caso que la empresa quiera implementar la propuesta de mejora el costo de la consultoría sería de 1.200 dólares basándose en las treinta horas que serían necesarias para el reconocimiento en la empresa y trabajo autónomo.

La implementación del rack y una banda transportadora es una inversión que se le recomienda a la empresa para en un futuro aumentar su producción y por ende sus utilidades, después de hacer un análisis de mercado y escoger la opción que entregue alta calidad y costos accesibles se puede hablar de que la empresa debe contar con alrededor de 2.580 dólares para adquirir e implementar esta maquinaria, el material para producir el rack con medidas de 0,60 metros de ancho, 2,45 metros de alto y 6,4 metros de largo y para una banda transportadora de 2 metros de largo se necesitan materiales como: tubo cuadrado, tol negro y pintura anticorrosiva.

Al requerir la empresa de capacitaciones para el personal operativo, después de la implementación de la mejora y cómo debe ser esta utilizada. Se puede analizar que deberían utilizarse alrededor de 3 horas dividiendo estas en los tres turnos que se manejan para los trabajadores, incurriendo en una inversión de 90 dólares con un costo de 30 dólares por cada hora, eliminando la necesidad de detener la producción.

Con la instalación de esta maquinaria la empresa tendrá la capacidad de producir 66 botellones diarios que se suman a la producción que la empresa se encontraba produciendo antes de la implementación de la mejora, este aumento en la productividad de la empresa mostraría cifras positivas al finalizarse cada mes con una ganancia adicional de alrededor de 1870 dólares.

La inversión de 4.170 dólares que la empresa realizaría, sería recuperada en aproximadamente 45 días y posteriormente se seguiría aprovechando las ganancias que esta nueva línea genere, inclusive buscando la inversión en nuevos proyectos.

Tabla 6  
*Análisis Costo – Beneficio (Cotización)*

<b>Análisis Costo – Beneficio</b>	
<b>Costo</b>	<b>Valor</b>
Costo por horas de trabajo (30 horas)	1.200,00
Costo por horas de trabajo (30 horas)	90,00
Costo del rack y banda transportadora	2.580,00
Costo de instalación de la maquinaria	300,00
Total de inversión	4.170,00

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

Se realizó un diagnóstico real de la empresa que permitió valorar la situación actual de la línea de producción y embotellado de agua en botellones de 20 litros.

Se realizó un levantamiento de los procesos en el área de producción y de esta manera se obtuvo conocimiento de las actividades críticas.

Después de observar las falencias que tiene el proceso y lo que ocasionaba dificultades se concluyó que el verdadero problema era generado por la mala transportación de los bidones hacia la línea.

Se aplicó herramientas lean manufacturing al área de producción y de esta forma se optimizó el recurso tiempo para maximizar la producción.

Se generó un plan con actividades que estandarizaron el trabajo dentro de la línea y como resultado mejoraron su producción.

Se realizó una simulación de todo el proceso de la línea de envasado en FlexSim para tener conocimiento de tiempos y movimientos que se estaban generando dentro de la línea antes de la mejora para determinar los resultados que se podían obtener después de la implementación de la propuesta.

Se incrementó la productividad en la línea de envasado de botellones aplicando herramientas como son la banda transportadora y un rack que permitieron optimizar los recursos utilizados en el proceso de producción.

Se concluyó que existe un exceso de inventario en proceso que influye para que la salida del producto tome más tiempo del necesario.

Se pudo observar después de la investigación que la falta de capacitación a los operarios influye en el desempeño que la empresa tiene con respecto a la producción.

La empresa no está maximizando su capacidad de producción, después de la implementación de mejoras se podría aumentar la cantidad de productos que salen a la venta.

Se elaboró un análisis costo beneficio que permitió tener una visión más real de la capacidad económica de la empresa, demostrando la posibilidad de expandirse en el mercado.

## **6.2 Recomendaciones**

Se recomienda acoger la propuesta desarrollada en el presente documento con el fin de lograr los resultados indicados.

Se recomienda incurrir en capacitaciones que se centren en el manejo de maquinaria y también en el conocimiento de la implementación de la mejora para que los operarios se adapten de mejor forma al cambio y a su vez puedan incrementar la productividad de la empresa generando mejores resultados con menos pérdidas de recursos.

Encontrar proveedores más cercanos con los que se puede entablar una relación laboral que permita que el inventario el cual no se rota con constancia debido a que el la distancia entre la empresa y el proveedor actual no lo permite, ingrese en medida en que se lo requiera y de esta forma evitar pérdidas.

Realizar mantenimientos preventivos a la maquinaria permitiendo que el proceso no tenga falencias y arroje los resultados deseados para no incurrir en gastos que impliquen más salida de efectivo.

Realizar un análisis profundo en el desperdicio de materia prima que se está generando, ya que al ser fuentes de agua mineral propias no se piensa en un ahorro y una maximización en la utilización de este recurso para conseguir más utilidades.

Al ser una empresa con la capacidad de producir una cantidad grande de mercadería se podría llegar a más clientes por medio de la expansión y reconocimiento en el mercado como una marca que entrega calidad a precios competitivos.

Realizar un análisis en otras áreas de la empresa para realizar inversión y también aumentar la productividad, por ende las ganancias.

Se recomienda a la empresa realizar pronósticos de demanda que le permita establecer su producción mensual y un inventario real.



## REFERENCIAS

- Banco Central del Ecuador. (s.f.). *Industria manufacturera en el Ecuador: Banco Central del Ecuador*. Recuperado el 21 de Enero de 2018, de Banco Central del Ecuador:  
<http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=8906>
- Banco Central del Ecuador. (s.f.). *Producción de las Industrias-elaboración de bebidas: Banco Central del Ecuador*. Recuperado el 21 de Enero de 2018, de Banco Central del Ecuador:  
<http://sintesis.bce.ec:8080/BOE/BI/logon/start.do?ivsLogonToken=bceqsappbo01:6400@2144847J11gjXungwpj3Rw2EYiQly52144845JRCmRd611E7KsHpPw9Uh51l>
- Banco Central del Ecuador. (s.f.). *Producto interno bruto por industria: Banco Central del Ecuador*. Recuperado el 21 de Enero de 2018, de Banco Central del Ecuador:  
<http://sintesis.bce.ec:8080/BOE/BI/logon/start.do?ivsLogonToken=bceqsappbo01:6400@2144847J11gjXungwpj3Rw2EYiQly52144845JRCmRd611E7KsHpPw9Uh51l>
- Biasca, R. E. (2006). Movimiento y almacenamiento de materiales. En R. E. Biasca, *Movimiento y almacenamiento de materiales*. Buenos Aires: Cadepro.
- Certificación, A. E. (2012). *Lean certification: certificación de un sistema de gestión lean*. España: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Enríquez, C. (2016). *La industria aún se afecta por las salvaguardias generales: El Comercio*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2017, de El Comercio:  
<http://www.elcomercio.com/actualidad/industria-afectaciones-salvaguardias-textiles-maquinaria.html>
- Escalona, I. (2009). Análisis Sistemático de la Producción I. En I. Escalona, *Análisis Sistemático de la Producción*. El Cid Editor | apuntes.
- Fuentes San Felipe S.A. (s.f.). *Imagen productos San Felipe: Fuentes San Felipe*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2017, de Fuentes San Felipe: <http://fuentesanfelipe.com/productos.php>
- Fuentes San Felipe S.A. (s.f.). *La Compañía: Fuentes San Felipe*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2017, de Fuentes San Felipe:  
<http://fuentesanfelipe.com/index.php>

- Google, I. (2014). *Google Maps*. Obtenido de [https://www.google.com.ec/maps/place/Fuentes+San+Felipe+S.A./@-0.934644,-78.6263026,3a,75y,168.6h,90t/data=!3m6!1e1!3m4!1sUm0e78GvYgkNKa\\_1Kmiymg!2e0!7i13312!8i6656!4m5!3m4!1s0x91d461ba797e8cf5:0xb55df57d43eed29a!8m2!3d-0.9349605!4d-78.6262026?hl=es](https://www.google.com.ec/maps/place/Fuentes+San+Felipe+S.A./@-0.934644,-78.6263026,3a,75y,168.6h,90t/data=!3m6!1e1!3m4!1sUm0e78GvYgkNKa_1Kmiymg!2e0!7i13312!8i6656!4m5!3m4!1s0x91d461ba797e8cf5:0xb55df57d43eed29a!8m2!3d-0.9349605!4d-78.6262026?hl=es)
- Google, I. (2018). *Google Earth*. Obtenido de [https://earth.google.com/web/@-0.93494036,-78.62616351,2763.33830065a,1063.30250151d,35y,62.73812695h,45.0004397t,-0r/data=CloaWBJSCiUweDkxZDQ2MWJhNzk3ZThjZjU6MHhiNTVkJzU3ZDQzZWVhMjhlhGWmoUUgy6-2\\_leTqEbQTqFPAKhGdWVudGVzIFNhb1BGZWxpcGUgUy5BLhgCIAE](https://earth.google.com/web/@-0.93494036,-78.62616351,2763.33830065a,1063.30250151d,35y,62.73812695h,45.0004397t,-0r/data=CloaWBJSCiUweDkxZDQ2MWJhNzk3ZThjZjU6MHhiNTVkJzU3ZDQzZWVhMjhlhGWmoUUgy6-2_leTqEbQTqFPAKhGdWVudGVzIFNhb1BGZWxpcGUgUy5BLhgCIAE)
- León, M. (2009). *Estrategia Kaizen*. En M. León, *Estrategia Kaizen*. Argentina: El Cid Editor | apuntes.
- León, M. (2009). *Productividad: su gestión y mejora continua: objetivo estratégico*. Argentina: El Cid Editor | apuntes.
- León, M. (2009). *Productividad: su gestión y mejora continua: objetivo estratégico*. En M. León, *Productividad: su gestión y mejora continua: objetivo estratégico*. El Cid Editor | apuntes.
- Novoa, C. (2014). *La industrialización de agua mineral da trabajo a 44 personas en el barrio San Felipe: El Telégrafo*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2017, de La industrialización de agua mineral da trabajo a 44 personas en el barrio San Felipe: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/1/la-industrializacion-de-agua-mineral-da-trabajo-a-44-personas-en-el-barrio-san-felipe>
- Omaña, M. C. (2010). *Manufactura esbelta: una contribución para el desarrollo de software con calidad*. Venezuela: Red Enlace.
- Palacios, L. (2009). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. En L. Palacios, *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Platas, J. A., & Cervantes, M. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones*. En J. A. Platas, & M. Cervantes, *Planeación, diseño y layout de instalaciones*. México D.F.: Grupo Editorial Patria.

- Platas, J., & Cervantes, M. (2014). Herramientas para una manufactura esbelta. En J. Platas, & M. Cervantes, *Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias*. México D.F.: Grupo Editorial Patria.
- Redacción Sociedad. (2017). *Casi la tercera parte de agua contaminada viene embotellada: El Telégrafo*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2017, de El Telégrafo: <http://www.letelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/casi-la-tercera-parte-del-agua-contaminada-viene-embotellada>
- Socconini, L. (2015). Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios. En L. Socconini, *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. Barcelona: Marge Books.
- Urquía, A. (2013). Modelado y simulación de eventos discretos. En A. Urquía, & C. Martín, *Modelado y simulación de eventos discretos*. Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Vistazo. (2016). *La industria de bebidas se fortalece con la inversión: Vistazo*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2017, de Vistazo: <http://www.vistazo.com/seccion/pais/la-industria-de-bebidas-se-fortalece-con-inversion>
- Walter Stachú, S. (2009). Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa. En S. Walter Stachú, *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. El Cid Editor | apuntes.

## **ANEXOS**

## SOLICITUD PROFORMA

### MECANICA EN GENERAL DE MARCELO PULLOQUINGA

Estructuras metálicas, trabajos en tubo tipo aluminio, hierro forjado, puertas, ventanas, pasamanos y todo relacionado a la cerrajería  
RUC 0500711825001

Latacunga, 28 de Diciembre del 2017

Señor.  
Andrés Alarcón  
Presente.-

De nuestras consideraciones:

Por medio del presente nos es grato presentar el siguiente presupuesto relacionado a la elaboración de una estructura metálica que servirá para la transportación de botellones de agua, según medidas y diseño recibido.

#### Materiales

#### Medidas

Tubo cuadrado de 1 ½ x 2mm negro.	Ancho	Altos	Largos
Tubo cuadrado de 1" x 2 mm negro.	0.60m	180-230m	640 + 550m
Tol negro de 1/20			
Pintura anticorrosiva imprimier			

#### Valor

\$ 2580 Dos mil quinientos ochenta dólares.

#### NOTA:

Este valor calcula tarifa 0 en el impuesto al valor agregado IVA, por ser artesano calificado.

Por la atención que se sirva dar a la presente y en espera de poder servir anticipamos nuestros agradecimientos.

Atentamente



José A. Marcelo Pulloquinga P.

GERENTE

C.I. 0500711825

