



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN
SEMINARIO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TEMA
“ENFOQUE TOC PARA ELIMINAR CUELLO DE
BOTELLA EN LÍNEA DE LLENADO Nº 5 DE LA
EMPRESA ECUADOR BOTTLING COMPANY”**

**AUTOR
CHICA ARREDONDO BYRON CRISPILIANO**

**DIRECTOR DE TESIS
ING. IND. CAICEDO CARRIEL WALTER**

**2010 – 2011
GUAYAQUIL – ECUADOR**

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis corresponden exclusivamente al autor”

Firma.....

Chica Arredondo Byron Crispiliano

0914337662

DEDICATORIA

Al mejor Amigo de mi vida, JESUCRISTO, quien es la razón de mi existencia, el que me salvó y compró a precio de su sangre preciosa. Pongo este logro a sus pies, esperando poder servirle de una mejor manera.

A todas aquellas personas que me ayudaron de una u otra manera a alcanzar esta meta. Que siempre estuvieron dándome una palabra de aliento, para no declinar.

A todos los instrumentos que mi Dios usó, para abrir camino y alcanzar el peldaño en mi vida profesional.

Byron Crispiliano Chica Arredondo

AGRADECIMIENTOS

AI SEÑOR JESÚS,

Por darme la sabiduría e inteligencia, salud y fuerzas, y todos los medios para alcanzar esta victoria.

Agradezco muy sinceramente a mis familiares, amigos, profesores, compañeros y colaboradores de EBC Gye, quienes hicieron posible la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Prólogo	1

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1	Antecedentes	3
1.2	Datos generales	3
1.2.1	Localización	4
1.2.2	Identificación según CIU	5
1.2.3	Productos	5
1.2.4	Estructura organizacional	8
1.2.5	Filosofía estratégica	9
1.2.6	Mercado actual	10
1.3	Descripción general del problema	15
1.4	Objetivos	16
1.4.1	Objetivo general	16
1.4.2	Objetivos específicos	16
1.5	Justificativos	16
1.6	Delimitación de la investigación	17
1.7	Marco teórico	17
1.8	Metodología	23

CAPITULO II

SITUACIÓN ACTUAL

2.1	Recursos productivos	25
2.1.1	Distribución de planta	25
2.1.2	Terreno industrial y maquinarias	25
2.1.3	Recursos humanos	29
2.1.4	Recursos financieros	30
2.1.5	Seguridad industrial	30
2.2	Procesos de producción	31
2.2.1	Análisis del proceso	31
2.2.2	Análisis del flujo del proceso	34
2.2.3	Diagrama de flujo de operaciones	35
2.2.4	Análisis de recorrido	37
2.3	Capacidad de producción	37
2.3.1	Planificación de la producción	39
2.3.2	Capacidad promedio nominal de la línea N° 5	43
2.3.3	Capacidad promedio real de la línea N° 5	44
2.3.4	Análisis de la eficiencia	45
2.3.5	Análisis de los costos de producción	48
2.4	Análisis FODA	50
2.4.1	Matriz FODA	53

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

3.1	Registro de problemas que afectan al proceso productivo	54
3.1.1	Análisis de datos e identificación de problemas	55
3.1.2	Identificación de la restricción del sistema	56
3.2	Lavadora de botellas con fallas continuas	56
3.2.1	Tipos de fallas, índices de rechazos y de paradas	57

3.2.1.1	Tipos de fallas	57
3.2.1.2	Índice de rechazo	57
3.2.1.3	Índice de paras no programadas	59
3.2.2	Análisis de Pareto	61
3.2.3	Diagrama de Causa y efecto	63
3.2.4	Cuantificación de las pérdidas	64
3.3	Diagnóstico	66

CAPITULO IV PROPUESTA

4.1	Planteamiento de las alternativas de solución al problema	67
4.1.1	Explotar la restricción del problema	67
4.2	Subordinar todo lo demás a la restricción	68
4.2.1	Bases del modelo DBR	69
4.3	Elevar la restricción del sistema	70
4.3.1	Evaluación del costo de la alternativa 1: Adquisición de Lavadora de botellas	70
4.3.2	Evaluación del costo de la alternativa 2: Realizar Mantenimiento Correctivo Integral a lavadora.	72
4.4	Sección de la alternativa de solución	74

CAPITULO V EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

5.1	Costos de solución de la propuesta	75
5.2	Beneficio de la solución propuesta	75
5.3	Análisis financiero	78
5.3.1	Cálculo para la Amortización	79
5.3.2	Recuperación de la Inversión	80

5.3.2.1	Cálculo del VAN	80
5.3.2.2	Cálculo de la TIR	82
5.3.2.3	Tiempo de recuperación de la inversión	83

CAPITULO VI PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

6.1	Planificación y Cronograma de Implementación	85
-----	--	----

CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	Conclusiones	92
7.2	Recomendaciones	93
	Anexos	95
	Bibliografía	104

ÍNDICE DE CUADROS

N°		Pág.
1	Formato de los envases de vidrio	7
2	Formato de los envases REF-PET	7
3	Formato de los envases PET (No Retornables)	8
4	Mercado Actual	11
5	Ventas Acumuladas	13
6	Infraestructura de la compañía por áreas en unidad m ²	26
7	Maquinarias	28
8	Personal EBC. Gye.	30
9	Capacidad diaria de producción	38
10	Criterios de control para la planificación de la producción	39
10 ^a	Planificación de producción semanal	40
11	Eficiencia de líneas	46
12	Cálculo Hora- Hombre	48
13	Cálculo Hora- Máquina	49
14	Matriz FODA	53
15	Horas por paras no programadas	55
16	Pareto de la rotura de envases	58
17	Máquinas con sus horas de paras no programadas	59
18	Pareto de horas no programadas	60
19	Eficiencia de lavadora de botellas	61
20	Problemas lavadora de botellas	62
21	Pérdidas por horas- máquinas y horas- hombre	64
22	Pérdidas por rotura de botellas	65
23	Total de pérdidas	66

24	Comparativo de lavadoras	71
25	Comparativo Económico de lavadoras	72
26	Utilización de materiales y repuestos	72
27	Costo de mano de obra	73
28	Margen de utilidad no percibida	73
29	Comparativo de lavadora Océano	74
30	Costo de la solución propuesta	75
31	Detalle del incremento de producción	77
32	Inversión fija	78
33	Costos de operación	78
34	Inversión total	78
35	Tabla de amortización	80
36	Resumen costo – beneficio de la inversión	80
37	Cálculo del VAN	82
38	Recuperación de la inversión (Método simple)	83
39	Recuperación de la inversión (Método descontado)	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1	Marcas de los productos de EBC	6
2	Mercado	11
3	Distribución de los productos de EBC	14
4	Distribución interna de EBC	15
5	Diagrama de flujo de operaciones	36
6	Pareto rotura de envases	58
7	Pareto de horas de paradas	60
8	Pareto del problema de lavadora	63
9	Diagrama de Ishikawa-lavadora (actual)	63
10	Capacidad utilizada actual	76
11	Capacidad incrementada luego de implementación	77
12	Diagrama de Gantt de la implementación propuesta	86

ÍNDICE DE ANEXOS

N°		Pág.
1	Localización de la empresa	96
2	Estructura organizacional de la empresa	97
3	Distribución de la planta	98
4	Especificaciones técnicas de máquinas de la línea N° 5	99
5	Diagrama de flujo de proceso	100
6	Diagrama de recorrido del proceso de embotellado	101
7	Cotización de lavadora Odyssey	102
8	Cotización de repuestos y materiales	103

RESUMEN

TEMA: ENFOQUE TOC PARA ELIMINAR CUELLO DE BOTELLA EN LÍNEA DE ENVASADO N° 5 DE ECUADOR BOTTLING COMPANY.

Este trabajo se lo realizó en la línea de envasado N° 5 de Ecuador Bottling Company (Coca-Cola), ubicada en la ciudad de Guayaquil en el Km.4.5 de la Av. Juan Tanca Marengo y tiene como fundamento resolver un problema de restricción en la capacidad de la línea N°5, lo cual está afectando a la empresa tanto internamente, porque los tiempos de los procesos se han incrementado, y externamente porque el nivel del servicio al cliente se ha disminuido. Por tratarse de un problema de capacidad se ha procedido a aplicar los pasos del enfoque (TOC) Teoría de las Restricciones para identificar las limitaciones y posteriormente incrementar los niveles de producción del sistema. El análisis de la situación actual que se realizó, está basado en la observación directa del proceso y los registros históricos de la empresa, la investigación científica se fundamenta en los diagramas de recorrido, proceso, Ishikawa y Pareto. Se propone como solución realizar Mantenimiento Correctivo Integral (Overhall) a la lavadora de botellas modelo Océano, y un Mantenimiento Preventivo Anual por los cuatro años después de implementada la propuesta, con lo cual se incrementará la producción en un 9.63%. Para implementar este plan de mejora, se requiere una inversión de \$134.325, el resultado de la evaluación financiera da como resultado una TIR del 48%, lo cual indica que es factible la inversión; el tiempo de recuperación de la misma es de un año, lo que hace viable su ejecución.

Ing. Ind. Walter Caicedo Carriel

CI. 0900471749

Byron Chica Arredondo

CI. 0914337662

.....

Tutor

.....

Responsable

PRÓLOGO

El presente trabajo se lo realizó en la línea de producción N° 5, de Ecuador Bottling Company, y tiene como finalidad eliminar el problema de falta de capacidad en el proceso de envasado, mediante la aplicación del enfoque TOC, para una mayor comprensión se ha dividido el trabajo en siete capítulos.

En el capítulo I, indica una reseña histórica, organización de la empresa, antecedente, justificativa, objetiva de trabajo, y un marco teórico de las herramientas y teorías que permitirán sustentar lo expuesto en este proyecto.

En el capítulo II, se describen los procesos, el análisis de la capacidad, la programación de la producción y el análisis de los costos de producción.

El capítulo III, abarca todo lo relacionado a los tipos de fallas, índices de rechazo y paradas de equipos, se realizan los diagramas de Ishikawa y Pareto para identificar las causas de los problemas y priorizar los mismos.

El capítulo IV, trata sobre el planteamiento de las posibles soluciones y el análisis del costo para lograr su implementación de forma exitosa.

En el capítulo V, se realizan las evaluaciones financieras de la solución propuesta para verificar su rentabilidad mediante la aplicación de los indicadores económicos como son el VAN y la TIR y el tiempo en que se recupera la inversión.

En el capítulo VI se muestran los diagramas de Gantt, donde se define el tiempo que va a demorar la implementación de la solución propuesta.

En el capítulo VII se indican las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La empresa CONGASEOSAS S.A. es parte de la división de Ecuador Bottling Company la cual tiene en el país 3 plantas que se encuentran localizadas en las ciudades de: Quito, Santo Domingo y Guayaquil, y es en ésta última, donde se encuentra ubicada la empresa en la que se va a realizar nuestra investigación.

Ecuador Bottling Company EBC, empresa dedicada a la fabricación, elaboración y distribución de bebidas gaseosas, trabajando las 24 horas del día en los 365 días del año con el único objetivo de atender eficientemente a sus clientes y consumidores.

1.2. Datos Generales de la Empresa

Su historia comenzó en el año de 1.940 cuando el Sr. Luis Noboa comercializa Coca-Cola por primera vez en el Ecuador, con bastante acogida del producto de parte de los consumidores. Inicia sus ventas como compañía con el nombre de CONGASEOSAS S.A. En el año de 1.941 se transfiere la franquicia a los siguientes accionistas: Víctor Emilio Estrada, Banco La Previsora, Guayaquil - Bottling Company, Junta Militar Cambia CEGSA. En el año 1.979, se inaugura la Planta de Coca-Cola - CEGSA siendo sus accionistas: el Banco Pacífico, el Banco de Guayaquil y COFIEC, ésta quedaba ubicada entre las calles Loja y Córdova.

El 13 de Abril de 1.985 se constituye INGASEOSAS S.A. y en el año de 1.988 el Grupo Noboa se hace cargo de la franquicia concedida a Ingaseosas.

En 1.998 con fines de regularización legal con respecto a la transferencia de acciones, la empresa cambia de razón social a CONGASEOSAS S.A. finalmente en febrero de 1.999 como política de Coca-Cola Internacional se produce la integración de embotelladores de Coca-Cola de todo el país en un grupo denominado Ecuador Bottling Company (EBC), pasando CONGASEOSAS a formar parte de este grupo.

En el año 2008 se obtuvo la certificación del SGI (Sistema de Gestión Integrada) el cual es aplicado en todas las empresas embotelladoras de Coca Cola a nivel mundial.

1.2.1. Localización

En el sistema de producción y distribución es importante la ubicación y localización de la empresa, pues ello ayuda a tener un mayor acceso en el mercado y posicionarse en la mente de los clientes y consumidores con el producto que se vende.

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas, en el Km. 4.5 de la Av. Juan Tanca Marengo y Abdón Calderón.

La misma está limitada de la siguiente manera:

Norte: Empresa de Colchones Imperial

Sur: Cdla. Martha de Roldós y Escuela de Fútbol Alfaro Moreno

Este: Terrenos del Centro Cristiano

Oeste: Unidad Educativa "Mariscal Sucre" e Industrias Unidas.

La planta cuenta con un espacio físico de 50.100 m², distribuidos en: la planta Industrial, área administrativa, área de bodegas (materia prima, producto terminado, materiales y repuestos); instalaciones sanitarias, parqueo gerencial, taller dispenser.

VER ANEXO 1

1.2.2. Identificación según Código Internacional Industrial Uniforme (CIIU).

Ecuador Bottling Company, es una empresa de productos alimenticios que elabora y embotella bebidas gaseosas, agua y bebidas hidratantes, en diferentes marcas y volúmenes, se encuentra dentro de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, (CIIU: 1594), de donde:

D: Industria Manufacturera

15: Elaboración de Productos Alimenticios y Bebidas

159: Elaboración de Bebidas

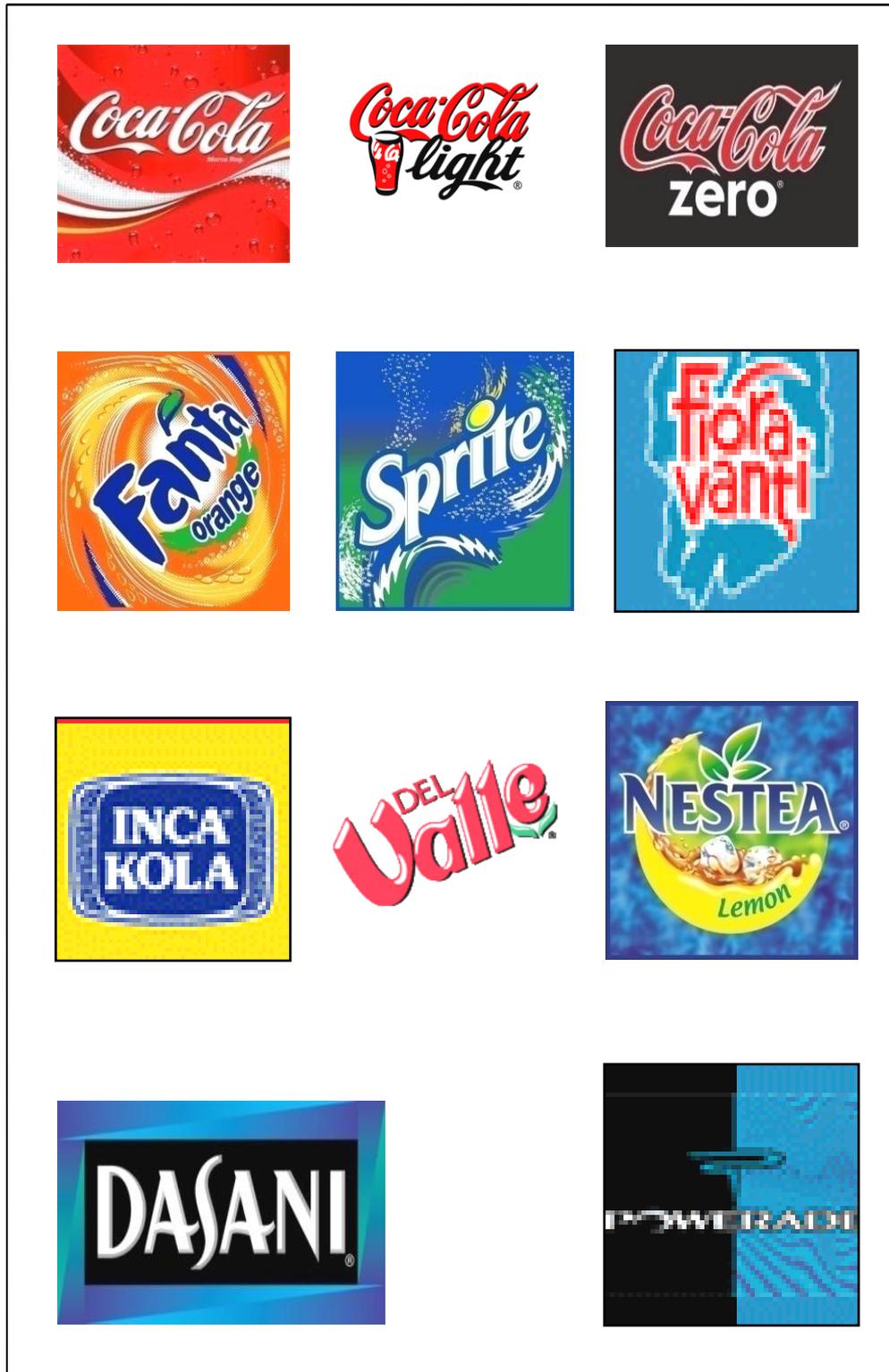
1594: Elaboración de Bebidas no alcohólicas, bebidas carbonatadas, aguas.

1.2.3. Productos

En Ecuador Bottling Company se produce, embotella, comercializa, distribuye y vende bebidas gaseosas y no gaseosas, en las marcas de propiedad THE COCA COLA COMPANY.

En el gráfico N° 1 se observan las marcas que distribuye: Coca Cola, Coca – Light, Coca – Zero, Fanta, Sprite, Fioravanti, Inca Kola; Aguas con gas y sin gas, en la marca Dasani; Aguas saborizadas en la marca Dasani (flor de Jamaica, Toronja y Mandarina); bebidas hidratantes en la marca Powerade; Té en la marca Nestea; Jugos Del Valle (naranja y durazno).

GRAFICO N° 1
MARCAS DE LOS PRODUCTOS DE EBC



Elaborado por: Byron Chica A.

En los cuadros N° 1,2 y 3 se detalla la clasificación de los productos de acuerdo al sabor, tamaño y envase que distribuye la compañía.

CUADRO N° 1
FORMATO DE LOS ENVASES DE VIDRIO

Formato Sabor	Envase de vidrio (capacidad en ml.)			
	192	200	300	1250
COCA COLA	©		©	©
COCA ZERO	©		©	
FANTA		©	©	©
SPRITE		©	©	©
FIORA FRESA		©	©	©
FIORA MANZ.		©	©	©
INCA KOLA		©	©	

Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A.

CUADRO N° 2
FORMATOS DE LOS ENVASES REF-PET

Formato Sabor	Envase Ref- Pet
	2000 (Capacidad en ml.)
Coca Cola	©
Fanta	©
Sprite	©
Fioravanti	©

Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A.

CUADRO N° 3
FORMATOS DE ENVASES PET N-R (No Retornables)

Formato	Envase de PET N-R (Capacidad en ml.)													
	250	350	400	450	500	1250	1350	1750	1950	2000	2250	2500	2750	3000
Coca Cola			©		©		©	©	©	©	©	©	©	©
Fanta					©		©	©	©	©	©	©	©	©
Sprite					©		©	©	©	©	©	©	©	©
Fiora Fresa					©		©	©	©	©	©	©	©	©
Fiora Manzana					©		©	©	©	©	©	©	©	©
Inca Kola					©		©	©	©	©	©	©		©
Coca Light					©				©					
Coca Zero					©		©							©
Dasani S/G					©									
Dasani C/G					©									
Dasani Toronja					©									
Dasani Flor Jam.					©									
Dasani Mandarin					©									
Powerade Frutas		©												
Powerade Mora		©												
Nestea			©											
Valle Naranja	©			©		©				©			©	
Valle Durazno	©			©		©				©			©	

Fuente: Sala de Jarabes
Elaborado por: Byron Chica A.

1.2.4. Estructura Organizacional

Congaseosa es una de las empresas que conforman Ecuador Bottling Company. A continuación se describe su estructura organizacional dentro de E.B.C. Está designada como la División Sur, su organización es vertical, ya que la autoridad es transmitida de manera directa al responsable de cada área de trabajo.

VER ANEXO 2

1.2.5. Filosofía Estratégica de la Empresa.

Se detalla a continuación la cultura corporativa de la empresa, su misión, visión, valores, política de calidad, objetivo general y específicos.

Misión.- “Liderar con excelencia la producción y comercialización de bebidas de calidad para satisfacer a nuestros consumidores, comprometidos con el bienestar de clientes, colaboradores, socios y la comunidad.”

Visión.- “EBC será reconocida por ser la organización:

- Rentable, modelo de liderazgo, que actúa con éxito en mercados competitivos.
- Con colaboradores integrados en un solo equipo motivado, comprometido y reconocido en la sociedad.
- Con inversión y tecnología óptimas.
- Con procesos sustentados en un sistema de calidad integral.
- Responsable con la comunidad y el medio ambiente.”

Valores.- Los Valores corporativos de EBC, son:

- ✓ LEALTAD: Estamos comprometidos con la Organización.
- ✓ CONSTANCIA: Somos firmes y perseverantes en nuestras acciones.
- ✓ HONESTIDAD: Hacemos uso correcto de los recursos.
- ✓ RESPONSABILIDAD: Cumplimos nuestras obligaciones con excelencia”.

Política de calidad.- “Satisfacemos a nuestros consumidores con productos y marcas de excelencia, asegurando el cumplimiento de las normas y regulaciones vigentes en el País, enfocados en la mejora

continua de nuestros procesos, actualizando y comunicando periódica y oportunamente los objetivos de calidad, basados en los fundamentos del Sistema de Calidad de The Coca – Cola Company, para garantizar operaciones seguras en beneficio de nuestros colaboradores, productos y del medio ambiente.”

“CALIDAD EN TODO LO QUE HACEMOS”

Objetivo general.- El objetivo general de la empresa es:

“Elaborar bebidas de calidad cumpliendo las políticas de The Coca Cola Company, y de ésta manera satisfacer tanto a clientes y consumidores con nuestros productos.”

Objetivos específicos.- Detallamos los objetivos específicos de la empresa:

- “Que todos los colaboradores de EBC estén comprometidos y Alineados con el plan de negocios de la Compañía.
- Hacer uso correcto de los recursos, buscando siempre cuidar el medio ambiente y la salud de nuestros colaboradores.”

1.2.6. Mercado Actual

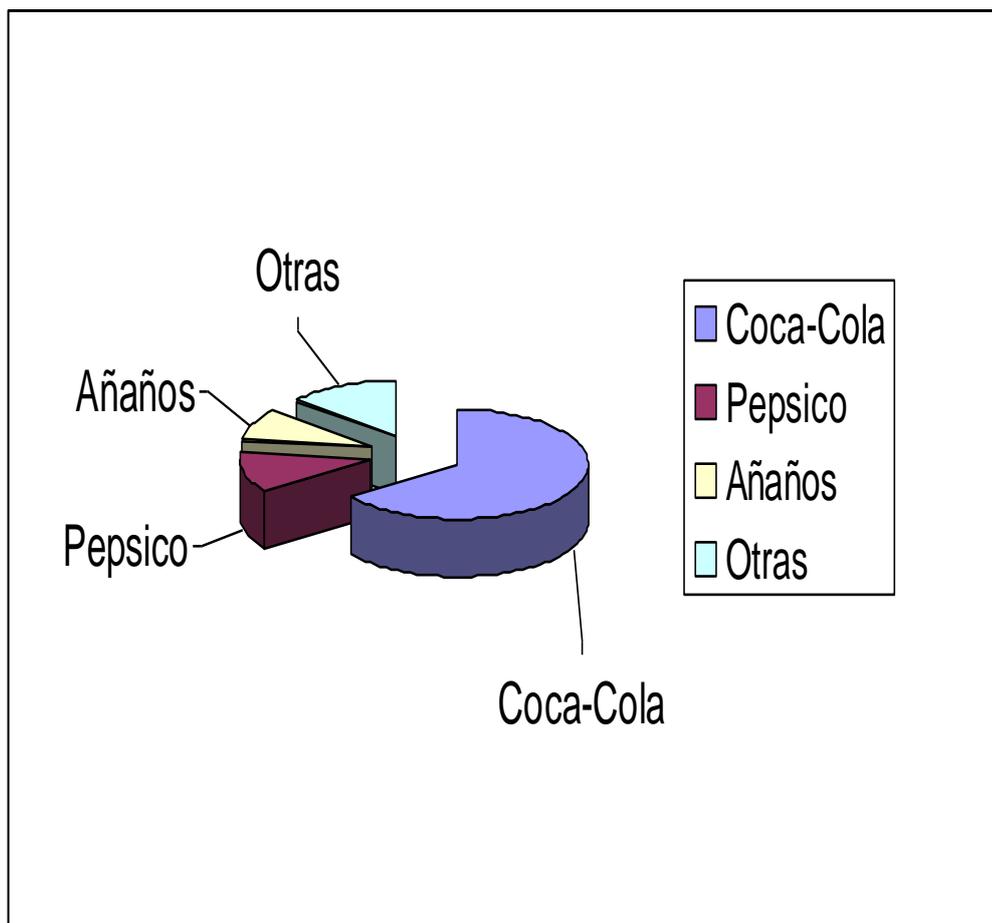
En el último informe de los investigadores IPSA (encuestadora) ubica a la Coca-Cola con un liderazgo en recordación local como en la participación del mercado como con un 65% por lo que la embotelladora Ecuador Bottling Company Corp. vende más de 160 millones de dólares, y su marca es un referente de iniciativas publicitarias y una de las más recordadas en el mundo. En el cuadro N° 4 y gráfico N°2 se detalla e ilustra los porcentajes de ventas en el mercado nacional, de EBC y sus competidores.

CUADRO N° 4
MERCADO ACTUAL

Empresa	Porcentaje
Ecuador Bottling Company	65%
Pepsico	12%
Añaños (Big cola)	9%
Otras	14%

Fuente: IPSA
Elaborado por: Byron Chica A.

GRAFICO N° 2
MERCADO



Fuente: Departamento de Ventas
Elaborado por: Byron Chica A.

Incursión en el mercado. (Análisis de los competidores).- La compañía Ecuador Bottling Company EBC es líder del mercado con el 65 por ciento de participación actualmente ya que su situación cambio debido a la dolarización y del "ingreso de producto de bajo costo" se hace continuamente investigaciones de mercado para conocer las necesidades del consumidor.

Pepsico tiene el 12% de participación, su marca Pepsi ocupa el segundo lugar y cuarto respectivamente en recordación del público. Según investigadora IPSA.

VALORUN, con sus marcas Tropical y Manzana, ésta última se ubica como la bebida de mayor preferencia de 600 consumidores, según datos de la Investigadora Negocios y Estrategias. IPSA la ubica como la cuarta gaseosa más recordada.

Análisis de las estadísticas de ventas.- El análisis de ventas se lo ha tabulado de acuerdo a las cajas físicas de vendidas con el presupuesto de cumplimiento, datos obtenidos de ventas acumuladas hasta el 30 de junio del 2010, y se los detalla en el cuadro N° 5.

Este análisis se lo ha efectuado en sub-divisiones a nivel nacional, y así tener un panorama más claro en lo referente a las estadísticas de ventas.

Se detallan el número de cajas físicas vendidas, en la región Guayaquil es de 990.37 cajas como promedio. El cumplimiento del presupuesto está en el 100.6% de cajas, mientras que el cumplimiento del presupuesto de ingresos en el 99.2%.

En el acumulado de ventas del presente año versus el año anterior se lo sitúa en el 28.6%.

CUADRO Nº 5
VENTAS ACUMULADAS HASTA EL 30 DE JUNIO DEL 2010

	Cajas Física	Cumplimiento	Cumplimiento	Ventas vs.	Ingreso Neto	Promedio
	Ventas Netas	Presupuesto Cajas Físicas	Presupuesto Ingresos	Año pasado (Acum. Mes)	x Caja Unitaria	Diario CF Real
División Sur	2.046,24	99,625	95,1	18,575	2,03	81,914
Reg. Guayaquil	990,37	100,6	99,2	28,6	1,96	39,748
Reg. Costa Centro	358,27	107,3	98,7	21,5	2,09	12,910
Reg. Sierra Sur	383,05	93,7	92,9	5,8	2,01	16,359
Reg. Costa Sur	314,55	96,9	89,6	18,4	2,06	12,897

Fuente: Departamento de Ventas

Elaborado por: Byron Chica A

26

Días Laborados: 26

Laborar: 0

Días Hábiles:

Días x

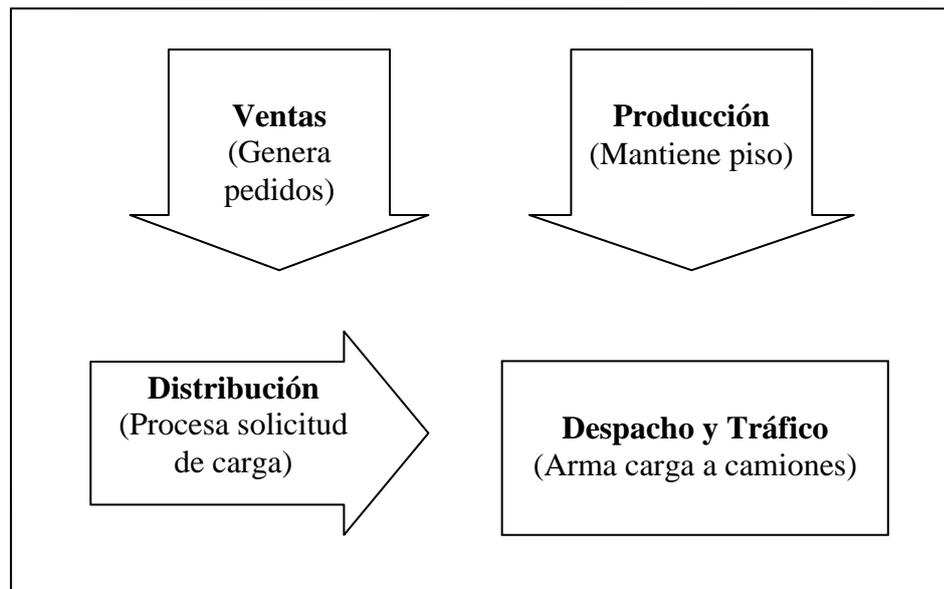
Canales de distribución.- El sistema de distribución de la compañía Coca-Cola es considerado uno de los mejores a nivel mundial para la comercialización de sus productos.

MISIÓN DE LA COMERCIALIZACIÓN DE LA COMPAÑÍA:

"Asegurar que todos los productos en sus diferentes marcas y presentaciones, lleguen al 100% de nuestros clientes y consumidores con eficiencia, eficacia y productividad, logrando así la satisfacción de la

demanda." En el Gráfico N° 3 se muestra la forma de distribución de los productos de EBC.

GRAFICO N° 3
DISTRIBUCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE EBC



Fuente: EBC. Gye
Elaborado por: Byron Chica

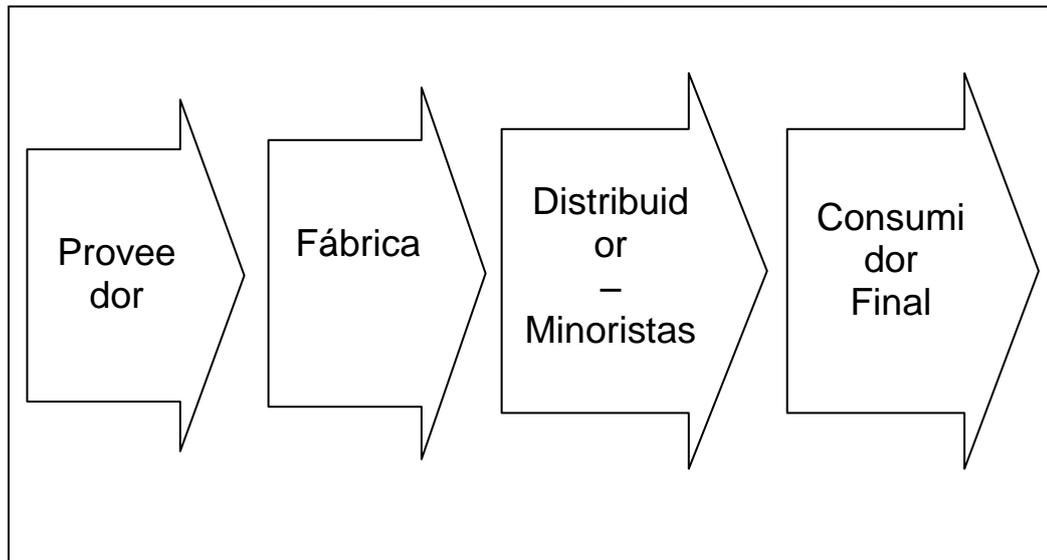
Existen dos sistemas de distribución, con los que cuenta EBC y son los siguientes:

- a) **Sistema de auto venta.**- El vendedor de ruta realiza la venta, el merchandising y la entrega durante la misma visita al cliente.
- b) **Sistema de preventa.**- El pre vendedor realiza la venta y el merchandising en un día. El entregador (conductor del camión) realiza la entrega y el merchandising otro día.

El canal de distribución con que cuenta la empresa EBC es el siguiente:

Proveedor - Fábrica - Distribuidores - Consumidor Final. En el gráfico N° 4 se ilustra el Canal de distribución de la empresa.

GRÁFICO N° 4
DISTRIBUCIÓN INTERNA DE EBC



Fuente: EBC. Gye
Elaborado por: Byron Chica

Nuestro mercado a nivel país cuenta con 59 centros de distribuciones, lo cual con datos específicos nos hacen conocer que contamos con 167.500 Clientes Directos.

1.3. Descripción General del Problema

Entre los problemas que afectan a la empresa, tenemos los que detallamos a continuación:

- ❖ Paradas continuas de equipos y maquinarias en la línea de llenado N° 5.
- ❖ Falta del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, en la línea de llenado N° 5.
- ❖ Falta de Mano de Obra Calificada para la Línea de llenado N° 5.

- ❖ Falta de un aprovisionamiento de recipientes de vidrio en la línea de llenado N° 5.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementar sistema de producción en la línea de llenado No.5, basado en la Teoría de las Restricciones, para incrementar el valor de la empresa y así se mantenga atractiva y competitiva en el mercado nacional e internacional.

1.4.2. Objetivos específicos

- a.-** Implementar un programa de capacitación permanente de las Buenas Prácticas de Manufactura (GPM) y Funciones de Trabajo (JFT) y educación continua para todo el personal de la línea N°.5, de forma que se garantice siempre la elaboración de productos con la mejor calidad.
- b.-** Mejorar en la entrega de productos todo el tiempo, cumpliendo con el plan de producción, mediante un enfoque proactivo y de colaboración.
- c.-** Incrementar la productividad y la eficiencia para mantener los costos competitivos.

1.5. Justificativos

El desarrollo de este trabajo de investigación tiene como finalidad resolver el problema que se ha presentado en la línea de llenado No.5, y se sustenta, que desde el punto de vista empresarial, el indicador más importante en un proceso de negocio es el tiempo que transcurre desde que se compra la materia prima hasta que se cobra al cliente por los bienes y servicios que se han producido, minimizar este tiempo implica que se podrá satisfacer las necesidades o demandas del cliente en la brevedad posible, mejorando a la vez el nivel de servicio al cliente y la

imagen que éste tiene de la empresa. En la actualidad este proceso no está en cumplimiento y los gastos operativos se han visto afectados debido a las paras continuas durante el proceso de llenado.

De esta manera, la presente investigación se justifica porque:

- ✓ Se incrementará la productividad de la planta.
- ✓ Reducirá el tiempo actual del proceso de llenado en la línea N° 5.
- ✓ Maximizará el nivel de satisfacción del cliente interno y externo.
- ✓ Dinamizará el proceso productivo de la línea N° 5.
- ✓ Reducirá los gastos operativos.
- ✓ Cumplirá con el plan de mantenimiento preventivo en la línea N° 5.

1.6. Delimitación de la investigación

El estudio se encuentra delimitado en la línea de llenado N° 5. El mayor problema que está afectando al buen desempeño de la empresa es el relacionado a las paras continuas en el proceso de llenado lo cual indica la baja eficiencia de dicha línea.

1.7. Marco teórico

Este trabajo se desarrollará bajo la modalidad del TOC (Teoría de las Restricciones) la cual fue escrita la primera vez por Eli Goldratt al principio de los 80 y desde entonces ha sido muy utilizada en la industria.

Es un conjunto de procesos de pensamientos que utiliza la lógica de la causa y el efecto para entender lo que sucede, y así encontrar maneras de mejorar.

Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del más lento. La manera

de acelerar el proceso es utilizar un catalizador en el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. La teoría enfatiza la dilucidación, los hallazgos y apoyos del principal factor limitante. En la descripción de esta teoría, estos factores limitantes se denominan restricciones o “cuellos de botellas”.

Claro está, que las restricciones pueden ser un individuo, un equipo, una pieza de un aparato, una política local, o la ausencia de alguna herramienta o pieza de algún aparato.

El autor del libro *La Meta*, E. Goldratt, resalta la aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC – *Theory of Constraints*), donde la idea medular es que en toda empresa hay, por lo menos, una restricción. Si así no fuera, generaría ganancias ilimitadas.

Siendo las restricciones factores que bloquean a la empresa en la obtención de más ganancias, toda gestión que apunte a ese objetivo, debe ser focalizado a las restricciones. Lo cierto es que TOC es una metodología sistemática de gestión y mejora de una empresa, y se basa en las siguientes ideas:

La meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero en forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones.

Aunque parezca lo contrario, en toda empresa existen unas pocas restricciones que le impiden obtener más dinero. Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, lo que le impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su Meta, son en general criterios de decisión erróneos.

Producción: Cómo mejorar con TOC

La Teoría de las Restricciones desarrollada a partir de su “Programa de Optimización de la Producción”. El punto de partida de todo el análisis es que la meta es ganar dinero, y para hacerlo es necesario elevar el *Throughput*,* pero como éste está limitado por los cuellos de botella, E. Goldratt concentra su atención en ellos, dando origen a su programa “OPT” que deriva en la “Teoría de las Restricciones”. Producir para lograr un aprovechamiento integral de la capacidad instalada, lleva a la planta industrial en sentido contrario a la meta, si esas unidades no pueden ser vendidas.

La Meta E. Goldratt (1999) **“Una planta en la que todos trabajan todo el tiempo, es muy ineficiente”** (Pág.84).

La razón dentro del esquema de E. Goldratt es muy sencilla: se elevan los inventarios, se elevan los gastos de operación y permanece constante el *throughput*, exactamente lo contrario a lo que definió como meta.

E. Goldratt sostiene que todo el mundo cree que una solución a esto sería una planta balanceada; entendiendo por tal, una planta donde la capacidad de todos y cada uno de los recursos está en exacta concordancia con la demanda del mercado.

* Precio de Venta menos el Precio de la Materia Prima.

Pareciera ser la solución ideal; cada recurso genera costos por una capacidad de cien unidades, que se absorben plenamente porque cada recurso necesita fabricar 100 unidades que es la demanda del mercado. A partir de esta teórica solución, las empresas intentan por todos los

medios balancear sus plantas industriales, tratando de igualar la capacidad de cada uno de los recursos con la demanda del mercado.

Suponiendo que sea posible, se reduce la capacidad de producción del recurso productivo uno, de 150 unidades a 100 unidades. De ésta manera, disminuyen los gastos de operación y supuestamente permanecen constantes los inventarios y el throughput.

Pero según E. Goldratt, todo esto constituye un gravísimo error. Igualar la capacidad de cada uno de los recursos productivos a la demanda del mercado implica inexorablemente perder throughput y elevar los inventarios.

Las razones expuestas son las siguientes: E. Goldratt distingue dos fenómenos denominados:

Eventos Dependientes: Un evento o una serie de eventos deben llevarse a cabo antes de que otro pueda comenzar. Para atender una demanda de 100 unidades, previamente es necesario que el recurso productivo número dos fabrique 100 unidades y antes que éste, es necesario que lo mismo haga el recurso productivo número uno.

Fluctuaciones Estadísticas: Suponer que los eventos dependientes se van a producir sin ningún tipo de alteración es una utopía. Existen fluctuaciones que afectan los niveles de actividad de los distintos recursos productivos, como son: calidad de la materia prima, ausentismo del personal, rotura de máquinas, corte de energía, faltante de materia prima e incluso disminución de la demanda.

La combinación de estos dos fenómenos, genera un desajuste inevitable cuando la planta está balanceada, produciendo la pérdida del throughput y el incremento de los inventarios.

Siguiendo con el análisis de E. Goldratt, veamos cual es el camino propuesto por él, que deriva en lo que a nuestro juicio, es la parte más rescatable de todo el desarrollo.

El Programa de Optimización de la Producción E. Goldratt, distingue dos tipos de recursos productivos:

Recurso cuello de botella.- Es aquel cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él.

Recurso no cuello de botella.- Es aquel cuya capacidad es mayor que la demanda que hay de él.

Los cuellos de botella no son ni negativos ni positivos, son una realidad y hay que utilizarlos para manejar el flujo del sistema productivo.

Restricción: Es cualquier elemento que limita al sistema en el logro de su meta de generar dinero. Todo sistema o empresa tiene restricciones.

Tipos de Restricción:

De Mercado: La demanda máxima de un producto está limitada por el mercado.

De Materiales: El throughput se limita por la disponibilidad de materiales en calidad y cantidad adecuada.

De Capacidad: Es el resultado de tener equipo con capacidad que no satisface la demanda de ellos.

De Logística: Restricción inherente en el sistema de planeación y control de producción.

Administrativa: Estrategias y políticas definidas por la empresa que limitan la generación del throughput.

De Comportamiento: Actitudes y comportamiento del personal. La actitud de “ocuparse todo el tiempo” y la tendencia a trabajar lo fácil.

El DBR (Tambor-Amortiguador-Cuerda) es una metodología de la ejecución industrial, nombrada por sus tres componentes. El tambor es la restricción física de la planta: el centro de trabajo, máquina u operación que limitan la capacidad del sistema entero para producir más. El resto de la planta sigue el ritmo del tambor. Ellos se aseguran que el tambor tenga trabajo y lo que éste ha procesado no se desperdicie.

El amortiguador protege al tambor, para que siempre tenga trabajo que fluye hacia él. Los amortiguadores en DBR tienen tiempo como su unidad de medida, en lugar de la cantidad de material. Esto hace que la prioridad del sistema sea operar estrictamente basado en el tiempo que se espera que un pedido u orden de producción esté al funcionamiento del buffer. El DBR normalmente los amortiguadores (buffers) en varios puntos del sistema: en la restricción, en el sitio de ensamble y en el lugar de entrega.

La cuerda es el mecanismo de salida de trabajo para la planta. Solo un buffer de tiempo en frente de una orden hace la debida liberación a la planta.

Pasos a seguir para su implementación:

- Paso 1- Identificar las restricciones de la empresa.
- Paso 2- Decidir cómo explotar las restricciones.
- Paso 3- Subordinar todo lo demás a la decisión anterior.
- Paso 4- Elevar las restricciones de la empresa.

Paso 5- Volver al paso 1.

Para realizar la evaluación económica en cualquier tipo de inversión existen dos métodos básicos que son el TIR y el VAN y en su utilización se debe contar con una TMAR (Tasa Mínima Referencial).

Gabriel Baca Urbina (1999) en su obra Fundamentos de Ingeniería Económica al referirse a los métodos, manifiesta:

“El VAN (Valor Actual Neto) significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente, se lo denomina también como la tasa de descuento”. (Pág.82).

“La TIR (Tasa Interna de Retorno) es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero” (Pág. 85).

$VAN \geq 0$ Acepte

$TIR \geq TMAR$ Acepte (Pág. 86)

BPCS (Business Planning and Control System = Planificación y Control de Negocios) es un Software flexible multi – empresa, que se integra fácilmente con las aplicaciones de los socios estratégicos, teniendo como plataforma el servidor A/S 400 que es una arquitectura cerrada de IBM. Más de 6000 empresas de todo el mundo lo utilizan, inclusive líderes mundiales en la industria automotriz, electrónicos, farmacéuticos, químicos, bienes de consumo empacados y alimentos/bebidas. “Ninguna proveedora de software tiene la amplia experiencia y base instalada que tiene BPCS”

1.8. Metodología

En la elaboración del proyecto se utilizarán técnicas de conocimiento de Ingeniería, tales como:

- **Metodología de Investigación:** Observación directa, Investigación directa, por encuesta o personal e información obtenida por fuentes de la institución.
- **Diagramas Causa- Efecto:** Registran los problemas que afectan directamente al aumento de la productividad.
- **Diagrama de Pareto:** Demuestra el porcentaje de incidencias de los problemas.
- **Diagrama de Flujo de procesos:** Visualiza la secuencia de operaciones que se desarrolla en el proceso.
- **Diagrama de Operaciones:** son todas las operaciones que se desarrollan en un proceso identificado.
- **Bibliografía:** Fuente investigativa utilizada para demostrar la información que se describe en el desarrollo de la tesis.
- **Glosario:** Descripción de términos o conceptos utilizados en el desarrollo de la tesis.

CAPITULO II

SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Recursos Productivos

2.1.1. Distribución de planta

En la distribución de la planta, se declara las instalaciones actuales con que cuenta la empresa, a más de su capacidad instalada es lo que constituye el sistema productivo físico e industrial que existe para alcanzar el objetivo eficiente adecuado.

VER ANEXO 3

2.1.2. Terreno Industrial y Maquinarias (Recursos Físicos).

Ecuador Bottling Company se encuentra estratégicamente ubicada dentro del sector industrial de Guayaquil y cuenta con una buena infraestructura.

Desarrolla sus actividades industriales y administrativas en una edificación de 50.100 m². Cuenta con todos los servicios básicos como agua, luz, teléfono y recolección de desechos.

En el cuadro N° 6 se detalla la infraestructura de la compañía, mientras en el cuadro N° 7 las maquinarias que hay en las 5 líneas de producción.

CUADRO N° 6
INFRAESTRUCTURA DE LA COMPAÑÍA POR ÁREAS
EN UNIDAD DE METRO CUADRADO

Lugares	Dimensiones m²
Recepción	33,00
Gerencia General	108,12
Departamento administrativo	93
Departamento Legal	18
Departamento de Sistemas	115
Departamento Organizacional	17,00
Departamento de compras	44,00
Departamento de Auditoria	51
Departamento de Recursos Humanos	183,40
Departamento de Archivos Generales	80,55
Corredores - Baños Planta alta	278,50
Departamento Financiero	44,30
Controlador Nacional	32
Corredores - Ingresos - Parqueos	11.395,22
Departamento Producción y calidad	211,10
Logística	70,50
Oficina Mantenimiento General	98,00
Oficina - taller Bodega de materia prima 2 (envases)	134,00
Bodega de materia prima 2	1.689,98
Cuarto de bombas (pta. de agua)	45,31
Bodega de Materia prima	2.308,39
Áreas verdes	3.102,76
Parqueo de camiones	4.698,00
Oficina de despacho	27,00
Departamento de distribución	40,68
Dispenser	172,78
Cuarto de Trituración	148,00
Carga y descarga de camiones	2.895,00
Sistema de refrigeración	280,20
Bodega de envases llenos y vacíos	8.570,20 (m2)
Sub-estación N° 1	64,00
Sub-estación N° 2	52,70

Sub-estación N° 3	35,38
Dispensario Odontológico	13,80
Dispensario Médico	42,22
Parqueo General y Sub gerencial	212,00
Comedor	158,70
Agencia bancaria	41,50
Departamento de Publicidad	20,28
Bodega de Publicidad	725
Generador Caterpillar	42,67
Generador Kohler	18
Sala de ventas y liquidación	207,00
Garita	16,60
Planta de combustibles	55,00
Planta de Efluentes Líquidos Etp 1-2	548,91
Planta de Efluentes Líquidos Etp 3-4	1.982,26
Tanque de almacenamiento de diesel	45,33
Tanque de almacenamiento de bunker	45,3
Tanque de almacenamiento de sosa	40,00
Planta de recuperación de agua	126,53
Planta de tratamiento de agua	420,60
Pontón de expedición	225.48
Sala de audiovisual y capacitación	169,57
Baterías Sanitarias (Diferentes áreas)	475,00
Equipos de evaporador y torre de enfriamiento	346,50
Sistema vapor	162,0
Tanque receptor de Co2	192,68
Oficina de Supervisión de mantenimiento y producción	48,00
Taller mecánica industrial	46,70
Taller de torno y soldadura	144,30
Bodega de repuestos industriales	195,00
Líneas de embotellado	5.495,00
Cámara de Frío	187,00
Sala de jarabe	346,39 (m2)
Bodega de Azúcar	352,11
Área de refinación	193,22

Taller eléctrico	31,49
Llenado de Sistema Bag in Box	164,62
Lavado en caliente CIP	39,00
Laboratorio de calidad Pta. Baja	34,16
Laboratorio electrónico	41,58
Cooperativa	16,55

Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A.

CUADRO Nº 7 MAQUINARIAS

MAQUINA	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 4	LÍNEA 5
Despaletizadora	x	x	x	x	x
Desencajonadora				x	x
Paletizadora				x	x
Encajonadora				x	x
Lavadora de Botellas				x	x
Lavadora de Cajas				x	x
Llenadora	x	x	x	x	x
Capsuladora	x	x	x	x	
Coronador				x	x
Asebi				x	x
Alexus				x	
Transp. de Cajas				x	x
Transp. de Botellas	x	x	x	x	x
Transp. de Pallets	x	x	x	x	x
Transp. de Fardos		x	x		
Transp. Neumático		x	x		
Carbonatador	x	x	x	x	x
Codificador	x	x	x	x	x
Rinseadora	x	x	x		
Termo formadora	x	x	x		
Envolvedor	x	x	x		
Bomba Jarabe	x	x	x	x	x

Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A.

En el ANEXO 4 se presentan las especificaciones técnicas de la línea de embotellado N° 5.

2.1.3. Recursos Humanos (Empleados y Obreros).

Su organización funcional cumple con el manual de funciones definidas, estableciendo el grado de autoridad de decisión jerárquica y funciones específicas de cada grado con relación a sus respectivos departamentos; que permite visualizar el manejo de las operaciones internas de la empresa y regidas bajo las leyes laborales del País. En los actuales momentos la empresa cuenta con la participación de 1.135 empleados siendo estos directos y se lo clasifican de la siguiente manera:

- a) Personal Administrativo; y
- b) Personal operativo.

Personal Administrativo.- Es aquel que labora en las áreas de Administración, Comercialización, Marketing, Ventas y compras, Informática y Sistemas, Control de Gestión, Planificación de Operaciones, Talento Humano, Contraloría Logística y Distribución, y Manufactura, y que cumplen sus funciones habituales en las Oficinas de Planta.

Personal Operativo.- Es la persona que labora y participa en todo el proceso de producción y que cumple con todas las funciones habituales en la fábrica, incluyendo las actividades de mantenimiento, hasta cuando las necesidades productivas y operativas de la Compañía demanden diferenciarlos.

En el cuadro N° 8 se detalla el número de empleados y las áreas en que laboran. Dichas áreas son: Administración, soporte, producción, mantenimiento, ventas, despacho y bodegas.

CUADRO N° 8
PERSONAL DE EBC Gye

N° EMPLEADOS	AREA EN QUE LABORAN
143	Administración
45	Soporte
255	Producción
52	Mantenimiento
350	Ventas
290	Despacho y Bodegas
1135	Total

Fuente: Dpto. Talento Humano
Elaborado por: Byron Chica A.

2.1.4. Recursos Financieros.

Ecuador Bottling Company es una empresa que nace en el año 1999 de la fusión de las tres familias que venían operando con la marca Coca-Cola en el país como son: Congaseosas del grupo Noboa, Indega con el grupo Correa y Emprosur con el grupo Herrera - El Juri.

Su recurso financiero se hace mediante un plan de negocios establecido anualmente o también llamado presupuesto, al que se le asigna cantidades promedios a todos los gastos operacionales.

2.1.5. Seguridad Industrial.

La Compañía cumple y hace cumplir todos los reglamentos que concierne a la Seguridad Industrial vigentes en el país. Cuenta con:

- ❖ Un jefe de Seguridad Industrial y un auxiliar.
- ❖ El Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo.
- ❖ Un comité paritario de Seguridad e Higiene del Trabajo.
- ❖ Una Brigada contra Incendios.
- ❖ Un coordinador ambiental

Equipos de Seguridad Industrial:

- Eruptor: Utiliza espuma foam (incendios con hidrocarburos).
- Bifulcadora: Línea de agua contra incendio.
- Gabinete con equipos de protección personal.
- Equipo de auto contenido: trajes de bomberos, amoníaco, trajes para trabajos en áreas frías.
- Señalética.

2.2. Procesos de producción

2.2.1. Análisis del Proceso.

El área del proceso de producción está constituida por dos grandes áreas:

1. El área de soporte que consta de:
 - Planta de agua
 - Cocimiento
 - Calderos
 - Refrigeración

2. Área de envasado que consta de:
 - Líneas de embotellado

Materia Prima.- Las materias primas son receptadas y aceptadas después que pasen las pruebas de control de Calidad, luego pasan a ser almacenadas en los espacios asignados dentro de las bodegas dependiendo del producto. Existen las siguientes bodegas: general, auxiliares, cámara de frío. Existe un exhaustivo y adecuado control de rotación de la materia prima que es el PEPS (Primero en entrar, primero en salir) para de esta manera garantizar la calidad del producto.

Tratamiento de Agua

Etapa 1.- El proceso se inicia con la captación de agua cruda (agua potable), que ingresa a la Planta por medio del suministro Municipal, y se almacena en la cisterna; luego se envía por medio del sistema de bombas al tanque de Reacción.

Etapa 2.- Esta etapa se realiza en un tanque de reacción, que es un proceso químico convencional de desinfección, coagulación y floculación; en donde se adicionan cantidades correctamente medidas de productos químicos, como:

Cal: Utilizada para disminuir la alcalinidad presente en el agua cruda a valores menores de 50 ppm.

Cloro: Se lo usa para eliminar microorganismos, quemar y oxidar la materia orgánica presente.

Sulfato Ferroso: Sirve para coagular y flocular la materia orgánica presente. Una vez dosificada la mezcla en el reactor, el agua pasa al tanque de equilibrio, que sirve de medio de retención, desde el cual se envía agua pre clorada al filtro de arena y purificadores de carbón.

Etapa 3.- En los filtros de arena se retienen partículas y materia en suspensión (flósculos), que por su tamaño no pueden ser sedimentados en el reactor, y que elevan la turbiedad del agua. A la salida de los filtros, el agua sale con valores de turbidez menores a 0,5 N.T.U., la misma que posteriormente pasa por los purificadores del carbón activado.

Etapa 4.- En los purificadores de carbón se elimina el cloro residual que se utilizó en la desinfección del agua, por medio de una reacción catalítica de óxido - reducción. También se eliminan sustancias

que imparten color, olor y sabor al agua.

Además, residuales de Trihalometanos, pesticidas, hierro residual, y otros. De aquí pasa el agua por el Filtro Pulidor como etapa final del proceso.

Etapa 5.- En esta etapa se retienen partículas de carbón que se desprendieron debido a la fricción del agua a su paso por el lecho de carbón activado.

Esto se realiza debido a que posee cartuchos filtrantes compactos con poros de 3 micras.

Al pasar por el filtro pulidor el agua se dirige a las tres áreas de proceso en la que se utiliza el agua tratada que son:

1. Sala de preparación de jarabe simple (cocimiento)
2. Sala de preparación de jarabes terminados.
3. Sala de embotellado (producto final).

Sala de Jarabes (Cocimiento).- Esta fase consiste en cargar las marmitas con agua tratada, luego se introduce vapor después de un tiempo determinado se agrega el azúcar a la marmita en las cantidad establecida de acuerdo al batch a producir, seguidamente se agrega el carbón activado dependiendo de la calidad del azúcar, se agrega el polvo filtrante y se lo deja cocinar a una temperatura de 80°C durante 80 min.

Luego se recircula por un filtro para eliminar impurezas, seguidamente pasa por un intercambiador de calor durante 45 min. que hace que finalmente se obtenga una temperatura x

Se verifica mediante un análisis de laboratorio si existe carbón

activado, olor y transparencia del jarabe; una vez aprobado esto, está listo para la siguiente fase. Se programa la cantidad de litros de jarabe simple según las unidades de concentrado a preparar.

Sala de Calderos.- Esta área está constituida por 3 calderos que generan un promedio de vapor de agua de 5800Kg/hrs. Utilizados en las lavadoras de botellas, en el área de cocimiento, en planta de agua, en la esterilización CIP de los equipos. Los calderos reciben mantenimiento cada 6 meses.

Sala de Refrigeración.- Esta área está constituida por: 4 compresores de amoníaco de tornillos de 400HP y Ton. de refrigeración y sirven para los enfriadores de bebida antes de ser carbonatada, en las centrales de agua helada (chiller), 2 compresores de aire que sirven para el accionamiento neumático de equipos, para contrapresiones de tanques de llenado, calderos, planta de agua.

2.2.2. Análisis del Flujo de Proceso en la línea N° 5.

El proceso de elaboración y embotellado de bebidas gaseosas en lo que respecta a la línea de producción N° 5 ya sea en formato 300 o 200 CC se lo realiza de la siguiente manera:

Las cajas con botellas vacías son traídas desde despacho en pallets que contienen 40 cajas. Son despaletizadas y trasladadas por medio de transportadores de cadena hasta la desencajonadora donde las botellas son sacadas de las cajas.

Las botellas empiezan un ciclo a través de los transportadores de cadena y pasan primero por una pantalla de pre inspección donde se desechan las botellas que tenga una extrema suciedad o que tengan un daño visible (pico roto), luego pasan a través de las siguientes maquinas:

- Lavadora de Botellas
- Inspector de Botellas Vacías (ASEBI), donde se revisa la botella por medio de los lentes de inspección y rechaza las botellas que no cumplan con los parámetros de envase especificados por el departamento de Calidad.
- Llenadora de Botellas
- Codificador, donde se imprime en la tapa, fecha de elaboración y expiración.
- Encajonadora donde se colocan las botellas llenas de bebida.

Las cajas vacías que salen de la desencajonadora son llevadas por medio de transportadores de cadena hasta la lavadora de cajas y de aquí son llevadas a la encajonadora.

Desde la Encajonadora es transportada la caja con producto terminado hasta la paletizadora donde se colocan en pallets con capacidad para 40 cajas.

De aquí son llevadas en montacargas hasta Despacho donde después serán distribuidas a los diferentes sectores del país.

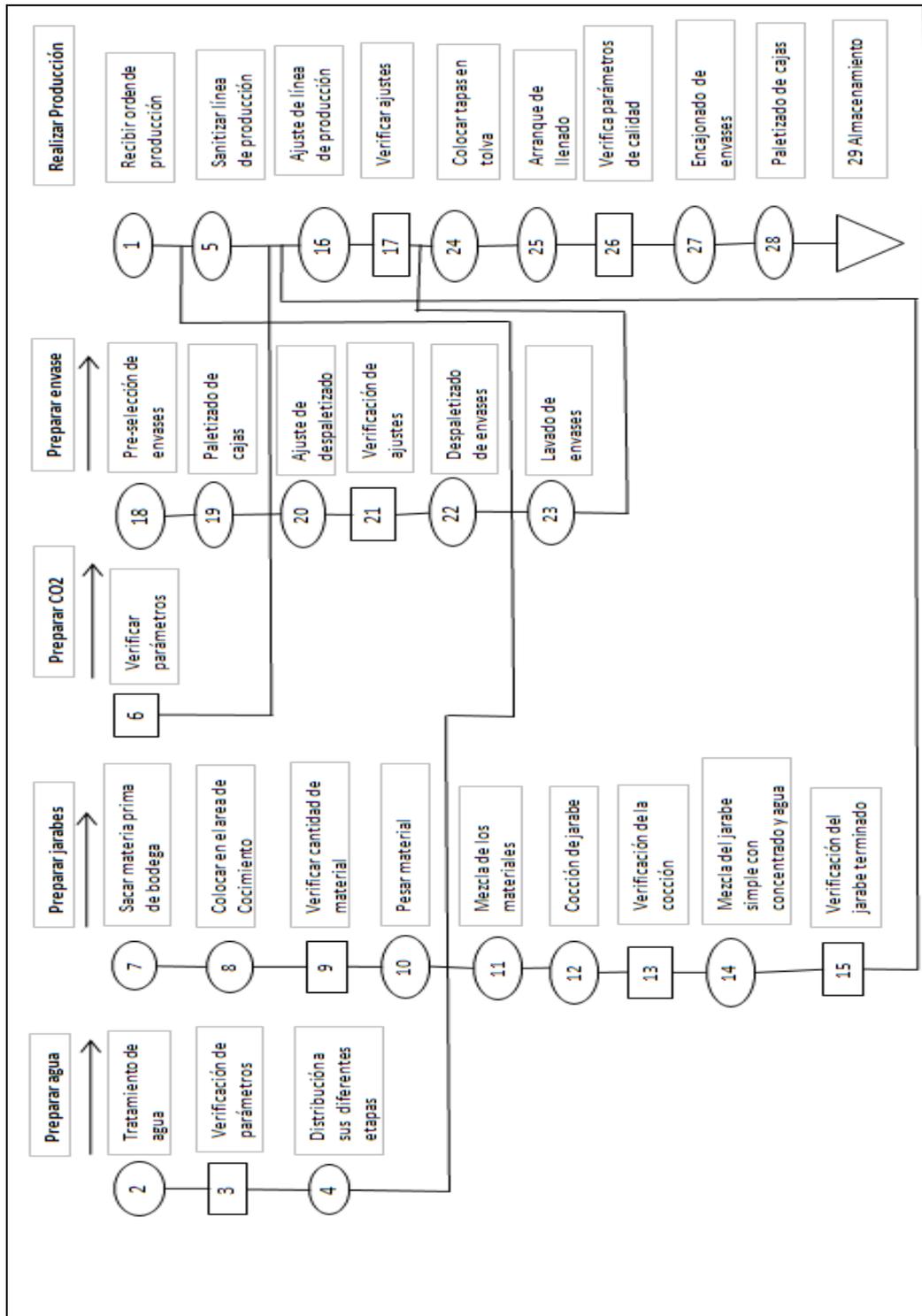
En el ANEXO 5, se muestra el diagrama de flujo de proceso.

2.2.3. Diagrama del Flujo de Operaciones

En el gráfico N° 5 se muestra el flujo de operaciones, desde que sale la materia prima de la bodega, hasta el paletizado de envases.

Se recibe la orden de producción. En el sub- proceso de preparación del agua, se trata ésta verificando si está dentro de los parámetros que la compañía exige, para luego ser distribuida a los diferentes usos. Se hace el pedido de materiales para la preparación de los jarabes.

GRAFICO Nº 5
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES



Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A.

2.2.4. Análisis de Recorrido

En el Anexo 6 se presenta el diagrama de recorrido del proceso de embotellado de bebidas gaseosas en la línea de producción N° 5.

VER ANEXO 6.

2.3. Capacidad de Producción

La producción de bebidas gaseosas se la realiza en las cinco líneas de producción y se la distribuye en cada una de ellas de acuerdo al tipo de formato o envases para lo cual están diseñadas cada una de las llenadoras de botellas.

La capacidad de producción de cada una de las líneas se la mide en base a la velocidad de llenado (botellas por minuto) de las máquinas llenadoras de botellas. Cada máquina tiene una capacidad determinada dependiendo del formato del envase lo cual determina la cantidad de cajas o fardos teóricos que se han de producir.

Los parámetros que se consideran son:

- BPM = Botellas por minuto.
- UL = Utilización de línea
- BPC o BPF = Botellas por caja o por fardo
- CPH o FPH = Cajas o fardos por hora
- Mix. Prod. = Porcentaje del tiempo en la jornada de trabajo que se destina para producir dicho formato.

Como veremos en el cuadro N° 9 se detalla la capacidad de producción tomando como ejemplos algunos formatos que envasan en cada una de ellas.

CUADRO Nº 9

CAPACIDAD DIARIA DE PRODUCCIÓN

LÍNEA # 1	BPM	BPM	U.L.	F.P.C.	F.P.H.	MIX	CJAS
PRESENTACIÓN	TEÓRICAS	REAL			REALES	PROD.	DÍA
1,35 LITROS PET	350	350	65%	12	1.138	20,00%	5.460
2,75 LIT. PET	275	275	65%	12	894	80,00%	17.267
TOTAL						100,00%	22.727

LÍNEA # 2	BPM	BPM	U.L.	B.P.F.	F.P.H.	MIX	CJAS
PRESENTACIÓN	TEÓRICAS	REAL			REALES	PROD.	DÍA
2L PET	200	200	65%	6	1.300	34,50%	10.764
3 LTS. PET	130	130	65%	6	845	65,50%	13.283
TOTAL						100,00%	24.047

LÍNEA # 3	BPM	BPM	U.L.	B.P.F.	F.P.H.	MIX	CJAS
PRESENTACIÓN	TEÓRICAS	REAL			REALES	PROD.	DÍA
1/2 LITRO PET	350	350	65%	12	1.138	10,50%	2.867
1.25 LITROS PET	250	250	70%	6	1.750	10,00%	4.200
2 LITROS PET	200	200	65%	6	1.300	1,00%	312
3 LITROS. PET	133	133	70%	6	931	72,50%	16.199
2,5 LITROS PET	133	133	70%	6	931	6,00%	1.341
TOTAL						100,00%	24.919

LÍNEA # 4	BPM	BPM	U.L.	B.P.C.	C.P.H.	MIX	CJAS
PRESENTACIÓN	TEÓRICAS	REAL			REALES	PROD.	DÍA
LITRO 1/4 VR ML	140	140	70%	12	490	14,00%	1.646
2 LIT. REF PET	140	140	70%	9	653	45,00%	7.056
192/200 CHICA	250	250	75%	24	469	20,00%	2.250
300 MEDIANA	250	250	75%	24	469	21,00%	2.363
TOTAL						100,00%	13.315

LÍNEA # 5	BPM	BPM	U.L.	B.P.C.	C.P.H.	MIX	CJAS
PRESENTACIÓN	TEÓRICAS	REAL			REALES	PROD.	DÍA
192/200 CHICA	810	690	55%	24	1.100	54,00%	14.256
300 MEDIANA	790	670	55%	24	1.100	46,00%	12.144
TOTAL						100,00%	26.400

TOTAL PLANTA

111.408

Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A.

En el cuadro anterior se detalla la capacidad de producción de cada línea de embotellado y los formatos que producen.

2.3.1. Planificación de la Producción

El equipo de planeación de la demanda son los siguientes:

- Gerente de Trade Marketing (y/o Gerente de Consumo de Marketing).
- Gerente de Mercadeo Operacional.
- Gerente de Planeación de Operaciones (y/o Programador Maestro de Producción).
- Jefe Nacional de Presupuesto y Pronóstico de Ventas.
- Algunas personas que el equipo considere necesario.

En el Cuadro N° 10 mostramos los criterios de control para la planificación de la producción, mientras que en el Cuadro N° 10A se muestra un ejemplo del plan de producción semanal.

CUADRO N° 10 CRITERIOS DE CONTROL PARA LA PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN

Código	Detalle del Punto de Control	Responsable	Frecuencia	Referencia Instructivo del Control
PC1	Detectar inconsistencia o errores en el pronóstico base y el ajustado (verificar tendencias, estacionalidad)	Jefe Nacional de Pronósticos	Semanal	Detectar: - Variaciones anormales - Productos nuevos y promociones no justificadas cuantitativa ni cualitativamente - Pronóstico forzado para llegar a un resultado financiero - Supuesto de actividades no se cumplen

				- Mala interpretación al aplicar volúmenes
PC2	Detectar Factores exógenos que incidan en el pronóstico	Jefe Nacional de Pronósticos	Semanal	<p>Mercadeo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retraso en salida de campaña (materiales) - Presupuesto (DME) <p>Operaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de producción - Capacidad de soplado - Capacidad de Despliegue <p>Comercial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coherencia de actividades en el Mercado

Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A.

CUADRO Nº 10 A

PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN SEMANAL

	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 4	LÍNEA 5
LUNES 1-jun	Coca 3 – 40.000	Fresa 1.95 22.000	Dasani s/g 26.000	Coca Light 500 – 6.400 Coca Zero 500 – 1.600 Coca 410 – 14.000	Coca 300 – 5.000 Inca 300 – 4.000 Inca 200 – 6.000
Fardos x día	40.000	22.000	26.000	22.000	15.000
MARTES 2-jun	Coca 3 – 45.000	JDV Naranja 2 – 24.000	Dasani s/g 500 – 10.000 Fanta 500 – 15.000	Coca 1.25 – 6.000 Fresa 1.25 – 2.000 Fresa 2 – 600 Coca 2 – 6.000	Coca 192 – 7.000 Sprite 200 – 3.000 Sprite 300 – 3.000 Fanta 300 – 3.000 Coca 300 – 4.000
Fardos x día	45.000	24.000	25.000	14.600	20.000
MIÉRCOLES 3-jun	Sprite 2.75 – 25.000 Fanta 2.75 – 5.000	Coca 1.75 – 28.800	JDV Naranja 450 – 20.000 Durazno 450 – 6.000	Sprite 2 rp – 1.300 Fresa 2 rp – 1.300 Coca Light 500 – 4.800 Coca 500 – 10.000	Sprite 200 – 3.000 Fresa 200 – 3.000 Manzana 200 – 2.000 Coca 300 – 5.000 Coca 200 – 8.000
Fardos x día	30.000	28.800	26.000	17.400	21.000
JUEVES 4-jun	Coca 3 – 35.000	Coca 1.75 – 28.800	JVD Naranja 2 – 22.000	Coca 500 – 15.000 Coca 410 – 5.000	Coca 192 – 6.000 Fanta 200 – 4.000 Fanta 300 – 3.000 Coca 300 – 8.000
Fardos x día	35.000	28.800	22.000	20.000	21.000
VIERNES 5-jun	Coca 1.35 – 60.000	Coca 1.75 – 28.800	JDV Naranja 2 – 10.000 Durazno 2 – 12.000	Coca 410 – 20.000	Sprite 300 – 4.000 Fresa 300 – 3.000 Coca 192 – 8.000 Inca 192 – 4.000
Fardos x día	60.000	28.800	22.000	20.000	19.000
SÁBADO 6-jun	No produce	07h00 a 15h00 Mantenimiento	Fanta 500 – 24.000	No viene personal	Coca 300 – 10.000
Fardos x día	0	0	24.000	0	10.000
DOMINGO 7-jun	No viene personal	07h00 a 15h00 Mantenimiento	07h00 a 15h00 Mantenimiento	No viene personal	No viene personal
Fardos x día	0	0	0	0	0

Fuente: EBC. Gye. Departamento de Producción
Elaborado por: Byron Chica A.

La materia prima para la elaboración de las bebidas gaseosas y los materiales utilizados para envasarla se los detalla a continuación:

- Dióxido de carbono
- Agua tratada
- Jarabe terminado (Jarabe simple más edulcorante)
- Botellas (vidrio, pet, ref-pet)
- Tapas corona o rosca

En EBC, el programa de producción se lo realiza de acuerdo a lo que se estima en el presupuesto de ventas semanales del área comercial, y la información es enviada desde la Planta de Quito. Se utilizan 2 software para lo que es pronóstico de demanda y programación de la producción, los cuales son:

Arete Avail que es el software utilizado para la edición de la programación de la producción de cada una de las Plantas y líneas.

Arete Prevail, es el software utilizado para la generación y edición del pronóstico de la demanda comercial.

Criterios que se utilizan para ajustar la cantidad a producir:

- Disponibilidad de líneas.
- Políticas de Inventario de Frecuencia de Producción.
- Capacidad Instalada.
- Especificaciones de edad del producto.
- Cambios de sabor y formato.
- Pedidos de maquinaria para mantenimientos y proyectos.
- Disponibilidad en los tanques de Jarabe.
- Novedades de estado de maquinaria.
- Disponibilidad de envase.

Criterios para el secuencia miento de producción: Priorizar por sabor y formato en envases retornables y no retornables. En lo posible se planifica mantener el mismo formato en corridas largas o el mismo sabor en corridas cortas (para minimizar desperdicio de jarabe)

En lo concerniente a mano de obra, se debe nivelar las cantidades de producción para completar los turnos de trabajo minimizando el tiempo de inactividad y/o pago de horas extras.

En la asignación de líneas, se busca saturar la capacidad de la línea especializada y más eficiente y si las necesidades no son suficientes, se incluya a otras líneas que puedan trabajar con el formato y el producto que se desea elaborar.

La frecuencia de Producción, se establece utilizando el siguiente método:

Asignar una cantidad máxima y mínima de stock según lo establecen las políticas de inventario; cuando el stock llegue al mínimo de su capacidad se iniciará la producción hasta llegar al stock máximo establecido.

Además se debe tomar en cuenta los siguientes criterios de operación:

Pronóstico semanal de ventas: se debe disponer del pronóstico semanal máximo hasta el día miércoles de cada semana, el cual debe incluir todos los nuevos productos y actividades del mercado, el % de exactitud de lo pronosticado vs. Lo real (cajas físicas) deberá encontrarse dentro de lo especificado en el CDP (Carta Descriptiva del Proceso) de planeación de ventas. Este estará sujeto a cambios, dependiendo la demanda del mercado y estrategias de los competidores.

Inventario de producto y envase: se deberá disponer de inventarios de producto y envase consolidados de cada centro de producción y los inventarios de las Plantas productoras, máximo hasta las 10H00.

Inventario de envases soplado: tener los inventarios de la Plantas de soplado máximo hasta las 10h00, se debe indicar el estado de cada uno de los equipos de soplado y el formato que se encuentran soplando.

Planes de mantenimiento: se deberá disponer de los planes de mantenimiento semanales de la planta embotelladora de EBC, y además indicar las situaciones de mantenimiento correctivo.

La publicación del programa de producción semanal se debe realizar hasta el viernes a las 19h00, las publicaciones de los programas diarios se debe realizar hasta las 16h00. El asistente de planificación y desarrollo es responsable de la entrega de los pronósticos mensual y semanal de las ventas por marca y formato.

El planeador maestro de producción, el jefe de producción, el encargado de tráfico y el jefe de planta de soplado, son responsables de realizar diariamente en el horario estipulado la reunión de la planificación de la producción siendo de acuerdo a los horarios de cada Planta.

2.3.2. Capacidad Promedio Nominal de la línea N° 5: Para el cálculo de la capacidad nominal de producción instalada en la línea 5, se tomará un promedio de su velocidad nominal / teórica en botellas por minuto entre los 2 formatos.

El promedio de envases que llena la línea 5 es de 800 botellas por minuto. Este resultado sale de la sumatoria de los formatos en botellas por minuto dividido para el número de ellos (Cuadro No. 9), teniendo así:

Días laborables al año:	365 días
Horas disponibles:	24 horas
Capacidad promedio nominal:	800 bpm.

La capacidad promedio teórica instalada en la línea 5 es de:

$$\frac{800 \text{ botellas}}{\text{Minutos}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hora}} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} = \frac{420'480.000 \text{ botellas}}{1 \text{ año}}$$

2.3.3. Capacidad Promedio Real de la línea N° 5. Para el cálculo de la capacidad real de producción instalada en la línea 5, se tomará un promedio de su velocidad real en botellas por minuto entre los 2 formatos.

El promedio de envases que llena la línea 5, es de 680 botellas por minuto.

Este resultado sale de la sumatoria de los formatos en botellas por minuto dividido para el número de ellos (Cuadro N° 9), teniendo así:

Días laborables utilizados:	365 días
Horas laborables	24 horas
Capacidad promedio real	680 botellas por minuto.

La capacidad promedio real de la línea 5 es de:

$$\frac{680 \text{ botellas}}{\text{Min.}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ hora}} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} = \frac{357'408.000 \text{ botellas}}{1 \text{ año}}$$

Capacidad promedio por hora:	40.800 bot. / Hora
Capacidad promedio por día:	979.200 bot. / Día

2.3.4. Análisis de Eficiencia de la Línea de producción N° 5

Los principales indicadores de eficiencia que se utilizan para evaluar la producción de las líneas de embotellado son:

Utilización de línea (UL): Compara el número real de cajas producidas durante el tiempo pagado con lo teórico que podrían haberse producido, mide la eficiencia total de la operación de producción.

$$U.L. = \frac{\text{Tiempo ganado}}{\text{Tiempo pagado}} * 100$$

Donde el tiempo ganado puede ser nominal o limitante y se lo determina de la siguiente manera:

$$T.G.(no\ min\ al) = \frac{\text{Producción neta}}{\text{Veloc. no min al de llenadora}}$$

$$T.G.(lim\ itada) = \frac{\text{Producción neta}}{\text{Veloc. lim itada de llenadora}}$$

Velocidad Limitada: velocidad de la línea para determinado envase de acuerdo a su configuración. No justifica una velocidad lenta de llenado originada por espumeo de producto, condiciones mecánicas, etc.

Tiempo Pagado (Tp): Tiempo total pagado al personal.

Daño de equipos (De): Detecta la disminución de la utilización debido a las fallas mecánicas:

$$D.Eq. = \frac{\text{Tiempo por avería de equipos}}{\text{Tiempo Pagado}} * 100$$

Paradas operacionales: identifica la disminución de la utilización de línea debido a detenciones operacionales:

$$D.Operc. = \frac{\text{Tiempo perdido}(\text{disminución operacional})}{\text{Tiempo pagado}} * 100$$

Paradas programadas: mide todas las actividades no productivas. Refleja la efectividad de la gestión de producción en la programación de la línea.

$$D.Operc. = \frac{\text{Tiempo perdido}(\text{detenciones planificadas})}{\text{Tiempo pagado}} * 100$$

Todos estos datos son cuantificados utilizando las fórmulas que hemos presentado los mismos que son tomados de la guía de bolsillo del embotellador, The Coca Cola Company.

CUADRO Nº 11 EFICIENCIA DE LÍNEAS

	L1				
	Caj. H/hom.	P. Operc.	P. Program.	Daño de Eq..	Uti. de Línea
ENE-10	27,91	11,60%	14,12%	18,62%	57,03%
FEB-10	33,31	9,71%	18,99%	12,42%	59,22%
MAR-10	29,47	13,43%	14,15%	11,86%	60,06%
ABR-10	31,50	14,40%	14,51%	12,50%	60,84%
MAY-10	36,87	12,62%	13,45%	13,41%	59,19%
JUN-10	40,76	9,18%	15,13%	9,73%	63,86%
PROMEDIO	33,00	11,82%	15,06%	13,09%	60,03%

	L2				
	Caj. H/hom.	Pard. Operc.	Pard. Prog.	Daño de Eq..	Uti. de Línea
ENE-10	50,68	9,13%	12,34%	9,52%	68,60%
FEB-10	53,12	9,53%	14,63%	9,93%	66,64%
MAR-10	50,47	11,93%	14,46%	7,72%	65,19%
ABR-10	44,67	18,29%	8,97%	7,32%	64,98%
MAY-10	51,78	11,21%	9,69%	3,96%	74,97%
JUN-10	45,34	9,86%	10,49%	15,10%	65,53%
PROMEDIO	49,34	11,66%	11,76%	8,93%	67,65%

L3

	Caj. H/hom.	P. Operc.	P. Program.	Daño de Eq..	Uti. de Línea
ENE-10	78,38	9,15%	18,35%	6,01%	65,63%
FEB-10	104,33	8,23%	18,11%	5,78%	67,72%
MAR-10	99,63	6,03%	19,40%	4,66%	67,46%
ABR-10	96,02	7,06%	18,56%	5,34%	68,80%
MAY-10	100,03	7,24%	17,57%	4,62%	71,77%
JUN-10	107,25	6,71%	13,35%	3,86%	78,57%
PROMEDIO	97,60%	7,40%	17,56%	5,04%	69,99%

L4

	Caj. H/hom.	P. Operc.	P. Program.	Daño de Eq..	Uti. de Línea
ENE-10	25,96	7,64%	14,94%	9,01%	68,66%
FEB-10	28,73	8,35%	13,74%	6,38%	72,11%
MAR-10	27,86	7,50%	10,90%	12,80%	68,91%
ABR-10	27,98	7,56%	19,67%	7,48%	66,72%
MAY-10	24,06	7,35%	31,39%	5,37%	55,60%
JUN-10	23,08	8,95%	19,71%	17,45%	51,82%
PROMEDIO	26,28	7,89%	18,39%	9,75%	63,97%

L5

	Caj. H/hom.	P. Operc.	P. Program.	Daño de Eq..	Uti. de Línea
ENE-10	54,40	9,35%	16,10%	9,10%	66,30%
FEB-10	62,52	11,00%	15,02%	9,36%	64,85%
MAR-10	60,11	10,05%	14,19%	14,62%	63,30%
ABR-10	64,98	12,50%	15,55%	14,89%	61,90%
MAY-10	60,09	9,44%	15,02%	15,53%	52,95%
JUN-10	55,18	13,77%	16,52%	20,99%	47,70%
PROMEDIO	59,55	11,02%	15,40%	14,08%	59,50%

Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A.

Para el análisis de la eficiencia de la línea de llenado N° 5, se ha estimado, que la producción real promedio es de 242'080.000 botellas al año. Y que la capacidad nominal instalada es de 407'001.200 botellas al año.

Con estos datos se procede a calcular la eficiencia en relación de la capacidad instalada, de lo cual tenemos:

$$\text{E.L. (\%)} = \frac{\text{Producción Neta}}{\text{Producción Estándar}} \times 100$$

$$\text{E.L. (\%)} = \frac{242'080.000}{407'001.200} \times 100$$

$$\text{E.L. (\%)} = 59.50$$

Este valor refleja que la empresa está utilizando solo el 59.50 % de la Capacidad de la línea 5.

2.3.5. Análisis de los costos de producción.

Para el cálculo de los costos de producción que intervienen en la elaboración de los productos en la línea N° 5, la compañía se restringe en dar a conocer los valores, ya que son rubros confidenciales.

En base a encuestas realizadas al personal que labora en ésta línea, se ha podido conseguir datos para el cálculo de los costos de producción.

Cálculo de la Hora-Hombre:

N° De personas: 13 Horas laboradas: 12
Días laborados: 26 Turnos: 1

CUADRO N° 12
CÁLCULO DE LA HORA HOMBRE EN LA LÍNEA N° 5

CARGO	CANTIDAD	SUELDO MENSUAL	30% BENEFICIOS	TOTAL SUELDO
Líder de Línea	1	\$ 440,00	\$ 132,00	\$ 572,00
Analista	1	\$ 300,00	\$ 90,00	\$ 390,00
Operadores	11	\$ 270,00	\$ 81,00	\$ 3.861,00
TOTAL	13			\$ 4.823,00

Fuente: Encuesta a Empleados
Elaborado por: Byron Chica A

$$\text{Costo por hora} = \frac{\text{Salario Total del No. de personas}}{(\text{No. de personas} \times \text{Días laborados} \times \text{Horas trabajadas})}$$

$$\text{Costo por hora} = \frac{\$ 4823.00}{(13 \times 26 \times 12)}$$

$$\text{Costo Hora – Hombre} = \$ 1.19$$

Cálculo de la Hora –Máquina: La hora – máquina se la considerará depreciando el costo de toda la línea de envasado N° 5, valorada actualmente en 1'000,000.00.

CUADRO N° 13 CÁLCULO DE LA HORA-MAQUINA

Costo de línea (\$)	Tiempo de Depreciación	Valor real depreciado (\$)
1'000,000,00	10 años	100.000.00
100,000.00	1 año (12 meses)	8,333.33
8,333.33	1 mes (30 días)	277.77
277.77	1 día (24 horas)	11.57

Fuente: EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica A

El costo hora-máquina a utilizar para los cálculos, será de \$11.57.

Cálculo de la Hora Improductiva: Para el cálculo de las horas improductivas o no programadas, se toma en cuenta el costo hora - hombre más el costo hora- máquina, valores antes mencionados. Así tenemos:

Costo de hora improductiva= Costo hora-homb. + Costo hora-máquina

$$\text{Costo hora Improductiva} = \$1.19 + \$11.57$$

$$\text{Costo hora Improductiva} = \$12.76$$

Cálculo del Margen de Utilidad: Para el cálculo del margen de utilidad que la empresa obtiene por cada caja (24 botellas) vendida, tenemos:

Utilidad: Precio del Producto x % Margen de utilidad.

Utilidad: \$6.72 (caja) x 30%

Utilidad: \$2.01 (por caja)

2.4. Análisis FODA

El análisis FODA consiste en evaluar las **Fortalezas y Debilidades** que están relacionadas con el ambiente interno (recursos humanos, técnicos, financieros, tecnológicos,...) y **Oportunidades y Amenazas** que se refieren al entorno externo (Microambiente: Proveedores, competidores, los canales de distribución, los consumidores) (Microambiente: economía, ecología, demografía, etc.) de la empresa.

La importancia en la realización de este análisis, consiste en poder determinar de forma objetiva, en qué aspectos la empresa tiene ventajas respecto de su competencia y en qué aspectos necesita mejorar para poder ser más competitiva

Fortalezas.- Como fortaleza principal se tiene la certificación del Sistema de Gestión Integral (SGI); este proceso es aplicado por The Coca Cola Company en todas las compañías que tienen la franquicia de esta marca.

El SGI es un sistema integrado que establece las políticas y procedimientos a seguir en los procesos involucrados de Ecuador Bottling Company Corp. - EBC de acuerdo a los estándares del Sistema de Administración de Calidad – QMS y del Sistema de Administración Ambiental – SAA, establecidos por The Coca-Cola Company – TCCC; y,

proporcionar un servicio de consulta permanente como guía del control de los procesos y la calidad de los productos que se fabrican y el servicio que brinda, asignando autoridad y responsabilidad en el SGI de EBC, para el mantenimiento y mejora del mismo de lo que son las normas ISO 9000, ISO 14000 y OSHA 18000, adaptadas y aplicadas a las empresas embotelladoras.

El SGI de EBC Planta Guayaquil está estructurado en tres grandes procesos:

- Proceso de Entrada: Abastecimiento Industrial, esto implica la compra de ingredientes, administración de la recepción, inspección de recepción, manejo y almacenamiento de materiales.
- Proceso de Transformación: Fabricación del Producto, que incluye todos los procesos de manufactura de bebidas, esto es Tratamiento de agua, Mezclado, Preparación de envase, Procesamiento y llenado, Evaluación y liberación de producto.
- Procesos de Resultados: Comercialización de Productos y Servicio a Clientes y Consumidores, éstos incluyen: Almacenamiento y Distribución de producto terminado, Mercadeo, Clientes y Consumidores.

La planeación del SGI se lleva a cabo en todas las áreas identificadas e involucradas en el estudio de cada uno de los procesos, en la cual se determinaron los procesos en los que era necesario elaborar un documento como mecanismo de operación y control para asegurar la efectividad del proceso, el cumplimiento con los requisitos de TCCC y sus objetivos de calidad y el cumplimiento con los requisitos del cliente y la satisfacción consistente de sus necesidades actuales y futuras.

Marca: al embotellar y comercializar bebidas gaseosas con la marca de Coca Cola, goza de plena confianza de los clientes y consumidores,

pues conocen la calidad del producto.

Tecnología: cuenta con modernos equipos, sistemas electrónicos de control de producto, sistema de cómputo, lo que le permite tener un proceso capaz de cumplir los requerimientos establecidos por Coca Cola Company.

Debilidades.- Una de las mayores debilidades es la baja eficiencia de la línea de embotellado No 5, la cual es la que produce una mayor cantidad de botellas por hora, y en ella se elaboran los formatos personales (300 y 200 CC); esto es debido a la cantidad de daños en los equipos, los cuales pueden ser prevenidos, reportados a tiempo o solucionados por los propios operadores, pero la falta de capacitación les hace difícil poder hacer un diagnóstico del equipo.

Otra debilidad es la falta de cumplimiento de mantenimiento preventivo y correctivo planificado, lo que ocasiona que se averíen las máquinas.

Oportunidades.- Por tener la franquicia de la marca de bebidas gaseosas más conocida a nivel mundial, la convierte en la empresa líder en el mercado, tiene varias oportunidades entre la que se encuentran:

- Participar en el mercado con productos como bebidas hidratantes, aguas saborizadas y jugos.
- Cambiar las presentaciones de sus bebidas gaseosas a otros formatos.

Amenazas.- Una de las amenazas críticas es la competencia que tienen a través de otras marcas de bebidas gaseosas (Big cola, Pepsi), ésta competencia radica en el precio, mas no en la calidad del producto.

2.4.1. Matriz FODA

CUADRO Nº 14
MATRIZ FODA

FODA	OPORTUNIDADES Participación el mercado con nuevos productos. Cambiar presentación de formato de bebidas	AMENAZAS Otras marcas de bebidas gaseosas con precio más bajo.
FORTALEZAS SGI Marca Tecnología	Para aumentar su participación en el mercado debe innovar con nuevos productos como presentación en el tamaño de envases	Mejorar la eficiencia de la línea 5
DEBILIDADES Paras continuas en la línea 5 .Falta de Envases. Falta de cumplimiento de trabajos de mantenimiento	Se debe implementar sistema de producción basado en la Teoría de las Restricciones.	Motivar al personal y comprometerlo en el proceso de mejora continua

Fuente: Análisis de Campo
Elaborado por: Byron Chica A.

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

3.1. Registro de problemas que afectan al proceso productivo

Ecuador Bottling Company Gye, presenta una baja eficiencia (59,50%), en la línea de llenado N° 5, debido a que existe lo siguiente:

- ❖ **Restricción en la capacidad del proceso de llenado en envases de vidrio en la línea N° 5**

Se originan por paras continuas en lavadora de botellas, ocasionando:

- Pérdidas de horas – máquina
- Pérdida de horas – hombre

En el cuadro N° 15 se describen las causas de las paras, presentadas en los últimos 6 meses, con sus respectivos tiempos.

Los datos presentados, nos muestran las horas que la línea N° 5 estuvo sin producir, como por ejemplo: por la calibración de los equipos y ajustes a las maquinarias involucradas en el proceso; paradas por calidad, es decir, cuando los auditores de calidad ordenan que para la línea, por haber encontrado alguna novedad en el proceso o por no cumplir las especificaciones establecidas sea en el producto, limpieza u otros. Otra de las causas de paras no programadas es la falta o atraso de los operarios que les toca ingresar en su respectivo turno.

CUADRO N° 15							
HORAS POR PARAS NO PROGRAMADAS. 1ER.SEMESTRE 2010							
HORAS / MES							
PARAS NO PROGRAMADAS	ENER	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
FALTA DE ENVASE	4,0	3,0					7,0
CALIBRACION DE EQUIPOS	8,4	9,0	10,3	11,6	10,0	8,0	57,3
REVENTON DE BOTELLAS	7,6	8,2	10,6	9,6	6,0	12,3	54,3
ENVASE EXCESIVAMENTE SUCIO	2,3		1,3			2,2	5,8
PARADA POR CALIDAD	1,2						1,2
BAJA VELOCIDAD LLENADORA		13,2	18,6	18,1	10,0	12,4	59,1
ENVASE MEZCLADO	1,2	2,0	3,0	2,0			8,2
ENVASE DESGASTADO		3,0					3,0
FALTA/ FALLA DE MONTACARGAS	4,1	1,8	6,6		9,2	3,6	25,3
CAIDA DE BOTELLAS	4,0	3,2	2,6	1,8			11,6
FALTA DE PERSONAL	8,0	8,0	3,0	16,0	4,0	16,0	55,0
DESPALETIZADORA	1,56	1,20	1,94	3,20	2,20	2,61	12,7
DESECAJONADORA	7,22	1,15	2,96		3,50	7,15	22,0
LAVADORA DE BOTELLAS	3,49	3,70	39,29	29,60	13,54	22,60	112,2
LLENADORA	7,80	12,16	10,25	7,00	5,30	16,80	59,3
CORONADOR	1,00	1,74	1,80	3,20		0,50	8,2
CARBOCOOLER / CARBONATADOR	0,60		0,15	0,30	5,60	3,04	9,7
ENCAJONADORA	17,00	5,20	4,25	5,30	12,70	37,30	81,8
PALETIZADORA	1,34	0,15	5,10	3,40	0,34	0,70	11,0
TRANSPORTADOR DE BOTELLAS	7,10	8,70	7,70	13,20	8,10	12,45	57,3
CODIFICADOR	1,40	0,30	1,76		1,66		5,1
TRANSPORTADOR DE CAJAS	0,60	2,86	7,70		3,80	1,20	16,2
LAVADORA DE CAJAS	0,20		0,30		0,30		0,8
OMNIVISION (ASEBI)	1,00	9,90	1,20	2,50		5,80	20,4
SISTEMA ELECTRICO GENERAL	0,30				1,20		1,50
TOTAL POR MES	91,4	85,3	140,4	126,8	97,4	164,7	706,0

Fuente: EBC. Gye.

Elaborado por: Byron Chica A.

3.1.1. Análisis de Datos e Identificación de Problemas

La compañía está siendo afectada en su nivel de productividad, específicamente en el proceso de llenado de la línea N° 5, debido a la presencia de una restricción de capacidad, que está extendiendo el ciclo de fabricación (*Lead Time*) en algunos casos teniendo hasta 164,7 horas

de paras no programadas en un mes (junio), lo que provoca el no cumplimiento del programa de producción en los tiempos estipulados.

3.1.2. Identificación de la Restricción del Sistema (Cuello de Botella)

La restricción del sistema es un hallazgo muy significativo en un sistema de producción, ya que es el primero de los cinco pasos del enfoque sistemático del TOC (Teoría de las Restricciones). Una restricción es un cuello de botella o recurso restrictivo que limita al sistema en el logro de su meta de generar dinero.

El cuello de botella de un sistema productivo sobre la base de la capacidad, se la puede encontrar a partir de la comprobación, si la demanda que existe en el mercado es igual o superior a la capacidad disponible.

En el diagrama del flujo del proceso de la línea No. 5 (ver anexo 6) se puede observar que la lavadora de botellas alimenta de éstas a la llenadora; la capacidad instalada de la lavadora (ver anexo 4) era de 52.800 botellas/hora.

3.2. Lavadora de botellas con fallas continuas

La lavadora de botellas marca SASIB-BEVERAGE modelo OCÉANO, es una máquina que se la utiliza para realizar la limpieza interna y externa de estos recipientes, las cuales se llenarán con la bebida gaseosa. Las botellas llegan a la plataforma de carga a través de la cinta transportadora.

Por medio de palancas rotativas, y del empujador de la unidad de carga, las botellas son introducidas en los alveolos en modo automático para ser transferidas sucesivamente, en movimiento continuo a las vigas

porta alvéolos que las conducen a los varios ciclos: un pre lavado, 2 baños y 3 enjuagues, con temperaturas diferenciadas; inmersiones en los baños a temperatura y dosaje de soda diferenciadas por cada baño, limpieza interna y externas a través de duchas y rociadas, enjuague final de las botellas, interna y externa.

Terminado el recorrido, las botellas vienen conducidas a la unidad de descarga y colocadas en la cinta transportadora para ser enviadas al sistema de control y llenado. El producto debe cumplir con algunos parámetros de calidad, como son: no tener residuos de soda cáustica y desperfectos de forma, entre otras.

Durante el presente año esta máquina no ha rendido conforme a lo que se esperaba, diferentes fallas han mermado significativamente su fiabilidad y como resultado se han incrementado las horas de paradas no programadas y botellas rotas, a tal punto que no han podido cumplir con el número de cajas en el tiempo establecido. Esto origina la suspensión del proceso para realizar los ajustes o reparaciones necesarias.

3.2.1. Tipos de fallas, índice de rechazo y de paradas

3.2.1.1. Tipos de fallas.- La máquina está presentando varias fallas que ocasionan interrupciones, entre las principales se encuentran:

- ❖ Desgaste en la cadena principal.
- ❖ Falla en el motor reductor principal.
- ❖ Fallas en las bombas de agua.
- ❖ Partiduras en las canastas.
- ❖ Falla en el sistema de sensores.

3.2.1.2. Índice de rechazo.- Este factor es el cociente entre las unidades buenas y las defectuosas.

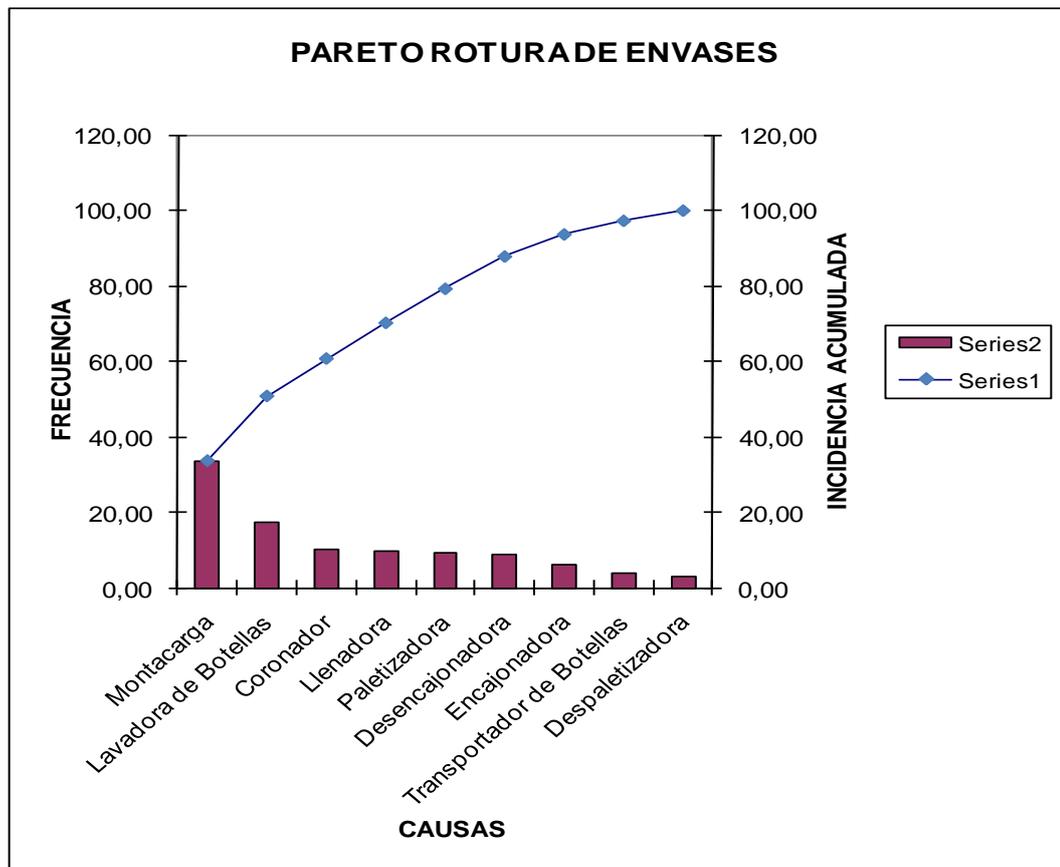
CUADRO N° 16
PARETO DE LA ROTURA DE ENVASES
(PROMEDIO POR MES)

Tipo de Rotura	Cajas (24 Botellas)	%	Incidencia Acumulada
Montacargas	74	33,48	33,48
Lavadora de Botellas	38	17,19	50,68
Coronador	22	9,95	60,63
Llenadora	21	9,50	70,14
Paletizadora	20	9,05	79,19
Desencajonadora	19	8,60	87,78
Encajonadora	13	5,88	93,67
Transportador de Botellas	8	3,62	97,29
Despaletizadora	6	2,71	100,00
TOTAL	221	100,00	

Fuente: Dpto. Producción EBC.

Elaborado: Byron Chica A.

GRÁFICO N° 6
GRÁFICO DE PARETO DE ROTURAS DE ENVASES



Fuente: Cuadro N° 16 (Cap.3)

Elaborado: Byron Chica A.

Como podemos observar, el índice de rotura de envases que tiene la lavadora de botellas es el 17.29 % del total, es decir, un promedio de 38 cajas de 24 botellas cada una (912 botellas), que se han quebrado a causa de las fallas en la lavadora.

3.2.1.3. Índice de paras no programadas.- Este índice se lo calcula en función de las paradas que han sido reportadas hasta el mes de julio, en total se han reportado 380,7 horas de paras en todas las máquinas de la línea 5, de las cuales 112,2 corresponden a la lavadora de botellas.

En el cuadro N° 17 se puede observar que durante el mes de junio la cantidad de horas de paras llegó a 101.31 en total de todas las máquinas.

CUADRO N°17

MÁQUINAS CON SUS HORAS DE PARAS NO PROGRAMADAS

DESCRIPCIÓN	ENER	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL
Lavadora de botellas	3,49	3,70	39,29	29,60	13,54	22,60	112,2
Encajonadora	17,00	5,20	4,25	5,30	12,70	37,30	81,8
Llenadora	7,80	12,16	10,25	7,00	5,30	16,80	59,3
Transportador de botellas	7,10	8,70	7,70	13,20	8,10	12,45	57,3
Desencajonadora	7,22	1,15	2,96		3,50	7,15	22,0
Transportador de cajas	0,60	2,86	7,70		3,80	1,20	16,2
Despaletizadora	1,56	1,20	1,94	3,20	2,20	2,61	12,7
Paletizadora	1,34	0,15	5,10	3,40	0,34	0,70	11,0
Coronador	1,00	1,74	1,80	3,20		0,50	8,2
TOTAL HORAS MES	47,11	36,86	80,99	64,90	49,48	101,31	380,7

Fuente: Cuadro N° 15 (Cap. 3)
Elaborado por: Byron Chica A.

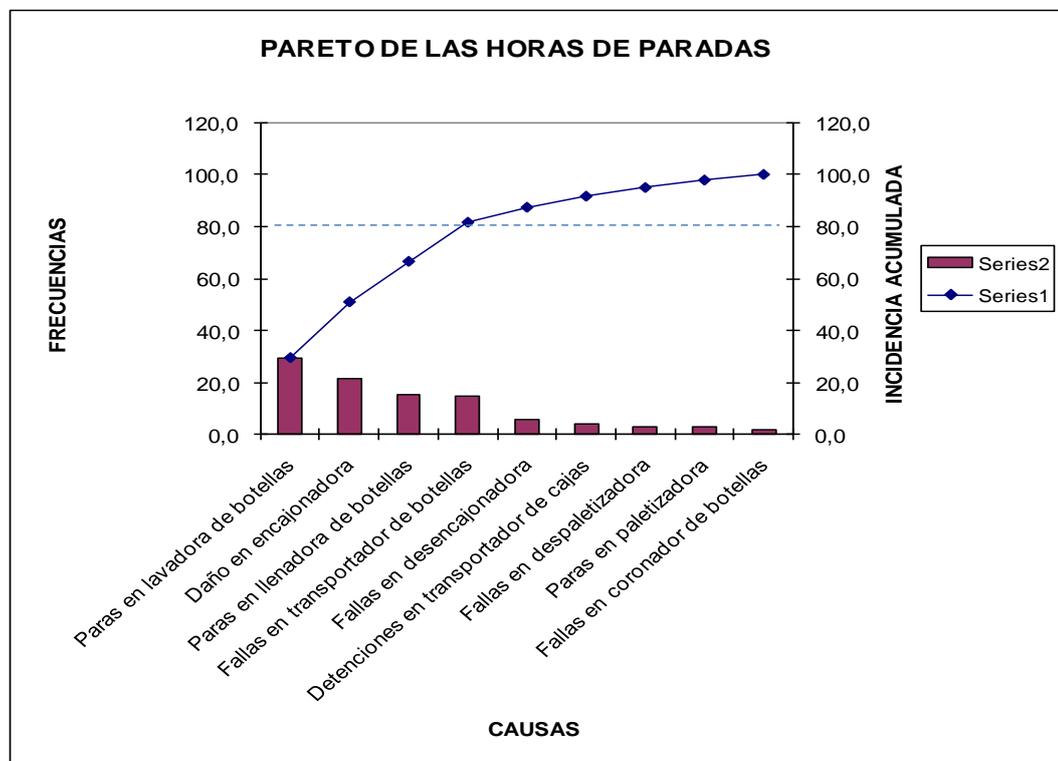
Podemos analizar en el cuadro N° 18, que el 29,5% corresponde a las horas de paras de la lavadora, siendo el más alto, en los primeros seis meses.

CUADRO Nº 18
PARETO DE HORAS NO PROGRAMADAS

Causas	Horas Improductivas Frecuencia	%	% Acumulado
Paras en lavadora de botellas	112,2	29,5	29,5
Daño en Encajonadora	81,8	21,5	51,0
Paras en llenadora de botellas	59,3	15,6	66,5
Fallas en transportador de botellas	57,3	15,1	81,6
Fallas en Desencajonadora	22,0	5,8	87,4
Detenciones en transportador de cajas	16,2	4,3	91,6
Fallas en Despaletizadora	12,7	3,3	95,0
Paras en Paletizadora	11,0	2,9	97,8
Fallas en coronador de botellas	8,2	2,2	100,0
TOTAL HORAS	380,7	100,0	

Fuente: Cuadro Nº 17 (Cap.3)
Elaborado: Byron Chica A.

GRÁFICO Nº 7
GRÁFICO DE PARETO DE HORAS DE PARADAS



Fuente: Cuadro Nº 18 (Cap.3)
Elaborado: Byron Chica A.

CUADRO N° 19
EFICIENCIA DE LAVADORA DE BOTELLAS

DISPONIBILIDAD			DESEMPEÑO			OEE
Horas	Total Horas	Porcentaje Disponible	Producción Actual en Cajas	Producción Máxima Teórica	Porcentaje de Desempeño	Porcentaje OEE
Corridas	Programadas					
1421	1970	0,72	2`415.700	3`890.750	0,62	44,79%

Fuente: Dpto. Mantenimiento
Elaborado: Byron Chica A.

Analicemos la producción actual de la lavadora:

$$\frac{2`415.700 \text{ cajas} \times \text{semestre} \times 1 \text{ mes}}{6 \text{ meses} \times 4 \text{ seman.}} \times \frac{1 \text{ seman.}}{6 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{20 \text{ h}} \times \frac{24 \text{ bot.}}{1 \text{ caja}} = \mathbf{20.130 \text{ bot (Prod.Act.)}}$$

$$\frac{3`890.750 \text{ cajas} \times \text{semestre} \times 1 \text{ mes}}{6 \text{ meses} \times 4 \text{ seman.}} \times \frac{1 \text{ seman.}}{6 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{20 \text{ h}} \times \frac{24 \text{ bot.}}{1 \text{ caja}} = \mathbf{32.423 \text{ bot (Prod.Teó)}}$$

Según datos obtenidos se puede observar en el cuadro N° 19 la baja eficiencia de la máquina lavadora de botellas.

3.2.2. Análisis de Pareto

Esta herramienta se la utiliza para visualizar y priorizar cuales son las fallas principales que afectan al buen desempeño de la lavadora de botellas.

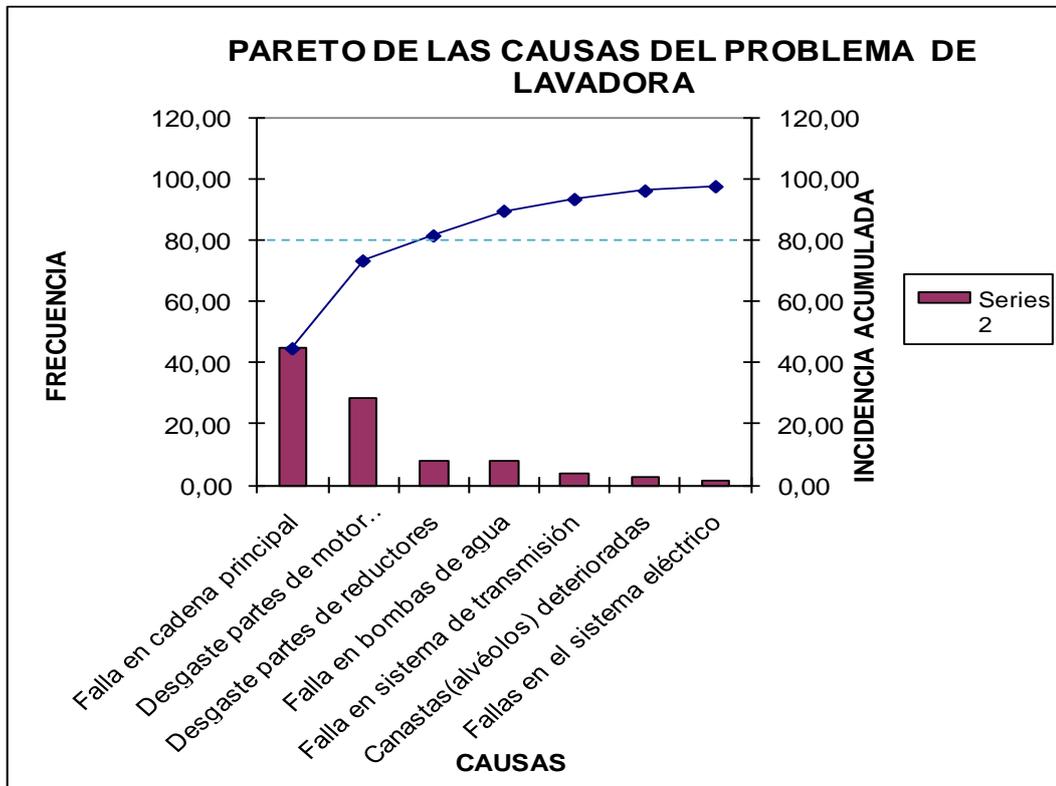
En el cuadro N° 20 se observa que la falla que ha generado la mayor cantidad de horas de paras corresponde a la cadena principal de la máquina con 50.09 horas que equivalen al 44.64 % de la pérdida total; al momento que la cadena falla, todo el sistema se para. Seguidamente vemos el desgaste de las partes del motor reductor principal, debido al tiempo que tiene de servicio con el 28.61%, esto ocasiona que después de varias horas de trabajo comience a recalentarse, teniendo que parar el proceso de lavado. El desgaste de las partes de los reductores tiene el tercer lugar con el 8.2%.

CUADRO Nº 20
PROBLEMAS DE LAVADORA DE BOTELLAS

Causas	Horas Improductivas (Frecuencia)	Incidencia Real	% Acumulado
		%	
Falla en cadena principal	50,09	44,64	44,64
Desgaste partes motor reduct. Princ.	32,10	28,61	73,25
Desgaste partes de reductores	9,20	8,20	81,45
Falla en bombas de agua	9,00	8,02	89,47
Falla en sistema de transmisión	4,30	3,83	93,31
Canastas(alvéolos) deterioradas	3,10	2,76	96,07
Fallas en el sistema eléctrico	1,60	1,43	97,50
Falla en sistema de sensores	1,50	1,34	98,83
Problema de lubricación	1,31	1,17	100,00
TOTAL	112,20	100,00	

Fuente: Dpto. Mantenimiento EBC.
Elaborado: Byron Chica A.

GRÁFICO Nº 8
PARETO DEL PROBLEMA DE LAVADORA



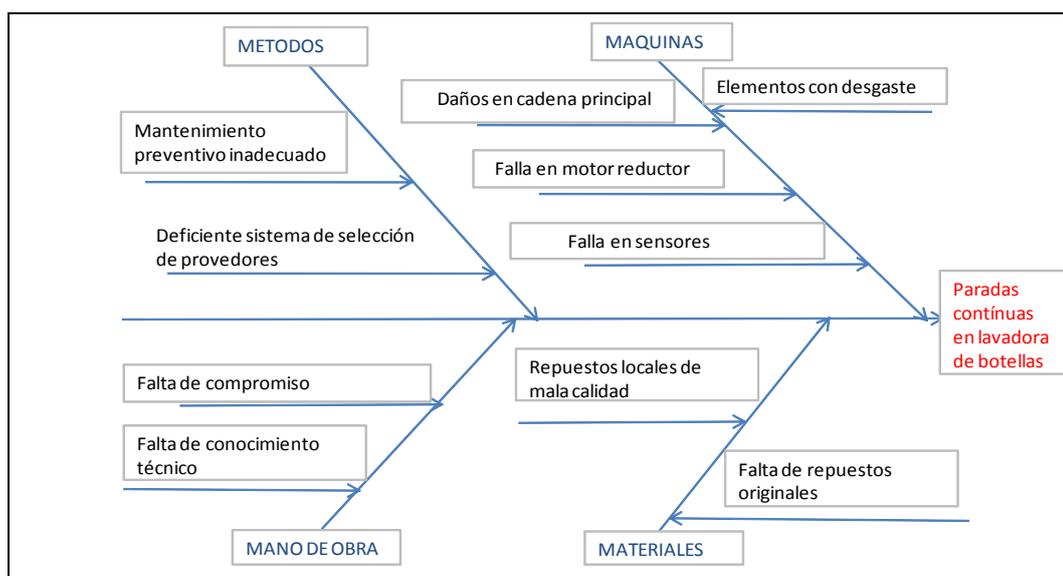
Fuente: Cuadro Nº 20.
Elaborado: Byron Chica A.

En el gráfico N° 8 se muestra que el 80% de las paradas de la máquina está concentrado entre las 3 primeras fallas, que son: Falla en la cadena principal, desgaste en las partes del motor reductor principal y el desgaste de los demás reductores.

3.2.3. Diagrama de causa y efecto

Al momento de buscar la causa raíz de un problema, esta herramienta es muy útil, que para este caso se lo define: Paradas continuas en la lavadora de botellas. Para facilitar el análisis se procede a agrupar por Máquina, Mano de obra, Materiales y Métodos, observándose que existe en el campo de máquina, la mayor cantidad de causas, esto significa que los problemas intrínsecos del equipo son los que están ocasionando las paralizaciones durante el proceso; esto se debe a que la Máquina tiene aproximadamente 16 años de funcionamiento y los directivos de la empresa no le han dado la debida importancia. En el gráfico N° 9 se muestra el respectivo diagrama de Ishikawa, en el cual se plasman todas las fallas que está presentando la lavadora, las mismas que afectan al buen funcionamiento.

GRÁFICO N° 9
DIAGRAMA DE ISHIKAWA- LAVADORA (ACTUAL)



Fuente: Dpto. de Mantenimiento EBC. Gye.
Elaborado por: Byron Chica

3.2.4. Cuantificación de las pérdidas

Para evaluar las pérdidas que se han generado por esta máquina se va a considerar las Hora – Hombre, Horas Máquina y las unidades defectuosas que se han reportado en los 6 meses de estudio. Se explican los valores usados en el cuadro N° 21.

Costo Hora-Hombre: \$ 1,19 (Cap. 2.Num.2.3.5. Cuadro 12)

Personal de Línea (1 turno): 13

Costo Hora-Hombre = \$ 1,19 x 13 = \$ 15,47

Costo Hora- Máquina: \$11.57 (Cap.2. Numeral 2.3.5.Cuadro 13)

CUADRO N° 21
PÉRDIDAS HORA MÁQUINA HORAS HOMBRE

Mes	H.Máquina	Tarifa Hora	Total	H. Hombre	Tarifa Hora	Total	Acumulado
Enero	3,49	\$ 11,57	\$ 40,38	45,37	\$ 15,47	\$ 701,87	\$ 742,25
Febrero	3,70	\$ 11,57	\$ 42,81	48,10	\$ 15,47	\$ 744,11	\$ 786,92
Marzo	39,29	\$ 11,57	\$ 454,59	510,77	\$ 15,47	\$ 7.901,61	\$ 8.356,20
Abril	29,60	\$ 11,57	\$ 342,47	384,80	\$ 15,47	\$ 5.952,86	\$ 6.295,33
Mayo	13,54	\$ 11,57	\$ 156,66	176,02	\$ 15,47	\$ 2.723,03	\$ 2.879,69
Junio	22,60	\$ 11,57	\$ 261,48	293,80	\$ 15,47	\$ 4.545,09	\$ 4.806,57
Total	112,22		\$ 1.298,39	1458,86		\$ 22.568,56	\$ 23.866,95

Fuente: Cuadros 12,13 y 17
Elaborado por: Byron Chica A.

Las pérdidas por las botellas rotas se muestran en el cuadro N° 22, se ha considerado el costo promedio por unidad, que es de \$ 0.20; teniendo una pérdida económica de \$1.104 en el primer semestre del 2010.

CUADRO N° 22
PÉRDIDA POR ROTURA DE ENVASES

Mes	Unidades Defectuosas	Costo Promedio Unidad	Costo Total
Enero	880	\$ 0,20	\$ 176
Febrero	900	\$ 0,20	\$ 180
Marzo	915	\$ 0,20	\$ 183
Abril	902	\$ 0,20	\$ 180
Mayo	960	\$ 0,20	\$ 192
Junio	965	\$ 0,20	\$ 193
Total	5522		\$ 1.104

Fuente: Dpto. Bodega de materia prima y Cuadro 16.
Elaborado por: Byron Chica.

Margen de utilidad no percibida.- Para el margen de Utilidad no percibida en el semestre, se la calcula de la siguiente manera: [Capitulo 2 (numeral 2.3.5)]

Envases no producidos en sem. = capacidad promedio de la línea x tiempos improductivos.

$$= 40.800 \text{ bot/h} * 112.22 \text{ horas}$$

$$= 4'578.576 \text{ botellas} / 24 \text{ (unid. por caja)}$$

Envases no producidos en sem. = 190.774 cajas

Margen de Utilidad No percibida (semestres) = N. de cajas no producidas * utilidad por c/caja

$$= 190.774 * \$ 2.01$$

Margen de Utilidad no percibida (1semestre) = \$ 383.455

En el cuadro N° 23 se observa el detalle del total de las pérdidas ocasionadas por la lavadora de botellas. Se toman datos de los cuadros 20,21 y el margen de utilidad no percibida.

CUADRO N° 23
TOTAL DE PÉRDIDAS

Detalle	Costo
Horas-Máquina	\$ 1.298,39
Horas-Hombre	\$ 22.568,56
Unidades Defectuosas	\$ 1.104,00
Margen de Utilidad no percibida	\$ 383.455,00
Total de Pérdidas	\$ 408.425,95

Fuente: Cuadros 21,22.EBC.
Elaborado por: Byron Chica.

3.3. Diagnóstico

Después de haber realizado el estudio, es de notoria importancia dentro del proceso de la línea de envasado N° 5 de Ecuador Bottling Company, Gye, especialmente en el lavado de botellas, el cual fue identificado como el cuello de botella del sistema. En un recurso restrictivo, una hora de pérdida es de suma trascendencia y la lavadora ha generado 112.2 horas de paradas no programadas, esto impacta al sistema en general. Lo que se necesita es disminuir las horas de paradas en la lavadora de botellas para que la llenadora pueda ser abastecida con normalidad y así incrementar la eficiencia de la línea N° 5 que en la actualidad es de 59.55 %.

En el siguiente capítulo se propondrá las soluciones para la eliminación o disminución del problema.

CAPITULO IV

PROPUESTA

4.1. Planteamiento de la alternativa de solución al problema

4.1.1. Explotar la restricción del sistema

Una vez hallada la restricción del sistema, la segunda etapa del enfoque sistemático del TOC, indica que la restricción debe ser explotada con el objetivo de mejorar su rendimiento y utilización.

Para aquello es necesaria que la restricción sea trabajada al 100% y para lograrlo se va a implementar las siguientes políticas:

- Que los operadores de la lavadora de botellas sean los más hábiles y los mejores capacitados tanto en control estadístico de proceso como en mantenimiento preventivo y autónomo.
- Se va a implementar el relevo del personal que está en la lavadora de botellas, al momento del almuerzo, merienda y cena, el analista y uno de los operadores de la pantalla de pre inspección, se encargarán de dar el soporte necesario para que ésta máquina no suspenda su operación que normalmente fluctúa entre 45 a 60 minutos por turno de trabajo. Esto ayudará a que la producción sea continua y disminuir los tiempos improductivos que se están presentando en esta línea de producción, recordando que es la más baja eficiencia de las cinco líneas.

- Que el personal de la pantalla de pre inspección, mejore en la labor encomendada, ya que hay un significativo número de botellas que llegan a la lavadora que son de otra marca, formato y embotellador, las cuales al llegar a la mesa de carga de la lavadora, el operador debe parar la máquina para separar dichos envases; aquí se aplica el criterio de que **“al cuello de botella debe llegar producto solo en buen estado “**.
- Que el personal de control de calidad realice el muestreo de concentración de sosa cáustica y cloro de los tanques que están en la parte superior de la lavadora, que se utilizan para el agua del lavado y enjuagues de las botellas en la lavadora ya que por lo general lo hace uno de los dos operadores de forma empírica, lo cual genera botellas con residuo de sosa y tenerlas que volver a lavarlas ; esto genera que el proceso ya iniciado se tenga que suspender para revisar el material con defecto; en la actualidad el muestreo se lo realiza cuando hay botellas que no han pasado las pruebas de Azul Metileno (residuo de hongos) y la prueba de arrastre caustico (residuo de sosa).
- Acordar con el departamento de mantenimiento, que las reparaciones que se presenten en este equipo tendrán el carácter de urgente y deben ser realizados en el menor tiempo posible.
- Se seguirá trabajando a 2 turnos de 12 horas.

Con todas estas decisiones se espera asegurar que la restricción esté operativa al máximo tiempo posible. Seguidamente se aplica el tercer paso del enfoque sistemático del TOC.

4.2. Subordinar todo lo demás a la restricción

La manera de subordinar todo a la restricción, consiste en programar

los recursos en base a la restricción, para lo cual se establece el modelo DBR Drum, Buffer, Rope (Tambor, amortiguador, Cuerda).

4.2.1. Bases del modelo DBR

En todas las plantas existen recursos con capacidad restringida, el modelo DBR reconoce que dicha restricción dictará la velocidad de producción de toda la planta (en este caso de la línea de envasado N° 5). En la actualidad es de 40.800 botellas por hora.

El principal recurso con restricción de capacidad será tratado como el “**tambor**” (Lavadora Océano) que es quien marcará la velocidad de producción.

También se necesitará establecer un “**amortiguador**” de inventario frente del factor limitante, en este caso, el número de botellas que llegan a la lavadora se limitará para que no haya cantidad excesiva al ingresar en la restricción.

Para asegurarnos de que el inventario no crezca más allá del amortiguador (20.130 bot/h) deberá limitarse la velocidad de la máquina descajonadora la cual es de 2.655 cajas /h (63.720 bot/h) mucho mayor a la velocidad de la lavadora. De igual manera se reducirá la velocidad de la despaletizadora que es de 40 cajas/min. (57.600 bot/h). Se hará que todas las demás máquinas de la línea funcionen a la velocidad promedio de la lavadora.

Este amortiguador protegerá el throughput (velocidad con la que el sistema genera dinero a través de las ventas) de la planta de cualquier perturbación que se produzca en los factores no cuello de botella, es decir, uno de los objetivos es llevar el mismo ritmo en todas las máquinas del proceso.

Debe amarrarse **“cuerda” desde el cuello de botella (lavadora oceano)** hasta la primera operación **“llenado”** en otras palabras la velocidad al cual se liberan los materiales a la línea será gobernada por la velocidad (20.130 bot/h) a la cual está produciendo el cuello de botella

Seguidamente aplicamos el 4 paso de la metodología.

4.3. Elevar la restricción del sistema

En este paso, lo que se necesita es llevar a cabo las mejoras necesarias con la finalidad de aumentar la capacidad de la restricción. Para solucionar este problema se ha propuesto las siguientes alternativas:

4.3.1. Evaluación del Costo de Alternativa 1: Adquisición de una lavadora de botellas

Revisando las pérdidas ocasionadas por la lavadora de botellas las cuales ascienden a los \$ 408.425,95 (Pág. 70) las mismas se encuentran en el cuadro N° 23, actualmente este es un equipo que no está rindiendo de acuerdo a la capacidad que posee, las 112.2 horas de paras no programadas representan pérdidas.

Como parte de la solución al problema, se propone la compra de una máquina Lavadora de botellas, con la cual se podrá reducir el 29.5 % del total del número de horas de paras no programadas en el proceso de lavado de botellas.

Se ha estado contactando con proveedores de máquinas para solicitar información acerca de una lavadora de botellas y la respuesta que se ha recibido de parte del fabricante, corresponde a una Zysco, modelo Odyssey del año 2006 que se encuentra disponible y cuyo costo

es de \$900.000, (ver anexo N° 7) teniendo en cuenta que se va a traer un equipo muy fiable y que va a funcionar sin problemas durante los 4 a 5 años próximos.

Para realizar una mejor evaluación se ha elaborado el cuadro N° 24 en el cual se resumen algunas características importantes de la Océano (máquina actual) como de la Odyssey (máquina propuesta) que ponen de manifiesto las ventajas que se tendrían si se opta realizar la compra.

**CUADRO N° 24
COMPARATIVO DE LAVADORAS**

Características	Océano	Odyssey
País de Fabricación	Italia	Francia
Año de fabricación	1996	2006
Unidades hora teórica	52800	60000
Unidades hora real	35000	54000
Consumo de agua (m ³)	13	10
Formatos	(192,300)cc.	(192,300,500)cc
Consumo de Energía eléc.(Kw/h)	77	72
Operadores	2	1

Fuente: Dpto. Mantenimiento
Elaborado por: Byron Chica A.

La Océano es una máquina que tiene ya 14 años de operación, 4 años más, el tiempo estimado de vida útil, actualmente está produciendo al 44.69% (cuadro N°19, pág.61) de su capacidad que en total representan 1`475.050 cajas menos, el sistema de control electrónico de manejo y búsqueda de fallas está anulado, el encendido y parada de la máquina se lo realiza en forma manual, y se necesitan 2 personas para mantenerla operando debido a los trabamientos de botellas en las mesas de carga y descarga.

En cambio la Odyssey es moderna, produce con una eficiencia del 90 % esto representa una producción promedio de 54.000 bot/h. y es operada por una sola persona.

En el cuadro N° 25 se muestra la pérdida generada por la lavadora Océano, la cual asciende a los \$408.425,95 (Pág. 66), también se muestra lo que cuesta adquirir la lavadora Odyssey ya puesta en planta y su respectiva validación antes de entrar a operar, este valor asciende a los \$ 1.069.670,00 (Ver cotización anexo N° 7).

CUADRO N° 25
COMPARATIVO ECONÓMICO DE LAVADORAS

Características	Océano	Odyssey
Costo		\$ 900.450,0
Aranceles		\$ 135.000,0
Flete		\$ 30.200,0
Validación		\$ 4.020,0
Pérdidas	\$ 408.425,9	\$ 0,0
Total	\$ 408.425,9	\$ 1.069.670,0

Fuente: EBC. Gye
Elaborado por: Byron Chica A.

4.3.2. Evaluación del costo de la solución 2: Realizar Mantenimiento Correctivo Integral (Overhall) a la lavadora de botellas.

Como segunda alternativa para elevar la restricción, se propone un mantenimiento correctivo integral (Overhall) a la máquina lavadora de botellas Océano. En el cuadro N° 25 se detallan los repuestos y materiales con sus respectivos costos (Ver cotización Anexo N° 8). En el caso de la cadena y el riel de guías serán importadas.

CUADRO N° 26
UTILIZACIÓN DE MATERIALES Y REPUESTOS

Ítem	Detalle- Compras	Cantid .	Prec. Unit.	total
1	Cadena principal	1	\$ 44.200	\$ 44.200
2	Riel de guías en la mesa de descarga	1	\$ 18.500	\$ 18.500
3	Kit-Repuestos para motor reductor principal	1	\$ 2.100	\$ 2.100
4	Kit-Repuestos para moto reductores secundar.	5	\$ 1.420	\$ 7.100
5	Bombas de agua	4	\$ 430	\$ 1.720
Total				\$ 73.620

Fuente: Dpto. Mantenimiento.
Elaborado: Byron Chica A.

La reparación se la realizará de lunes a jueves, es decir en 4 días laborables ordinarios y se harán los reemplazos de los repuestos y reparaciones con personal de mantenimiento de EBC Gye, ya que ellos están capacitados para hacerlo. Se harán venir a dos operarios (uno en cada turno) para que estén atentos en alguna cosa que necesiten los técnicos. En el cuadro N° 27 se detalla el costo por mano de obra que costaría esta solución.

CUADRO N° 27
COSTO DE MANO DE OBRA

No. Per.	Cargo	Costo h/h Día	No. horas	Costo horas Día	No. Per.	Costo h/h Noche	No. horas	Costo horas Noche	Total
1	Sup.Téc.	\$ 1,60	24	\$ 38,40	1	\$ 3,20	24	\$ 76,80	\$ 115,20
4	Técnico	\$ 1,16	24	\$ 111,36	4	\$ 2,32	24	\$ 222,72	\$ 334,08
1	Líder-lín.	\$ 1,60	24	\$ 38,40	1	\$ 3,20	24	\$ 76,80	\$ 115,20
2	Operar.	\$ 0,98	24	\$ 47,04	2	\$ 1,96	24	\$ 94,08	\$ 141,12
8				\$ 235,20	8			\$ 470,40	\$ 705,60

Fuente: Dpto. Mantenimiento y Cuadro N° 12 (Cap. II)
Elaborado: Byron Chica A.

Margen de Utilidad No percibida.- En el cuadro N° 28 se indica la utilidad que la empresa dejaría de percibir por los 4 días, al parar la línea para hacer el mantenimiento correctivo a la lavadora Océano.

CUADRO N° 28
MARGEN DE UTILIDAD NO PERCIBIDA

N° Días No laborados	Cap. Diaria Producción. (cajas/día)	Utilidad X caja	Total Utilidad No Percibida
4	40.800	\$ 2,01	\$ 328.032,00

Fuente: Cap. II (2.3.3y5)
Elaborado: Byron Chica A

En el cuadro N° 29 se detalla el costo total de la alternativa 2, para eliminar el cuello de botella en la línea de llenado N° 5. Se adiciona el valor de mantenimiento preventivo anual por los 4 próximos años, para que se mantenga un compromiso de parte de la gerencia al destinar este rubro para la mantener esta máquina operativa.

CUADRO Nº 29
COMPARATIVO DE LAVADORA OCÉANO ANTES Y DESPUÉS
DE REALIZAR EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Ítem	Descripción	Actual	Propuesta
1	Compra de materiales y repuestos		\$ 73.620,00
2	Costo en mano de obra		\$ 705,60
3	Margen de utilidad no percibida (4 días)		\$ 328.032,00
3	Mantenimiento Preventivo Anual (4 años)		\$ 60.000,00
4	Pérdida	\$ 408.425,90	\$ 0,00
	Total	\$ 408.425,90	\$ 462.357,60

Fuente: Cuadros 26,27, 28.y Dpto. Mantenimiento
 Elaborado por: Byron Chica

4.4. Selección de la alternativa de solución

Después de realizar el respectivo análisis de los costos de las dos alternativas de solución, para elevar la restricción del sistema, se selecciona la alternativa 2: “Realizar Mantenimiento Correctivo Integral (Overhall) a la lavadora de botellas Océano”, por ser la mejor oferta para la empresa.

En el capítulo 5, se detallan los beneficios de la solución 2.

CAPITULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

5.1. Costos de la solución propuesta

En el cuadro N° 30 se resumen los costos para la solución que se ha propuesto en el capítulo IV, con la que se espera eliminar la restricción actual que tiene el proceso de envasado de la línea N° 5. Se incluye el rubro mantenimiento preventivo para la lavadora de botellas, el cual se lo realizará con una frecuencia Anual, durante los 4 primeros años, se está presupuestando \$15.000 para cada ocasión, por esta razón se considera los \$ 60.000 en la evaluación, incluido este rubro, la inversión alcanza \$134.325,60.

CUADRO N° 30
COSTO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Mantenimiento Correctivo Integral (Overhall) a lavadora Océano	\$ 74.325,60
Mantenimiento Preventivo Anual a Lavadora Océano (x 4 años)	\$ 60.000,00
Total	\$ 134.325,60

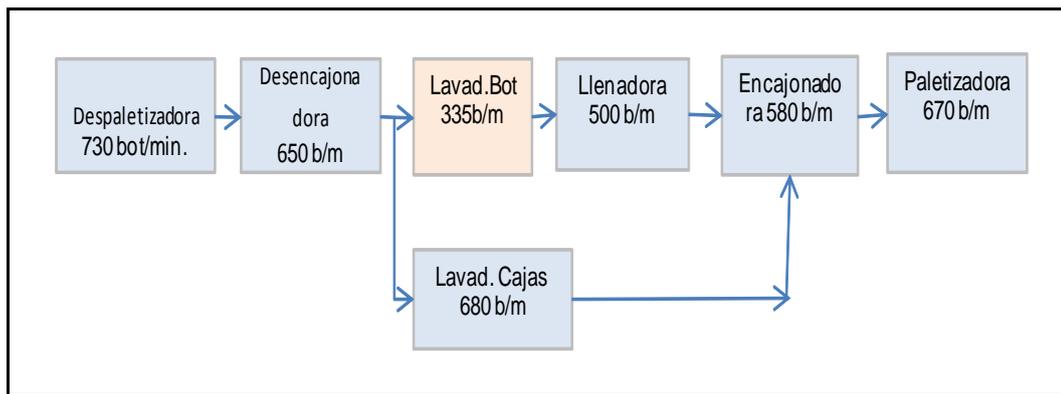
Fuente: Cuadro 29
Elaborado por: Byron Chica

5.2. Beneficio de la solución propuesta

Con esta inversión se espera obtener los siguientes beneficios:

Eliminar la restricción en los procesos de lavado y llenado, lo que va a permitir reducir el número de paras no programadas actualmente por las fallas en la lavadora de botellas, con lo cual la capacidad de producción se ve disminuida en un 59.55%. (Cuadro N° 11, Pág.47). Actualmente la capacidad de producción en el proceso de lavado de botellas se ha disminuido de 32.423 a 20.130 bot/hora. (pág. 61). Como podemos observar en el gráfico N° 10, la capacidad utilizada actual de cada máquina (en botellas por minuto), teniendo un promedio de 592 bot/min. Es decir, un 56,64% de utilización en cuanto a máquinas.

GRÁFICO N° 10
CAPACIDAD UTILIZADA ACTUAL

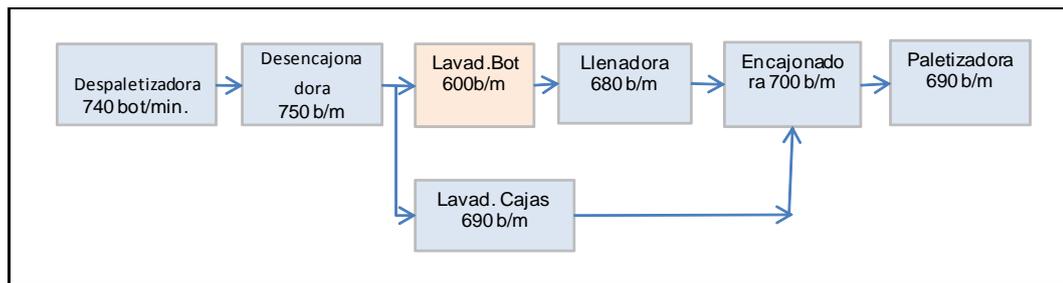


Fuente: Dpto. de Mantenimiento
Elaborado por: Byron Chica A.

Después de implementar la solución propuesta la capacidad de producción en la lavadora de botellas pasa de 335 Bot/min. - 600 bot/min. que representa un incremento del 30.11%, ya que la capacidad instalada es de 880 bot/min. Lo mismo sucede con la llenadora, cuya capacidad instalada es de 800 bot/min, actualmente su producción general es de 500 bot/min, luego de la implementación se espera suba a 680 bot/min, es decir un 22.50% de incremento. Esto se estima ya que al reducir las horas de paras no programadas en la lavadora de botellas, la llenadora no quedará sin botellas para introducir la bebida.

En el gráfico N° 11, se muestra el flujo con las cantidades actualizadas. Con ésta implementación no se está intentando equilibrar la capacidad en todas las operaciones, lo que se está haciendo es equilibrar el flujo del proceso a lo largo del sistema.

GRÁFICO N° 11
CAPACIDAD INCREMENTADA LUEGO DE IMPLEMENTACIÓN



Fuente: Dpto. de Mantenimiento
Elaborado por: Byron Chica A.

Para comprobar la efectividad de la implementación se toma la capacidad de producción instalada, la teórica, la real y la programada luego de la implementación. En el cuadro N° 31, se muestran estos datos con el respectivo incremento en horas y sus porcentajes.

Como se puede observar, con las 101 botellas por minuto, se incrementará un 9.63 % en la eficiencia de las principales máquinas de la línea N° 5.

CUADRO N° 31
DETALLE DEL INCREMENTO DE PRODUCCIÓN

Máquinas	Cap.Inst.	Cap. Teór.		Cap.Real		Pos-Imple		HORAS INCR.	
	Bot/min.	Bot/min.	%	Bot/min.	%	Bot/min.	%	Bot/min.	%
Despaletizadora	960	740	77,08	730	76,04	740	77,08	10	1,04
Desencajonadora	1062	730	68,74	650	61,21	750	70,62	100	9,42
Lavad. de botell.	880	540	61,36	335	38,07	600	68,18	265	30,11
Llenadora	800	630	78,75	500	62,50	680	85,00	180	22,50
Encajonadora	1600	680	42,50	580	36,25	700	43,75	120	7,50
Paletizador	960	700	72,92	670	69,79	690	71,88	20	2,08
Lavad. de cajas	1056	740	70,08	680	64,39	690	65,34	10	0,95
TOTAL	7318	4760	65,05	4145	56,64	4850	66,27	705	9,63
PROMEDIO	1045	680	65,05	592	56,64	693	66,27	101	9,63

Fuente: Dpto. de Mantenimiento y Análisis de Campo.
Elaborado por: Byron Chica A.

5.3. Análisis financiero

La inversión para la aplicación de la propuesta planteada en el capítulo IV se la resume a continuación: En el cuadro N° 32 se detalla la inversión fija.

CUADRO N° 32
INVERSIÓN FIJA

ÍTEM	DETALLE	COSTO
1	Compra de materiales y repuestos	\$ 73.620,00
2	Mantenimiento Preventivo a lavadora Océano	\$ 60.000,00
	TOTAL	\$ 133.620,00

Fuente: Cuadro N° 29
Elaborado por: Byron Chica

Los costos de operación (Cuadro N°33) son aquellos gastos percederos consistentes en pagos mensuales por cuentas que van al estado de pérdidas y ganancias, es decir que no son activos.

CUADRO N° 33
COSTOS DE OPERACIÓN

DETALLE	COSTO
Costo en mano de obra	\$ 705,60
TOTAL	\$ 705,60

Fuente: Cuadro N° 29
Elaborado por: Byron Chica

La inversión total es igual a la suma de la inversión fija más los costos de operación, como podemos resumir en el cuadro N° 34.

CUADRO N° 34
INVERSIÓN TOTAL

DETALLE	COSTO	%
Inversión Fija	\$ 133.620,00	99,47
Costos de Operación	\$ 705,60	0,53
TOTAL	\$ 134.325,60	100,00

Fuente: Cuadros N° 32 y 33
Elaborado por: Byron Chica

La propuesta requerirá una inversión fija de \$ 134.325,60. Dicho valor será solventado mediante el plan de inversión anual que dispone la empresa para realizar la renovación o mejoras en los equipos e instalaciones.

Para realizar el análisis financiero se utilizará la tasa mínima de rentabilidad exigida por la empresa, que en este caso es del 12%. Como todos los cálculos se los hará para 8 semestres, dividimos la tasa anual para dos semestres por año, es decir, utilizaremos la tasa del 6%.

5.3.1. Cálculo para la Amortización

Datos:

Capital o valor presente (P) = \$ 134.325

Interés (i) = 6%

Número de Semestres (n) = 8

$$A = \frac{P (i) (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Remplazando valores tenemos que la amortización semestral sería de \$21.631,15

$$A = \frac{\$134.325 (0,06) (1,06)^8}{(1,06)^8 - 1} = \$21.631,15$$

Con este valor procedemos a realizar la respectiva tabla de Amortización. (Cuadro N° 35).

CUADRO Nº 35
TABLA DE AMORTIZACIÓN

Dividendos	Amortización	Tasa de Recuperación	Saldo
8	\$ 21.631	6%	\$ 134.325
1	\$ 13.572	\$ 8.060	\$ 120.753
2	\$ 14.386	\$ 7.245	\$ 106.367
3	\$ 15.249	\$ 6.382	\$ 91.118
4	\$ 16.164	\$ 5.467	\$ 74.954
5	\$ 17.134	\$ 4.497	\$ 57.820
6	\$ 18.162	\$ 3.469	\$ 39.658
7	\$ 19.252	\$ 2.380	\$ 20.407
8	\$ 20.407	\$ 1.224	\$ 0
Total	\$ 134.325	\$ 38.724	\$ 173.049

Elaborado por: Byron Chica

Inversión total = Inversión Neta + Intereses

Inversión total = \$134.325 + \$38.724

Inversión total = \$173.049

Si aplicamos a la pérdida anual \$408.425,95 (**viene de la pág. 66**) la tasa de recuperación (6%) durante los próximos 8 semestres, eso nos daría un valor acumulado de \$4.042.383 como pérdida por esta causa.

CUADRO Nº 36
RESUMEN COSTO – BENEFICIO DE LA INVERSIÓN

Inversión	Sem 1(\$)	Sem 2(\$)	Sem 3(\$)	Sem 4(\$)	Sem 5(\$)	Sem 6(\$)	Sem 7(\$)	Sem 8(\$)	Total
Pérd. Sem	408.426	432.932	458.907	486.442	515.628	546.566	579.360	614.122	\$ 4.042.383
Amortizac.	21.631	21.631	21.631	21.631	21.631	21.631	21.631	21.631	\$ 173.048
Beneficio	386.795	411.301	437.276	464.811	493.997	524.935	557.729	592.491	\$ 3.869.335

Elaborado por: Byron Chica A.

5.3.2 Recuperación de la inversión

5.3.2.1 Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)

En el cuadro N° 36 se observa cual va a ser el flujo de efectivo durante los próximos 8 semestres, ésta información es tomada del cuadro mencionado, donde el beneficio acumulado asciende a los \$ 3.869.335

El Valor Actual Neto (VAN), se refiere al beneficio de la propuesta, nos permite actualizar todos los flujos futuros del período inicial (cero) y luego comparar si los beneficios son mayores a los costos.

A continuación realizaremos el cálculo del VAN:

$$VAN = \frac{F_n}{(1 + i)^n}$$

Donde:

F_n = Flujo de efectivo semestral esperado.

i = Tasa de interés

n = Número de períodos

$$VAN = \frac{\$390.094}{(1 + 0.06)^1} = \$368.013$$

Si el VAN es = ó > 0, se debe aceptar la inversión, caso contrario se la rechaza.

$$\text{Índice Beneficio – Costo} = \frac{\$368.013}{\$173.048}$$

$$\text{Índice Beneficio – Costo} = \$2.13$$

Esto nos indica que por cada dólar invertido por la empresa, ésta recupera \$2.13.

CUADRO N° 37 CÁLCULO DEL VAN

Semestres	FLUJO DE EFECTIVO			VAN
	Pérdidas	Inv. Semest.	6,00%	
0			-\$ 176.049	-\$ 176.049
1	\$ 408.426	\$ 21.631	\$ 386.795	\$ 379.248
2	\$ 432.932	\$ 21.631	\$ 411.301	\$ 395.407
3	\$ 458.907	\$ 21.631	\$ 437.276	\$ 412.177
4	\$ 486.442	\$ 21.631	\$ 464.811	\$ 429.582
5	\$ 515.628	\$ 21.631	\$ 493.997	\$ 447.648
6	\$ 546.566	\$ 21.631	\$ 524.935	\$ 466.402
7	\$ 579.360	\$ 21.631	\$ 557.729	\$ 485.870
8	\$ 614.122	\$ 21.631	\$ 592.491	\$ 506.082
				\$ 3.522.415

Elaborado por: Byron Chica A

Considerando que la pérdida se irá incrementando, anualmente la tasa de interés promedio, si no se ejecuta la propuesta de mejora y si a ese valor le disminuimos la inversión actual (**AMORTIZACIÓN**) nos quedarían como resultados los flujos de efectivo, los cuales se van a tomar para calcular el VAN que sirve para conocer el valor del dinero futuro en la actualidad y cuyo monto da como resultado \$3.522.415 lo que convierte en una inversión altamente exitosa.

5.3.2.2. Cálculo de la TIR (Tasa interna de Retorno)

La TIR es la tasa de interés que convierte el VAN en 0, para que sea rentable, ésta debe ser igual o superior a la tasa que se aplicó en la inversión, si esto no sucede se debe rechazar la propuesta.

Analicemos la fórmula:

$$F = P(1+i)^n$$

Donde:

F= Pérdida Anual

P= Inversión de la empresa

i = Tasa de retorno

n =Número de períodos

Despejando I,

$$I = (F / P)^{1/n} - 1$$

$$I = (\$4.042.383 / \$ 146.628)^{1/8} - 1$$

$$I = 1.48 - 1$$

$$I = 0.48$$

Por ser el TIR (48%) mayor a la tasa de interés (12% anual), nos indica que la propuesta de inversión es factible para la empresa.

5.3.2.3. Tiempo de recuperación de la inversión

De acuerdo a los valores que se muestran en el cuadro N° 38, se puede resumir que la inversión de \$173.049 se recuperaría en el primer semestre, siempre y cuando se utilicen los valores del flujo de efectivo, conocido como el método simple de recuperación de una inversión de capital.

CUADRO N° 38
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN
(Método Simple)

Períodos(Sem)	Valor Futuro	Valor Recuperado
1	\$ 379.248	\$ 379.248
2	\$ 395.407	\$ 774.655
3	\$ 412.177	\$ 1.186.831
4	\$ 429.582	\$ 1.616.413
5	\$ 447.648	\$ 2.064.061
6	\$ 466.402	\$ 2.530.463
7	\$ 485.870	\$ 3.016.333
8	\$ 506.082	\$ 3.522.415

Fuente: Cuadro N° 37
Elaborado por: Byron Chica A

Si aplicamos el método descontado, en el cual se utilizan los valores presentes (Cuadro N° 39), la inversión también es recuperada en el primer semestre, debido a que la cantidad obtenida asciende a los \$386.795.

CUADRO N° 39
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN
(Método Descontado)

Períodos (Sem)	Valor Presente	Valor Recuperado
1	\$ 386.795	\$ 386.795
2	\$ 411.301	\$ 798.096
3	\$ 437.276	\$ 1.235.372
4	\$ 464.811	\$ 1.700.183
5	\$ 493.997	\$ 2.194.180
6	\$ 524.935	\$ 2.719.115
7	\$ 557.729	\$ 3.276.845
8	\$ 592.491	\$ 3.869.335

Fuente: Cuadro N° 37
Elaborado por: Byron Chica A

CAPITULO VI

PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

6.1. Planificación y Cronograma de Implementación

La programación de las actividades a realizarse durante la implementación de las propuestas se muestra en el diagrama de Gantt, en el gráfico N° 12, en el cual cronológicamente se establecen todos los pasos correspondientes para alcanzar el objetivo.

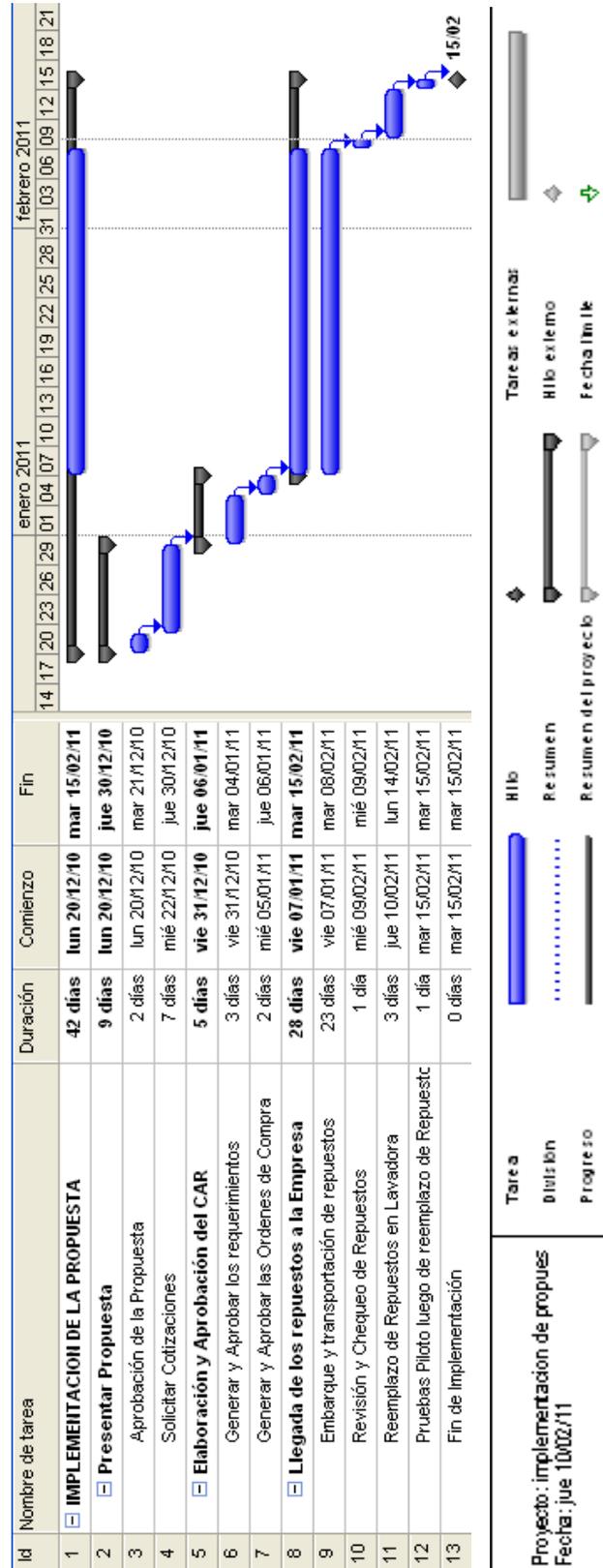
- Presentar propuesta
- Elaboración y Aprobación del CAR
- Llegada de los repuestos a la empresa

La implementación de la propuesta está proyectada para iniciar el 20 de Diciembre del 2010, y el término de la misma el 15 de Marzo del 2011, es decir 42 días.

En base a la propuesta planteada, se recomienda realizar un mantenimiento preventivo a la lavadora de botellas, durante los próximos 4 años, para garantizar el mantenimiento correctivo una vez realizado.

Para lo cual se ha establecido un Plan de Mantenimiento Preventivo para la lavadora Océano, en el cual se permitirá llevar los registros necesarios de forma anual, semestral, trimestral, mensual y semanal. Se aspira conseguir con esto, una programación de cambios de repuestos antes que éstos dejen de funcionar.

GRÁFICO N° 12
DIAGRAMA DE GANTT DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA



PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PROPUESTO) PARA LAVADORA DE BOTELLAS, MODELO OCÉANO

TABLA Nº 1.

TIEMPO PROMEDIO DE DURACIÓN DE TRABAJO

FRECUENCIAS	TIEMPO (HORAS)
SEMANTAL	8
MENSUAL	16
TRIMESTRAL	12
SEMESTRAL	22
ANUAL	44

TABLA Nº 2.

MÉTODOS DE INSPECCIÓN

MÉTODOS DE INSPECCIÓN	PARTES DEL EQUIPO
MÉTODOS DE LA CONDICIÓN	PARTES DE TODO EL EQUIPO
ANÁLISIS DE CONVERTIR	PARTE MOTORES Y PANEL ELÉCTRICO
ANÁLISIS DE ACEITE	REDUCTORES

REGISTRO. DESCRIPCIÓN.

Tareas de Mantenimiento Preventivo.

Realice las siguientes actividades:

Semanal

Técnico mecánico Operador

1. Limpie y lubrique la máquina.
2. Controle estado de bolsillos, cambie si es necesario.
3. Limpie los filtros tubulares y de plancha.
4. Compruebe la alineación de los chisquetes de enjuague final.
5. Compruebe la alineación de los chisquetes de preenjuague.

Mensual

Técnico mecánico Operador.

1. Revise las estrellas que accionan chisquetes.
2. Revise las mangueras de aire y del sistema neumático.

Trimestral

Técnico mecánico y eléctrico

1. Verifique estado y funcionamiento de los embragues

Técnico mecánico.

2. Revise grupo de engranajes motrices de mesa de carga.
3. Revise que protector de cadenas se encuentren en su lugar.
4. Verifique alineación de platinas que accionan estrellas de chisquetes (operador)
5. Revisar estado de la descarga de lavadora.
6. Revisar ejes y lóbulos de la descarga
7. Revisar tuberías y válvulas de línea de vapor, corregir fugas.
8. Corregir fugas de aire.
9. Revisar filtros reguladores.
10. Revisar calidad de materiales.

Semestral

Técnico mecánico.

1. Revise ejes, cadenas, piñones, chumaceras y guías (mesa de carga).
2. Revise ejes y uñas empujadores de botellas.
3. Inspeccionar barras y dedos orientadores.
4. Revisar ejes y chumaceras porta catalina.
5. Revise estado de compuertas y empaques de tanques de soda.
6. Revise tubería y válvulas de agua de soda.
7. Inspeccione estado de tapas de lavadora parte superior.
8. Verifique temple de cadenas reductoras.

9. Verifique estado de tuberías y válvulas de enjuague final.
10. Revise grupo de piñones y levas en la descarga.
11. Revise estado de guías de descarga.
12. Revise estado de trampas de vapor.

Anual

Instrumentista y técnico

1. Mantenimiento electroválvula mfh 3-1/4 # 1 (Paso de vapor)
2. Mantenimiento electroválvula mfh 3 - ¼ # 2 (Paso de vapor)
3. Mantenimiento electroválvula 3- ¼ # 3 (Paso de agua)
4. Mantenimiento electroválvula 3- ¼ # 4 (Paso de agua)
5. Mantenimiento electroválvula mfh 5- ¼ (Paso de agua blanda)
6. Mantenimiento electroválvula VT 15- ¼ (Paso de agua blanda).

Instrumentista

7. Revise válvula neumática de vapor # 1, 2, 3
8. Revise válvula neumática agua.

Instrumentista y técnico electrónico

9. Revise la Válvula moduladora # 1 y 2.

Técnico electrónico y eléctrico

10. Limpiar los ventiladores / intercambiadores de armarios eléctricos.
11. Controle nivel de desgaste de contactores.
12. Mantenimiento a armario eléctrico y ajuste de bornes.
13. Mantenimiento a microswitchs de seguridad
14. Mantenimiento a válvula T.

Técnico eléctrico

15. Mantenimiento a motor ventilador 1 y 2
16. Mantenimiento y/o revisión de controladores #1, 2, 3.

Instrumentista y técnico electrónico

17. Revisión y/o limpieza de RTD de tanques # 1, 2, 3.
18. Mantenimiento y/o revisión de motor-reductor.

Técnico mecánico

19. Revisar cadena porta canasta
20. Verifique temples y calibrar senos de cadena porta canasta
21. Revise internamente guías de cadena porta canastas.
22. Revise conjunto de catalinas de cadena porta canasta.
23. Revise internamente tanques de lavadora.
24. Revise reductor principal que acciona cadena canasta.
25. Revise reductor # 1, 2, 3,4 del sistema de transmisión de cadena.

Técnico eléctrico y mecánico

26. Mantenimiento y/o revisión motor bomba de pre lavado
27. Mantenimiento y/o revisión motor bomba de prelavado de soda de primer tanque
28. Mantenimiento y/o revisión motor bomba de soda de Segundo tanque
29. Mantenimiento y/o revisión motor bomba de agua de tercer tanque
30. Mantenimiento y/o revisión motor bomba de pre enjuague de 1er tanque y 2do tanque.

Técnico mecánico.

35. Mantenimiento a motor reductor mesa de carga.
36. Mantenimiento a motor reductor malla 1, 2 y 3.
37. Mantenimiento a motor reductor cepillo 1, 2 y 3.
38. Mantenimiento a motor B6 soplador # 1 y # 2.

TAREAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO**1. Monitoreo de la condición**

- Inspeccionar posible fugas de líquido en las juntas.

- Inspeccionar el estado de sensores y cables eléctricos.
 - Inspeccionar bastones y soporte de mesa de carga.
 - Inspeccionar agitadores de tanques de soda # 1
 - Inspeccionar visores de nivel de soda #2
 - Inspeccionar fugas de agua y soda.
- 2. Análisis de Corriente.**- Inspeccione mensualmente el estado de cada una de las fases de las conexiones eléctricas.
- 3. Análisis ultra sonido.** - Verifique fugas internas con el detector de ultra sonido.

Medidas de corrección

1. Situación.- Botellas mal lavadas

- Verifique las presiones de las bombas # 1, 2 y 3
- Verifique el alineamiento de los chisquetes de soda de 1, 2 y 3er. enjuagues.
- Verifique el estado de las estrellas de los chisquetes.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

A partir de la aplicación del enfoque sistemático TOC (Teoría de las Restricciones) ha sido posible llevar a cabo la identificación de la lavadora de botellas Océano, como el Cuello de Botella, por las siguientes razones: 112.2 horas de paras no programadas que equivalen al 29.5% (Pág. 59); lo que representa pérdidas en horas máquina de \$1.298,39; en horas hombre de \$22.568,56; por rotura de envase 5.522 botellas que equivalen a \$1.104 y un margen de utilidad no percibida de \$383.455 (Pág.65). Por presentar continuas fallas en varios de sus componentes, ésta causal ha originado que la capacidad de producción en la línea de llenado N° 5 se encuentre en un 59.55%.(Pág.48).

Por ser reconocidas como la restricción del sistema, se sugieren que sean explotadas al máximo, porque son ellas las que marcan la generación de productos en la empresa. Una hora de pérdida en ellas, es una hora que no se recupera nunca.

Se generó la secuencia de la programación de la producción mediante el DBR (Drum, Buffer, Rope - Tambor, Amortiguador y Cuerda) colocando a la lavadora de botellas Océano, como la máquina que marca el ritmo de producción de la línea y va a estar conectada con la llenadora mediante la Cuerda, para limitar la liberación de materiales defectuosos; por último se sugiere que el Amortiguador, en este caso la despaletizadora y la

desencajonadora, limiten la velocidad para reducir el inventario de botellas antes de ingresar a la lavadora.

En el programa de mejoramiento continuo para elevar la restricción del sistema, se buscaron soluciones a nivel de incrementar la capacidad del lavado de botellas con lo cual se podrá contar con una línea más productiva y eficiente. Por tal motivo, se propone Realizar Mantenimiento Correctivo Integral (Overhall) luego de lo cual se espera aumentar la capacidad de producción de 592 a 693 botellas/min. (4.2 cajas/min.) lo que representa un 9.63% de eficiencia (Cuadro N°31, Pág. 77).

7.2. Recomendaciones

Siguiendo con el enfoque sistemático del TOC, en el paso quinto indica: **“Si en los pasos previos se ha eliminado una restricción, volver al paso 1”** No obstante, por ser un proceso de mejora continua, es muy importante no dejar de prestar atención a las nuevas restricciones que se han de presentar al eliminar una, por lo cual se recomienda lo siguiente:

- ✓ Actualizar constantemente la programación DBR.
- ✓ Estar atentos a los cambios del sistema, ya que con la mejora de la capacidad en el lavado de botellas, es muy probable que se presente otra restricción en otro proceso u operación.
- ✓ No dejar que la inercia se convierta en una restricción.
- ✓ Se debe trabajar más en la capacitación y motivación al capital Humano, ya que éstas deben ser continuas, y éstos puedan familiarizarse cada vez más con los buenos hábitos de manufactura, para que la mejora esperada sea efectiva y pueda

notarse un aumento favorable en la eficiencia y productividad de la planta.

- ✓ Se sugiere que durante el mantenimiento preventivo propuesto, todo cambio de repuesto sea en lo posible por uno de las mismas especificaciones y de igual o mayor calidad del repuesto a ser reemplazado; esto dará como resultado una mayor vida útil de la máquina lavadora.

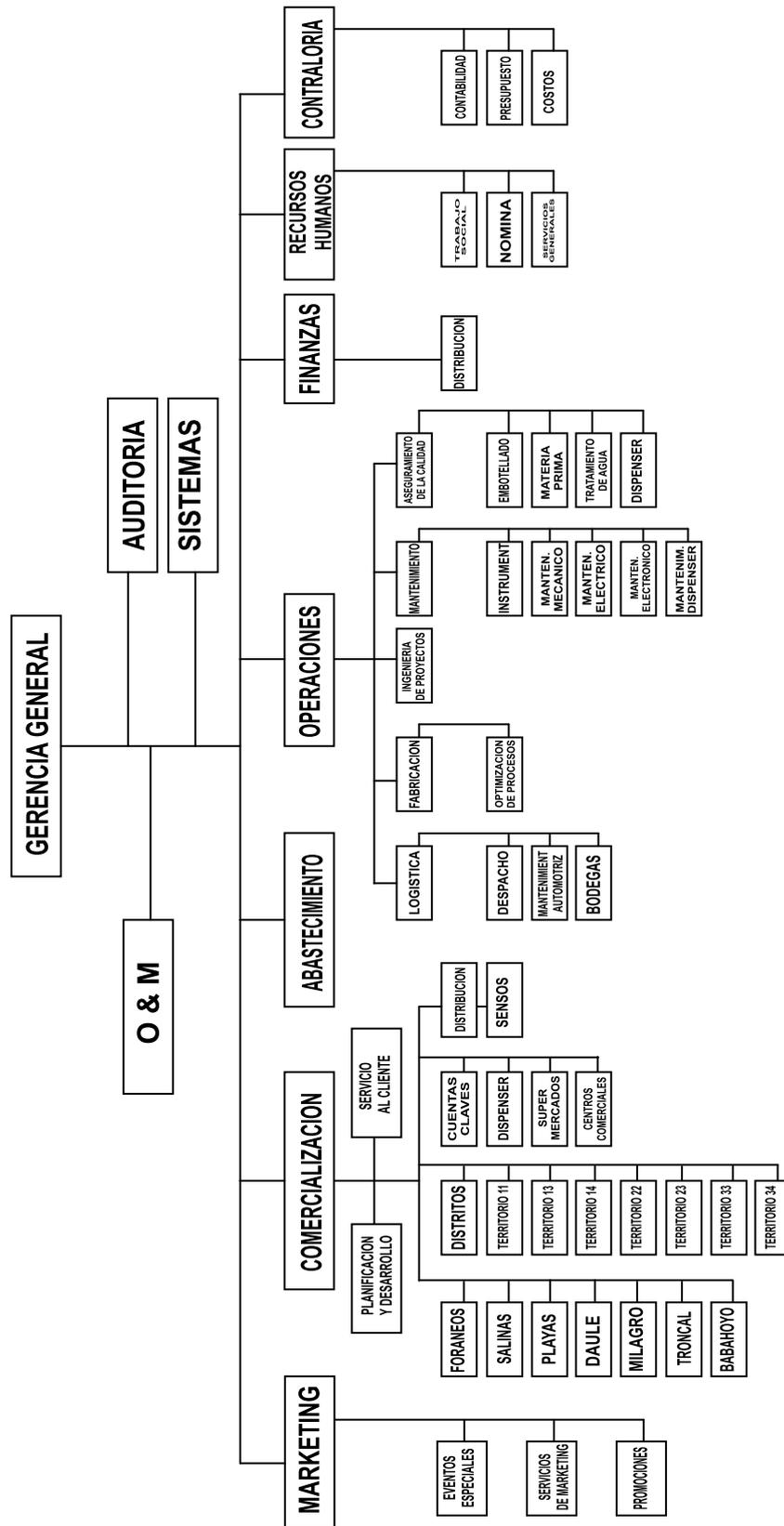
En el mundo globalizado actual, donde existe una competencia férrea en todos los campos, es muy importante que las empresas reaccionen lo más rápido posible a la demanda del mercado o si no perderán fácilmente su lugar. Se ha demostrado que el siglo XXI es el siglo de la velocidad, los lentos no tienen oportunidad, una vía para sobrevivir es la mejora continua, el proceso de focalización propuesto por TOC está diseñado para orientar los esfuerzos de mejora y conseguir el máximo impacto en el sistema, con lo cual lo encamina cada momento a la empresa a mantenerse operando de forma eficiente y productiva.

ANEXOS

ANEXO Nº 2

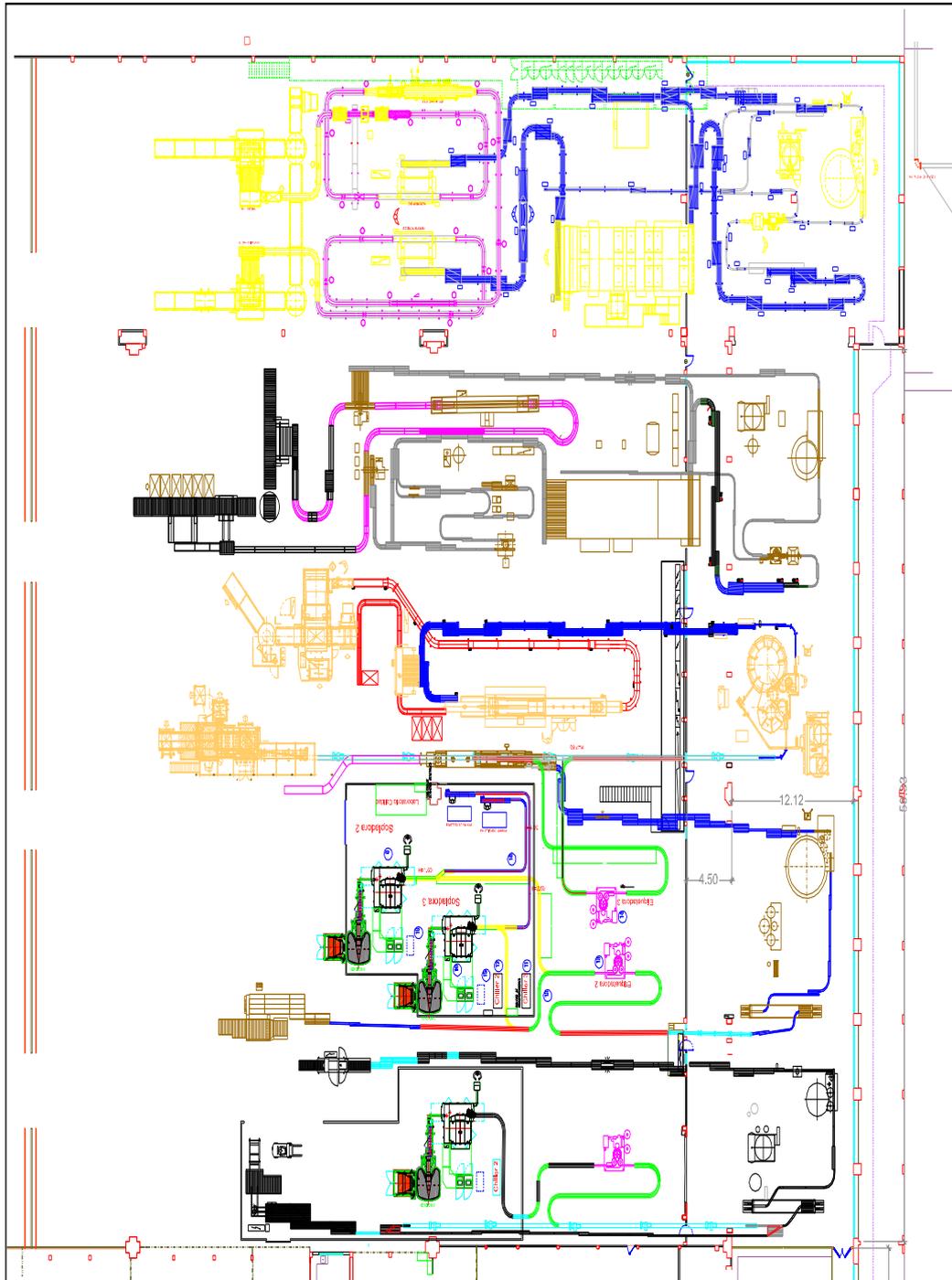
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA EBC

ORGANIGRAMA
ECUADOR BOTTLING COMPANY - Guayaquil (Coca - Cola)



ANEXO N° 3

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



ANEXO Nº 4

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MAQUINAS DE LA LÍNEA Nº 5

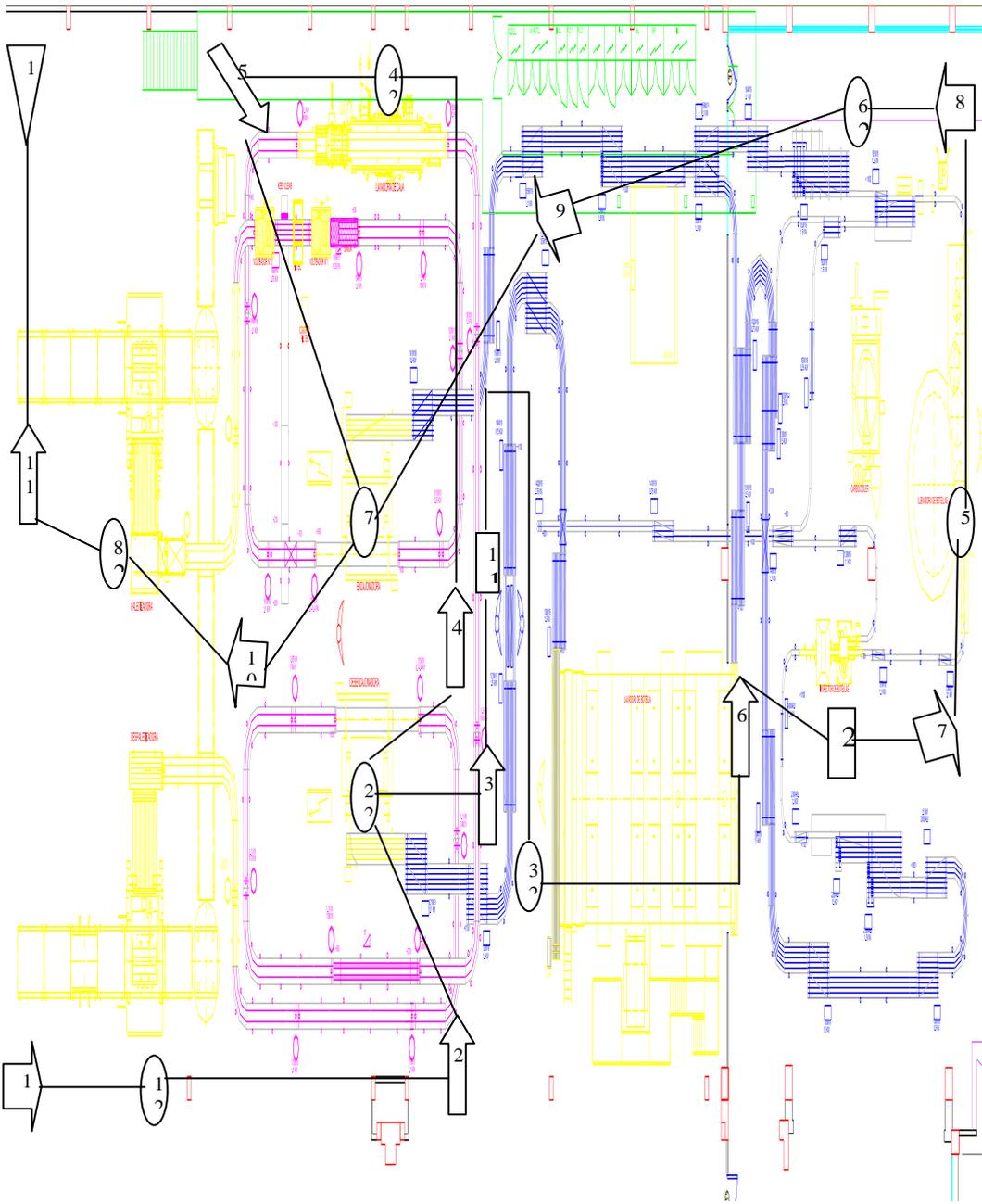
LINEA: 5		FORMATOS: 192/200 ml - 300 ml. - VIDRIO			TOTAL CONSUMO	
ITEM	EQUIPO	FABRICANTE	AÑO	CAPACIDAD	SUMINISTROS	
01	DESECAJONADORA IAA 776	SASIB BEVERAGE ITALIA	96	2655 C/H	440 U 60HZ 4,05 KW 210 NL/ni 5 Bar	
02	LAVADORA BOTELLAS OCEANO 85-125/44 3D	SASIB BEVERAGE ITALIA	96	52.800 Botellas/Hora 300 cc	440 voltios 60HZ trifasico 77,40 KWAT/484,757 Kcal Aire 3 Nmc/H a 6 bar Agua 13 mc/H a 1,5 bar	
03	LLENADORA EUROSTAR	SIMONAZZI ITALIA	96	800 BPM	440 voltios 60 HZ	
04	CARBONATADOR ENFRIADORM-72 "SR"	SASIB BEVERAGE ITALIA	96	Act.17.500 L/H Min.8000 L/H Max.20.000 L/H	440 voltios trifasica 60 HZ	
05	TOLVA DETAPAS Simonazzi	SIMONAZZI ITALIA	96	80.000 Tapas	440 v. 60 H. 1 KW	
06	ENCAJONADORA IAB492	SASIB BEVERAGE ITALIA	96	4000 caja/hora	440 V 60HZ 4,50 KW 280NL/min Aire - 5 bar	
07	LAVADORA DE CAJAS M 3000 5X	SASIB BEVERAGE ITALIA	96	44 cajas/minuto	Vapor 5 bar - 90 kg/H Agua 2 bar Consumo Agua 6,8 m3/H	
08	PALETIZADOR Pal KUMBI GRIPPING	SASIB BEVERAGE ITALIA	96	40 cajas/minuto	440 v. 60 Hz	
09	DEPALETIZADOR DE CAJAS IBC 057	SASIB BEVERAGE ITALIA	96	40 cajas/minuto	440 V - 60 HZ 19 KW Aire 200 Nl/min 6 bar	
10	DETECTOR DE BRIX Y CO2 MASELLI	MASELLI MEASUREMENTS USA	96		220 V 60 H Aire 2 CFM 40 PSI	
11	OMNIVISION 900-SERIE 3000	INDUSTRIAL DINAMICS Co	96	900 Bot/min	440 V 60 H Aire 60 PSI-A,put-150 PSI Agua 20 PSI	
12	CODIFICADOR EXCEL VHS	VIDEO JET USA	96	850 BPM	110 V 60 H 80 PSI Aire 2 CFM	
13	INSP. DE BOTELLAS LLENAS FILTEC FT-100	SIEMENS Industrial Dynamics Co USA	96	850 BPM	110 V 60 Hz-1 FASE 5/2. 20 PSI AIRE: 2 CFM	
14	TRANSPORTADORES BOTELLAS	SASIB BEVERAGE ITALIA	96			
15	INSPECTOR DE CAJAS LLENAS Mod. C20V/1V/DE	INDUSTRIAL DINAMICS Co	96	180 cajas/minuto	24 Volt Aire 60 PSI	
16	TRANSPORTADORES CAJAS	SASIB BEVERAGE				

ANEXO Nº 5
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO
DE EMBOTELLADO DE BEBIDAS GASEOSAS

ECUADOR BOOTLING COMPANY				RESUMEN	
				Actividad	Actual
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS				○	Operación 8
Actividad: Elaboración de la bebida gaseosa				⇒	Transporte 11
Fecha: 03/06/10 Operadores:				D	Demora
				□	Inspección 2
Elaborado por: Byron Chica A.		Comentario:		▽	Almacenaje 1
Metodo: Actual		Datos x caja 24 botellas		Tiempo (min)	60,7
				Distancia (metros)	329
Descripción de la actividad	Símbolos	Tiempo (min.)	Distancia (metros)	Observaciones	
Llevar envase a despaletizadora	○ ⇒ D □ ▽	1,2	70	Montacarga	
Despaletizar cajas con botellas vacias	○ ⇒ D □ ▽	0,1		Ciclo lleva 6 cajas	
Transportar caja de botellas	○ ⇒ D □ ▽	1,1	28		
Desencajonar botellas	○ ⇒ D □ ▽	0,1		Ciclo con 6 cajas	
Transportar botellas	○ ⇒ D □ ▽	0,5	22		
Pre inspección botellas sucias	○ ⇒ D □ ▽	0,1		Visual de operador	
Lavado de botellas	○ ⇒ D □ ▽	47			
Transportado de caja vacia	○ ⇒ D □ ▽	1,2	26	Transp. aereo	
Lavado de caja vacia	○ ⇒ D □ ▽	2			
Transporte de caja vacia a encajonadora	○ ⇒ D □ ▽	1	17		
Transporte de botella lavada	○ ⇒ D □ ▽	2,1	32		
Inspección cuerpo de botella	○ ⇒ D □ ▽	0,05		Lo hace el Insp.el.	
Transporte Botella Inspeccionada	○ ⇒ D □ ▽	1	13		
Llenado de botella	○ ⇒ D □ ▽	0,05			
Transporte de botella llena	○ ⇒ D □ ▽	0,1	6		
Codificación de Botella	○ ⇒ D □ ▽	0,05			
Transporte botella codificada	○ ⇒ D □ ▽	0,3	17		
Colocacion de botella en caja	○ ⇒ D □ ▽	0,1		Ciclo con 6 cajas	
Transporte de caja con botellas llenas	○ ⇒ D □ ▽	1,1	18		
Paletizado de cajas	○ ⇒ D □ ▽	0,1		Ciclo lleva 6 cajas	
Transporte de pallet producto terminado	○ ⇒ D □ ▽	1,4	80	Montacarga	
Almacenado de Pallet	○ ⇒ D □ ▽	xxx		Despacho	

ANEXO N° 6

DIAGRAMA DE RECORRIDO



ANEXO N° 7 COTIZACIÓN DE LAVADORA DE BOTELLAS ODYSSEY

SIPA, Inc.		Invoice	
France	Date	INVOICE	
	August 17,2010	37152	
BILL TO		SHIP TO	
Ecuador Bottling Company (Coca Cola)			
Kilómetro 4,5 Av. Juan Tanca Marengo		Kilómetro 4,5 Av. Juan Tanca Marengo	
Guayaquil,		Guayaquil, 0803	
0803		Ecuador	
Ecuador		Ecuador	
RUC 0990010184002		RUC 0990010184002	
ORDER	TERMS	DUE DATE	PAYMENT INSTRUCTIONS
35526	Due on receipt	August 17,2010	See Page 2 of your invoice
ITEM	DESCRIPTION	LISTING No.	QTY
			RATE
			AMOUNT
			in GBP
Equipment	Bottles washer Zysco fitted wiyh a CFC Unit model: Odyssey	189912	1
			\$ 810.000,00
			810000 0,1 \$ 90.000,00
			900000 0,15 \$ 135.000,00
All purchases are subject to Sipa,Inc. Terms and conditions as listed on our website www.sipa.inc.com			
Total			\$ 1.035.000,00

ANEXO Nº 8 COTIZACIÓN REPUESTOS Y MATERIALES

SIPA, Inc.		Invoice	
Argentina	Date	INVOICE	
	August 20,2010	37658	
BILL TO		SHIP TO	
Ecuador Bottling Company (Coca Cola)			
Kilómetro 4,5 Av.Juan Tanca Marengo Guayaquil, 0803 Ecuador RUC 0990010184002		Kilómetro 4,5 Av.Juan Tanca Marengo Guayaquil, 0803 Ecuador RUC 0990010184002	
ORDER	TERMS	DUE DATE	PAYMENT INSTRUCTIONS
35527	Due on receipt	August 17,2010	See Page 2 of your invoice
ITEM	DESCRIPTION	LISTING No.	QTY RATE AMOUNT
			in GBP
1	Bottles washer chain principal		1 \$ 44.200,00
2	Guía riel, table descarga	189851	1 \$ 18.500,00
3	Kit Repuesto, reductor-motor principal		1 \$ 2.100,00
4	Kit Repuesto, reductor-motor secondary		5 \$ 7.100,00
5	Washer Pum		4 \$ 1.720,00
model: Simonnazy- Océano			
All purchases are subject to Sipa, Inc. Terms and conditions as listed on our website www.sipa.inc.com			Total \$ 73.620,00

BIBLIOGRAFÍA

Goldratt Eliyahu, LA META – Un proceso de Mejora Continua,
Ediciones Castillo, Segunda edición 1999.

Baca Urbina Gabriel, FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ECONÓMICA,
Mc. Graw Hill “GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN” Octava edición.

INTERNET [www. Gestiopolis.com](http://www.Gestiopolis.com)