



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA *CIP* (*CLEAN IN PLACE*), Y
ESTUDIO DE TIEMPOS DE PROCESOS EN EL ÁREA DE JARABES DE
EMBOTELLADORA LA MARIPOSA, S.A.**

Jean Pierre Henri Betancourt Herrera

Asesorado por la Inga. Rosybel Alheli Suchini Morales

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA *CIP* (*CLEAN IN PLACE*), Y
ESTUDIO DE TIEMPOS DE PROCESOS EN EL ÁREA DE JARABES DE
EMBOTELLADORA LA MARIPOSA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JEAN PIERRE HENRI BETANCOURT HERRERA
ASESORADO POR LA INGA. ROSYBEL ALHELI SUCHINI MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CIP (CLEAN IN PLACE), Y
ESTUDIO DE TIEMPOS DE PROCESOS EN EL ÁREA DE JARABES DE
EMBOTELLADORA LA MARIPOSA, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 23 de mayo de 2011.



Jean Pierre Henri Betancourt Herrera



Guatemala, 04 de octubre de 2011.
REF.EPS.D.898.10.11

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CIP (CLEAN IN PLACE), Y ESTUDIO DE TIEMPOS DE PROCESOS EN EL ÁREA DE JARABES DE EMBOTELLADORA LA MARIPOSA, S.A.”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Jean Pierre Henri Betancourt Herrera** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Rosybel Alheli Suchini Morales.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Norma Ileana Sarmiento Aceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Guatemala, 04 de octubre de 2011.
REF.EPS.DOC.1278.10.11.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Jean Pierre Henri Betancourt Herrera**, Carné No. **200611045** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CIP (CLEAN IN PLACE), Y ESTUDIO DE TIEMPOS DE PROCESOS EN EL ÁREA DE JARABES DE EMBOTELLADORA LA MARIPOSA, S.A."**.

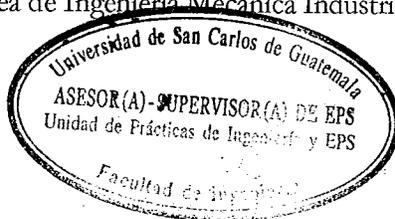
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Rosybel Alheli Suchini Morales
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



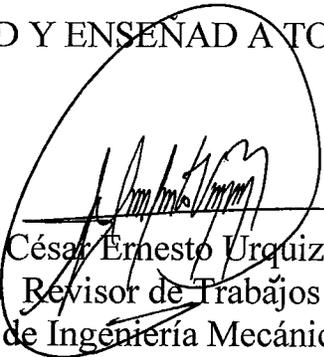
RASM/ra



REF.REV.EMI.162.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CIP (CLEAN IN PLACE), Y ESTUDIO DE TIEMPOS DE PROCESOS EN EL ÁREA DE JARABES DE EMBOTELLADORA LA MARIPOSA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Jean Pierre Henri Betancourt Herrera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2011.

/mgp



REF.DIR.EMI.163.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CIP (CLEAN IN PLACE), Y ESTUDIO DE TIEMPOS DE PROCESOS EN EL ÁREA DE JARABES DE EMBOTELLADORA LA MARIPOSA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Jean Pierre Henri Betancourt Herrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2011.

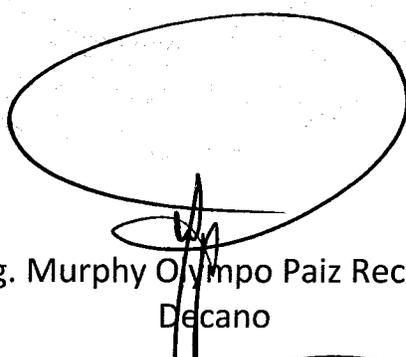
/mgp



DTG. 409.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA CIP (CLEAN IN PLACE), Y ESTUDIO DE TIEMPOS DE PROCESOS EN EL ÁREA DE JARABES DE EMBOTELLADORA LA MARIPOSA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Jean Pierre Henri Betancourt Herrera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 17 de octubre de 2011.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por iluminar mi camino a lo largo de mi vida, y por haberme provisto de lo necesario para poder alcanzar las metas que me he propuesto.
- Virgen María** Madre celestial cuyo apoyo es esencial para salir adelante.
- Mi madre** Lilian Eugenia Herrera Quiñónez, quien con atención, cuidado y dedicación ve reflejada hoy al nuevo profesional de altura y orgulloso de su labor constante y permanente.
- Mi hermano** Jean Paul Henri Betancourt Herrera, que con sus consejos en momentos clave me permitió tomar decisiones acertadas.
- Mi familia** Por sus constantes muestras de afecto y presencia en todo momento, en especial a Mario Barrera, por su importantísimo rol en los acontecimientos presentes de mi vida.

Mis amigos

A mis amigos de la Universidad por acompañarme a lo largo de esta etapa de mi vida y a mis amigos de toda la vida, los clásicos.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Sergio Prado

Por haberme ayudado a seguir adelante y su ayuda desinteresada, un verdadero ejemplo de persona.

Mi jefe

Henry Wallace Anderson, por lo años importantes compartidos en mi vida.

Asesora

Por ser mí guía en la elaboración de este trabajo de graduación.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

**Universidad de San Carlos
de Guatemala**

Por haberme otorgado la dicha de ser un profesional al servicio de Guatemala y disfrutar de estos momentos que recordaré por siempre.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	23
1.1. Antecedentes generales de la empresa.....	23
1.1.1. Ubicación	24
1.1.2. Estructura organizacional.....	26
1.1.2.1. Organigrama	27
1.1.3. Productos.....	29
1.1.4. Proceso general de la planta de producción	30
1.1.4.1. Tratamiento de agua	30
1.1.4.2. Preparación de jarabes	31
1.1.4.2.1. Jarabe simple.....	31
1.1.4.2.2. Concentrado.....	31
1.1.4.3. Líneas de producción	32
1.2. Área de jarabes.....	33
1.2.1. Procesos del área de jarabes.....	33
1.2.2. Descripción de los procesos del área de jarabes.....	33
1.2.3. Limpieza manual de tanques de almacenamiento del área de jarabes	35
1.2.3.1. Tiempo de limpieza manual	35

1.2.3.2.	Temperatura de limpieza manual.....	35
1.2.3.3.	Concentración de la solución de limpieza manual	36
1.2.3.4.	Presión utilizada en la limpieza manual	36
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	37
2.1.	Análisis FODA	37
2.1.1.	Estrategia.....	41
2.2.	Situación actual de la sala de tanques de almacenamiento	42
2.3.	Propuesta de diseño de sistema <i>CIP</i>	44
2.3.1.	Equipo sanitario para el sistema <i>CIP</i> propuesto	44
2.3.1.1.	Tubería sanitaria	45
2.3.1.2.	Accesorios en tuberías	46
2.3.1.2.1.	Válvulas	46
2.3.1.3.	Bomba de circulación.....	46
2.3.1.4.	Intercambiador de calor	47
2.3.1.5.	Bomba de retorno	49
2.3.1.6.	Limpieza de tanques.....	49
2.3.1.6.1.	<i>Spray balls</i> estáticas	50
2.3.2.	Plano general de sistema <i>CIP</i> propuesto.....	51
2.3.3.	Determinación de las características físicas del fluido del sistema <i>CIP</i> a través de la tubería	54
2.3.4.	Determinación de la pérdida de carga en el sistema <i>CIP</i>	56
2.3.5.	Especificaciones técnicas de la bomba de circulación <i>CIP</i>	64
2.3.6.	Determinación del posicionamiento de los <i>spray balls</i> dentro de los tanques de almacenamiento	66

2.3.6.1.	<i>Spray balls</i> en tanques de almacenamiento verticales	69
2.3.6.2.	<i>Spray balls</i> en tanques de almacenamiento horizontales	71
2.3.7.	Determinación de características de bomba de retorno de sistema <i>CIP</i>	76
2.3.8.	Cavitación	77
2.3.9.	Sistema de lavado propuesto para el diseño <i>CIP</i>	78
2.3.9.1.	Sistema de lavado de tres etapas	79
2.3.9.1.1.	Enjuague previo	80
2.3.9.1.2.	Lavado con detergente	82
2.3.9.1.3.	Enjuague final con agua.....	83
2.3.9.2.	Sistema de lavado de cinco etapas.....	84
2.3.10.	Costo aproximado de <i>CIP</i> propuesto	85
2.3.11.	Análisis de resultados	86
2.4.	Estudio de tiempos de procesos del departamento de jarabes	87
2.4.1.	Estudio de tiempos de proceso en el área de carga de azúcar en tolva.....	87
2.4.1.1.	Método de toma de tiempo.....	87
2.4.1.2.	Diagrama hombre máquina actual	95
2.4.1.3.	Diagrama hombre máquina mejorado	97
2.4.1.4.	Método de trabajo	99
2.4.2.	Estudio de tiempos de proceso en el área de filtración.....	101
2.4.2.1.	Método de toma de tiempo.....	105
2.4.2.2.	Diagrama de proceso hombre máquina actual	112
2.4.2.3.	Diagrama de proceso hombre máquina mejorado	116

2.4.2.4.	Método de trabajo	119
2.4.3.	Estudio de tiempos del proceso de <i>bag in box</i>	121
2.4.3.1.	Método de toma de tiempo	121
2.4.3.2.	Diagrama hombre máquina actual	124
2.4.3.3.	Diagrama hombre máquina mejorado.....	130
2.4.3.4.	Método de trabajo	133
2.4.4.	Análisis de resultados	135
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....	137
3.1.	Plan de contingencia ante desastre natural tipo sísmico	137
3.1.1.	Marco legal	138
3.1.2.	Evaluación de riesgos.....	139
3.1.3.	Matriz de riesgos	141
3.1.4.	Evacuación en casos de emergencia	152
3.1.4.1.	Emergencia.....	153
3.1.4.2.	Evacuación horizontal	153
3.1.4.3.	Evacuación vertical	154
3.1.5.	Brigada	154
3.1.5.1.	Grupos operativos.....	155
3.1.5.2.	Jefe de área	155
3.1.5.3.	Coordinador general	156
3.1.5.4.	Acciones ante un sismo	156
3.1.5.5.	Previo a un sismo	156
3.1.5.6.	Durante un sismo.....	157
3.1.5.7.	Después de un sismo	158
3.1.6.	Ruta de evacuación	158
3.1.6.1.	Señalización de emergencia	159
3.1.6.2.	Plano de evacuación.....	160
3.1.6.3.	Simulacros	162

4.	FASE DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.....	165
4.1.	Programa de capacitación de proyecto en área de jarabes.....	165
4.1.1.	Lavado <i>CIP</i>	166
4.1.2.	Método de trabajo de operaciones de <i>bag in box</i>	167
4.1.3.	Método de trabajo de operaciones en tolva de carga de azúcar	169
4.1.4.	Evacuación en caso de emergencia sísmica en el área de jarabes	170
4.1.5.	Gráficos de comprensión de temas brindados	171
4.2.	Programa de capacitación según necesidades en el área de jarabes.....	174
	CONCLUSIONES	179
	RECOMENDACIONES	181
	BIBLIOGRAFÍA.....	183
	APÉNDICES	185
	ANEXO	221

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de Embotelladora la Mariposa, S.A.....	25
2.	Organigrama de la embotelladora.....	28
3.	Diagrama causa y efecto	39
4.	Plano actual de la sala de jarabes	43
5.	Intercambiador de calor de placas	48
6.	Plano del diseño del sistema <i>CIP</i>	53
7.	Medidas para tanque de almacenamiento vertical.....	62
8.	Desempeño de bomba de sistema <i>CIP</i>	65
9.	<i>NPSH</i> de bomba de sistema <i>CIP</i>	65
10.	Posicionamiento de <i>spray ball</i> de tanque vertical	69
11.	Número de <i>spray balls</i> en un tanque horizontal.....	71
12.	Medidas para tanque de almacenamiento horizontal.....	73
13.	Posicionamiento de <i>spray ball</i> de tanque horizontal	75
14.	Bomba autocebante de anillo líquido	76
15.	Enjuague previo de sistema <i>CIP</i>	81
16.	Lavado con detergente de sistema <i>CIP</i>	82
17.	Enjuague final con agua de sistema <i>CIP</i>	83
18.	Diagrama de proceso hombre máquina actual en carga de azúcar en tolva.....	95
19.	Diagrama de proceso hombre máquina mejorado en carga de azúcar en tolva.....	97
20.	Método de trabajo en tolva de carga.....	99
21.	Método de trabajo auxiliar de tolva.	100

22.	Marmitas de área de filtros.	104
23.	Ficha de recopilación de información de gpm.	107
24.	Comportamiento de filtros.....	110
25.	Diagrama de proceso hombre máquina actual en sala de filtros.	113
26.	Diagrama de proceso hombre máquina mejorado en sala de filtros.....	116
27.	Método de trabajo en área de filtros.	120
28.	Diagrama de proceso hombre máquina actual del área de <i>bag in box</i>	125
29.	Diagrama de proceso hombre máquina mejorado del área de <i>bag in box</i>	130
30.	Método de trabajo en <i>bag in box</i>	134
31.	Señalización en área de jarabes.	160
32.	Plano con ruta de evacuación.	161
33.	Gráfico de comprensión de los temas para el grupo 1.	172
34.	Gráfico de comprensión de los temas para el grupo 2.	173
35.	Gráfico de comprensión de los temas para el grupo 3.	173

TABLAS

I.	FODA Embotelladora la Mariposa, S.A.	38
II.	Valores recomendados para tanques almacenadores	50
III.	Valores comunes de C	58
IV.	Resumen de accesorios para tanque crítico	59
V.	Resumen de pérdidas de presión en los tanques	63
VI.	Tipos de residuos superficiales	67
VII.	Valores para “Fs” de acuerdo al residuo	68
VIII.	Resumen de spray balls para tanques horizontales.....	74
IX.	Operaciones para un sistema CIP de re-utilización.....	80
X.	Sistema de saneamiento de cinco etapas	85

XI.	Costo aproximado de CIP propuesto.....	85
XII.	Tabla Westinghouse.....	88
XIII.	Tiempo cronometrado para operaciones de carga de azúcar	90
XIV.	Tiempo normal para operaciones de carga de azúcar en tolva	90
XV.	Tiempo estándar para operaciones de carga de azúcar en.....	91
XVI.	Tiempo normal para operaciones de operario auxiliar del	92
XVII.	Tiempo estándar para operaciones de operario auxiliar del	93
XVIII.	Registro de tiempos para el calentamiento de marmitas	94
XIX.	Grados brix para jarabe simple de diferentes tipos	102
XX.	Cantidad de cargas de jarabe suave y grueso para un día de	103
XXI.	Resumen de fichas de recopilación para el filtro 1	108
XXII.	Resumen de fichas de recopilación para el filtro 2	109
XXIII.	Tiempo de filtración para filtro 1	111
XXIV.	Tiempo de filtración para filtro 2	111
XXV.	Tabla General Electric para número de observaciones	121
XXVI.	Tiempo cronometrado para operaciones de <i>bag in box</i>	122
XXVII.	Tiempo normal para operaciones de <i>bag in box</i>	122
XXVIII.	Tiempo estándar para operaciones de <i>bag in box</i>	123
XXIX.	Factores de riesgo para evaluación.....	140
XXX.	Matriz de riesgos de operario en tolva.....	142
XXXI.	Matriz de riesgos de auxiliar en tolva.....	144
XXXII.	Matriz de riesgos de operario de filtros.....	146
XXXIII.	Matriz de riesgos de operario de concentrados.....	147
XXXIV.	Matriz de riesgos de operario de bombas.....	148
XXXV.	Matriz de riesgos de operario de llenadora.....	150
XXXVI.	Matriz de riesgos de operario de cajas	151
XXXVII.	Soluciones correctivas.....	152
XXXVIII.	Capacitación informativa	174
XXXIX.	Capacitación informativa	175

XL.	Capacitación preventiva	176
XLI.	Capacitación para la mejora continua	177
XLII.	Capacitación para el desarrollo	178

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°Brix	Grado brix
°C	Grado Celsius
gpm	Galones por minuto
h	Hora
m	Metros
mca	Metro de columna de agua
min	Minuto
m/s	Metros por segundo
s	Segundo
%	Porcentaje

GLOSARIO

Ácido	Compuesto químico cuyo pH es inferior a 7.
ADN	Ácido Desoxirribonucleico.
AISI	<i>American Iron and Steel Institue.</i>
Alcalino	Compuesto químico cuyo pH es superior a 7.
ARN	Ácido Ribonucleico.
Automatización	Sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente realizadas por seres humanos.
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura.
CIP	Limpieza en sitio, que se realiza en circuito cerrado, controlando temperatura, tiempo, acción mecánica y concentración de los químicos.
Concentrado	Sustancia líquida, cuyos componentes sólidos se encuentran acumulados en una alta proporción.

Detergente	Sustancia química que se usa para eliminar la suciedad y la grasa de una superficie.
EPI	Equipo de protección individual.
Estudio de tiempos	Técnica de medición, del trabajo, empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida.
Fatiga	Disminución en la capacidad de trabajo.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
Inocuidad	Garantía que los alimentos no causarán daños al consumidor final.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Jarabe	Materia prima para la elaboración de bebidas carbonatadas.
Jarabe simple	Combinación de agua tratada y azúcar.
NPSH	<i>Net Positive Suction Head.</i>

Pallet	Unidad de carga utilizada para la agrupación de productos, sirve para facilitar el transporte, almacenaje y manipulación.
Riesgo	Posibilidad de sufrir un determinado daño derivado de una actividad.
Saneamiento	Son los medios que permiten promover la higiene mediante la prevención del contacto humano con materiales de desecho. Los cuales pueden ser químicos, biológicos, físicos o agentes microbiológicos.
Sistema	Se refiere al conjunto de dispositivos, personas y procedimientos que se interaccionan para la realización de una tarea.
Soluto	Componente de una disolución que se encuentra en menor proporción.
Solvente	Componente de una disolución que se encuentra en mayor proporción.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contempla aspectos generales de la empresa Embotelladora la Mariposa, S.A., en donde se han hecho las investigaciones relativas al estudio de tiempos, plan de contingencia ante desastres naturales por sismo y propuesta de diseño de sistema *Clean In Place*.

Se define la empresa con las consideraciones técnicas, reunión de criterios y aspectos detectados, mencionando la organización y procesos generales necesarios para mantener el funcionamiento y producción de bebidas carbonatadas de calidad que la empresa posee dentro del mercado nacional.

Se describe el análisis realizado por medio de cronometro, para llevar a cabo el estudio de tiempos de los procesos de fabricación del departamento de jarabes de Embotelladora la Mariposa, S.A., incluyendo las áreas de carga de azúcar en tolva, sala de filtración y línea de llenado *bag in box*. Concluyendo el estudio de tiempos con las mejoras implementadas y desarrolladas en cada una de las áreas mencionadas, teniendo como consecuencia, un incremento de producción al disminuir los tiempos totales de cada proceso.

Se establecen los aspectos relacionados con la seguridad e higiene ocupacional dentro del departamento de jarabes, diseñando e implementando una ruta de evacuación, además de las medidas de seguridad y protección específicas para cada área de trabajo.

Como apoyo extra, se capacita al personal del área de jarabes en los temas de lavado *CIP*, métodos de trabajo de operaciones en *bag in box* y tolva de carga de azúcar, y evacuación en caso de emergencia sísmica. Finalmente, se realizan evaluaciones de los temas brindados que ponen en evidencia la comprensión, y con base en las necesidades detectadas se propone un programa de capacitaciones.

Se presenta a través de este estudio una propuesta adaptable a la actual sala de jarabes que tome en cuenta las consideraciones técnicas de un sistema *CIP*, y la realización de un estudio de tiempos en los diversos lugares de trabajo inmersos en el área de jarabes, analizando y desarrollando posibles mejoras.

OBJETIVOS

General

Proponer el diseño de un sistema *Clean In Place (CIP)*, y un estudio de tiempos de procesos del área de jarabes de Embotelladora la Mariposa, S.A.

Específicos

1. Determinar el tiempo de las actividades incluidas en las diferentes áreas de trabajo y representarlos mediante diagramas hombre - máquina.
2. Analizar la situación actual de los tanques de almacenamiento de jarabe simple para poder diseñar un sistema personalizado *CIP*.
3. Proponer un sistema de lavado de varias etapas, adaptable a las necesidades del área de jarabes.
4. Elaborar los métodos mejorados para los diagramas hombre - máquina en el área de jarabes, mediante el análisis de operaciones.
5. Identificar las etapas de lavado *CIP* y su diseño técnico para el área de producción de jarabes.
6. Desarrollar un plan de contingencia ante desastres sísmicos para el área de jarabes de la planta de producción de Embotelladora la Mariposa, S.A.

7. Capacitar al personal del área de jarabes respecto a *CIP*, estudio de tiempos de procesos y plan de contingencia.

INTRODUCCIÓN

Embotelladora la Mariposa, S.A. tiene como principal actividad la producción de bebidas carbonatadas en diversos sabores, su proceso productivo es esencialmente tipo continuo, lo que implica que su volumen de producción sea de gran magnitud. La demanda de su producto la convierte en una empresa sólida y líder en la industria guatemalteca.

Para continuar siendo una empresa líder en su rama, los más altos estándares de higiene en planta son prerequisites esenciales para la producción de cualquier producto para consumo humano. La limpieza y la subsecuente desinfección o esterilización de cualquier dispositivo en los procesos o equipo, debe llevarse a cabo con el mayor cuidado y atención para asegurar la calidad total del producto. Anteriormente, la tendencia ha sido de procesos manuales dentro de la planta, inclusive, se llevan a cabo actualmente, en muchas operaciones de procesos realizados en la planta de producción.

En la práctica de limpieza manual es vital la atención meticulosa, debido a que por razones de salud y seguridad del operario, únicamente pueden ser utilizadas soluciones químicas, detergentes y desinfectantes relativamente suaves, y el estricto apego a los procedimientos de limpieza es crítico. En operaciones a mayor escala, y donde pueden estar involucrados equipos más complejos, la tendencia es hacia la utilización de *CIP*, y es sobre los aspectos técnicos de esta tecnología que se hará el estudio.

La limpieza *CIP*, por sus siglas en inglés, poco a poco está siendo adoptada por muchas plantas de producción de lácteos, bebidas y alimentos procesados. La industria de alimentos procesados ha logrado un gran cambio hacia el sistema *CIP* a lo largo de los últimos 10 a 15 años, y la industria de bebidas, al mismo ritmo que la industria de lácteos, han presentado un aumento de demanda por sistemas *CIP*, los cuales proporcionan mejoras de higiene en la planta, y mejoran la calidad del producto final.

Actualmente el saneamiento de los tanques almacenadores se realiza de manera manual, exponiendo la integridad física de los operarios que tienen esta tarea, debido que deben trabajar con sustancias peligrosas, dicha operación además de ser intrínsecamente riesgosa, es también variable, debido que depende de las aptitudes de cada uno de los operarios.

En consecuencia y para eliminar la variabilidad de la limpieza manual se propone el diseño de un sistema *CIP*, que además de ser controlable disminuye considerablemente los riesgos a la salud de los operarios.

En todo proceso industrial se toma en cuenta aspectos que influyen en la producción de la empresa, los cuales dependen por una parte del personal operativo y por otra de la capacidad de las máquinas instaladas. Al realizar un estudio y análisis de los diferentes procesos es posible determinar la medida en que una parte afecta a la otra. De manera más específica, cómo repercute en la productividad, ya sea en un aumento o disminución, el tiempo de realización de un proceso. Por ello se realizará un estudio de tiempos que permita conocer esta situación en el área de jarabes.

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes generales de la empresa

Enrique Castillo Córdova, junto con otros miembros de su familia fundaron en 1885, la fábrica de Bebidas Gaseosas Centro Americana, una empresa dedicada a la fabricación y distribución de bebidas.

En 1889, luego de haber alcanzado la primer aprobación de soda para consumo masivo por la Facultad de Medicina, comienza la iniciativa de lanzamiento de varios sabores buscando de esta manera la diversificación. Esta campaña se inició con publicidad en la prensa escrita, que constituía el principal medio de comunicación de la época.

El continuo trabajo y énfasis en calidad, permitió que el 15 de septiembre de 1904, se obtuviera la Medalla de Oro a la Calidad, premio que fue otorgado por el jurado de la Feria Industrial de Guatemala. La distribución de bebidas se realizaba por medio de carretas jaladas por mulas en la ciudad, y en el interior del país, a través del ferrocarril. En 1934, se adquiere la fábrica de Bebidas Gaseosas y de Hielo La Mariposa, con el propósito de ampliar la oferta de productos y adaptarse al mercado en expansión.

En 1940, se introduce maquinaria más moderna para la automatización de procesos de producción y se adquieren camiones de distribución que permitían posicionar los productos en todos los departamentos del país.

En 1941, representantes de *The Pepsi Cola Company* visitan las instalaciones de la fábrica La Mariposa, acto seguido del cual otorgan en 1942, la franquicia para la fabricación y venta de sus productos, en reconocimiento a la calidad de los productos, red de distribución, innovación y espíritu de servicio encontradas.

La rápida expansión de la empresa y el éxito alcanzado con el desarrollo de la marca Pepsi Cola, la hacen acreedora en febrero de 1973, al premio de Crecimiento de Ventas otorgado por *The Pepsi Cola Company*.

En 1988, Junta Directiva toma la decisión de institucionalizar y profesionalizar al grupo a través de políticas y procedimientos que permitan afrontar los nuevos retos de la globalización. Los resultados de este cambio llevaron a conseguir el galardón Embotellador Latinoamericano del Año, en dos ocasiones consecutivas, premio que se otorga a los embotelladores que alcanzan altos niveles de excelencia operativa.

Al recordar el pasado se evidencia una larga tradición de excelencia, ética empresarial y liderazgo, que permite ver hacia el futuro con una base fortalecida en valores y principios desde sus fundadores. Actualmente, Embotelladora la Mariposa es líder en la producción y distribución de bebidas en Guatemala.

1.1.1. Ubicación

La planta de producción de Embotelladora la Mariposa, S.A. se encuentra ubicada al final de la calzada Aguilar Batres en la 43 calle 1-10 zona 12, colonia Monte María I, ciudad de Guatemala.

Embotelladora la Mariposa, S.A. cuenta con dos edificaciones para realizar sus operaciones, un edificio dedicado a las operaciones administrativas y otro que se utiliza para la producción de las bebidas carbonatadas en sus diferentes sabores y presentaciones.

A continuación se muestra en la figura 1 la ubicación por vista aérea satelital de la embotelladora.

Figura 1. Ubicación de Embotelladora la Mariposa, S.A.



Fuente: Google Earth.

1.1.2. Estructura organizacional

Embotelladora la Mariposa cuenta con un área aproximada de 180 manzanas, la cual está distribuida en áreas o departamentos: administración, producción, almacenaje de producto terminado, mantenimiento, carga y entrega y áreas de recepción.

- El departamento de administración es donde se lleva a cabo la logística y la parte administrativa.
- En el departamento de producción se realiza todo el proceso de fabricación de bebidas carbonatadas.
- El departamento de mantenimiento cuenta con una bodega de repuestos para prevenir fallos en las máquinas y evitar paros prolongados por falta de repuestos.
- En el departamento de almacenaje de producto terminado se encuentran los productos embotellados en sus diferentes presentaciones y sabores.
- El departamento de carga y entrega de los diferentes productos se encarga de recibir todas las materias primas utilizadas en los procesos de la planta.
- En las áreas de recepción se recibe a todo el personal externo a la embotelladora.

Debido al nivel de especialización y departamentalización para cada tipo de actividades, se habla de una estructura organizacional tipo funcional, donde cada colaborador responde ante varios supervisores y cada supervisor o jefe se ocupa de los asuntos de los operadores de su competencia.

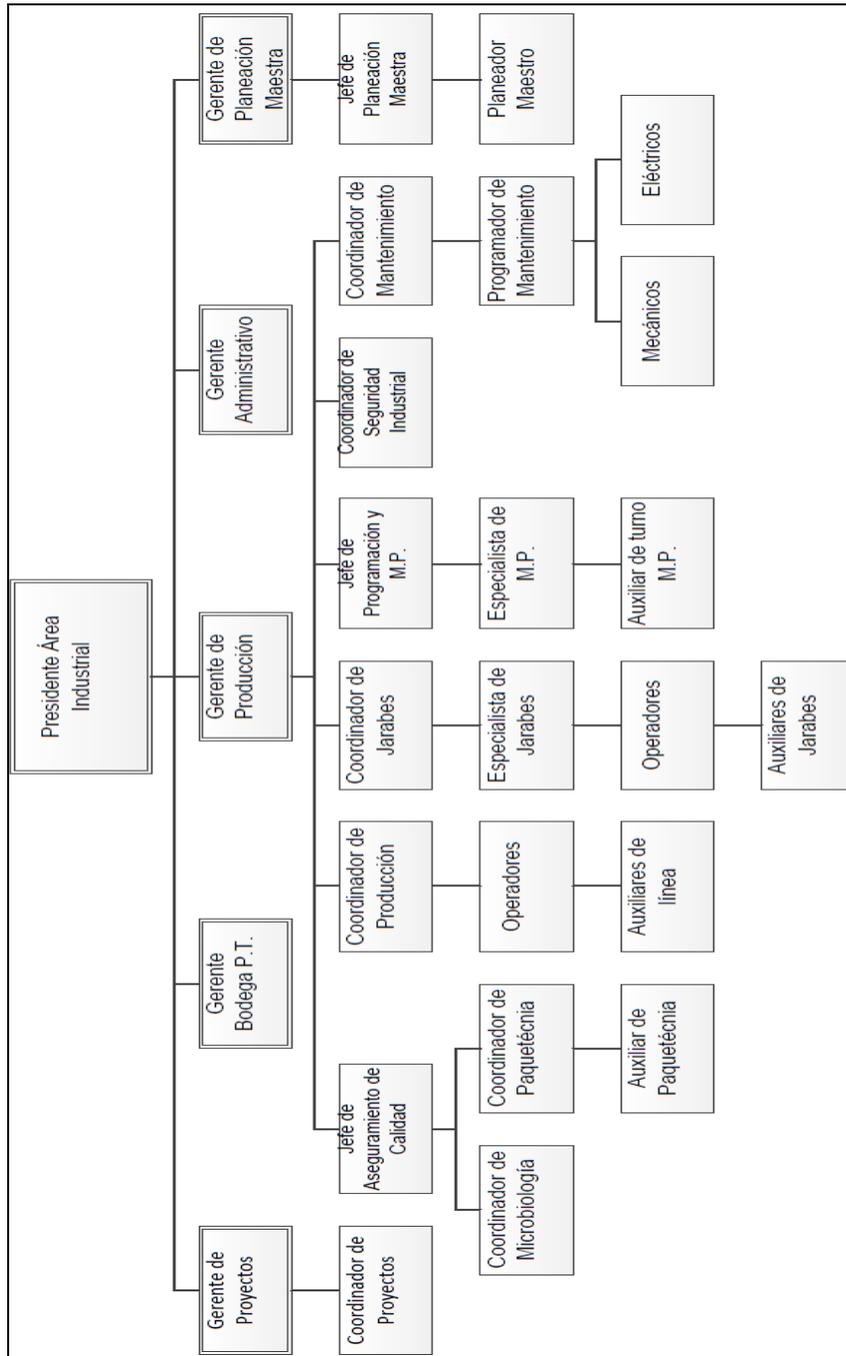
Para la preparación de bebidas gaseosas, están involucrados tres departamentos, los cuales se encuentran a cargo del gerente de producción:

- Tratamiento de agua
- Jarabes
- Líneas de producción

1.1.2.1. Organigrama

A continuación, la figura 2 muestra el organigrama de la embotelladora en estudio, debido a la complejidad y la composición del mismo en términos de los puestos que lo integran, se trata de un organigrama de cargos.

Figura 2. Organigrama de la embotelladora



Fuente: elaboración propia.

1.1.3. Productos

El departamento de producción, específicamente en el área donde se llevan a cabo los procesos de transformación para producir las bebidas que luego son depositadas en los tanques almacenadores de jarabes y que posteriormente se trasladan a las líneas de producción, constituyen el objeto de estudio del presente documento.

Los diferentes productos fabricados deben atravesar varios procesos antes de finalizar su recorrido hacia la bodega de producto terminado, siendo los más importantes el tratamiento de agua, en el cual se purifica la de los pozos, que será utilizada conjuntamente con los químicos, los cuales mezclándose de acuerdo a una secuencia determinada y diferente para cada brebaje en el proceso de jarabes, forman los distintos sabores que son almacenados en los tanques de jarabes, éstos, son enviados hacia las líneas de producción, donde los operadores cumplen con el programa de producción envasando el líquido en las presentaciones requeridas.

Embotelladora la Mariposa, S.A. tiene una amplia variedad de productos carbonatados entre ellos se encuentran bebidas propias de la embotelladora como: Rica roja, Rica mango, Rica cola champagne, agua mineral Salutaris, Salutaris limón, Salutaris naranja, Grapette y Squiz. También cuenta con productos de PepsiCo que incluyen: Seven up, Pepsi, Mirinda, Mirinda KS, Lipton Té verde, Lipton Té frambuesa, Lipton Té durazno, Propel, Adrenaline y Squirt. Por último su asociación con AMBEV le permite fabricar y distribuir cerveza como: Brahva y Brahva Light.

1.1.4. Proceso general de la planta de producción

A continuación se describe el proceso para la producción de bebidas gaseosas, donde se involucra, principalmente, el tratamiento de agua, preparación de jarabes y la línea de producción.

1.1.4.1. Tratamiento de agua

Como principal componente de cualquier bebida, el agua es un importante recurso y materia prima. Reglamentariamente, el agua es el ingrediente en donde se realizan más controles, para garantizar que sea segura, confiable y libre de microbios.

La que proviene de pozos de la empresa, debe ser potabilizada a través del proceso de tratamiento de agua, el cual se basa en la tecnología de membranas. Consiste en una membrana selectiva, que a través del movimiento de un soluto en un solvente, permite el paso de ciertas partículas y el rechazo de otras. Este fluido luego atraviesa un purificador de carbón, el cual tiene la función de remover cloro y compuestos orgánicos.

Finalmente, el agua atraviesa los filtros pulidores que cumplen con la tarea de atrapar las partículas que pudieran haber pasado por las operaciones anteriores y no haber sido desechadas.

La desinfección ultravioleta continua del proceso de filtros pulidores, provoca la inactividad de los microorganismos al alterar sus condiciones de ADN y ARN, de esta forma elimina la capacidad de reproducción de los microorganismos en el agua.

Al pasar por todos estos procesos de purificación, el agua está lista para ser bombeada hacia las diferentes líneas de producción y comenzar con la fabricación de bebidas.

1.1.4.2. Preparación de jarabes

Contar con agua tratada permite que se pueda realizar el proceso de preparación de jarabe, esto se logra al mezclar agua tratada con azúcar, formando el denominado jarabe simple.

1.1.4.2.1. Jarabe simple

El jarabe simple que se produce es almacenado en las marmitas que tienen la función de elevar la temperatura del fluido hasta 80°C, este jarabe es disuelto dentro de la marmita mediante un agitador.

Una vez el jarabe simple permanece dentro de la marmita y su temperatura llega a 80°C, se procede a la filtración del simple, a través de un filtro con carbón activado que elimina olores, colores y sabores, transformando así el jarabe simple en transparente. Luego de haberse filtrado, el jarabe simple atraviesa un intercambiador de calor que desciende la temperatura del fluido hasta los 20°C, acto seguido del cual se envía hacia los diferentes tanques de almacenamiento.

1.1.4.2.2. Concentrado

El jarabe simple depositado en los tanques pasa una preparación final para formar las diferentes bebidas, al añadir concentrado (sustancia líquida), cuyos componentes sólidos aparecen acumulados en alta proporción.

El concentrado a su vez, constituye la principal materia prima para la elaboración de bebidas y está formado a partir de sustancias de origen natural o sintético, con o sin jugo, y con o sin pulpas de fruta o diluyentes inocuos.

El concentrado tiene la función de intensificar el aroma y sabor de una bebida por medio de una disolución adecuada. Entre las principales propiedades que modifica el concentrado en el jarabe simple están: sabor, aroma, color, acidez, estabilidad y protección.

Para dar lugar a la preparación final se utiliza un tanque de preparación de concentrado en donde se introducen los diferentes componentes del concentrado y luego se envían hacia el tanque de almacenamiento correspondiente que se está preparando. Una vez el concentrado se encuentra dentro del tanque, el contenido se mezcla a través de un agitador en el interior del tanque.

1.1.4.3. Líneas de producción

Una vez el concentrado es mezclado con el jarabe simple, se procede a bombear el producto a las diferentes líneas de producción, éste forma la materia prima de las líneas de producción de toda la planta de producción de bebidas.

Las líneas de producción son las encargadas de enviar el fluido a las diferentes máquinas que se encargan de introducir el líquido en los contenedores que forman las presentaciones disponibles compuestas por bolsas de dispensador, también llamadas *bag in box*, botellas, 1.5 litros, 2 litros, 2.5 litros y 3 litros.

1.2. Área de jarabes

1.2.1. Procesos del área de jarabes

En el área de jarabes tienen lugar los procesos de preparación de éstos, su filtración y posteriormente hacia las líneas de producción. Existe una línea perteneciente a jarabes que recibe el nombre de *post mix* y en ella se realiza el proceso de *bag in box* (almacenamiento de bebidas mediante máquina llenadora en bolsas con dispensador y embaladas en cajas dispuestas de manera conveniente sobre un *pallet*).

1.2.2. Descripción de los procesos del área de jarabes

- Proceso de carga de azúcar en tolva: este es realizado mediante la colaboración de dos operadores e inicia con la puesta en marcha de la bomba y el traslado de sacos de azúcar desde la bodega de la materia prima, mediante montacargas hacia la tolva de azúcar, una vez el montacargas con el saco se encuentra en el área de la tolva, procede a elevar el saco hasta la tarima donde se encuentra la tolva, coloca el saco y se retira para ir por otro saco de azúcar, mientras tanto el operario en la tolva de azúcar se encarga de posicionar el saco en la tolva a través de un dispositivo tipo grúa, el cual le permite levantarlo sutilmente y llevarlo hasta la tolva de azúcar donde procede a abrirlo, para iniciar el llenado de azúcar en la marmita, la cual se encuentra con agua.

El procedimiento se repite hasta que la marmita es llenada con base en el cálculo de la experiencia del operador, luego se procede a elevar la temperatura del contenido de la marmita hasta 80°C y permanece así por 20 minutos.

- Proceso de filtración: recibe el nombre de jarabe el compuesto de agua con azúcar, que al contar con la temperatura de 80°C y cocimiento de 20 minutos necesarios, es enviado hacia un filtro de capas que la mezcla atraviesa a velocidad decreciente, de acuerdo a las veces que el filtro haya sido utilizado durante el turno de trabajo.

Luego que el jarabe ha sido filtrado es enviado a los diferentes tanques de almacenamiento de jarabe, los cuales son preparados de acuerdo a los requerimientos de cada bebida y son enviados a las distintas líneas de producción.

- Proceso de bag in box: una de las líneas de producción es la línea *post mix*, la cual consiste de una llenadora, un *video jet* y una selladora.

La tarea debe ser realizada por dos operadores, uno situado en el área de la llenadora y *video jet*, y un segundo operario situado en el lugar de la selladora y tarima.

Se coloca una bolsa con dispensador en la llenadora, la cual inyecta bebida dentro de ésta, hasta que se llena en su totalidad, continuando su viaje, a manos del operario, por el *video jet* que imprime la fecha de producción para luego ser colocada dentro de una caja que atraviesa la máquina selladora y pasa hacia el segundo operario encargado de cerrar la caja y estibarla en la tarima o *pallet*, y cuando se llena es retirado del área de *bag in box* hasta la bodega de producto terminado.

1.2.3. Limpieza manual de tanques de almacenamiento del área de jarabes

Para comprender el proceso de limpieza manual que se lleva a cabo en los tanques de almacenamiento es necesario mencionar cada una de las variables del proceso, ya que cumplen una función determinante en el resultado del saneamiento.

1.2.3.1. Tiempo de limpieza manual

Entre más prolongado sea el tiempo de contacto entre la solución limpiadora y el equipo, mejor será la limpieza. Por otra parte, entre mayor sea el tiempo de lavado, más elevado será el costo de la limpieza, debido a la energía, pérdidas de tiempo de producción, trabajo extra, etc.

En un baño estático la limpieza debe llevarse de 15 a 20 minutos para desplazar la suciedad; sin embargo, en ocasiones observadas a lo largo del desarrollo de este estudio se pudo evidenciar lavados de duración, desde tan sólo 5 minutos hasta de 50 minutos, lo cual muestra el desorden existente en el lavado actual de tanques, por ende proporcionando resultados diferentes de saneamiento para cada uno de los tanques saneados.

1.2.3.2. Temperatura de limpieza manual

Una temperatura más alta promueve mejor limpieza, pero está limitada por el equipo, empaques, componentes plásticos, o en el caso de estudio de limpieza, por la temperatura tolerable por las manos, 49°C, ya que el saneado actual se realiza en contacto directo con las diversas soluciones para lavado.

1.2.3.3. Concentración de la solución de limpieza manual

En el área de tanques de almacenamiento se utiliza una concentración de detergente espumoso cáustico al 1% aproximadamente, es importante mencionar que mientras más concentración cáustica tenga la solución, ésta podrá remover residuos más adheridos a la superficie interna del tanque de almacenamiento; sin embargo, a mayor concentración mayor riesgo existe a la integridad física del operador y por esta razón se limita la concentración a 1%.

1.2.3.4. Presión utilizada en la limpieza manual

El lavado se realiza a alta presión mediante pistolas especiales para detergente espumoso, el cual es aplicado por el operario directamente sobre la superficie interna de los tanques de almacenamiento, debido al pequeño radio de acción de la pistola, se necesitan aproximadamente 10 minutos para cubrir el tanque en su totalidad. Esta tarea es realizada de manera constante a lo largo de todos los tanques dispuestos en la sala de jarabes y siempre es ejecutada por un operario el cual rota de acuerdo a la ocupación de cada uno en el momento de presentarse la necesidad de lavado.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Análisis FODA

Para obtener una idea general de la situación de Embotelladora la Mariposa, S.A., se presenta el siguiente análisis FODA que proporciona información, tanto del entorno como de la empresa misma, con el objetivo de encontrar la mejor relación entre las tendencias que se perciben del ambiente y el potencial propio de la empresa.

Considerando las estrategias para la maximización de las fortalezas y oportunidades (estrategia FO), la minimización de debilidades y maximización de oportunidades (estrategia DO), la maximización de fortalezas y minimización de amenazas (estrategia FA) y la minimización de debilidades y amenazas (estrategia DA).

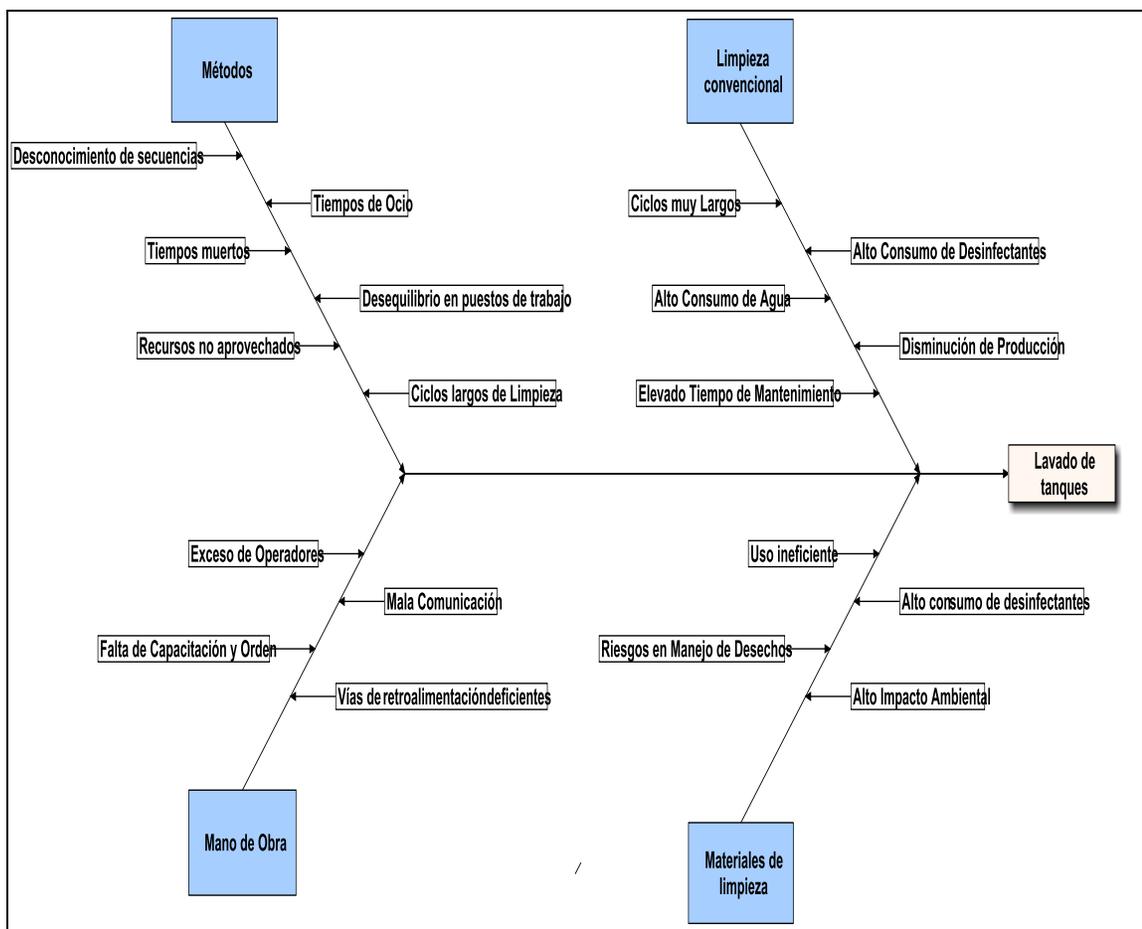
Tabla I. FODA Embotelladora la Mariposa, S.A.

FACTORES INTERNOS	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>FACTORES EXTERNOS</p> <p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> Benchmarking: gracias a la existencia de muchas fábricas de bebida de la misma marca se pueden tomar ejemplos y adaptarlos para mejorar. Reconocimientos internacionales: incrementan el prestigio y confianza lo que abre la oportunidad de adquirir nuevas licencias para la fabricación y distribución de marcas internacionales. Fusión empresarial: la cerveza AMBEV, líder en el sur de américa permite la entrada otro tipo de consumidores creando la diversificación de productos. Crecimiento desde adentro: desarrolla la lealtad e interés por el mejoramiento de los procesos de parte del personal laboral. Disponibilidad de expansión de la planta de producción. 	<p>ESTRATEGIA FO</p> <ul style="list-style-type: none"> Desarrollar actividades que fomenten el intercambio de información entre operadores y gerentes, ya que esto permite detectar y eliminar practicas o condiciones inadecuadas. Mantener y mejorar las condiciones laborales a través de la implementación de normas vigentes y benchmarking. Ampliar el portfolío de Embotelladora la Mariposa, S.A. mediante alianzas estratégicas que le permitan producir y distribuir marcas líderes de otros nichos de negocios como saborizantes de sobres o bebidas para escolares. 	<p>ESTRATEGIA DA</p> <ul style="list-style-type: none"> No permitir el trabajo de operadores que no se presenten con el EPI necesario para realizar los diferentes procesos Sancionar el incumplimiento de prácticas de seguridad industrial mediante retiro del bono de producción. Notificar previa y justificadamente el alza de precios de producto a los centros de distribución.
<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Precios de materias primas: el elevado costo de los combustibles se transfiere al consumidor provocando alzas en el precio del producto lo cual puede ocasionar bajas en la demanda. Clima de inseguridad: generalizado que se vive en el país podría causar pérdidas de inversión con miras a expansión hasta que exista un panorama de negocios más saludable. Bloques de ruta: la creciente ola de huelgas en el país podría ocasionar daños en el producto o la imposibilidad de que estos lleguen a su destino. 	<p>ESTRATEGIA FA</p> <ul style="list-style-type: none"> Aprovechar la posición privilegiada de la empresa sobre la competencia para ampliar la línea de productos en otras marcas internacionales basandose en la trayectoria y estabilidad de la empresa como principal fuente de atracción de negocios con el objetivo incrementar la oferta de productos diferentes , creando ventajas competitivas. Mejorar sistemática y progresivamente las instalaciones de la planta, a través de la automatización de procesos como CIP de tanques de jarabes y otras prácticas conocidas mediante benchmarking. 	<p>ESTRATEGIA DA</p> <ul style="list-style-type: none"> Permitir la capacitación de personal clave (operadores especialistas) en otras plantas de producción, para eliminar la resistencia al cambio desde adentro mediante la observación de los resultados derivados de la utilización de las buenas prácticas Expansión de línea de productos, aprovechando la disponibilidad de crecimiento existente actualmente en las áreas de producción. Desarrollo y capacitación de métodos de trabajo para las áreas de producción.

Fuente: elaboración propia.

Para conocer la problemática de la situación del departamento de jarabes se realizó un diagrama causa – efecto. Éste facilita la identificación de los problemas colocando como causa el lavado inadecuado en los tanques de almacenamiento de jarabes.

Figura 3. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

Entre los efectos que provocan el lavado de tanques inadecuado y la razón de la misma, se describen a continuación:

- Limpieza convencional: debido a que los operadores no realizan a conciencia el lavado de los diferentes tanques de almacenamiento, se producen ciclos de lavado muy largos, lo cual repercute en la producción, puesto que al no contar con tanques limpios disponibles, no se puede introducir jarabe. El agua se desperdicia por dejar la válvula abierta por periodos de tiempo más largos de lo necesario, y la utilización inadecuada del equipo provoca la solicitud de trabajos de mantenimiento que inhabilitan temporalmente el uso del tanque o los dispositivos de limpieza.
- Métodos: no existe una doctrina de operación adecuada para la realización de las actividades, así como los procedimientos para el lugar de trabajo son inexistentes y se han aprendido a través de la práctica en supervisión de operadores más experimentados, pero que carecen de una guía que acredite una actividad dada como correcta.
- Mano de obra: la mala comunicación no permite que los operadores conozcan la gravedad de llevar a cabo una tarea incorrectamente, lo cual genera que se repitan las malas prácticas, así como una aglomeración de operadores, en un momento dado, fomenta el ocio generalizado desviándoles la ocupación en la ejecución de sus tareas, además la falta de seguimiento en la utilización de equipo de protección individual puede provocar accidentes.
- Materiales desinfectantes: junto con las causas ya mencionadas, son objeto de desperdicio lo que provoca ineficiencia en su uso y lavado de tanques y también consecuencias perjudiciales a la integridad física del operador al ser manipulados sin los guantes protectores.

2.1.1. Estrategia

A través del trabajo de campo en los distintos tanques de almacenamiento de jarabe, se solicita ayuda al personal operativo con el objetivo de involucrar en las tareas de investigación a los colaboradores, explicando los beneficios que conlleva la adaptación de un sistema *CIP* y respondiendo las dudas que surjan a lo largo de la captura de datos.

Se realizará un ensayo en el área de jarabes con una bomba de prueba, para comprobar los cálculos teóricos en un ejercicio real que involucre el sistema actual de tuberías en los tanques de almacenamiento de jarabes.

Para el estudio de tiempos, primero se explica a los operadores involucrados en las diferentes áreas de trabajo, sobre los datos que se están registrando, para disminuir tensiones generadas a partir de la percepción de sentirse evaluados constantemente.

Se exponen las ventajas, tanto al personal operativo como al personal administrativo, respecto a los beneficios que con lleva implementar un sistema *CIP* en el área de jarabes comparado con la situación actual de lavado, haciendo notar que la presencia de personal en el área de trabajo seguirá siendo requerida y explicando la necesidad de contar con colaboradores para el funcionamiento continuo y adecuado de la sala.

Se hace notar los riesgos a los que están expuestos los diferentes colaboradores encargados del saneamiento de los tanques de almacenamiento, esto se realiza en la fase de investigación, pero es parte de la estrategia adoptada para minimizar la resistencia que pudiera presentarse por parte de los operadores.

2.2. Situación actual de la sala de tanques de almacenamiento

Debido que la propuesta de diseño de sistema *CIP* que se desarrollará en la sala de tanques de almacenamiento de jarabe, es importante mencionar las condiciones encontradas.

Actualmente la sala cuenta con 15 tanques que se desean incorporar a un sistema *CIP*, las capacidades y orientaciones de los tanques son: 5 verticales de 10 000 galones, 6 horizontales de 5 000 galones, 2 horizontales de 4 050 galones y 2 horizontales de 3 000 galones.

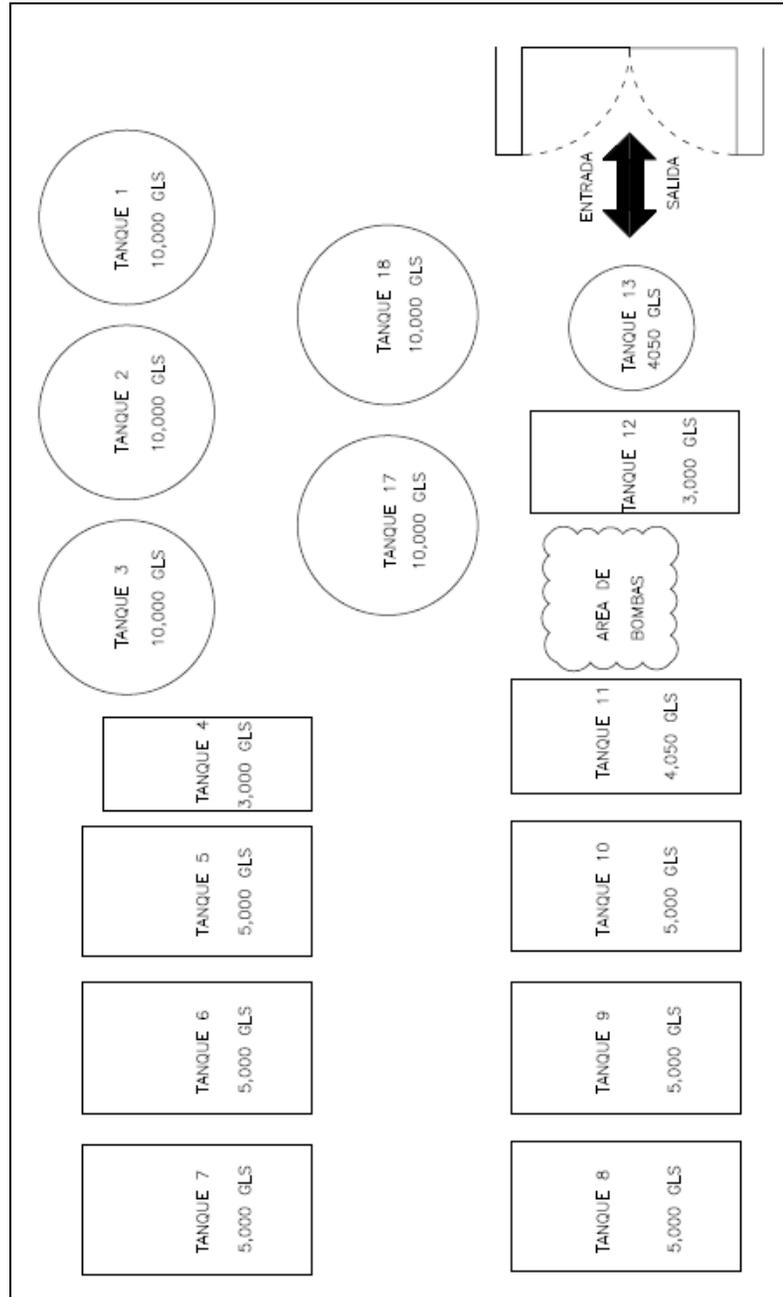
La sala de tanques, además posee un tubo de salidas múltiples para cada uno de los 15 tanques, este tubo de salidas múltiples está situado hacia la entrada de cada uno y conecta las terminales hacia las diferentes líneas de producción que succionan del interior del tanque las bebidas preparadas, de acuerdo al programa de producción del día.

Se encuentra también, un área de bombas, las cuales son utilizadas para la succión de jarabe en los tanques y son responsabilidad del departamento de líneas de producción, ninguna de las bombas de esta área está destinada para funcionamiento de *CIP*.

El lavado de tanques se realiza manualmente y presenta el inconveniente de ser variable e inconsistente, y en ocasiones no es realizado en el momento necesario, lo cual provoca atrasos en las líneas de producción y en los proceso del departamento de jarabes.

Para ilustrar la sala de tanques de almacenamiento se presenta en la figura 4 un plano de la situación actual.

Figura 4. Plano actual de la sala de jarabes



Fuente: elaboración propia.

2.3. Propuesta de diseño de sistema CIP

Una propuesta de diseño *CIP* para el área de tanques de almacenamiento de jarabes permite realizar mayor cantidad de operaciones por parte del personal operativo del área de tanques, ya que el tiempo destinado a lavado manual podrá ocuparse en otras actividades de importancia para la planta.

Además de proporcionar resultados repetibles y controlados, a diferencia del actual lavado manual.

Las consideraciones de un sistema *CIP* incluyen varios aspectos, entre ellos: el material del equipo, la tubería, los accesorios en la tubería como válvulas y codos; las bombas, tanto de circulación como de retorno, los *spray balls* dentro de los tanques de almacenamiento y el conjunto de requerimientos técnicos que aseguran un lavado satisfactorio.

2.3.1. Equipo sanitario para el sistema CIP propuesto

Para que el material a utilizarse en la construcción de un sistema *CIP* esté considerado en la categoría de saneamiento, éste debe tener las siguientes características:

- Tener una resistencia adecuada en un amplio rango de temperaturas
- Ser duradero y tener una vida de operación razonable
- No ser tóxico, no debe contaminar y no debe ser absorbente
- Ser resistente ante agrietamientos, corrosión y abrasión
- Evitar la penetración de materiales no deseados en el uso previsto
- Ser fácil de limpiar y moldeable

Como el acero inoxidable cumple con todos estos requerimientos, se elige como el material con el cual deben estar fabricados los distintos elementos a utilizar en el diseño.

2.3.1.1. Tubería sanitaria

El Instituto Americano de Hierro y Aceros (*AISI*, por sus siglas en inglés), establece que para fines de limpieza y sanidad los aceros inoxidables tipo *AISI* 304 y *AISI* 316 e inclusive los de la serie *AISI* 300, cumplen con los requerimientos de un sistema *CIP*, por su resistencia a la corrosión. Para el presente diseño se utilizará acero inoxidable *AISI* 316.

La tubería sanitaria es el único componente cuyas características permiten que un lavado satisfactorio pueda alcanzarse a bajas velocidades de circulación de detergente (menores de 1,5m/s); sin embargo, a expensas de un tiempo de lavado mayor.

En general, para asegurar una buena distribución de las soluciones de limpieza en todas las superficies que entren en contacto con el jarabe simple, el sistema de tuberías para el *CIP*, cuenta con una pendiente del 1% en tuberías cortas, y para tuberías muy largas un declive en dos direcciones lo que significa que una porción de la tubería alargada debe tener una pendiente hacia un lado y el otro hacia el lado opuesto.

El siguiente componente que debe tomarse en cuenta en un diseño de sistema *CIP*, son los accesorios que llevan las tuberías, los cuales afectan la conducción del detergente en términos de presión.

2.3.1.2. Accesorios en tuberías

Para este sistema *CIP*, los accesorios que se utilizarán a lo largo de las tuberías constan de válvulas, codos, curvas y tees, los cuales deben ser fabricados con acero inoxidable sanitario *AISI 316*, para garantizar la inocuidad de las diferentes bebidas que se fabrican en el departamento de jarabes de la embotelladora.

2.3.1.2.1. Válvulas

Se seleccionan las válvulas de mariposa, en consecuencia de la pérdida relativamente baja de presión que generan en comparación al resto de válvulas disponibles, y además, por requerir de un mantenimiento regular, que consiste mayoritariamente en el reemplazo del sello circular del interior, ya que éste tiende a deteriorarse con el tiempo y el uso.

2.3.1.3. Bomba de circulación

El diseño dedicado a limpieza es un criterio importante en la selección de bomba; sin embargo, en muchos casos los requerimientos funcionales de la bomba, tales como el suministro de presión y caudal, determinan el tipo de bomba a utilizar, aun cuando no sea la opción más higiénica disponible.

Esta es la razón por la cual se precisa las características de la bomba seleccionada en la sección 2.2.5., pues es necesario calcular primero, la pérdida de presión que sufre todo el sistema, para elegir la bomba adecuada que cumpla con las necesidades del diseño.

2.3.1.4. Intercambiador de calor

En un sistema *CIP*, el tratamiento térmico juega un papel muy importante, ya que se requiere de la utilización de fluidos a altas temperaturas para sanear los diferentes tanques de almacenamiento de jarabe, la función del intercambiador de calor consiste en elevar la temperatura del agua y de las soluciones detergentes que circulan a través de la tubería.

En el caso de los detergentes, mientras más caliente estén, mayor será su efectividad. Esto se basa en el principio que las reacciones químicas en general, son más rápidas al elevar su temperatura. Un incremento de 10°C incrementa la tasa de reacción de dos a ocho veces.

Existe una gran variedad de intercambiadores de calor en el sector industrial; sin embargo, para el presente diseño de sistema *CIP* se elige el intercambiador de calor de placas, ya que por sus características tiene la resistencia mecánica necesaria para soportar las presiones de trabajo utilizadas en sistemas de limpieza en el sitio (aproximadamente 25psi) y mantener la turbulencia en la circulación de los fluidos.

La propuesta de este tipo de intercambiadores se debe a las siguientes ventajas:

- Compactos: puesto que la gran superficie de intercambio y las placas en conjunto proporcionan una mayor eficiencia térmica requiriendo menor espacio de instalación.
- Livianos: facilitando la manipulación en la planta.

- Fácil de sanear: gracias al diseño auto limpiante de placas, mínima corrosión y desgaste de materiales, expansión y durabilidad, simplificando labores de incrementos de capacidad en la planta.

A continuación se muestra en la figura 5, un intercambiador de placas de acero inoxidable:

Figura 5. Intercambiador de calor de placas



Fuente: Equipos Inoxidables del Centro S.A. de C.V. <http://www.eicsa.com/files/ts6fmc.pdf>. 12 de junio de 2011.

2.3.1.5. Bomba de retorno

Cuando el agua y detergentes han completado el circuito de desplazamiento desde la bomba de circulación, continuando con el intercambiador de placas, para seguir a través de la tubería hasta cada uno de los tanques de almacenamiento de jarabe, es evidente la necesidad de contar con una bomba de retorno que permita eliminar o drenar los líquidos remanentes en el interior de los tanques.

Una bomba de retorno cumple la función de retirar los remanentes de detergente utilizado para el saneamiento de tanques, este sobrante, por efecto de la gravedad se deposita poco a poco en la base de los recipientes al finalizar el enjuague de un tanque.

Por estas condiciones, si la bomba de recuperación o de retorno es ineficaz, la secuencia de lavado *CIP* será pobre, costosa y el equipo no se limpiará adecuadamente. El equipo elegido para este diseño debe bombear a través del aire y ser auto cebada, porque es posible que durante el lavado *CIP*, existan períodos en los cuales la bomba succione aire del interior del tanque de almacenamiento que se encuentra en saneamiento. Se elige la bomba de anillo líquido por cumplir con estas dos condiciones.

2.3.1.6. Limpieza de tanques

Para la limpieza de tanques de almacenamiento de jarabe simple el volumen de descarga de las soluciones detergentes dependen del diámetro y la altura del tanque, generalmente a diámetros iguales o mayores de 3 metros se maneja un flujo volumétrico de aproximadamente 15 a 20 galones por minuto.

En la tabla II se presentan datos para el flujo volumétrico y diámetro de tubería recomendado para diferentes volúmenes de tanques de almacenamiento en la industria alimenticia.

Tabla II. **Valores recomendados para tanques almacenadores**

Tanque (m³)	Diámetro (m)	Altura (m)	Rango de flujo (gpm)		Tubería (plg)
			mínimo	máximo	
40	3	6	66	88	2
60	3	8,5	88	119	3
80	3,5	8,5	106	141	3
100	3,5	10,5	128	172	3
120	3,5	12,5	150	198	4

Fuente: Manual técnico de limpieza en sitio –CIP-.

Para la sala de tanques de la embotelladora en estudio, se selecciona de la tabla II, el volumen de 40m³, por ser el más común, y al mismo tiempo los rangos de flujo volumétrico deben estar entre 66 y 88 galones por minuto pasando por una tubería de 2 pulgadas.

2.3.1.6.1. *Spray balls* estáticas

Se trata de bolas adaptables a un tubo que conecta con la tubería del líquido de limpieza, el cual se distribuye a través de los orificios perforados sobre la superficie esférica de las bolas en un patrón específico. Se seleccionan las de pared con grosor de 2mm, por ser éstas las más duraderas.

El patrón de perforación puede ser de 360°, 180° hacia abajo o de 180° hacia arriba, los patrones de perforación también pueden ser específicos para cubrir alguna parte en particular, las *spray balls* estáticas se forman a partir de dos mitades perforadas y que luego se unen mediante una soldadura.

Para el lavado interno de los tanques almacenadores de jarabe simple, se seleccionan las *spray balls* con patrón de limpieza de 360°, debido a que ofrecen la mayor cobertura de superficie interna en los tanques. Al igual que la tubería sanitaria, las *spray balls* seleccionadas son de acero inoxidable 316 L lo cual contribuye a resultados excelentes, luego de realizar los lavados de superficies internas.

2.3.2. Plano general de sistema *CIP* propuesto

La sala de jarabes de Embotelladora la Mariposa, S.A. cuenta con 15 tanques de almacenamiento de jarabes, la propuesta debe permitir que el sistema de limpieza en el lugar, *CIP*, sea adaptable a los equipos existentes, por esta razón fue necesario recopilar inicialmente la información de dimensiones físicas de cada tanque y su ubicación en un plano.

La obtención de dimensiones físicas se obtuvo a través de hojas de datos del fabricante, debido a que no todos los tanques fueron proporcionados por el mismo proveedor, fue necesario corroborar la información mediante el uso de instrumentos de medición como el metro y el vernier.

Una vez identificadas las medidas exactas de los tanques fue necesario ubicarlos correctamente en el plano de elaboración, para ello se empleó el instrumento metro.

Parte crucial del sistema *CIP* es la localización de la tubería para lavado, y debido a que en la sala de tanques de jarabes previendo una posible expansión en el área existen espacios de un tubo múltiple sin uso, la tubería propuesta se ubica en esta sección, lo que permite la adaptabilidad al conjunto de tanques existentes, cumpliendo la condición más importante de la propuesta.

De acuerdo a las características de cada tanque sobre el plano se proyecta la tubería, la cual varía en longitud dependiendo de la orientación vertical u horizontal de cada uno. La figura 6 muestra el plano de diseño para el sistema *CIP* y su tubería.

Contar con el plano propuesto permite continuar con el análisis y determinación de las características físicas del fluido del sistema *CIP* en la tubería.

2.3.3. Determinación de las características físicas del fluido del sistema *CIP* a través de la tubería

La turbulencia de un fluido es una característica muy importante para fines de utilización en un sistema de *CIP*, la cual está influenciada por el diámetro de tubería y la viscosidad del fluido. Una representación del grado de turbulencia está dada por el número de Reynolds, en la cual se establece que para un número de Reynolds $> 4\ 000$, es equivalente a un fluido turbulento y mientras mayor sea el número, mayor turbulencia presentará.

La acción de lavado físico de un sistema *CIP* se encuentra directamente relacionada por el caudal del fluido y la eficacia de la operación de limpieza mejora al aumentar la velocidad de la solución.

De acuerdo a las especificaciones de limpieza de tanques de almacenamiento de jarabe, se tomará un caudal del fluido para un sistema *CIP* igual a 80 galones por minuto, y siguiendo las recomendaciones técnicas respecto a la velocidad de fluido, ésta tendrá un valor de al menos 1,5m/s, se procede entonces a calcular la velocidad del fluido en la tubería del *CIP* en diseño conforme a la siguiente ecuación.

$$Q = AV$$

(Ec. 2.1)

Donde: Q (m^3/s) es el caudal del fluido para el sistema *CIP*, A (m^2/s) es el área de la tubería por donde circula el fluido y V (m/s) es la velocidad particular a la cual se conduce el fluido por la tubería de diseño.

Sustituyendo los datos de proceso en la ecuación 1, y para un diámetro de 2 pulgadas, como se indicó en el apartado de limpieza de tanques, se tiene:

$$V = \frac{0.005046664 \text{ m}^3/s}{0.0020268 \text{ m}^2}$$

$$V = 2.4899665 \text{ m/s}$$

Para realizar el cálculo del número de Reynolds, debe utilizarse la ecuación:

$$N_{Re} = \frac{\rho VD}{\mu}$$

(Ec. 2.2)

Donde: N_{Re} (adimensional) es el número de Reynolds para el fluido en consideración, ρ (kg/m^3) es la densidad del agua, V (m/s) es la velocidad del agua calculada anteriormente, D (m) es el diámetro de la tubería de conducción para este caso y μ ($kg/m \cdot s$) es la viscosidad del agua a $20^\circ C$.

En la ecuación 2.2, las constantes ρ/μ son sustituidas por ν , ésta recibe el nombre de viscosidad cinemática, a partir de la cual la ecuación 2.2 se convierte en:

$$N_{Re} = \frac{vD}{\nu}$$

(Ec. 2.3)

La viscosidad cinemática del agua a 20°C es 1.01261E-6 m²/s, sustituyendo estos valores en la ecuación 2.3, se obtiene:

$$N_{Re} = \frac{2.4899665 \text{ m/s} \times 0.0508 \text{ m}}{1.01261E-6 \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$N_{Re} = 124,915.116$$

De acuerdo a lo anterior se determina, que el flujo dentro de la tubería para el sistema *CIP* es turbulento, recordando que para números de Reynolds mayores a 4 000 se presenta flujos de este tipo.

2.3.4. Determinación de la pérdida de carga en el sistema *CIP*

La limpieza in situ, *CIP*, trata del contacto de líquidos y fluidos detergentes en la superficie de los equipos de procesamiento alimenticio. Por esta razón, en cualquier operación de limpieza debe existir una relación entre el caudal volumétrico a través de los equipos y la pérdida de presión, la cual depende del sistema de circulación particular adoptado para un diseño *CIP* específico.

Es de gran importancia, para un lavado eficaz, tener la capacidad de poder bombear el líquido y proveer el flujo a la velocidad correcta y a una turbulencia adecuada. Para ello se procede a realizar el cálculo de pérdidas de presión, consecuentes de la tubería sanitaria proyectada en el plano general de distribución de tanques de almacenamiento de jarabe.

El cálculo de pérdidas de carga locales para un sistema *CIP* se realizará a través de la ecuación de Hazen-Williams, la cual se define a continuación:

$$h_f = \left(\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \right)$$

(Ec. 2.4)

Donde: Q (l/s) es el caudal del fluido en el sistema, L (m) es la longitud de la tubería a través de la cual se transmite el fluido hacia el tanque de almacenamiento, C (adimensional, ver tabla III) es el coeficiente de fricción existente entre el fluido conducido y el material de conformado de la tubería, D (plg) es el diámetro interno de la tubería y h_f (m) es la pérdida de carga o presión que experimenta el fluido al final de la tubería.

Tabla III. **Valores comunes de C**

Material	C
Hierro galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
Cobre	130-140
Plomo	130-140
Acero Inoxidable	140
Vidrio	140
Plástico	150

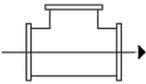
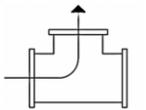
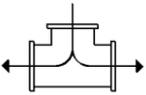
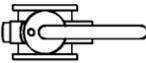
Fuente: AGUILAR, Pedro. Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1. p. 15.

La longitud de tubería requiere de un análisis separado para exponer la composición de la misma, la cual se ve afectada por la cantidad de accesorios en la red de diseño y la longitud de la tubería propiamente dicha.

La caída de presión en un sistema *CIP*, depende de la cantidad de accesorios presentes en el diseño y de sus características, a esto se refiere que la pérdida para un determinado tipo de válvula será distinta que para un codo, curvatura o válvula de diferente tipo.

El sistema *CIP* propuesto contiene una variedad de accesorios inherentes al paso de la tubería, para poder realizar el cálculo de caída de presión se realizó la siguiente tabla IV que muestra un resumen de todas las piezas indicando su cantidad presente en el diseño, y su pérdida de presión asociada para el tanque de almacenamiento crítico, es decir, aquel que presenta la mayor pérdida en el sistema *CIP* diseñado.

Tabla IV. **Resumen de accesorios para tanque crítico**

Accesorio	Descripción	Longitud equivalente en metros	Cantidad	Longitud equivalente total en metros
	Curva 45°	0.6	2	1.2
	Te paso directo	1.1	12	13.2
	Te salida lateral	3.5	1	3.5
	Te salida bilateral	3.5	2	7
	Curva 90°	0.9	10	9
	Válvula de Mariposa	1.8	2	3.6
Longitud total equivalente de accesorios en metros				37.5

Fuente: elaboración propia.

La longitud de tramos rectos para el tanque crítico es de 57,39 metros (obtenida del plano general de sistema *CIP* propuesto), esta distancia está calculada con base en la ubicación donde se encuentra el tanque crítico y la tubería proyectada para llegar a él. En la ecuación 4, la longitud de tubería hace referencia a la sumatoria de los tramos rectos y la longitud equivalente por accesorios en el sistema *CIP*.

Utilizando los datos calculados y sustituyéndolos en la ecuación 2.4, se tiene que las pérdidas locales para tubería de acero inoxidable son:

$$h_f = \left(\frac{1743.811 * (57.39m + 37.5m) * 5.046664 \text{ l/s}^{1.85}}{140^{1.85} * 1.905 \text{ pulg.}^{4.87}} \right)$$

$$h_f = 20.7111 \text{ m}$$

Además de considerar las pérdidas de presión locales por longitud de tubería y accesorios, es necesario incluir la caída de presión provocada por la distancia vertical que recorre la tubería y la que se deriva de la velocidad, a continuación se calcula esta última:

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

(Ec. 2.5)

Donde: v (m/s) es la velocidad del fluido considerado, g (m/s^2) es la gravedad que actúa sobre el sistema y h_v (m) es la pérdida de presión generada por la velocidad.

De donde resulta una pérdida por velocidad de:

$$h_v = \frac{(2.4899665 \text{ m/s})^2}{2 * 9.8 \text{ m/s}^2}$$

$$h_v = 0.3163231 \text{ m}$$

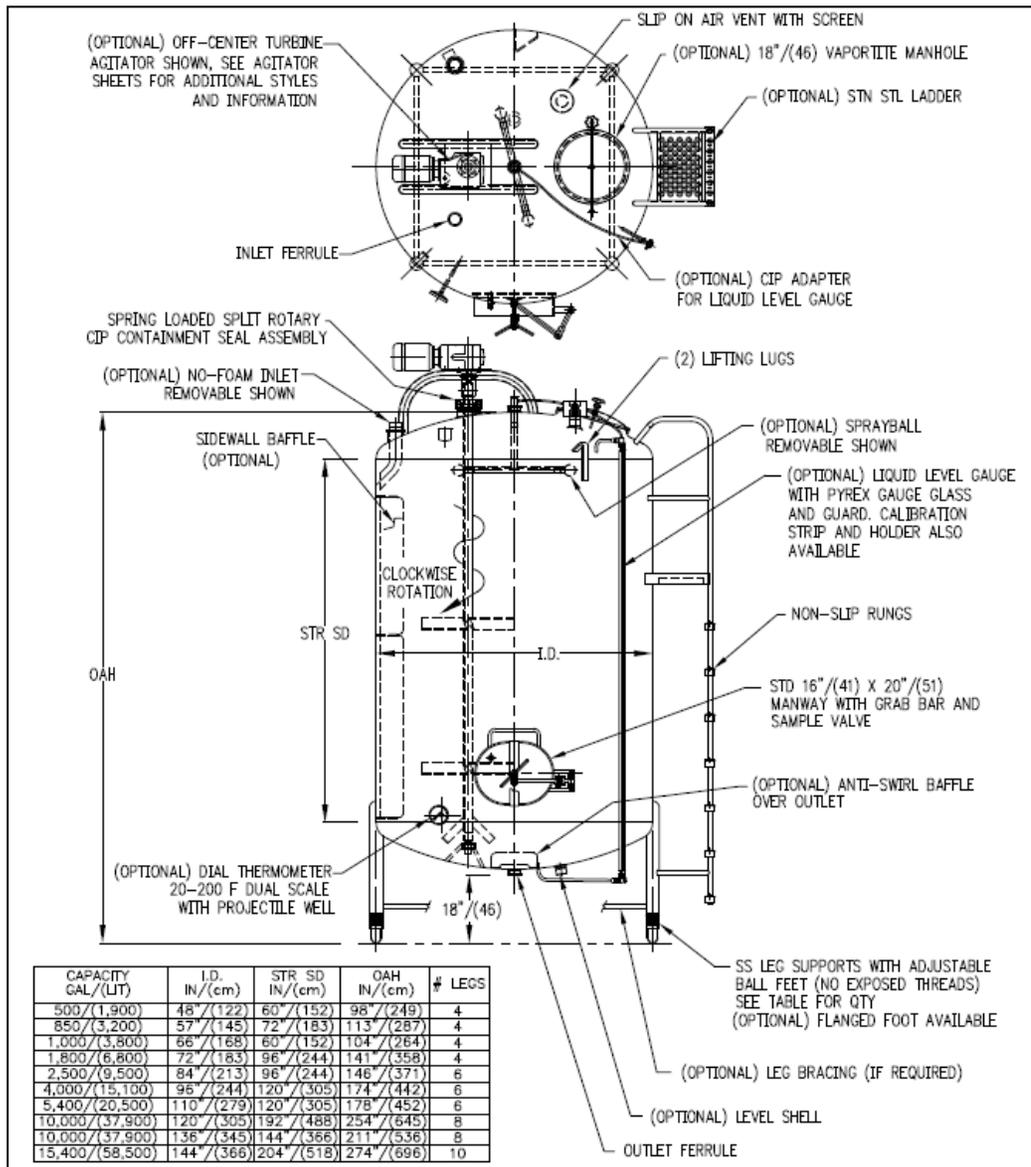
La pérdida de presión por la altura de la tubería depende de las dimensiones del tanque que se esté trabajando, para el tanque crítico y de acuerdo a la figura 5 las pérdidas de presión por altura suman 5,06 metros, este dato puede obtenerse considerando el tanque en estudio como uno de capacidad de 10 000 galones, con 8 patas y altura OAH de 536cm.

La determinación de la pérdida total de carga en el sistema *CIP* de diseño para el tanque crítico, se realiza mediante la sumatoria de todas las pérdidas calculadas para la longitud de tubería (15,33 m, ecuación 2.4), las cuales incluyen la cantidad de accesorios presentes en el circuito, las pérdidas por velocidad (0,32 m, ecuación 2.5) y las pérdidas por altura (5,06 m, figura 5), esta sumatoria equivale 20,7111 metros.

Utilizando la figura 7 y siguiendo los pasos anteriormente descritos, se opera el cálculo para la obtención de pérdidas totales para el resto de tanques almacenadores de jarabes, quedando los resultados como se muestra en la tabla V, en la cual se encuentra el detalle de los accesorios utilizados por tanque analizado y las pérdidas de longitud de tubería, velocidad y altura asociadas para cada caso, siendo la pérdida más baja de 18,84 m y la más alta de 20,71 m.

En la siguiente figura se encuentran las dimensiones reales de los tanques de almacenamiento de jarabe con orientación vertical en la planta de la embotelladora.

Figura 7. Medidas para tanque de almacenamiento vertical



Fuente: Feldmeier Equipment, Inc. http://www.feldmeier.com/cutsheets/cvd_single_shell_dish_bottom.pdf. 13 de junio de 2011.

Tabla V. **Resumen de pérdidas de presión en los tanques**

Tanque	Accesorios						Longitud equivalente (m)	Longitud de tramos rectos (m)	Pérdidas de presión (m)			Pérdidas totales
												
1	12	2	1	10	2	2	37.5	57.39	15.33	0.32	5.06	20.71
2	12	2	1	10	2	2	37.5	57.39	15.33	0.32	5.06	20.71
3	12	2	1	10	2	2	37.5	57.39	15.33	0.32	5.06	20.71
4	12	2	1	10	2	2	37.5	57.58	15.37	0.32	3.1	18.78
5	12	2	1	10	2	2	37.5	58.1	15.45	0.32	3.42	19.19
6	12	2	1	10	2	2	37.5	58.1	15.45	0.32	3.42	19.19
7	12	3	0	10	2	2	37.5	58.1	15.45	0.32	3.42	19.19
8	12	2	1	10	2	2	37.5	58.1	15.45	0.32	3.42	19.19
9	12	2	1	10	2	2	37.5	58.1	15.45	0.32	3.42	19.19
10	12	2	1	10	2	2	37.5	58.1	15.45	0.32	3.42	19.19
11	12	2	1	10	2	2	37.5	57.94	15.42	0.32	3.1	18.84
12	12	2	1	10	2	2	37.5	57.55	15.36	0.32	3.1	18.78
13	12	1	1	10	2	2	34	57.9	14.85	0.32	5.06	20.23
17	12	1	1	10	2	2	34	57.39	14.77	0.32	5.06	20.15
18	12	2	1	10	2	2	37.5	57.39	15.33	0.32	5.06	20.71

Fuente: elaboración propia.

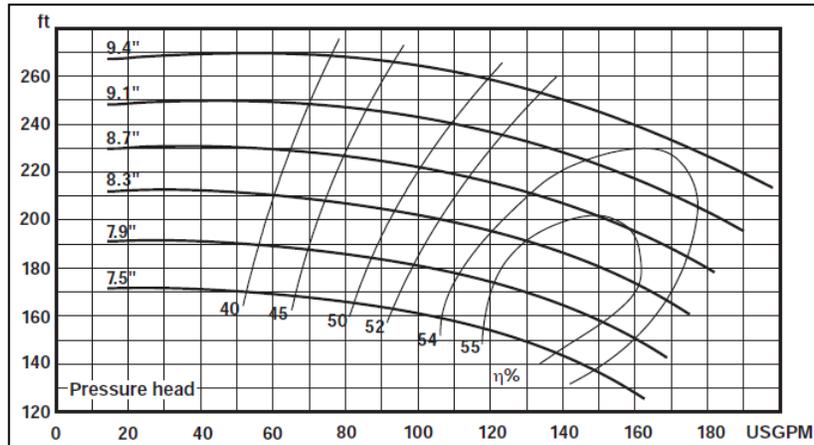
Para cada uno de los tanques almacenadores de jarabe simple, considerando que existen 5 de 10 000 galones, 6 de 5 000 galones, 2 de 4 050 galones y 2 de 3 000 galones, se presentan variaciones en las pérdidas de presión del circuito, esto derivado de su posición específica en la sala de jarabes y también a las diferentes medidas en altura o diámetro que cada uno presenta. Estas diferencias en la caída de presión se expresan en la tabla V, la cual resume las pérdidas de presión para cada uno de los tanques restantes en la sala de jarabes.

2.3.5. Especificaciones técnicas de la bomba de circulación *CIP*

La embotelladora posee dentro de sus instalaciones una bomba centrífuga fuera de servicio, debido a la incorporación de maquinaria nueva en el lugar donde antes funcionaba como parte de equipo de saneamiento de una línea de producción, y que con el objetivo de minimizar costos de equipo se investigó en referencia a las especificaciones técnicas que ofrece esta bomba.

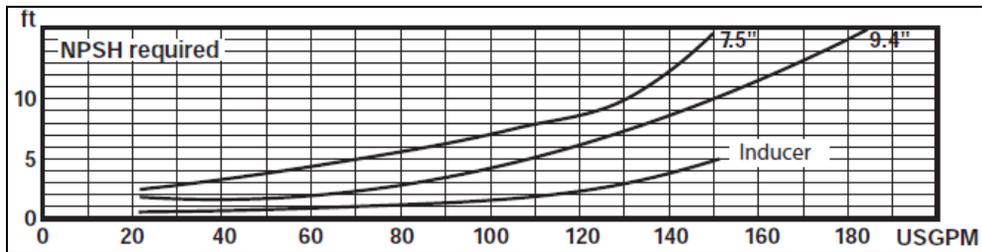
Para ello, se determinó que se trata de una bomba centrífuga existente serie W+ del fabricante APV, y mediante los datos de la placa de identificación en la carcasa de la bomba e investigación con información de APV, la bomba cuenta con una configuración de motor a 2 900 revoluciones por minuto y que también cumple con las necesidades del diseño *CIP*, al situar esta bomba en la categoría de lavado in situ, con un desempeño como se muestra en la figura 8, con un caudal de 80gpm, y un impulsor de 7,5 pulgadas suministra una presión aproximada de 167 pies que equivale a 50 metros de presión.

Figura 8. **Desempeño de bomba de sistema CIP**



Fuente: APV. http://www.apv.com/pdf/w+_curves/70-40_2.5x1.5_2900rpm_50hz.pdf. 11 de junio de 2011.

Figura 9. **NPSH de bomba de sistema CIP**



Fuente: APV. http://www.apv.com/pdf/w+_curves/70-40_2.5x1.5_2900rpm_50hz.pdf. 11 de junio de 2011.

En la figura 9 se muestra la gráfica de requerimiento de *NPSH*, esta información será útil en el cálculo de cavitación que se encuentra en la sección 2.3.8, mientras tanto se hará mención que la bomba en cuestión necesita de 1 metro de *NPSH*.

La categoría de equipo para limpieza *CIP* es atribuida por el fabricante APV por la composición de la bomba, pues está elaborada a partir de acero inoxidable 304.

2.3.6. Determinación del posicionamiento de las *spray balls* dentro de los tanques de almacenamiento

Para continuar la propuesta de diseño del sistema *CIP*, se debe considerar la utilización de *spray balls*, las cuales se definen como esferas en forma de bola con un tubo de conexión para la entrada de líquido de limpieza, que se distribuye a través de los agujeros perforados en la superficie interna del tanque de almacenamiento de jarabe en un patrón específico, que puede ser hacia arriba, hacia abajo o completo.

Para que el fluido conducido a través de la tubería de saneamiento, y que es transmitido hacia la superficie interna de los diferentes tanques, por medio de las *spray balls* estáticas limpie el tanque, se debe posicionar adecuadamente cada *spray ball* proyectada y esto depende de las características propias para cada uno de los tanques de almacenamiento de jarabe, ya sean verticales u horizontales.

Además de considerar el posicionamiento, se tiene que calcular el caudal necesario que debe ingresar por la tubería hasta las *spray balls* estáticos en función del residuo superficial a limpiar y verificar que esté de acuerdo al caudal previamente establecido de 80gpm.

Para lograr este objetivo se incluye la tabla VI, que presenta las dificultades existentes para el lavado de diferentes tipos de residuos superficiales, determinar esta condición es un criterio que permite verificar la selección adecuada de caudal que debe ingresar en el *spray ball*.

Tabla VI. **Tipos de residuos superficiales**

Tipo de residuo superficial	Características de solubilidad	Procedimiento de limpieza recomendado	Condición
Azúcares, ácidos orgánicos, sales	Soluble en agua	Detergente ligeramente alcalino	Liviana
Alimentos ricos en proteína (aves de corral, carne, pescado)	Soluble en agua Ligeramente alcalino soluble Ligeramente ácido soluble	Detergentes alcalinos clorados	Mediana
Alimentos ricos en almidón, tomates, frutas	En parte soluble en agua Alcalino soluble	Detergente ligeramente alcalino	Liviana
Alimentos grasos (grasa, mantequilla, margarina, aceites)	No soluble en agua Alcalino soluble	Detergente ligeramente alcalino; de ser inefectivo, alcalinizar fuertemente	Mediana - Difícil
Dureza de agua precipitada en caliente, escala de proteínas, pegamentos	No soluble en agua No alcalino soluble Ácido soluble	Limpiador ácido, uso en base periódica	Difícil

Fuente: LELIEVELD, Hubb. Higiene en el procesamiento de alimentos. p. 240.

Como el jarabe simple está formado básicamente de la combinación de agua con azúcar, se selecciona el tipo de residuo superficial por azúcares, que equivale a un procedimiento de limpieza ligeramente alcalino y una condición liviana, con esta información se puede realizar el cálculo de caudal necesario que debe ingresar en un *spray ball*, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q_R = D_T * \pi * F_s$$

(Ec. 2.6)

Donde: Q_R (l/min) es el caudal requerido por el *spray ball*, D_T (m) es la medida del diámetro interno del tanque y F_s (l/m•min) es el factor de residuo superficial que se selecciona en conformidad a la tabla VII.

Tabla VII. **Valores para “Fs” de acuerdo al residuo**

Fs	Descripción
27	Condiciones de residuo superficial livianas
30	Condiciones de residuo superficial medianas
32	Condiciones de residuo superficial difícil

Fuente: Johnson Diversey. <http://newananas.vtt.fi/virtual/safoodnet/tallinn/11wiik.pdf>

Sustituyendo los valores conocidos en la ecuación 2.6 y tomando como factor de residuo superficial 27, se tiene que:

$$Q_R = 3.45 \text{ m} * \pi * 27 \text{ l/min} * \text{m}$$

$$Q_R = 292.6393557 \text{ l/min} * \text{m} = 77.314 \text{ gpm}$$

De acuerdo al dato obtenido se puede constatar que el valor de diseño de 80 gpm es válido y debe trabajarse a ese caudal de diseño en el sistema *CIP*.

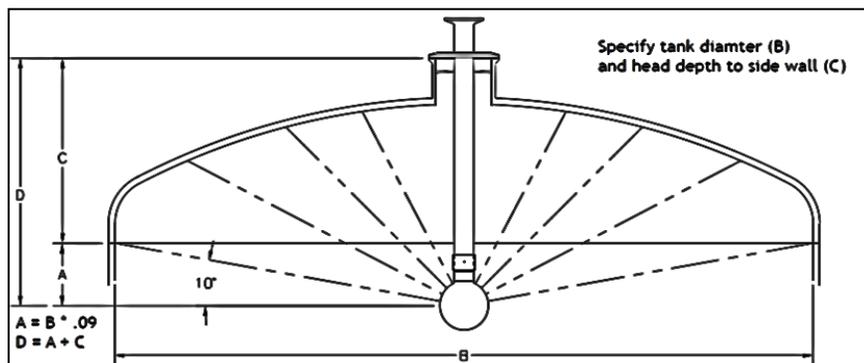
Una vez confirmado este dato es ahora posible establecer las características de posicionamiento de *spray balls* en el interior de los tanques de almacenamiento, tanto verticales como horizontales, se principia este análisis con los tanques en orientación vertical.

2.3.6.1. *Spray balls* en tanques de almacenamiento verticales

Para este fin es necesario mencionar que la longitud de alcance de lavado de un *spray ball* estático sobrepasa con frecuencia los 5 metros de distancia, esta longitud es suficiente para cubrir las distancias de lavado de la *spray ball* hacia el interior de la superficie interior de cualquier tanque vertical que se encuentre en consideración.

La figura 10 muestra las distancias a considerar en el posicionamiento de un *spray ball* estático dentro de un tanque vertical de almacenamiento de jarabe simple.

Figura 10. Posicionamiento de *spray ball* de tanque vertical



Fuente: Johnson Diversey. <http://newananas.vtt.fi/virtual/safoodnet/tallinn/11wiik.pdf>. 13 de junio de 2011.

La siguiente ecuación permite determinar la posición de un *spray ball* en un tanque de almacenamiento con orientación vertical:

$$P_{SP} = h_d + D_T * \tan\left(\frac{180 - \theta}{2}\right)$$

(Ec. 2.7)

Donde: P_{SP} (m) es la posición vertical del *spray ball*, h_d (m) es la altura del domo del tanque de almacenamiento de jarabe y θ ($^\circ$) es el ángulo de cobertura del *spray ball*, para el cual se recomienda la utilización de 140° .

Para la ecuación 2.7, la distancia C es equivalente a la altura del domo y B corresponde al diámetro interno del tanque crítico, el cual de acuerdo a la figura 7, equivale a 3,45 m y su respectivo domo a 0,62 m de altura, lo que da por resultado al sustituir los datos:

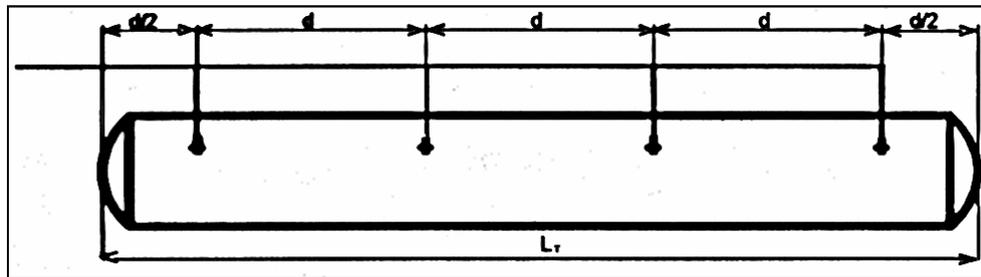
$$P_{SP} = 0.62 \text{ m} + 3.45 \text{ m} * \tan\left(\frac{180 - 140}{2}\right) = 1.8757 \text{ m}$$

El resultado indica que el *spray ball* para el tanque crítico debe estar situado a 1,8757 metros debajo de la superficie superior del tanque y equivale a la distancia D, en la figura 10. Como en la sala de estudio todos los tanques verticales poseen las mismas dimensiones, se adopta esta solución como general.

2.3.6.2. *Spray balls* en tanques de almacenamiento horizontales

El análisis del posicionamiento de *spray balls* dentro de los tanques continúa, considerando ahora los de orientación horizontal. El cálculo se realiza tomando en cuenta las medidas del tanque, y que se debe colocar un *spray ball* por cada diámetro de longitud horizontal, esta condición indica la relación de dependencia existente entre la cantidad de *spray balls* en relación a la medida de la extensión del tanque y se ilustra en la figura 11.

Figura 11. Número de *spray balls* en un tanque horizontal



Fuente: Johnson Diversey. <http://newananas.vtt.fi/virtual/safoodnet/tallinn/11wiik.pdf>. 13 de junio de 2011.

El número de *spray balls* se encuentra determinado, tanto por la longitud como por el diámetro del tanque horizontal que está en evaluación y de acuerdo a la siguiente ecuación:

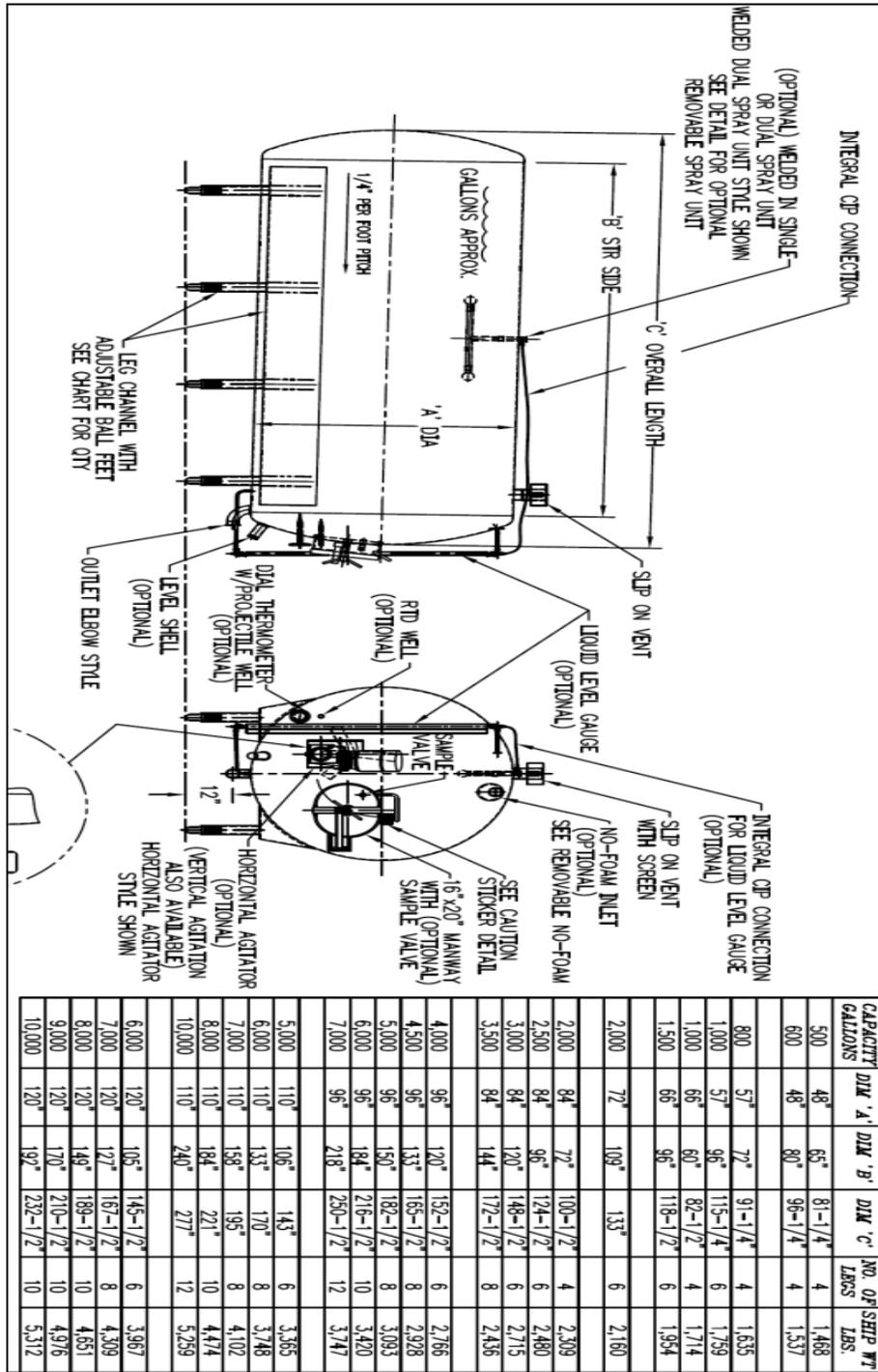
$$N_{SB} = \frac{L_T}{d_{max}}$$

(Ec. 2.8)

Donde: N_{SB} es el número de *spray balls* que debe proyectarse en el interior del tanque horizontal, L_T (m) es la longitud total horizontal del tanque que está en consideración y d_{max} (m) es la medida del diámetro del tanque horizontal, la cual no debe exceder los 3m.

Para poder analizar los diferentes tipos de tanques horizontales que se encuentran en la sala de jarabes se presenta la figura 12, ésta contiene las medidas de domo, longitud horizontal y altura de acuerdo para un tanque de capacidad volumétrica determinada:

Figura 12. Medidas para tanque de almacenamiento horizontal



Fuente: Feldmeier Equipment, Inc. http://www.feldmeier.com/cutsheets/ch_horizontal_sin_gle_shell.pdf. 11 de junio de 2011.

El presente análisis se realiza para un tanque horizontal de 5 000 galones de capacidad, el cual cuenta con un diámetro de 2,4384 metros, estos datos se obtienen de la figura 12, donde aparecen las distintas medidas de acuerdo a la capacidad del tanque horizontal en estudio, y de esa manera al realizar las sustitución de datos en la ecuación 2.8, se obtiene:

$$N_{SB} = \frac{4.6355 \text{ m}}{2.4384 \text{ m}} = 1.90104$$

Esto indica que se deben posicionar dos *spray balls* en este tanque horizontal para asegurar un buen lavado.

El resto de tanques horizontales se analiza de la misma manera y la tabla VIII, resume la cantidad de *spray balls* que deben utilizarse en los tanques horizontales como consecuencia de sus diferentes medidas, que son obtenidas de la figura 10.

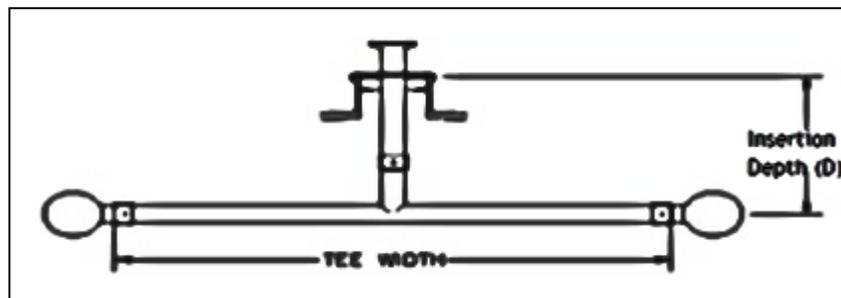
Tabla VIII. **Resumen de *spray balls* para tanques horizontales**

Tanque	Galones	Longitud (m)	Diámetro (m)	Número de <i>spray balls</i>
4	3 000	3,7719	2,1336	1,7679
5	5 000	4,6355	2,4384	1,9010
6	5 000	4,6355	2,4384	1,9010
7	5 000	4,6355	2,4384	1,9010
8	5 000	4,6355	2,4384	1,9010
9	5 000	4,6355	2,4384	1,9010
10	5 000	4,6355	2,4384	1,9010
11	4 050	3,8735	2,4384	1,5885
12	3 000	3,7719	2,1336	1,7679

Fuente: elaboración propia.

Con relación a la tabla VII, puede observarse claramente que los 9 tanques horizontales requieren de dos *spray balls* para funcionar adecuadamente, y por simetría éstas se colocarán dentro de los tanques, de manera que cada *spray ball* se ocupe de limpiar un área determinada como se muestra en la figura 13.

Figura 13. **Posicionamiento de *spray ball* de tanque horizontal**



Fuente: Johnson Diversey. <http://newananas.vtt.fi/virtual/safoodnet/tallinn/11wiik.pdf>. 11 de junio de 2011.

Para la ubicación de los *spray balls* en los tanques horizontales se utiliza el dispositivo de te alargada, el cual consiste de un tubo en forma de T con un *spray ball* en cada extremo, esta opción puede considerarse cuando el número de *spray balls* requeridos sea par, una longitud horizontal de 60cm y una profundidad de 50cm, permite una distribución uniforme del fluido de saneamiento que cubra toda la superficie interna de los tanques horizontales.

Hasta ahora se han cubierto especificaciones técnicas de los tanques de almacenamiento; sin embargo, la propuesta de diseño debe considerar otras actividades, entre las cuales puede mencionarse la bomba de retorno, que como su nombre sugiere se ocupa de la extracción del fluido remanente en el interior de los tanques al terminar un lavado.

2.3.7. Determinación de características de bomba de retorno de sistema *CIP*

Para el retorno de las diferentes sustancias líquidas a utilizar en el sistema *CIP*, es necesario que la bomba de retorno sea capaz de suministrar un caudal igual al de la bomba impulsora dentro del sistema *CIP*, esto con la finalidad de asegurar un flujo constante en todo el proceso de saneamiento, por tanto la bomba debe retornar el fluido a 80 galones por minuto en el sistema.

Se elige una bomba de anillo líquido por tener la capacidad de bombear a través de aire, de tal manera que pueda succionar los fluidos en el interior del tanque en lavado sin ningún problema.

Figura 14. **Bomba autocebante de anillo líquido**



Fuente: APV. http://www.apv.com/us/products/pumps/selfpriming/Ws+Self_priming_Pump_iec.asp. 11 de junio de 2011.

Por último, se considera el cálculo de cavitación para poder garantizar el funcionamiento adecuado de la bomba de retorno del sistema *CIP*.

2.3.8. Cavitación

Para que no se produzcan fenómenos de cavitación, el fluido deberá tener en cualquier punto del conducto de aspiración una presión superior a la tensión de vapor a la temperatura de bombeo, de manera que se evite la evaporación. Esto se puede traducir en comprobar que el valor del *NPSH* (*Net Positive Suction Head*) disponible en la instalación quede por encima del valor del *NPSH* requerido por la bomba.

El *NPSH* disponible se calcula como:

$$NPSH_D = h_{AT} - (h_v + h_A + h_R)$$

(Ec. 2.9)

Donde: $NPSH_D$ (m) se refiere al *NPSH* disponible del sistema, h_{AT} (m) es la presión atmosférica, h_v (m) la altura de la tensión de vapor del fluido, h_A (m) la altura geométrica de aspiración y h_R (m) la altura por pérdidas de carga en la aspiración.

Según datos del INSIVUMEH se tiene que para la zona de estudio la presión atmosférica es igual a 8,708m, la altura equivalente de tensión de vapor de fluido, tiene por su parte un valor de 0,2384m para 20°C, el cual constituye un valor mínimo adecuado por razones de diseño, una altura geométrica igual a cero por su posición en el suelo directamente conectada para cada uno de los diferentes tanques, y por último, las pérdidas de carga en la aspiración que están dadas por la longitud de la tubería, que en cualquier caso superan 5m; al hacer una sumatoria de estas variables se tiene por resultado 13,95 m de *NPSH* disponible, suficiente para sobrepasar el *NPSH* requerido por la mayoría de fabricantes para una bomba de caudal de 80 galones por minuto.

2.3.9. Sistema de lavado propuesto para el diseño CIP

El paso de los líquidos de lavado a alta velocidad por las superficies de los equipos y al combinarse con elevadas temperaturas, provoca un rascado mecánico que elimina los depósitos de suciedad; esto es aplicable al flujo en tuberías, intercambiadores de calor, bombas, válvulas y demás equipos.

La técnica utilizada normalmente para limpieza de grandes depósitos, consiste en atomizar la solución de detergentes sobre la superficie de los mismos y dejar entonces que descendan por las paredes internas de los tanques. Esto debe realizarse inmediatamente después del acabado el ciclo de producción, ya que en caso contrario se corre el riesgo de una adherencia de residuos a las paredes internas del equipo, lo cual haría más difícil la limpieza.

El sistema de lavado para un sistema CIP se divide en varios pasos, entre los cuales se muestra, un enjuague previo realizado con agua, pasando por la preparación y circulación de soluciones químicas alcalinas a través del circuito de tuberías, para continuar con la recuperación parcial y eliminación de residuos alcalinos mediante un enjuague final realizado con agua a temperatura elevada.

Contar con un sistema adecuado de lavado permite la adaptabilidad a los ciclos de producción, que principalmente por cuestiones de tiempo, necesitan de soluciones que produzcan buenos resultados pero que no demoren, para ello se detalla a continuación el sistema de lavado de tres etapas que constituye la principal forma de lavado por su rapidez en su aplicación.

Se trata de un sistema de lavado que, además de poderse completar en un tiempo limitado ofrezca buenos resultados, para lograr esto se debe tomar en cuenta: el tiempo de lavado de la superficie en contacto con la solución de lavado, la acción mecánica aplicada a la superficie, la concentración de detergente utilizado y la temperatura que se utiliza en la solución de lavado.

Existen dos sistemas de lavado diferentes, siendo uno de tres y el otro de cinco etapas, donde la diferencia radica en la necesidad de lavado que se tenga, en la siguiente sección de este documento se menciona la utilidad del sistema de lavado de tres etapas.

2.3.9.1. Sistema de lavado de tres etapas

Existente diversos tipos de saneamiento los cuales dependen de la operación que se está llevando a cabo, así como de la disponibilidad de tiempo para realizarlos. El sistema de saneamiento de tres etapas se utiliza cuando es necesario un cambio de sabores en los diferentes almacenamientos de jarabe simple, por esta razón es el que se utilizará con mayor frecuencia dentro de la sala de tanques.

El sistema de saneamiento consta de tres operaciones diferentes, cada una de ellas cumpliendo un propósito específico los cuales se detallan en la tabla IX.

Tabla IX. **Operaciones para un sistema CIP de re-utilización**

Operación	Descripción	Tiempo (min)	Temperatura
Enjuague previo	Aplicación de agua fría desde tanque de recuperación con subsecuente drenado	5	Ambiente
Lavado con detergente	Un compuesto de limpieza al 1% alcalino, purga el agua de enjuague remanente hacia el drenaje con el subsiguiente desvío hacia el tanque de enjuague de limpieza para la circulación y recuperación	10	Hasta 85 ⁰ C
Enjuague final con agua	La fuerza del enjuague con agua caliente acarrea los remanentes de solución en el tanque, el agua es entonces desviada al tanque de recuperación	5	50 ⁰ C

Fuente: LELIEVELD, Hubb. Higiene en el procesamiento de alimentos. p. 215.

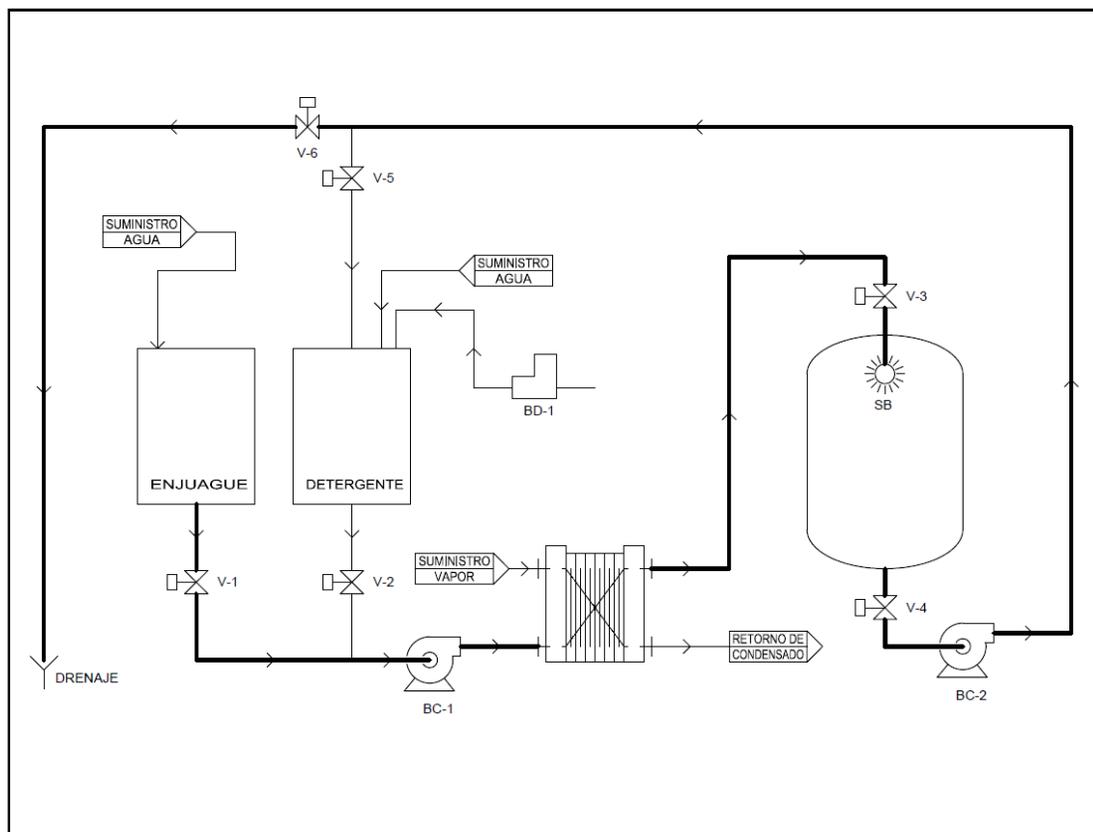
2.3.9.1.1. Enjuague previo

Antes de lavar con soda cáustica se deben eliminar residuos de producto en el tanque almacenador y tuberías, para ello el circuito se comporta de la siguiente manera y de acuerdo a un enjuague previo.

El agua que proviene del tanque de enjuague ingresa a temperatura ambiente, luego que la válvula V-1 abre; posteriormente es impulsada por la bomba BC-1 y fluye hacia el intercambiador de calor, el cual no está activado, debido que no es necesario elevar la temperatura del agua para esta operación, el agua llega hasta la válvula V-3, la cual permite el ingreso hacia el tanque de almacenamiento a lavar y elimina los residuos de producto.

El agua retorna por la válvula V-4, luego que se ha limpiado el interior del tanque almacenador por medio de la bomba BC-2 y llega hacia la válvula V-6, la cual permite el paso hacia el drenaje de agua, una vez eliminado los restos de producto en el interior del tanque.

Figura 15. **Enjuague previo de sistema CIP**



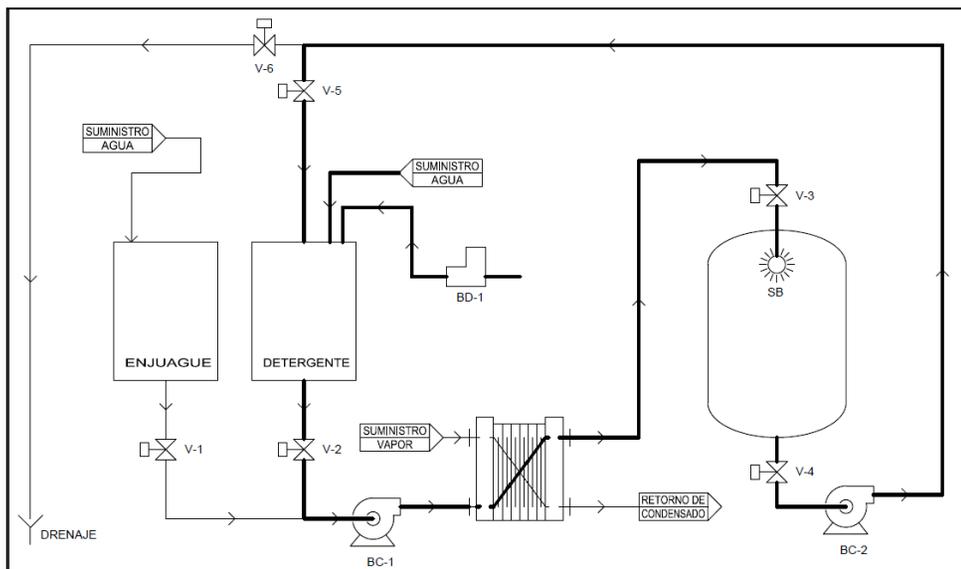
Fuente: elaboración propia.

2.3.9.1.2. Lavado con detergente

Esta limpieza se hace con el objetivo de eliminar aquellos residuos que han quedado en el interior del tanque almacenador y que no son posibles de remover únicamente con agua a temperatura ambiente.

El tanque de detergente es llenado con agua tratada y detergente suministrado por la bomba dosificadora BD-1; La válvula V-2 abre y la solución fluye desde el tanque detergente hacia el sistema a través de la bomba BC-1; atravesando el intercambiador de calor de placas; el cuál eleva la temperatura de la solución a 85°C; misma que se dirige a la válvula V-3, y al abrir permite la circulación por el interior del tanque de almacenamiento para continuar el recorrido cuando abre la válvula V-4, donde la solución es impulsada y conducida a lo largo de la tubería por medio de la bomba BC-2.

Figura 16. Lavado con detergente de sistema CIP



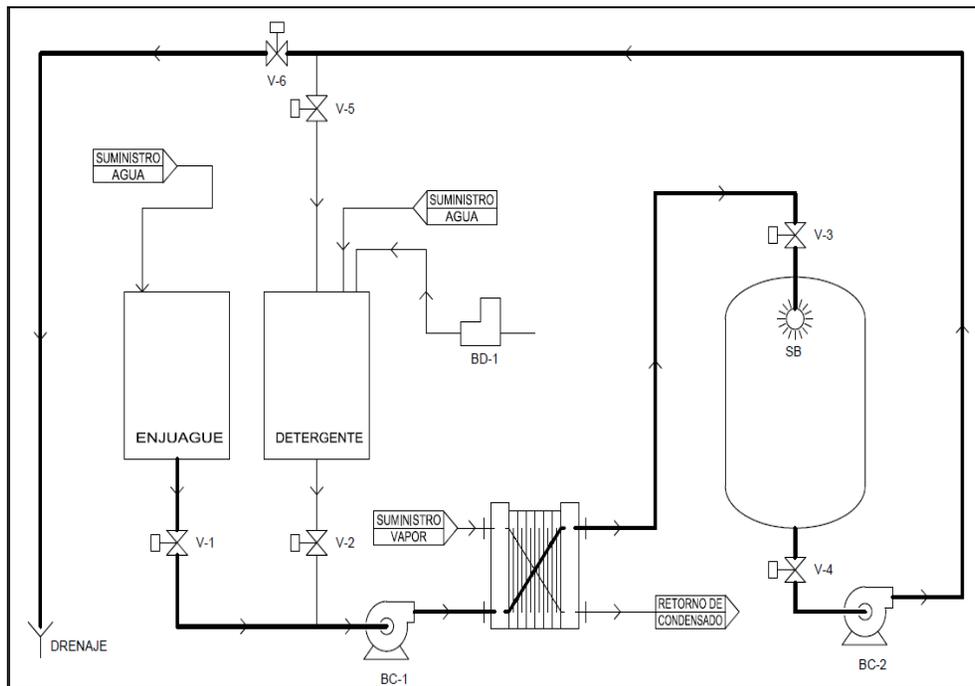
Fuente: elaboración propia.

2.3.9.1.3. Enjuague final con agua

El enjuague final se realiza con el objetivo de eliminar residuos alcalinos dentro del sistema de lavado como consecuencia del lavado con detergente.

Para ello, la válvula V-1 se abre y permite la circulación de agua, desde el tanque de enjuague e impulsada por la bomba BC-1, en dirección hacia el intercambiador de calor que eleva la temperatura del agua hasta 85°C. Luego el agua fluye hacia la válvula V-3 pasando por el interior del tanque de almacenamiento y retornando a través de la válvula V-4 que una vez impulsada por la bomba BC-2 comunica con la válvula V-6 y al drenaje para su descargo.

Figura 17. Enjuague final con agua de sistema CIP



Fuente: elaboración propia.

2.3.9.2. Sistema de lavado de cinco etapas

El principal objetivo al realizar un saneamiento de cinco etapas es mantener un elevado estándar de limpieza para equipos de acero inoxidable, para proveer a los consumidores bebidas confiables y de gran sabor. El saneamiento de cinco etapas es un proceso en el cual el equipo es enjuagado para remover residuos de productos, luego es lavado con un detergente a temperatura elevada, posteriormente enjuagado para retirar la solución detergente, luego se calienta con agua, para continuar con un nuevo enjuague con detergente y por último un enjuague de aclarado final que retorna a temperatura ambiente el equipo en un ambiente controlado.

Este tipo de saneamiento se realiza cuando existe un cambio de sabor drástico, o bien cuando se dispone de tiempo adicional para realizar procesos de limpieza más prolongados, esto generalmente sucede en fines de semana; ya que cada etapa toma un tiempo determinado que debe respetarse para lograr resultados satisfactorios en el lavado de tanques de almacenamiento, los pasos de un sistema de lavado de cinco etapas se detallan en la tabla IX.

Las etapas de lavado para saneamiento de cinco pasos se realizan del mismo modo que el procedimiento desarrollado en la sección 2.3.9.1., con la salvedad que deben incluirse el enjuague intermedio para la el lavado de detergente y la recirculación de soda cáustica en el circuito de lavado *CIP*.

Tabla X. **Sistema de saneamiento de cinco etapas**

Operación	Descripción	Tiempo (min)	Temperatura
Enjuague previo	Aplicación de agua fría desde tanque de recuperación con subsecuente drenado	5	Ambiente
Lavado con detergente	Un compuesto de limpieza al 1% alcalino, purga el agua de enjuague remanente hacia el drenaje con el subsiguiente desvío hacia el tanque de enjuague de limpieza para la circulación y recuperación	10	Hasta 85°C
Enjuague intermedio	La aplicación de agua caliente continúa la remoción de residuos de productos y lava la superficie interna, de detergente, del tanque de almacenamiento	5	60°C
Lavado con detergente	Se utiliza el detergente recuperado de la 2da etapa y se recircula por el circuito de lavado	10	60- 85°C
Enjuague final con agua	La fuerza del enjuague con agua caliente acarrea los remanentes de solución en el tanque, el agua es entonces desviada al drenaje luego del aclarado del tanque	10	20-50°C

Fuente: elaboración propia.

2.3.10. Costo aproximado de CIP propuesto

Tabla XI. **Costo aproximado de CIP propuesto**

Elemento	Precio por unidad	Cantidad	Total
Bomba de retorno	Q 25 577,50	1	Q 25 577,50
Bomba dosificadora	Q 22 823,00	1	Q 22 823,00
Válvula de mariposa	Q 800,00	15	Q 12 000,00
Tubo acero inoxidable 316 L	Q 195,83	57,39	Q 11 238,68
Curvas a 45°	Q 243,97	2	Q 487,94
Curvas a 90°	Q 243,97	52	Q 12 686,44
Tee	Q 598,12	13	Q 7 775,56
Spray ball estática	Q 1 231,18	18	Q 22 161,24
Total			Q 114 750,36

Fuente: elaboración propia.

2.3.11. Análisis de resultados

Al entrar en la globalización del mercado, la calidad es prioridad número uno, y en alimentos y bebidas esta calidad solamente puede llegar a obtenerse a través de una higiene óptima y cuando se tienen tantas variables para llegar a obtenerla, debido a las limitaciones por temperatura, concentración del detergente y repetibilidad, entre otras que supone la limpieza manual; una excelente opción para mejorar estos aspectos y los resultados de saneamiento consiste en la automatización del proceso de limpieza a través de un *CIP*.

Para lograr excelentes resultados se deben seguir las indicaciones de posicionamiento de los elementos rociadores conocidos como *spray balls*, igualmente importante es el patrón de limpieza de esta correcta selección, con lo cual se evitan espacios vacíos en la superficie interna de los tanques de almacenamiento, y por último haciendo la debida diferenciación entre tanques verticales y horizontales, ya que la cantidad de *spray balls* necesaria varía y, con más de éstos en un mismo tanque tendrá, consecuencia de una presión menor, y con menos de los requeridos tendrán una presión mayor, pero un área de acción que no cubrirá la superficie interna total.

Cuando todos los accesorios han sido colocados, la bomba impulsora y la de retorno tendrán el papel más importante en el lavado *CIP*, ya que depende de la bomba impulsora proporcionar el flujo turbulento necesario para lavar correctamente el tanque y posteriormente se utiliza la de retorno para succionar la solución utilizada para el lavado, la cual también no permite que se formen estancamientos hacia el final del tanque, ya que estos provocan focos de bacterias indeseables.

2.4. Estudio de tiempos de procesos del departamento de jarabes

El estudio de tiempos se ha realizado utilizando un cronómetro digital y repetidas observaciones, las cuales se exponen en las siguientes secciones, según el área que se está midiendo.

El presente estudio comprende las áreas de carga de azúcar en tolva, filtraciones y *bag in box* del departamento de jarabes.

2.4.1. Estudio de tiempos de proceso en el área de carga de azúcar en tolva

2.4.1.1. Método de toma de tiempo

Debido que las operaciones realizadas para el proceso de carga de azúcar conforman intervalos de tiempo relativamente cortos, se utiliza el método continuo para registro y toma de tiempos. Obteniendo datos para carga, descarga y arreglo de varios jumbos de azúcar y dividiendo este tiempo entre el número de observaciones, se determina el tiempo cronometrado.

Para establecer el número de observaciones necesarias se utiliza la herramienta Westinghouse, ya que es aplicable a operaciones muy repetitivas. En función de la duración del ciclo y la cantidad de veces que se desarrolla la actividad por año, se utiliza los datos de la tabla XII, para ubicar la cantidad de observaciones requeridas.

Tabla XII. **Tabla Westinghouse**

Cuando el tiempo por ciclo o por pieza es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10 000 por año	1 000 a 10 000	Menos de 1 000
1,000 horas	5	3	2
0,800 horas	6	3	2
0,500 horas	8	4	3
0,300 horas	10	5	4
0,200 horas	12	6	5
0,120 horas	15	8	6
0,080 horas	20	10	8
0,050 horas	25	12	10
0,035 horas	30	15	12
0,020 horas	40	20	15
0,012 horas	50	25	20
0,008 horas	60	30	25
0,005 horas	80	40	30
0,003 horas	100	50	40
0,002 horas	120	60	50
Menos de 0,002 horas	140	80	60

Fuente: GARCÍA, Roberto. Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo. p. 208.

De acuerdo a los registros de tiempos presentados en la tabla XLIII del apéndice A, la sumatoria del tiempo estándar es igual a 59,4 minutos para para un ciclo de carga de azúcar en la tolva.

Por lo general, se realizan entre 4 000 a 6 000 ciclos de carga de azúcar en tolva al año.

De acuerdo a estos datos y con base en la tabla Westinghouse se tiene que, al intersectar la columna de rango de producción de 1 000 a 10 000 con la fila de 1 000 horas, un número de 3 observaciones requeridas.

Para este caso de estudio deben considerarse concesiones, que son demoras inevitables producto de actividades realizadas en períodos de tiempo muy cortos. Para este fin se distinguen dos tipos de concesiones, las constantes y las variables. Para las constantes se incluye el suplemento por fatiga básica equivalente a 4%.

Para las variables se utilizan suplementos por estar de pie, 2%, por posición incómoda de estar agachado, 2%, por condiciones atmosféricas de calor, 5%, y por monotonía de nivel medio, 1%.

Sumando las concesiones descritas, se obtiene un total de 14%, lo cual indica que este porcentaje de tiempo de trabajo debe compensar la fatiga y demoras en el proceso de carga de azúcar en tolva.

Para determinar el tiempo normal requerido por un operario normal para realizar el proceso de carga de azúcar en tolva, se procede a registrar los 3 ciclos de observaciones necesarias indicadas por la tabla Westinghouse. Se tiene que para cada ciclo se realizan 12 cargas de azúcar en la tolva y debido a que la especialización de los operarios no es específica para cada área de trabajo, sino que existe rotación de operarios, se procede a multiplicar el número de observaciones por un factor de 1,5 dando como resultado 5 observaciones equivalente a 60 cargas de azúcar en tolva. El tiempo y detalle de las 60 observaciones se encuentra en el apéndice A.

Al continuar con el análisis de la información extraída para el tiempo de las diferentes actividades, se procede a calcular el tiempo cronometrado para operaciones de carga de azúcar en tolva.

Tabla XIII. **Tiempo cronometrado para operaciones de carga de azúcar en tolva**

Operación	Tiempo
Quitar marchamo, colocar jumbo en tolva y abrirlo	90,38s
Descarga de jumbo sobre tolva	166,7s
Quitar jumbo, lanzarlo y colocar gancho en jumbo nuevo	35,63s
Total	293s

Fuente: elaboración propia.

El tiempo normal que un operario requiere para realizar la operación de carga de azúcar en tolva se determina mediante: $TN = TC * C/100$, donde TN = tiempo normal, TC = tiempo cronometrado y C = calificación del operario. Como los operarios no realizan tareas específicas, sino que rotan sus actividades semanalmente, C = 100. Se muestra el tiempo normal para cada operación (tabla XIV).

Tabla XIV. **Tiempo normal para operaciones de carga de azúcar en tolva**

Operación	TC	TN
Quitar marchamo, colocar jumbo en tolva y abrirlo	90,38s	90,38s
Descarga de jumbo sobre tolva	166,7s	166,7s
Quitar jumbo, lanzarlo y colocar gancho en jumbo nuevo	35,63s	35,63s
Total	293s	293s

Fuente: elaboración propia.

Como consecuencia de que la calificación del operario es igual a 100, y que por lo tanto ejerce un factor de multiplicación de 1 sobre el tiempo cronometrado, el tiempo normal es igual al tiempo cronometrado.

Se tiene entonces un tiempo normal equivalente 12 veces el de la tabla XIV, debido a que el ciclo de operación contiene 12 jumbos de azúcar que se cargan en la tolva, esta multiplicación da por resultado 3 516 segundos que corresponde a 58,6 minutos.

Al obtener el tiempo normal es posible establecer el tiempo estándar que requiere un operario calificado y capacitado para realizar el trabajo a un paso normal y se determina de la siguiente manera: $TS = TN + TN * \text{Concesión}$. Donde: TS = tiempo estándar y TN = tiempo normal. El porcentaje establecido para concesiones es igual a 14%, por lo que el valor de la concesión equivale a 0,14. El tiempo estándar para las operaciones del proceso de carga de azúcar quedan como se detalla en la tabla XV.

Tabla XV. **Tiempo estándar para operaciones de carga de azúcar en Tolva**

Operación	TN	TS
Quitar marchamo, colocar jumbo en tolva y abrirlo	90,38s	103,03s
Descarga de jumbo sobre tolva	166,7s	190,04s
Quitar jumbo, lanzarlo y colocar gancho en jumbo nuevo	35,63s	40,62s
Total	293s	334s

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los estudios realizados, se tiene que el proceso de carga de azúcar en tolva tiene un tiempo de duración estándar de 66,8 minutos.

Existe también un segundo operario encargado de doblar y llevar los jumbos de azúcar hacia la tolva, para el cual aplican las mismas consideraciones de la tabla Westinghouse; sin embargo, sus concesiones varían por la naturaleza de las actividades que realiza.

Para las concesiones del operario asistente se consideran los suplementos por fatiga básica, 4%, por condiciones atmosféricas de calor, 5%, por monotonía, 2% y por tedio, 2%, totalizando 13%.

En la determinación del tiempo se emplea un calificación de C = 100, por ser operario de rotación y se procede como se muestra en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Tiempo normal para operaciones de operario auxiliar del proceso de carga de azúcar en tolva**

Operación	TC	TN
Elevar jumbo de azúcar	55,12s	55,12s
Doblar jumbo de azúcar	100,53s	100,53s
Transportar jumbo de azúcar	71,04s	71,04s
Transportar jumbo de azúcar y traer <i>pallets</i>	160,42s	160,42s
Amarre de jumbos de azúcar	251,34s	251,34s

Fuente: elaboración propia.

En consecuencia para determinar el tiempo estándar se utiliza el factor de multiplicación de 1,13 por las concesiones consideradas y se obtienen los datos, según tabla XVII.

Tabla XVII. **Tiempo estándar para operaciones de operario auxiliar del proceso de carga de azúcar en tolva**

Operación	TC	TS
Elevar jumbo de azúcar	55,12s	62,29s
Doblar jumbo de azúcar	100,53s	113,60s
Transportar jumbo de azúcar	71,04s	80,28s
Transportar jumbo de azúcar y regresar <i>pallets</i>	160,42s	181,27s
Amarre de jumbos de azúcar	170,18s	194,01s

Fuente: elaboración propia.

Además de esto, se sabe que al final del proceso debe elevarse la temperatura de la carga hasta alcanzar 80°C, esta operación de incrementar la temperatura es variable, porque depende de la cantidad de agua fría que el operario de carga de azúcar en tolva haya depositado sobre la tolva que dirige hacia la marmita. Cabe mencionar que el operario puede utilizar agua fría o caliente; sin embargo, se ha observado que utilizan principalmente el agua fría para cargar el azúcar en la tolva, causando una disminución considerable en la temperatura de la marmita y en consecuencia retrasos en el calentamiento. Para poder analizar la forma que esta práctica afecta la temperatura se registró una serie de tiempos de calentamiento, los cuales se presentan en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. Registro de tiempos para el calentamiento de marmitas

	Temperatura (°C)		Tiempo transcurrido (min)
	Inicial	Final	
Marmita 1	62	80	62
	70	80	32
	70	78	15
	53	80	81
	72	80	33
Marmita 2	64	75	26
	49	80	66
	55	80	51
	73	82	21
	60	80	45

Fuente: elaboración propia.

Como puede comprobarse en la tabla XVIII, el tiempo para llevar a 80°C una marmita, depende tanto de la marmita que se esté estudiando como de la temperatura inicial que presentaba.

Para eliminar la variación de tiempo de calentamiento en las marmitas se implementó la medición previa de agua en las marmitas de manera que se hace innecesario la utilización de agua en la tolva, tanto de agua fría como de caliente, además, por el diseño de la planta, la adición de agua en la marmita antes de la carga únicamente puede hacerse con agua caliente lo que evita bajas en la temperatura y también permite conocer con exactitud la cantidad de brix que proporcionará la marmita; otros beneficios que esta nueva práctica trajo se mencionan en el estudio de tiempos de proceso en el área de filtración, sección 2.2.2.

Con los datos obtenidos y estandarizados se procede a realizar el diagrama de proceso para grupo actual.

2.4.1.2. Diagrama hombre máquina actual

Figura 18. Diagrama de proceso hombre máquina actual en carga de azúcar en tolva

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA-MÉTODO ACTUAL					
Tolva de carga de azúcar Departamento de Jarabes					
Elaborado por:		Jean Pierre Betancourt Herrera		Hoja: 1 de 2	
Responsable:		Karina Mendez		Fecha: 15/03/2011	
Producto:		Jarabe		Inicio: Tolva de carga	
				Final: Sala de filtros	
Tolva		Operario de tolva		Ayudante de Operario de tolva	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Carga de jumbo 1	103	Colocar jumbo 1 en tolva	103	Elevar jumbo 3	62
	190		190		168
Carga de jumbo 2	143	Quitar jumbo	40	Doblar saco y apilarlo	113
	190	Colocar jumbo 2 en tolva	103	Elevar jumbo 4	62
Carga de jumbo 3	190		190		168
	143	Quitar jumbo	40	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 4	190	Colocar jumbo 3 en tolva	103	Llevar jumbo 5 a tarima	80
	143	Quitar jumbo	40		140
Carga de jumbo 5	190	Colocar jumbo 4 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
	143	Quitar jumbo	40	Llevar jumbo 6 a tarima	80
Carga de jumbo 6	190	Colocar jumbo 5 en tolva	103		140
	143	Quitar jumbo	40	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 7	190	Colocar jumbo 6 en tolva	103	Retirar 3 pallets y llevar jumbo 7	181
	143	Quitar jumbo	40		39
Carga de jumbo 8	190	Colocar jumbo 7 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
	143	Quitar jumbo	40	Retirar 3 pallets y llevar jumbo 8	181
Carga de jumbo 9	190		190		39
	143	Colocar jumbo 8 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 10	190	Quitar jumbo	40	Llevar jumbo 9 a tarima	80
	143	Colocar jumbo 9 en tolva	103		80

Continuación figura 18.

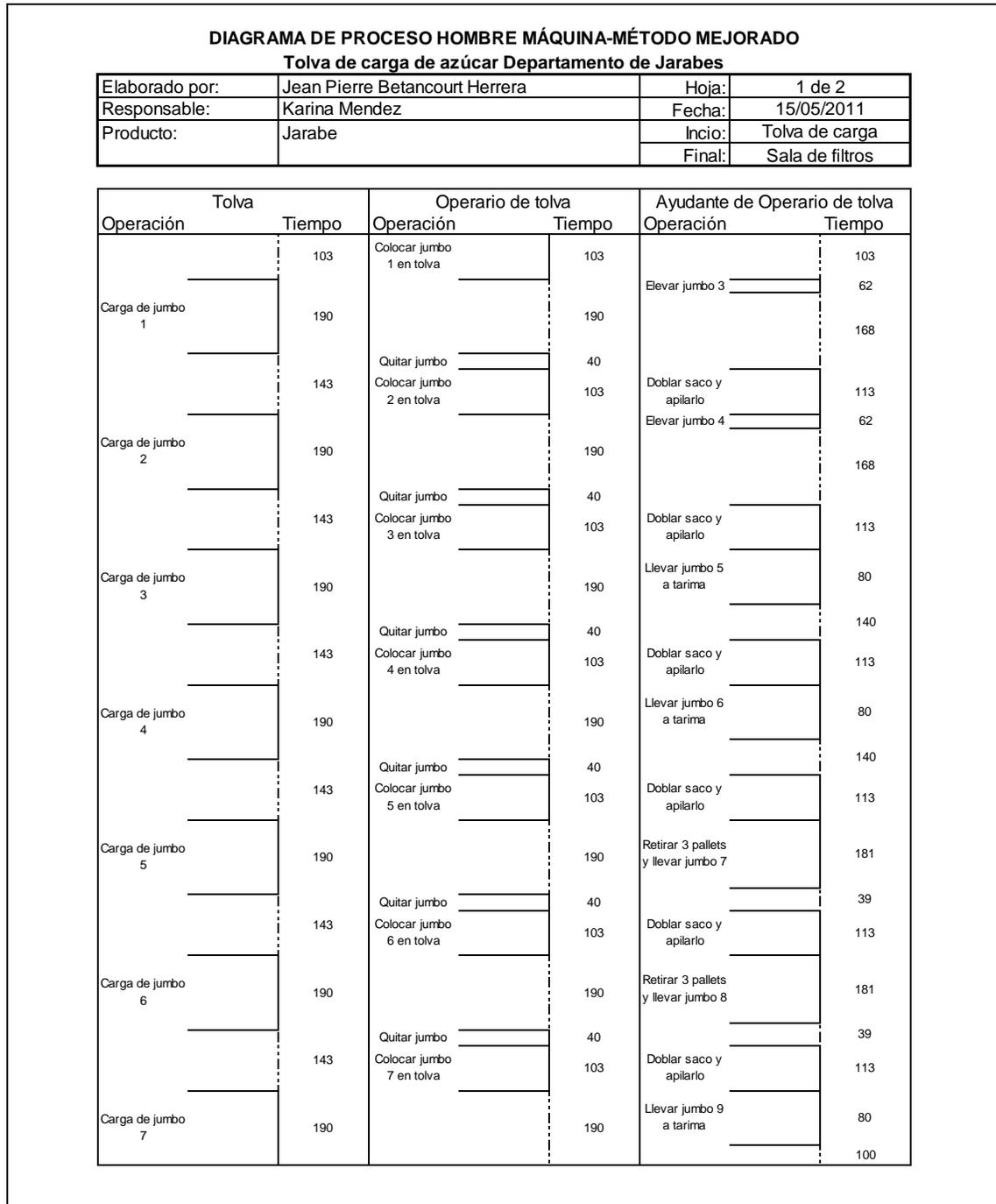
DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA-MÉTODO ACTUAL					
Tolva de carga de azúcar Departamento de Jarabes					
Elaborado por:		Jean Pierre Betancourt Herrera		Hoja: 2 de 2	
Responsable:		Karina Mendez		Fecha: 15/03/2011	
Producto:		Jarabe		Inicio: Tolva de carga	
				Final: Sala de filtros	
Tolva		Operario de tolva		Ayudante de Operario de tolva	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Carga de jumbo 7	190		190	Llevar jumbo 9 a tarima	80
		Quitar jumbo	40		150
	143	Colocar jumbo 8 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 8	190		190	Llevar jumbo 10 a tarima	80
		Quitar jumbo	40		140
	143	Colocar jumbo 9 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 9	190		190	Llevar jumbo 11 a tarima	80
		Quitar jumbo	40		140
	143	Colocar jumbo 10 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 10	190		190	Llevar jumbo 12 a tarima	80
		Quitar jumbo	40		140
	143	Colocar jumbo 11 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 11	190		190	Retirar 3 pallets y llevar jumbo 1	181
		Quitar jumbo	40		39
	143	Colocar jumbo 12 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 12	190		190	Retirar 3 pallets y llevar jumbo 2	181
		Quitar jumbo	40		39
				Doblar saco y apilarlo	113
	2772		2732	Amarre de 12 jumbos	194
					2425

Tiempo efectivo	84.2 min	28.6 min	47.97 min
Tiempo muerto	27.93 min	83.53 min	64.16 min

Fuente: elaboración propia

2.4.1.3. Diagrama hombre máquina mejorado

Figura 19. Diagrama de proceso hombre máquina mejorado en carga de azúcar en tolva



Continuación figura 19.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA-MÉTODO MEJORADO					
Tolva de carga de azúcar Departamento de Jarabes					
Elaborado por:		Jean Pierre Betancourt Herrera		Hoja: 2 de 2	
Responsable:		Karina Mendez		Fecha: 15/05/2011	
Producto:		Jarabe		Inicio: Tolva de carga	
				Final: Sala de filtros	
Tolva		Operario de tolva		Ayudante de Operario de tolva	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Carga de jumbo 7	190		190	Llevar jumbo 9 a tarima	80
		Quitar jumbo	40		150
	143	Colocar jumbo 8 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 8	190		190	Llevar jumbo 10 a tarima	80
		Quitar jumbo	40		140
	143	Colocar jumbo 9 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 9	190		190	Llevar jumbo 11 a tarima	80
		Quitar jumbo	40		140
	143	Colocar jumbo 10 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 10	190		190	Llevar jumbo 12 a tarima	80
		Quitar jumbo	40		140
	143	Colocar jumbo 11 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 11	190		190	Retirar 3 pallets y llevar jumbo 1	181
		Quitar jumbo	40		39
	143	Colocar jumbo 12 en tolva	103	Doblar saco y apilarlo	113
Carga de jumbo 12	190		190	Retirar 3 pallets y llevar jumbo 2	181
		Quitar jumbo	40		39
	347		307	Doblar saco y apilarlo	113
				Amarre de 12 jumbos	194
Tiempo efectivo	38		28.6		47.97
Tiempo muerto	33.72		43.12		23.75

Fuente: elaboración propia.

2.4.1.4. Método de trabajo

Es necesario asegurar el correcto desempeño del área de trabajo en la tolva de carga de azúcar, para lograrlo se utilizan los siguientes métodos de trabajo, comenzando por el operario en tolva y luego con el operario auxiliar.

Adicionalmente al método de trabajo se incluye el equipo de protección individual, que debe utilizarse por puesto de trabajo como se detalla en la figura 20.

Figura 20. Método de trabajo en tolva de carga

OPERARIO EN TOLVA DE CARGA DE AZÚCAR					
					
Uso de protección visual	Uso de guantes protectores	Uso de calzado industrial	Uso de protector de partículas	Uso de cofia	Uso de faja lumbar
Proceso		<ol style="list-style-type: none"> 1. Llevar grúa hacia el saco en la tarima. 2. Colocar las orejas del saco en la grúa. 3. Movilizar el saco hacia la tolva de carga. 4. Abrir el saco, de ser necesario utilice la navaja disponible. 5. Colocar el marchamo en el lugar de la basura. 6. Agregar carbón y tierra diatomea, según sea requerido en la 2da y 3era carga. 7. Retirar elementos extraños de la tolva de azúcar. 8. Retirar saco de la grúa. 9. Enviar saco a nivel inferior a través de la baranda de la tarima, por el lado izquierdo. 10. Repetir pasos del 1 al 9 hasta que se hayan cargado 12 sacos en la tolva de azúcar. 11. Levantar la rejilla de carga de azúcar con la grúa. 12. Enviar azúcar residual adentro de la tolva para que sea succionada. 13. Colocar la rejilla en su lugar mediante la grúa. 14. Dejar limpio y ordenado el lugar de trabajo. 			

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Método de trabajo auxiliar de tolva**

OPERARIO AUXILIAR DE TOLVA DE AZÚCAR				
				
Uso de protección visual	Uso de guantes protectores	Uso de calzado industrial	Uso de protector de partículas	Uso de cofia
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar 2 sacos en la tarima de carga de azúcar. 2. Llevar sacos a la tarima de carga de azúcar, según sea necesario. 3. Mantener en la tolva de carga al menos un saco de azúcar TODO EL TIEMPO. 4. NO permitir que hayan MÁS DE 3 PALLETS en la tarima de carga de azúcar, al haber 3, llevarlos hacia su lugar de apilado y aprovechar el viaje para llevar saco de azúcar a la tolva. 5. Doblar los sacos de azúcar vacíos, evitar que se junten más de dos sacos vacíos. 6. Al finalizar el proceso de carga de azúcar, apilar los sacos y colocarlos en el <i>rack</i> de apilado de sacos. 7. Dejar limpia y ordenada el área de trabajo. 8. Llevar dos sacos hacia la tarima de carga de azúcar, para la próxima carga. 9. Llevar dos sacos en el suelo junto a la tarima de carga de azúcar, para la próxima carga. 			

Fuente: elaboración propia.

Estos métodos de trabajo fueron también utilizados para la capacitación con el nombre de método de trabajo de operaciones en tolva de carga de azúcar, permitiendo de esta manera, convertir en un práctica normal de trabajo los lineamientos contenidos en estos dos métodos, tanto para el operador en la tolva como para el auxiliar.

2.4.2. Estudio de tiempos de proceso en el área de filtración

El proceso en el área de filtración es la continuación del proceso de carga de azúcar en tolva, de donde se tiene que la carga total en la tolva de azúcar está conformada por varios jumbos de azúcar, los cuales a su vez, constituyen una carga de marmita, este proceso se repite en función de la capacidad de procesamiento de los filtros, la determinación estándar de esta capacidad es el objetivo de estudio de esta sección.

Antes de comenzar el análisis del estudio de tiempo para el área de filtración es necesario conocer las operaciones que se llevan a cabo en este lugar. En el área de filtración existen dos marmitas, las cuales cumplen con la función de almacenar agua con azúcar, conformando lo que se denomina jarabe simple; este proviene de la carga de azúcar en tolva y es un proceso de carácter alternativo, es decir cuando se ha cargado una marmita se procede a cargar la otra disponible para ser cargada; sin embargo, es responsabilidad del operario de filtros canalizar la carga de azúcar a la marmita correspondiente, esto se logra mediante un juego de válvulas que desvía el fluido al interior de la marmita seleccionada.

El operario en el área de filtros tiene a su vez la responsabilidad de indicar la cantidad de agua que debe utilizarse en la tolva de carga de azúcar, con la finalidad de producir el jarabe simple, necesario para la bebida requerida de acuerdo al programa de producción, ésta puede estimarse de acuerdo al registro histórico de realización de bebidas.

Se identifica entonces la necesidad de producción de dos tipos de jarabe simple, para cumplir con los requerimientos de bebidas en la sala de tanques de almacenamiento, estos dos tipos se denominan suave, el cual consiste de un brix bajo, y grueso, por su característica de tener un brix alto.

El comportamiento de estos dos tipos de jarabe simple es tal que a medida que el brix incrementa, los procesos también lo hacen, al presentar una extensión en el tiempo necesario para su desarrollo, esto es consecuencia de un brix mayor, el cual aumenta la densidad del fluido y al mismo tiempo su viscosidad, que se define como la propiedad de los fluidos a oponerse al flujo. Como se detalló en el proceso de carga de azúcar en tolva, el jarabe simple es calentado hasta una temperatura de 80°C lo que produce el efecto de disminuir la viscosidad.

La cantidad de grados brix que un jarabe simple debe tener está en función de la bebida que se desea preparar, con la finalidad de identificar la distribución de estos grados brix se elaboró la tabla resumen XIX, que presenta los diferentes grados brix requeridos para las bebidas en producción.

Tabla XIX. Grados brix para jarabe simple de diferentes tipos

Jarabe simple	Brix
Suave	57
	58
	59
Grueso	60
	61
	62
	63
	64
	65

Fuente: elaboración propia.

Es necesario determinar la cantidad de jarabe simple suave y grueso que debe producirse para cumplir con los requerimientos de las diferentes líneas de producción, este dato puede obtenerse al realizar un análisis estadístico de la cantidad de bebidas fabricadas en un mes dado, en la tabla XX, se tiene un resumen de la cantidad de azúcar utilizada y al tipo de jarabe que corresponde, con base en ello se calcula la cantidad de cargas de jarabe grueso y suave que deben hacerse en un día.

Tabla XX. **Cantidad de cargas de jarabe suave y grueso para un día de trabajo normal**

	Suave	Grueso	Total
Libras de azúcar	6 098 135	1 337 775	7 435 909,9
%	82,0093	17,9907	100
Marmitas diarias	13,1215	2,87852	16

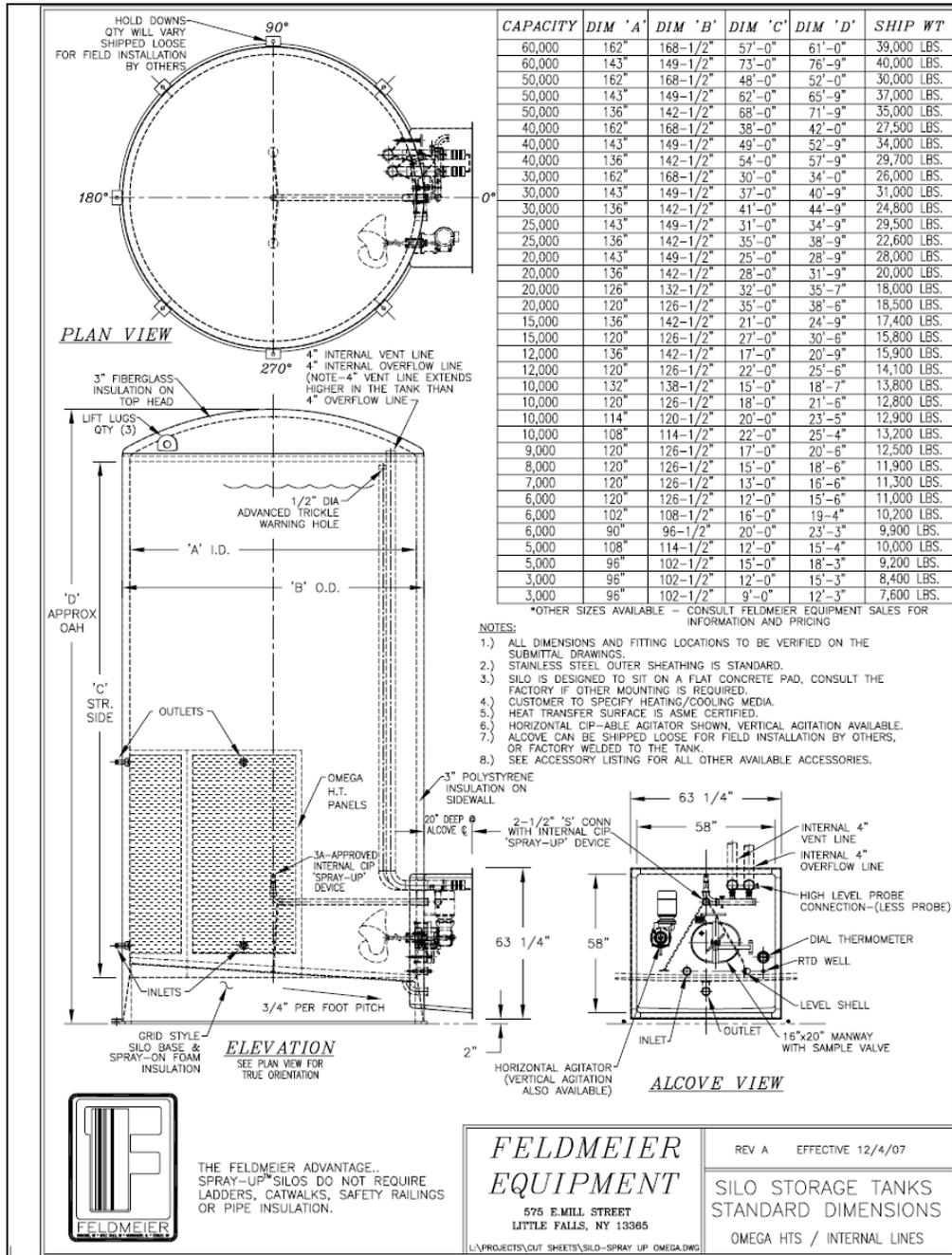
Fuente: elaboración propia.

Para determinar la cantidad de agua que debe utilizarse en el área de carga de azúcar es necesario realizar el cálculo de capacidad para las marmitas que se encuentran en el área de filtros, las marmitas presentan las dimensiones indicadas en la figura 22.

Se realiza el cálculo para una marmita de 5 000 galones, la cual da por resultado una capacidad máxima de 6 125,39 galones, tomando en cuenta el domo para realizar el cálculo. Esto es importante pues es una práctica común utilizar la marmita por encima de los 5 000 galones, aproximadamente a 5 500 galones.

La figura 22 indica varias medidas para marmitas de mezcla de azúcar y agua.

Figura 22. Marmitas de área de filtros



Fuente: Feldmeier Equipment, Inc. http://www.feldmeier.com/cutsheets/swv_silo_omega_heat_transfer.pdf. 11 de junio de 2011.

2.4.2.1. Método de toma de tiempo

Para el desarrollo de tiempos estándar en esta área, es necesario realizar la distinción entre elementos constantes y los variables. Para un elemento variable el tiempo varía dentro de un intervalo específico de trabajo.

Para continuar con la determinación del tiempo estándar fue necesario analizar los elementos constantes y variables, tomando en cuenta que la capacidad de procesamiento de jarabe simple de un filtro dado, decrece conforme incrementa el número de marmitas. Esto supone que en un filtro la operación de filtrado depende del número de filtración en el cual éste se encuentra trabajando y se tiene que el número de filtración justamente refiere a el número de marmita que se encuentra filtrando en su ciclo de operación, el cual puede variar dependiendo del filtro en consideración.

Se tiene entonces que, en el área de filtración operan dos filtros, donde el filtro 2 tiene una capacidad de procesamiento de 4 veces la del filtro 1, siendo este último operado únicamente cuando el filtro 2 está fuera de operación por razones de lavado.

Tomando en cuenta que la operación de filtrado, no solo depende del número de marmita procesada, sino también de los grados brix, los cuales se utilizan para medir la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo, para este caso de estudio los sólidos solubles se refieren a la cantidad azúcar presente en el agua. Mientras mayor sea los grados brix mayor será el tiempo que le tomará al filtro procesar la marmita, esto se debe a que un brix mayor incrementa la densidad del fluido que atraviesa las capas del filtro haciendo que el flujo volumétrico de procesamiento disminuya de manera inversamente proporcional al incremento de grados brix del jarabe.

El primer paso básico para el desarrollo de una fórmula es identificar las variables críticas involucradas, para este caso de estudio, en el proceso del área de filtración, se tiene que las principales variables involucradas son el brix de la solución y el número de filtración que se encuentra realizando un filtro dado y los galones por minuto a los cuáles ingresa el jarabe simple en un tanque de almacenamiento.

Al analizar estas tres variables críticas, debe separarse entre las variables dependientes y las independientes, se tiene entonces que la cantidad de galones por minuto que fluyen al interior de un tanque de almacenamiento depende del grado brix que tiene el jarabe simple preparado, y también del número de filtración del filtro.

Luego de haber identificado cuáles variables son las dependientes y cuáles son las independientes, se procede a recolectar datos para la elaboración de la fórmula.

Con la ayuda de un conjunto de gráficas, es posible expresar el flujo volumétrico que un filtro dado presenta. Para el análisis posterior de la información fue necesario, inicialmente la recopilación de datos, mediante una tabla que recopilara la cantidad de galones que un tanque de almacenamiento de jarabe simple recibía en un tiempo dado, la ficha de recopilación de datos se presenta en la figura 23.

Figura 23. **Ficha de recopilación de información de gpm**

Filtro	⁰ Brix:	Fecha:		
Filtración	Bebida:	Tanque		
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm

Fuente: elaboración propia.

La figura 23 ilustra una ficha de recopilación que permite la determinación del flujo volumétrico (gpm), esta, además registra el grado brix del fluido en el interior del tanque de almacenamiento y el número de filtración para un filtro dado, el resto de datos que se incluyen en la ficha es para referencia con base en los registros internos de la empresa, los cuales permitirían verificar algunos datos, tales como grados brix de la sustancia para un tanque de almacenamiento en una fecha determinada.

Para determinar el grado brix que la sustancia presentaba, se realizaba un estudio en laboratorio el cual consistía en tomar una muestra mediante una purga del visor de galones que cada tanque de almacenamiento posee, se tomaba entonces, un vaso toma muestra al cual se le vertía la purga del visor, de tal manera que el fluido, que es el mismo que se encuentra en el interior del tanque de almacenamiento, cubriera todos los bordes del vaso toma muestra, esto se hace para evitar fallos en la lectura de la muestra.

Al tener el fluido para estudio dentro del vaso toma muestra, se procede a realizar el análisis en el laboratorio, lo cual consiste en depositar una pequeña cantidad del líquido obtenido en el prisma de un refractómetro, que luego de unos segundos proporciona el grado brix que la sustancia en estudio presenta.

Este dato posteriormente es anotado en la ficha de recopilación para incluirla en el subsiguiente análisis.

En el apéndice B se encuentran todos los registros utilizados para la elaboración de la fórmula que permite conocer el flujo volumétrico en función de grados brix y número de filtración. Para poder manipular fácilmente los datos de filtración se elaboró la tabla XXI que contiene los datos más relevantes para el cálculo de la fórmula de filtración del proceso de filtrado.

Tabla XXI. Resumen de fichas de recopilación para el filtro 1

Filtración	°Brix	Galones por minuto
1	55,80	73,45
1	63,30	62,62
2	59,20	42,02
2	59,90	31,73
2	56,30	53,23
2	57,30	52,26

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Resumen de fichas de recopilación para el filtro 2**

Filtración	°Brix	Galones por minuto
1	63,50	54,39
1	57,00	85,36
1	54,50	82,60
1	50,00	96,58
2	56,80	52,40
2	64,00	34,63
2	62,35	60,27
2	64,90	67,68
3	58,80	65,09
4	59,60	69,35
5	56,70	57,47
5	57,30	69,40
5	57,40	73,44
6	57,90	47,98
6	56,80	67,24
6	57,00	61,72
7	64,00	51,44
7	59,70	57,05
8	63,90	51,54
9	62,80	31,87
9	64,00	26,20
10	61,90	37,32
10	62,20	33,07
10	62,00	23,00
11	58,00	55,96
11	57,10	40,73
12	63,00	35,36
12	59,70	52,44
8	57,70	64,79
6	56,20	66,27
7	56,00	76,00

Fuente: elaboración propia.

Con base en los datos presentados, es posible realizar una regresión lineal múltiple que considere los grados brix y el número de filtración para un filtro dado como sus variables independientes, y generando como resultado una ecuación que proporcionará el flujo volumétrico para un filtro dado.

Las ecuaciones de los filtros quedan como se describe a continuación:

$$F_1 = 239.00003 - 26.5598f - 2.42496b$$

(Ec. 2.10)

Donde: F_1 (gpm) es el flujo volumétrico para el filtro 1, f es el número de filtración que se utiliza y b es el grado brix que atraviesa el filtro. De la misma manera para el filtro 2:

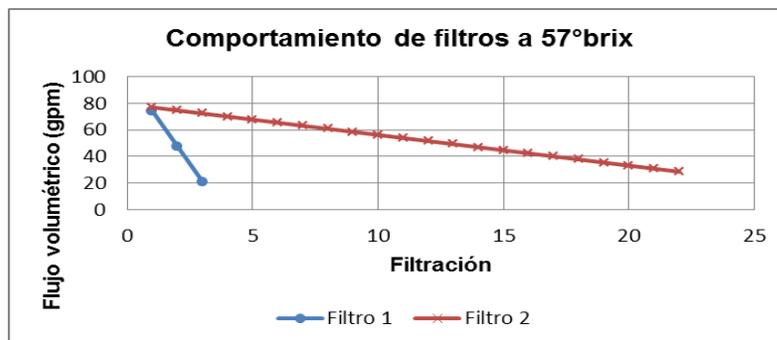
$$F_2 = 248.8186 - 2.30828f - 2.97372b$$

(Ec. 2.11)

Donde: F_2 (gpm) es el flujo volumétrico para el filtro 2, f es el número de filtración que se utiliza y b es el grado brix del fluido que atraviesa el filtro.

Se presenta en la figura 24 el comportamiento de los filtros a medida que avanzan las filtraciones en su proceso normal de operación.

Figura 24. Comportamiento de filtros



Fuente: elaboración propia.

Esto demuestra la importancia del filtro 2 sobre el filtro 1, y sostiene la utilización del filtro 1, únicamente cuando se esté lavando el filtro 2. La tabla XXIII concluye el tiempo de filtración para el filtro 1.

Tabla XXIII. **Tiempo de filtración para filtro 1**

Filtro1		
Marmita	Galones	Tiempo (min)
1	5 500	74,11
2	5 500	115,41
3	5 500	260,69

Fuente: elaboración propia.

De igual manera para el filtro 2:

Tabla XXIV. **Tiempo de filtración para filtro 2**

Filtro 2		
Marmita	Galones	Tiempo (min)
1	5 500	71,42
2	5 500	73,63
3	5 500	75,98
4	5 500	78,48
5	5 500	81,15
6	5 500	84,01
7	5 500	87,08
8	5 500	90,39
9	5 500	93,95
10	5 500	97,81
11	5 500	101,99
12	5 500	106,55

Fuente: elaboración propia.

Debido a que el proceso de filtración es dependiente de la carga de azúcar el diagrama hombre máquina que se presenta en la figura 25, incluye las operaciones realizadas en el proceso de carga de azúcar en tolva.

2.4.2.2. Diagrama de proceso hombre máquina actual

El proceso de filtración depende de la utilización de varios equipos para que pueda realizarse, siendo éstos: la marmita 1 y 2, tolva de carga de azúcar, filtro 1 y 2.

La secuencia de utilización de estos equipos es de suma importancia para asegurar un flujo de trabajo continuo y constante, para lograr esto, el operador de filtros debe iniciar el proceso controlando el estado de carga de azúcar en la marmita, la cual es llenada mediante la inclusión de azúcar en una tolva canalizadora.

Progresivamente, la tolva dirige el agua con azúcar hasta llenar una marmita, acto seguido del cual se procede a llenar una segunda marmita, mientras tanto el jarabe depositado en la primera marmita se filtra inicialmente por medio del filtro 1, que es el que contiene mayor capacidad de procesamiento del fluido.

De manera similar, al terminar de filtrar la primer marmita, se filtra la segunda, en un ciclo alternativo de llenar y filtrar las marmitas, hasta que el filtro 1 termina su ciclo operativo de 12 filtraciones, en lo que entra en acción el filtro 2, que tiene una capacidad de procesamiento menor a la del filtro 1, pero que permite asegurar una continuidad en el proceso productivo.

Mientras el filtro 2 procesa jarabe, el filtro 1 es lavado, de manera que el filtro 2 opera una o dos filtraciones antes que el filtro 1 pueda reanudar operaciones.

Continuación figura 25.

Diagrama de proceso para grupo						
Empresa: Cabcorp			Departamento: Jarabes		Fecha: 02/05/2011	
Metodo: Actual			Analista: Jean Pierre Henri Betancourt Herrera		Hoja: 2 de 3	
Operario	Tolva	Marmita 1	Marmita 2	Filtro 2	Filtro 1	
80	Carga de azucar 5	Carga de azucar 5	Filtración 4	Filtración 4		
	112	112		80	80	
Medicion de "brix"						
Liñar registro				32	32	
Meidicion de agua						
92	Carga de azucar 6	Filtración 5	Carga de azucar 6	Filtración 5		
	112	80	112		80	
Medicion de "brix"						
Liñar registro						
Meidicion de agua						
97	Carga de azucar 7	Carga de azucar 7	Filtración 6	Filtración 6		
	112	112		85	85	
Medicion de "brix"						
Liñar registro				30	30	
Meidicion de agua						
107	Carga de azucar 8	Filtración 7	Carga de azucar 8	Filtración 7		
	112	85	112		85	
Medicion de "brix"						
Meidicion de agua						
Liñar registro						
97	Carga de azucar 9	Carga de azucar 9	Filtración 8	Filtración 8		
	112	112		90	90	
Medicion de "brix"						
Liñar registro						
Meidicion de agua						
97						
				22	22	

Continuación figura 25.

Diagrama de proceso para grupo						
Empresa: Cabcorp		Departamento: Jarabes			Fecha: 02/05/2011	
Metodo: Actual		Analista: Jean Pierre Henri Betancourt Herrera			Hoja: 3 de 3	
Operario	Tolva	Marmita 1	Marmita 2	Filtro 2	Filtro 1	
	Carga de azucar 10	Filtracion 9	Carga de azucar 10	Filtracion 9		
	112	95	112	95		
Medicion de "brix"						17
Llenar registro						5
Medicion de agua						5
103	Carga de azucar 11	Carga de azucar 11	Filtracion 10	Filtracion 10		
	112	112	100	100		
Medicion de "brix"						10
Llenar registro						5
Medicion de agua						5
92	Carga de azucar 12	Filtracion 11	Carga de azucar 12	Filtracion 11		
	112	100	112	100		
Medicion de "brix"						12
Llenar registro						5
Medicion de agua						5
103	Carga de azucar 13	Carga de azucar 13	Filtracion 12	Filtracion 12		
	112	112	105	105		
						6
						6
Tiempo Efectivo	220	1456	1304	1222	1100	90
Tiempo Muerto	1236	0	152	234	356	1366
Eficiencia	0.15	1.00	0.90	0.84	0.76	0.06

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.3. Diagrama de proceso hombre máquina mejorado

Figura 26. Diagrama de proceso hombre máquina mejorado en sala de filtros

Diagrama de proceso hombre máquina para sala de filtros						
Empresa: Cabcorp			Departamento: Jarabes		Fecha: 02/05/2011	
Metodo: Mejorado			Analista: Jean Pierre Henri Betancourt		Hoja: 1 de 3	
Operario	Tolva	Marmita 1	Marmita 2	Filtro 2	Filtro 1	
Medicion de agua	5	5	5			
Lavado de filtro	80	Carga de azucar 1 60	Carga de azucar 60	70	65	Lavado de filtro 90
Medicion de agua	5	5				
	60	Carga de azucar 2 80	Descarga de jarabe 70	Carga de azucar 80	Filtracion 1 70	
Medicion de °brix	10					
Llenar registro	5		20		15	
Medicion de agua	5	5				
	75	Carga de azucar 3 80	Carga de azucar 80	Descarga de jarabe 90	Filtracion 2 90	
Medicion de °brix	10		5			
Medicion de agua	5	10		5		
Llenar registro	5					
	70	Carga de azucar 4 60	Descarga de jarabe 90	Carga de azucar 60	Filtracion 3 90	395
Medicion de °brix	10	30		25		
Medicion de agua	5		5			
Llenar registro	5					
	55	Carga de azucar 5 60	Carga de azucar 60	Descarga de jarabe 80	Filtracion 4 80	
Medicion de °brix	10					
Llenar registro	5	20	15			
Medicion de agua	5			5		
	50	Carga de azucar 6 55	Descarga de jarabe 55	Carga de azucar 55	Filtracion 5 60	

Continuación figura 26.

Diagrama de proceso hombre máquina para sala de filtros						
Empresa: Cabcorp		Departamento: Jarabes			Fecha: 02/05/2011	
Metodo: Mejorado		Analista: Jean Pierre Henri Betancourt H.			Hoja: 2 de 3	
Operario	Tolva	Marmita 1	Marmita 2	Filtro 2	Filtro 1	
Medicion de "brix	10	Carga de azúcar	5	Carga de azúcar	5	
Llenar registro	5	Descarga de jarabe	20	Descarga de jarabe	15	Filtración 5
Meidicion de agua	5		5			20
	10					
	45	Carga de azúcar 7	60	Carga de azúcar	60	Descarga de jarabe
				Descarga de jarabe	85	Filtracion 6
Medicion de "brix	10					85
Llenar registro	5					
	25					
Medicione de precapa	15					
Meidicion de agua	5		50		5	Precapa de filtro
Formacion de precapa	20					30
	20	Carga de azúcar 8	60	Carga de azúcar	60	
Medicion de "brix	10					
Llenar registro	5	Descarga de jarabe	85			Filtracion 7
	55					85
Meidicion de agua	5					
	5					
Medicion de "brix	10					
Llenar registro	5	Carga de azúcar	60	Descarga de jarabe	90	Filtracion 8
	65	Carga de azúcar 9	60			90
Meidicion de agua	5					
	30					
Medicion de "brix	10					
Llenar registro	5	Descarga de jarabe	95	Carga de azúcar	60	Filtracion 9
	65					95
Meidicion de agua	5					
	35					
Medicion de "brix	10					
Meidicion de agua	5					
Llenar registro	5	Carga de azúcar	60	Descarga de jarabe	65	Filtracion 10
	75	Carga de azúcar 11	60			65

710

Continuación figura 26.

Diagrama de proceso hombre máquina para sala de filtros						
Empresa: Cabcorp Departamento: Jarabes			Fecha: 02/05/2011			
Metodo: Mejorado Analista: Jean Pierre Henri Betancourt H.			Hoja: 3 de 3			
Operario	Toiva	Marmita 1	Marmita 2	Filtro 2	Filtro 1	
Medicion de "brix" Llenar registro Meidicion de agua			Descarga de jarabe	Filtración 10		
	Carga de azucar 12	Descarga de jarabe	Carga de azucar	Filtracion 11		
Medicion de "brix" Llenar registro Meidicion de agua						240
	Carga de azucar 13	Carga de azucar	Descarga de jarabe	Filtracion 12		
Medicion de "brix" Llenar registro Lavado de filtro Meidicion de agua						
	Carga de azucar 14	Descarga de jarabe	Carga de azucar	Lavado de filtro	Filtracion 1	75
Lavado de filtro Medicion de "brix" Llenar registro Lavado de filtro Meidicion de agua Lavado de filtro						
	Carga de azucar 15	Carga de azucar	Descarga de jarabe	Filtracion 1		
Medicion de "brix" Llenar registro Meidicion de agua						200
	Carga de azucar 16	Descarga de jarabe	Carga de azucar	Filtracion 2		
Medicion de "brix" Llenar registro						
Tiempo efectivo	510	1205	1120	1360	165	
Tiempo muerto	935	425	240	325	85	1280
Eficiencia	0.35	0.71	0.83	0.78	0.94	0.11

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.4. Método de trabajo

El correcto desempeño de las actividades en el lugar de trabajo permite alcanzar el objetivo de mejorar la eficiencia de operaciones en la sala de filtraciones.

Surge entonces la necesidad de diseñar un método de trabajo que el operador pueda consultar en caso de dudas y también para recordarle la secuencia de actividades que debe realizar para lograr los resultados esperados.

Se define entonces, en el método de trabajo en área de filtros, dos secciones importantes, la primera, donde se indica el equipo de protección individual que el operador debe utilizar en su lugar de trabajo, y la segunda, la secuencia de actividades, tanto para el momento en que se encuentre en carga de azúcar como en las circunstancias de filtración.

La parte de seguridad industrial muestra, además de otros accesorios, el empleo de guantes protectores y faja lumbar en la zona de trabajo, equipo que anteriormente no se utilizaba y que gracias al análisis del lugar se detectó su necesidad e implementación. La aceptación de esta práctica fue muy positiva, debido a que los mismos operadores exigían este tipo de protección personal para mejorar su desempeño y resguardo.

Además, este método de trabajo fue desarrollado y explicado en capacitación para asegurar que el conocimiento y disposiciones de la nueva práctica de trabajo.

Figura 27. **Método de trabajo en área de filtros**

OPERARIO EN ÁREA DE FILTROS				
 Uso de calzado industrial	 Uso de guantes protectores	 Uso de cofia	 Uso de protector de boca	 Uso de faja lumbar
Proceso	<p>Para una carga de azúcar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar el °Brix necesario para el jarabe a elaborar. 2. Según el °Brix, agregar la cantidad de agua necesaria de acuerdo tabla proporcionada. 3. Esperar 5 minutos y dar la orden al operario en tolva. 4. Abrir llave de vapor. 5. Revisar constantemente temperatura de la marmita, si esta temperatura supera los 80°C regular la temperatura cerrando la llave de vapor y abriéndola posteriormente. 6. Al terminar la carga de azúcar revisar la temperatura de marmita y esperar 20 minutos a 80°C antes de comenzar a filtrarla. <p>Para las filtraciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Al realizar la filtración, tomar una muestra del jarabe simple que está ingresando al tanque y determinar el °Brix que tiene la muestra. 2. Realizar una segunda revisión de ° Brix al terminar de llenar de jarabe simple el tanque. 3. Repetir los pasos del 1 al 2 para cada tanque que se utilice. 4. Antes de la filtración 1 y 7 hacer precapa siguiendo el método establecido. 5. Al terminar la filtración 12, lavar los filtros, no dejarlos solos durante su lavado, y utilizar los filtros disponibles. 			

Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Estudio de tiempos del proceso de *bag in box*

2.4.3.1. Método de toma de tiempo

Para el estudio de tiempos de proceso de *bag in box*, se selecciona el método guía de la tabla General Electric, por considerar una mayor cantidad de ciclos menos prolongados que los establecidos en la tabla Westinghouse.

Tabla XXV. **Tabla General Electric para número de observaciones**

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
40,00 o más	3

Fuente: NIEBEL, Benjamin. Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. p. 393.

De acuerdo a la toma de datos que se muestra en la tabla del apéndice C puede constatarse que el ciclo tiene una duración aproximada de 20 a 25 minutos por lo cual se procede a recopilar datos para 5 ciclos.

Se debe tomar en cuenta que un ciclo está conformado por la producción de 40 cajas que se colocan en un *pallet* de producto terminado, esto sugiere que 5 ciclos equivalen a 200 observaciones de producción de cajas.

El conjunto de observaciones realizadas para el estudio de tiempos del proceso de *bag in box* se encuentra en el apéndice C de este documento.

Tabla XXVI. **Tiempo cronometrado para operaciones de *bag in box***

Operación	TC
Preparación de caja	8,80s
Envío de bolsa	7,67s
Sellado de caja	2,77s
Estibado de caja	6,41s
Empaquetado de <i>pallet</i>	83,00s
Llenado de bolsa suave	12,01s
Llenado de bolsa normal	14,49s
Llenado de bolsa gruesa	32,68s

Fuente: elaboración propia.

El tiempo normal que los operarios requieren para realizar las operaciones en *bag in box* se determina mediante: $TN = TC * C/100$, donde TN = tiempo normal, TC = tiempo cronometrado y C = calificación del operario. Debido a lo mencionado en la sección 2.3.1.1, C = 100. Se muestra entonces el tiempo normal para cada operación (tabla XXVII).

Tabla XXVII. **Tiempo normal para operaciones de *bag in box***

Operación	TC	TN
Preparación de caja	8,80s	8,80s
Envío de bolsa	7,67s	7,67s
Sellado de caja	2,77s	2,77s
Estibado de caja	6,41s	6,41s
Empaquetado de <i>pallet</i>	83,00s	83,00s
Llenado de bolsa suave	12,01s	12,01s
Llenado de bolsa normal	14,49s	14,49s
Llenado de bolsa gruesa	32,68s	32,68s

Fuente: elaboración propia.

Para este caso de estudio, al igual que para la carga de azúcar, deben considerarse concesiones. Por concesión constante se incluye el suplemento por fatiga básica equivalente a 4%.

Para las concesiones variables se utilizan suplementos por estar de pie, 2%, por uso de fuerza para levantar 50 libras, 13%, y por monotonía de nivel medio, 1%.

Sumando las concesiones descritas, se obtiene un total de 20%, lo cual indica que este porcentaje de tiempo de trabajo debe compensar la fatiga y demoras en el proceso de carga de azúcar en tolva.

Al obtener el tiempo normal, es posible establecer el tiempo estándar que requiere un operario calificado y capacitado para realizar el trabajo a un paso normal y se determina de la siguiente manera: $TS = TN + TN * \text{Concesión}$. Donde TS = tiempo estándar y TN = tiempo normal. El porcentaje establecido para concesiones es igual a 20%, por lo que el valor de la concesión equivale a 0,20. El tiempo estándar para las operaciones del proceso de *bag in box* quedan como se indica en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Tiempo estándar para operaciones de *bag in box***

Operación	TN	TS
Preparación de caja	8,80s	10,55s
Envío de bolsa	7,67s	9,20s
Sellado de caja	2,77s	3,33s
Estibado de caja	6,41s	7,69s
Empaquetado de <i>pallet</i>	83,00s	88,81s
Llenado de bolsa suave	12,01s	12,01s
Llenado de bolsa normal	14,49s	14,49s
Llenado de bolsa gruesa	32,68s	32,68s

Fuente: elaboración propia.

El ciclo de operaciones en *bag in box* comprende el estibado de 40 cajas y el posterior empaquetado de *pallet*, al realizar los cálculos necesarios se obtiene un tiempo total de 907 segundos que corresponde a 15,12 minutos.

2.4.3.2. Diagrama hombre máquina actual

El diagrama hombre máquina para el área de *bag in box* involucra el equipo de llenadora y dos operadores encargados de la mayor parte de actividades.

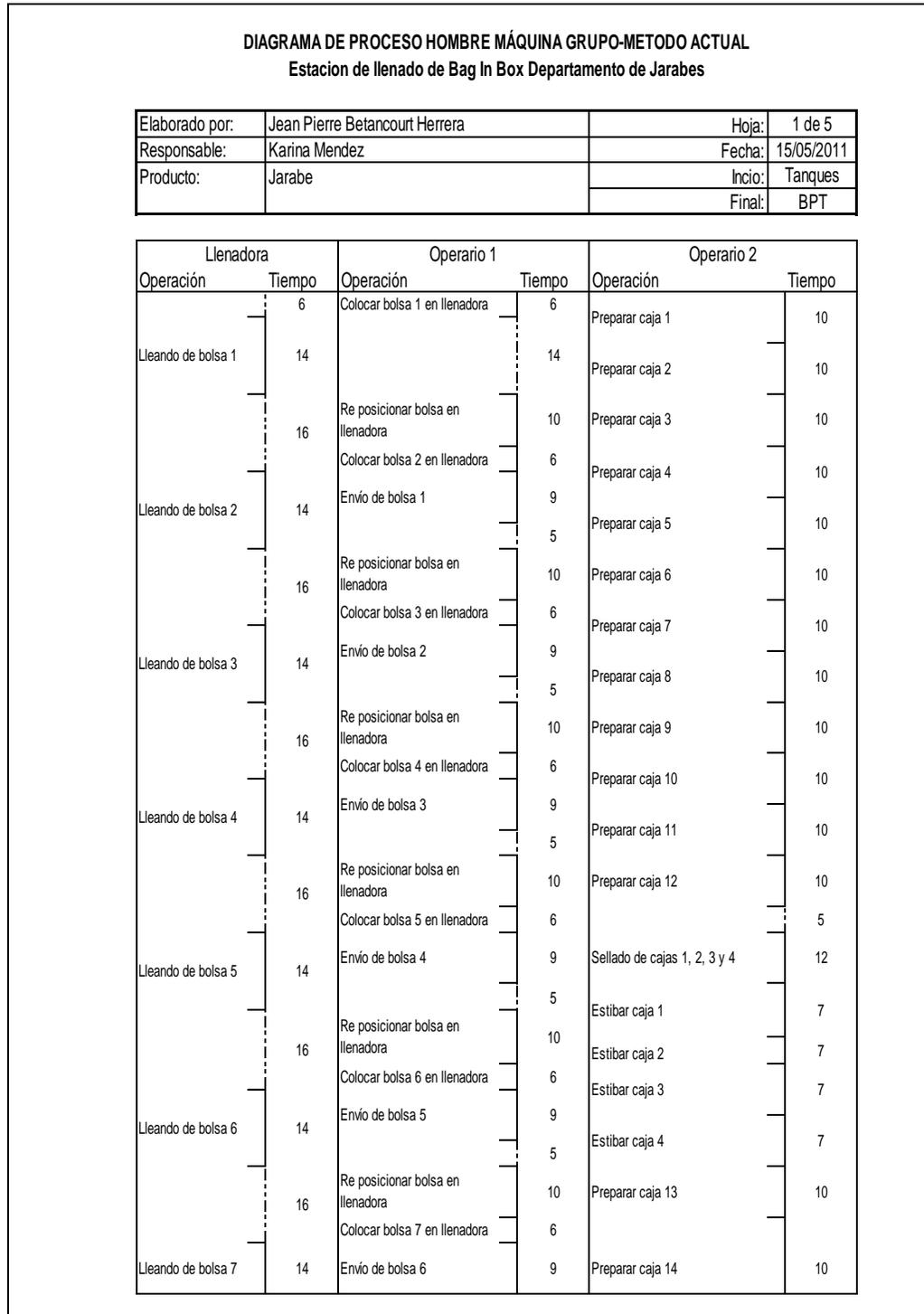
El proceso inicia con la colocación de una bolsa en la máquina llenadora, la cual está programada para descargar bebidas preparadas en el interior de la bolsa, posterior a esta operación el operador 1 coloca otra bolsa en la llenadora mientras saca la bolsa previamente llenada y envía la bolsa deslizando a través de la mesa de trabajo que está provista de rodillos para facilitar el movimiento.

Mientras el operador 1 está manipulando las bolsas en la llenadora el operador 2 se encuentra preparando cajas que utilizará en el momento que se le acumulen 4 bolsas llenadas y enviadas, las cuales introduce en las cajas que preparó.

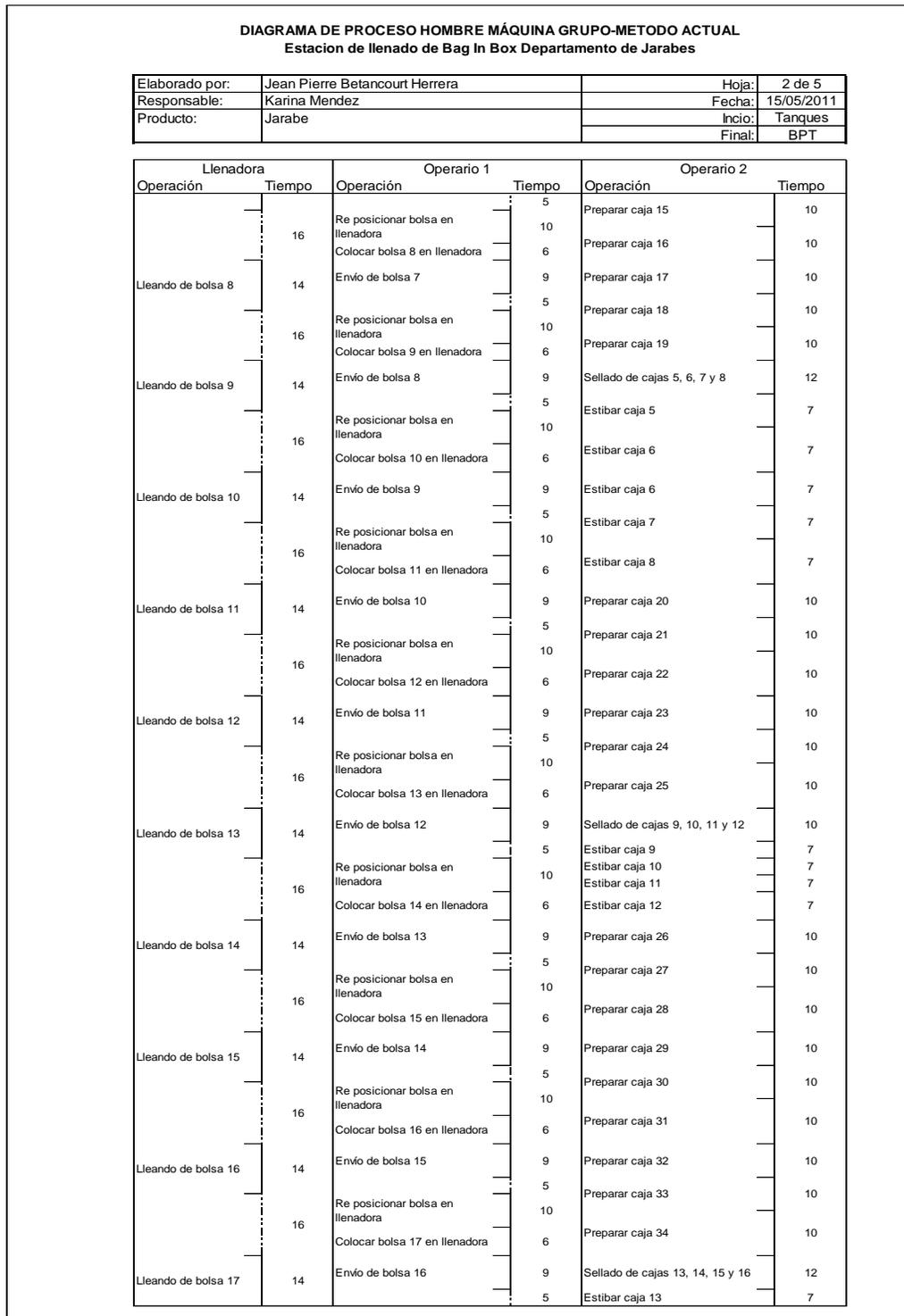
Finalmente, luego de haber introducido las bolsas llenas en sus respectivas cajas, el operador 2 procede a estibar estas cajas sobre un *pallet* que está dispuesto en el suelo, posicionando las cajas de manera ordenada.

Este proceso continua hasta que se han llenado, guardado y estibado 40 cajas de bebidas preparadas sobre el *pallet* de almacenamiento.

Figura 28. Diagrama de proceso hombre máquina actual del área de bag in box



Continuación figura 28.



Continuación figura 28.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA GRUPO-METODO ACTUAL					
Estacion de llenado de Bag In Box Departamento de Jarabes					
Elaborado por:	Jean Pierre Betancourt Herrera			Hoja:	3 de 5
Responsable:	Karina Mendez			Fecha:	15/05/2011
Producto:	Jarabe			Inicio:	Tanques
				Final:	BPT

Llenadora		Operario 1		Operario 2	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Lleando de bolsa 18	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 14	7
	14	Colocar bolsa 18 en llenadora	6	Estibar caja 15	7
		Envío de bolsa 17	9	Estibar caja 16	7
Lleando de bolsa 19	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Preparar caja 35	10
	14	Colocar bolsa 19 en llenadora	6	Preparar caja 36	10
		Envío de bolsa 18	9	Preparar caja 37	10
Lleando de bolsa 20	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Preparar caja 38	10
	14	Colocar bolsa 20 en llenadora	6	Preparar caja 39	10
		Envío de bolsa 19	9	Preparar caja 40	10
Lleando de bolsa 21	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		
	14	Colocar bolsa 21 en llenadora	6		
		Envío de bolsa 20	9	Sellado de cajas 17, 18, 19 y 20	12
Lleando de bolsa 22	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 17	7
	14	Colocar bolsa 22 en llenadora	6	Estibar caja 18	7
		Envío de bolsa 21	9	Estibar caja 19	7
Lleando de bolsa 23	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 20	7
	14	Colocar bolsa 23 en llenadora	6		
		Envío de bolsa 22	9		
Lleando de bolsa 24	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		
	14	Colocar bolsa 24 en llenadora	6		
		Envío de bolsa 23	9		
Lleando de bolsa 25	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		
	14	Colocar bolsa 25 en llenadora	6	Sellado de cajas 21, 22, 23 y 24	12
		Envío de bolsa 24	9	Estibar caja 21	7
Lleando de bolsa 26	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 22	7
	14	Colocar bolsa 26 en llenadora	6	Estibar caja 23	7
		Envío de bolsa 25	9	Estibar caja 24	7
Lleando de bolsa 27	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		
	14	Colocar bolsa 27 en llenadora	6		
		Envío de bolsa 26	9		
			5		

Continuación figura 28.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA GRUPO-METODO ACTUAL					
Estacion de llenado de Bag In Box Departamento de Jarabes					
Elaborado por:		Jean Pierre Betancourt Herrera		Hoja: 4 de 5	
Responsable:		Karina Mendez		Fecha: 15/05/2011	
Producto:		Jarabe		Inicio: Tanques	
				Final: BPT	
Llenadora		Operario 1		Operario 2	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Lleando de bolsa 28	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		
		Colocar bolsa 28 en llenadora	6		
	14	Envío de bolsa 27	9		
Lleando de bolsa 29	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		
		Colocar bolsa 29 en llenadora	6		
	14	Envío de bolsa 28	9	Sellado de cajas 25, 26, 27 y 28	12
Lleando de bolsa 30	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 25	7
		Colocar bolsa 30 en llenadora	6	Estibar caja 26	7
	14	Envío de bolsa 29	9	Estibar caja 27	7
Lleando de bolsa 31	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 28	7
		Colocar bolsa 31 en llenadora	6		
	14	Envío de bolsa 30	9		
Lleando de bolsa 32	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		82
		Colocar bolsa 32 en llenadora	6		
	14	Envío de bolsa 30	9		
Lleando de bolsa 33	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		
		Colocar bolsa 33 en llenadora	6		
	14	Envío de bolsa 32	9	Sellado de cajas 29, 30, 31 y 32	12
Lleando de bolsa 34	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 29	7
		Colocar bolsa 34 en llenadora	6	Estibar caja 30	7
	14	Envío de bolsa 33	9	Estibar caja 31	7
Lleando de bolsa 35	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 32	7
		Colocar bolsa 35 en llenadora	6		
	14	Envío de bolsa 34	9		
Lleando de bolsa 36	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		82
		Colocar bolsa 36 en llenadora	6		
	14	Envío de bolsa 35	9		
Lleando de bolsa 37	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10		
		Colocar bolsa 37 en llenadora	6		
	14	Envío de bolsa 36	9	Sellado de cajas 33, 34, 35 y 36	12
Lleando de bolsa 38	16	Re posicionar bolsa en llenadora	10	Estibar caja 33	7
		Colocar bolsa 38 en llenadora	6	Estibar caja 34	7

Continuación figura 28.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA GRUPO-METODO ACTUAL					
Estacion de llenado de Bag In Box Departamento de Jarabes					
Elaborado por:	Jean Pierre Betancourt Herrera			Hoja:	5 de 5
Responsable:	Karina Mendez			Fecha:	15/05/2011
Producto:	Jarabe			Inicio:	Tanques
				Final:	BPT
Lenadora		Operario 1		Operario 2	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Lleando de bolsa 38	14	Envío de bolsa 37	9	Estibar caja 35	7
			5	Estibar caja 36	7
		Re posicionar bolsa en llenadora	10	Sellado y estibado caja 37	10
	16	Colocar bolsa 39 en llenadora	6		20
Lleando de bolsa 39	14	Envío de bolsa 38	9		
			5	Sellado y estibado caja 38	10
		Re posicionar bolsa en llenadora	10		
	16	Colocar bolsa 40 en llenadora	6		16
Lleando de bolsa 40	14	Envío de bolsa 39	9		
			5	Sellado y estibado caja 39	10
		Envío de bolsa 40	9		3
			10	Sellado y estibado caja 40	10
	107	Evolver pallet	88		88
Tiempo efectivo	560 s	1078 s		800 s	
Tiempo muerto	737 s	-		-	
Tiempo ocio	-	219 s		497 s	
Total	1297 s	1297 s		1297 s	
Eficiencia	43.17	83.11		61.68	

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.3. Diagrama hombre máquina mejorado

Figura 29. Diagrama de proceso hombre máquina mejorado del área de *bag in box*

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA GRUPO-METODO MEJORADO					
Estacion de llenado de Bag In Box Departamento de Jarabes					
Elaborado por:		Jean Pierre Betancourt Herrera		Hoja: 1 de 4	
Responsable:		Karina Mendez		Fecha: 23/05/2011	
Producto:		Bebida carbonatada		Inicio: Tanques	
				Final: BPT	
Llenadora		Operario 1		Operario 2	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Lleando de bolsa 1	14	Colocar bolsa 1 en llenadora	6	Preparar caja 1	10
				Preparar caja 2	10
		Colocar bolsa 2 en llenadora	6	Preparar caja 3	10
Lleando de bolsa 2	14	Envío de bolsa 1	9	Preparar caja 4	10
				Preparar caja 5	10
		Colocar bolsa 3 en llenadora	6	Preparar caja 6	10
Lleando de bolsa 3	14	Envío de bolsa 2	9	Preparar caja 7	10
				Preparar caja 8	10
		Colocar bolsa 4 en llenadora	6	Preparar caja 9	10
Lleando de bolsa 4	14	Envío de bolsa 3	9		
		Colocar bolsa 5 en llenadora	6	Sellado de cajas 1, 2, 3 y 4	12
Lleando de bolsa 5	14	Envío de bolsa 4	9	Estibar caja 1	7
				Estibar caja 2	7
		Colocar bolsa 6 en llenadora	6	Estibar caja 3	7
Lleando de bolsa 6	14	Envío de bolsa 5	9	Estibar caja 4	7
		Colocar bolsa 7 en llenadora	6	Preparar caja 10	10
Lleando de bolsa 7	14	Envío de bolsa 6	9	Preparar caja 11	10
				Preparar caja 12	10
		Colocar bolsa 8 en llenadora	6	Preparar caja 13	10
Lleando de bolsa 8	14	Envío de bolsa 7	9		
		Colocar bolsa 9 en llenadora	6	Sellado de cajas 5, 6, 7 y 8	12
Lleando de bolsa 9	14	Envío de bolsa 8	9	Estibar caja 5	7
				Estibar caja 6	7
		Colocar bolsa 10 en llenadora	6	Estibar caja 7	7
Lleando de bolsa 10	14	Envío de bolsa 9	9	Estibar caja 8	7
		Colocar bolsa 11 en llenadora	6	Preparar caja 14	10
Lleando de bolsa 11	14	Envío de bolsa 10	9	Preparar caja 15	10
		Colocar bolsa 12 en llenadora	6	Sellado de cajas 9, 10, 11 y 12	12
Lleando de bolsa 12	14	Envío de bolsa 11	9	Estibar caja 9	7
				Estibar caja 10	7
		Colocar bolsa 13 en llenadora	6	Estibar caja 11	7
Lleando de bolsa 13	14	Envío de bolsa 12	9		

Continuación figura 29.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA GRUPO-METODO MEJORADO					
Estacion de llenado de Bag In Box Departamento de Jarabes					
Elaborado por:		Jean Pierre Betancourt Herrera		Hoja: 2 de 4	
Responsable:		Karina Mendez		Fecha: 23/05/2011	
Producto:		Bebida carbonatada		Inicio: Tanques	
				Final: BPT	
Llenadora		Operario 1		Operario 2	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Lleando de bolsa 14	14	Envío de bolsa 13	9	Estibar caja 12	7
	6	Colocar bolsa 15 en llenadora	6	Preparar caja 16	10
Lleando de bolsa 15	14	Envío de bolsa 14	9	Preparar caja 17	10
	6	Colocar bolsa 16 en llenadora	6	Preparar caja 18	10
Lleando de bolsa 16	14	Envío de bolsa 15	9	Preparar caja 19	10
	6	Colocar bolsa 17 en llenadora	6	Preparar caja 20	10
Lleando de bolsa 17	14	Envío de bolsa 16	9	Preparar caja 21	10
	6	Colocar bolsa 18 en llenadora	6	Sellado de cajas 13, 14, 15 y 16	12
Lleando de bolsa 18	14	Envío de bolsa 17	9	Estibar caja 13	7
	6	Colocar bolsa 19 en llenadora	6	Estibar caja 14	7
Lleando de bolsa 19	14	Envío de bolsa 18	9	Estibar caja 15	7
	6	Colocar bolsa 20 en llenadora	6	Estibar caja 16	7
Lleando de bolsa 20	14	Envío de bolsa 19	9	Preparar caja 22	10
	6	Colocar bolsa 21 en llenadora	6	Preparar caja 23	10
Lleando de bolsa 21	14	Envío de bolsa 20	9	Preparar caja 24	10
	6	Colocar bolsa 22 en llenadora	6	Preparar caja 25	10
Lleando de bolsa 22	14	Envío de bolsa 21	9	Sellado de cajas 17, 18, 19 y 20	12
	6	Colocar bolsa 23 en llenadora	6	Estibar caja 17	7
Lleando de bolsa 23	14	Envío de bolsa 22	9	Estibar caja 18	7
	6	Colocar bolsa 24 en llenadora	6	Estibar caja 19	7
Lleando de bolsa 24	14	Envío de bolsa 23	9	Estibar caja 20	7
	6	Colocar bolsa 25 en llenadora	6	Preparar caja 26	10
Lleando de bolsa 25	14	Envío de bolsa 24	9	Preparar caja 27	10
	6	Colocar bolsa 26 en llenadora	6	Preparar caja 28	10
Lleando de bolsa 26	14	Envío de bolsa 25	9	Preparar caja 29	10
	6	Colocar bolsa 27 en llenadora	6	Sellado de cajas 21, 22, 23 y 24	12
				Estibar caja 21	7
				Estibar caja 22	7
				Estibar caja 23	7

Continuación figura 29.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA GRUPO-METODO MEJORADO
Estacion de llenado de Bag In Box Departamento de Jarabes

Elaborado por:	Jean Pierre Betancourt Herrera	Hoja:	3 de 4
Responsable:	Karina Mendez	Fecha:	23/05/2011
Producto:	Bebida carbonatada	Inicio:	Tanques
		Final:	BPT

Llenadora		Operario 1		Operario 2	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Lleando de bolsa 27	14	Envío de bolsa 26	9	Estibar caja 24	7
	6	Colocar bolsa 28 en llenadora	6	Preparar caja 30	10
Lleando de bolsa 28	14	Envío de bolsa 27	9	Preparar caja 31	10
	6	Colocar bolsa 29 en llenadora	6	Preparar caja 32	10
Lleando de bolsa 29	14	Envío de bolsa 28	9	Preparar caja 33	10
	6	Colocar bolsa 30 en llenadora	6	Sellado de cajas 25, 26, 27 y 28	12
Lleando de bolsa 30	14	Envío de bolsa 29	9	Estibar caja 25	7
	6	Colocar bolsa 31 en llenadora	6	Estibar caja 26	7
Lleando de bolsa 31	14	Envío de bolsa 30	9	Estibar caja 27	7
	6	Colocar bolsa 32 en llenadora	6	Estibar caja 28	7
Lleando de bolsa 32	14	Envío de bolsa 30	9	Preparar caja 34	10
	6	Colocar bolsa 33 en llenadora	6	Preparar caja 35	10
Lleando de bolsa 33	14	Envío de bolsa 32	9	Preparar caja 36	10
	6	Colocar bolsa 34 en llenadora	6	Preparar caja 37	10
Lleando de bolsa 34	14	Envío de bolsa 33	9	Sellado de cajas 29, 30, 31 y 32	12
	6	Colocar bolsa 35 en llenadora	6	Estibar caja 29	7
Lleando de bolsa 35	14	Envío de bolsa 34	9	Estibar caja 30	7
	6	Colocar bolsa 36 en llenadora	6	Estibar caja 31	7
Lleando de bolsa 36	14	Envío de bolsa 35	9	Estibar caja 32	7
	6	Colocar bolsa 37 en llenadora	6	Preparar caja 38	10
Lleando de bolsa 37	14	Envío de bolsa 36	9	Preparar caja 39	10
	6	Colocar bolsa 38 en llenadora	6	Preparar caja 40	10
Lleando de bolsa 38	14	Envío de bolsa 37	9	Sellado de cajas 33, 34, 35 y 36	12
	6	Colocar bolsa 39 en llenadora	6	Estibar caja 33	7
Lleando de bolsa 39	14	Envío de bolsa 38	9	Estibar caja 34	7
	6	Colocar bolsa 40 en llenadora	6	Estibar caja 35	7
				Estibar caja 36	7
				Sellado y estibado caja 37	10
				Sellado y estibado caja 38	10

Continuación figura 29.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE MÁQUINA GRUPO-METODO MEJORADO					
Estacion de llenado de Bag In Box Departamento de Jarabes					
Elaborado por:	Jean Pierre Betancourt Herrera			Hoja:	4 de 4
Responsable:	Karina Mendez			Fecha:	5/23/2011
Producto:	Bebida carbonatada			Inicio:	Tanques
				Final:	BPT
Llenadora		Operario 1		Operario 2	
Operación	Tiempo	Operación	Tiempo	Operación	Tiempo
Lleando de bolsa 40	14	Envío de bolsa 39	9		10
			5	Sellado y estibado caja 39	10
		Envío de bolsa 40	9		4
			10	Sellado y estibado caja 40	10
	107				
		Evolver pallet	88		88
Tiempo efectivo	560 s	688 s		800 s	
Tiempo muerto	347 s	-		-	
Tiempo ocio	-	219 s		107 s	
Total	907 s	907 s		907 s	
Eficiencia	61.74	75.85		88.20	

Fuente: elaboración propia.

2.4.3.4. Método de trabajo

Para poder lograr mejorar el flujo en las operaciones que se realizan en el proceso de *bag in box*, es necesario que los operadores involucrados en esta área de trabajo sigan un procedimiento particular que considere aspectos de seguridad industrial y pasos específicos.

A continuación se muestra en la figura 30, los requerimientos de equipo de protección individual en la zona de trabajo de *bag in box* y la secuencia de disposiciones que aseguran el cumplimiento adecuado de llenado y estibado de producto terminado en las tarimas o *pallets* destinados para este uso.

Figura 30. **Método de trabajo en *bag in box***

OPERARIO EN LLENADORA					
 Uso de calzado industrial	 Uso de guantes clínicos	 Uso de cofia	 Uso de protector de boca	 Uso de protección auditiva	 Uso de faja lumbar
Proceso			<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar el área de trabajo, que se encuentre limpia y con bolsas disponibles. 2. Colocar bolsa en llenadora. 3. Revisar fecha de producción y de vencimiento. 4. Revisar sello en el tapón de la bolsa. 5. Agarrar caja y colocarla de forma que pueda introducir la bolsa. 6. Sacar bolsa de la llenadora y colocar una bolsa nueva en la llenadora. 7. Pasar la bolsa llena por el <i>video jet</i>. 8. Colocar bolsa en la caja y pasarla por la selladora. 9. Repetir pasos del 3-5 hasta haber llenado 40 bolsas. 		
OPERARIO EN SELLADORA					
Antes de iniciar					
 Uso de calzado industrial	 Uso de protección auditiva	 Uso de cofia	 Uso de faja lumbar	 Levantar con las piernas	 Apilar bien
Proceso		<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar cajas hasta que se acumulen 4 cajas llenas al final de la selladora. 2. Las 4 cajas llenas sellarlas y estibarlas 3. Repetir pasos 1 y 2. 			

Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Análisis de resultados

Para el proceso de carga en la tolva de azúcar se tiene que una duración inicial de 112,13 minutos, la cual mediante la implementación del método de medición inicial de agua en la marmita de carga, logró reducirse hasta 71,72 minutos, logrando una diferencia de 40,41 minutos, lo que indica un incremento de productividad del 63,96% eliminando la necesidad de calentar el fluido de las marmitas, puesto que el fluido de éstas llega a la temperatura necesaria al momento de finalizar el tiempo de carga.

En el proceso de filtraciones siguiendo el método de medición de agua, se logró pasar de 12 filtraciones por día a 15 filtraciones, por lo que indica que la producción real total incrementó un 25%, mejorando la utilización de todos los equipos llegando casi al 100% de utilización en el caso del filtro 2, necesitando únicamente del filtro 1, cuando por razones de saneamiento no pueda ser utilizado el filtro 2.

En el proceso de *bag in box* se implementó una mejora que consiste en una especie de tope a la superficies de la máquina llenadora, esta mejora eliminó la necesidad de reposicionar constantemente la bolsa empleada en la llenadora, debido que por efectos de la máquina la bolsa al ser llenada, experimentaba una tendencia de irse a los lados pudiendo caer al suelo y contaminando el producto, por lo tanto, esta mejora eliminaba la necesidad de esta acción, lo cual se reflejó en el estudio de tiempos pasando de un tiempo inicial de 20 minutos hacia un nuevo tiempo de trabajo de 15,11 minutos, mejorando el tiempo de producción para un tarima de cajas completa en un 32,36%.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Plan de contingencia ante desastre natural tipo sísmico

El desarrollo de un plan de contingencia ante desastre natural tipo sísmico, se basa en la necesidad que se tiene en el área de jarabes por reducir la cantidad de personas lesionadas o víctimas mortales derivadas de un acontecimiento de esta naturaleza.

Dentro de esta fase de investigación se hace notar la necesidad e importancia de mejorar las medidas de seguridad dentro de las instalaciones, específicamente en el área de jarabes.

Se destacan procesos como el de *bag in box* pues presenta altos índices de ruido de acuerdo a lecturas documentadas en registros de la empresa y tomadas por decibelímetros del departamento de seguridad industrial, otras, como las partículas de carbón activado y tierra diatomea existentes en el aire, debido a las operaciones de carga de azúcar y en sala de filtraciones, y la manipulación de sustancias corrosivas para la piel en los lavados de tanques, así como la exposición a elementos de temperaturas elevadas particularmente los equipos de filtración que pueden causar quemaduras por contacto.

Para poder iniciar el plan de contingencia se tomó como base las disposiciones para la evaluación de riesgos por parte de las entidades UNE – AENOR, de donde se tomaron los siguientes aspectos para asegurar el cumplimiento de las medidas de seguridad industrial:

- Brigada de emergencia
- Inspección del trabajo
- Factores de riesgo de accidentes
- Preparación para casos de emergencia
- Señalización
- Rutas de evacuación

3.1.1. Marco legal

En Guatemala, el tema de seguridad industrial comenzó a tener importancia desde 1923, cuando varios países centroamericanos se reunieron para decretar leyes de protección hacia los colaboradores.

El 20 de mayo de 1925, Guatemala decretó las leyes en cuanto al sustento del trabajador y su familia en caso de enfermedad o incapacidad permanente o accidental.

En 1945, en la Constitución Política de la República de Guatemala, se decretó el Seguro Social obligatorio, para luego crear el Código de Trabajo en 1947 y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).

En Guatemala únicamente existen dos organismos encargados de velar por el cumplimiento y aplicación de las disposiciones legales en cuanto a seguridad e higiene industrial se refiere, estos son: el Ministerio de Trabajo y Previsión Social y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

3.1.2. Evaluación de riesgos

Para estimar los riesgos en el área de jarabes, se realizaron varias inspecciones visuales de trabajo, cuyos resultados fueron recopilados a través de fichas especiales, como se observa en la tabla XXX, según el área del departamento de jarabes sometida a evaluación, la finalidad de las fichas era detectar y recolectar todas las condiciones físicas inseguras en las operaciones de trabajo del personal de jarabes, también fue posible observar prácticas de trabajo inseguras.

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de peligros, se les categorizó en distintas formas, considerando el ambiente general de los locales de trabajo (ruido, temperatura y orden), el lugar de trabajo (sustancias peligrosas, electricidad, incendios, agentes físicos y químicos), equipos de trabajo existentes en la empresa (maquinaria y herramientas), instalaciones generales, medios de transporte interior, organización, características y complejidad del trabajo (contenido de las tareas, procedimientos y ritmo de trabajo) y productos químicos.

El procedimiento de identificación se llevó a cabo mediante observación de las actividades o procesos, también de las condiciones de los lugares de trabajo y la consulta a los trabajadores o representantes.

Por las razones antes descritas, se utilizaron para la identificación de riesgos del área de jarabes de Embotelladora la Mariposa, S.A., los factores que se detallan en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Factores de riesgo para evaluación**

Factores de riesgo
Caída de personas a distinto nivel
Caída de personas al mismo nivel
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
Caída de objetos en manipulación
Caída de objetos desprendidos
Pisadas sobre objetos
Choques y golpes contra objetos inmóviles
Choques y golpes contra objetos móviles
Golpes y cortes por objetos y herramientas
Proyección de fragmentos o partículas
Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos
Atrapamiento o aplastamiento por vueltos de máquinas o vehículos
Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos
Exposición a temperaturas extremas
Contactos térmicos
Contactos eléctricos
Inhalación o ingestión de sustancias nocivas
Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
Exposición a radiaciones
Explosiones
Incendios
Daños causados por seres vivos
Atropellos o golpes con vehículos
Exposición al ruido
Exposición a vibraciones
Iluminación inadecuada
Carga mental
Peligros derivados de factores psicosociales u organizacionales
Causas naturales
Otros peligros especificados
Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos
Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos
Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos

Fuente: elaboración propia.

A modo de lista de verificación cada uno de los factores de la tabla XXIX fue analizado según el área de trabajo en estudio, los resultados y anotaciones están documentados en la siguiente sección.

3.1.3. Matriz de riesgos

El análisis de riesgos a los que se encuentran expuestos los operadores en las diferentes áreas de trabajo se realiza de manera individual y de acuerdo a las tablas ubicadas en la sección del anexo, puesto que cada actividad de trabajo tiene riesgos específicos y diferentes.

Las diferentes áreas de trabajo evaluadas son:

- Tolva de carga de azúcar
- Sala de filtros
- Área de concentrados
- Área de bombas
- Línea de llenado *bag in box*

A continuación se presentan las diversas tablas donde se detallan las fichas - matrices de recopilación utilizadas, estas matrices de riesgos son creadas para la evaluación específica de cada una de las áreas de trabajo anteriormente descritas, cabe mencionar que en el Departamento de jarabes se cuenta con 7 operadores divididos de la siguiente manera: 2, en la tolva de carga de azúcar, 1, para sala de filtros, 1, en concentrados, 1, en sala de bombas y, 2, en la línea de llenado de *bag in box*.

Tabla XXX. **Matriz de riesgos de operario en tolva**

Riesgos expuesto	Marcar con "X"		Probabilidad	Severidad	Observaciones	Plan de acción
	SI	NO				
1 Caída de personas a distinto nivel	X		B. - 10 D. -20	Tolerable	Desde tolva	Preventivo
2 Caída de personas al mismo nivel		X				
3 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		X				
4 Caída de objetos en manipulación	X		B. - 10 D. -20	Tolerable	Del jumbo	Preventivo
5 Caída de objetos desprendidos		X				
6 Pisadas sobre objetos		X				
7 Choques y golpes contra objetos inmóviles		X				
8 Choques y golpes contra objetos móviles		X				
9 Golpes y cortes por objetos y herramientas	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Cuchillo para abrir jumbo	Preventivo
10 Proyección de fragmentos o partículas		X				
11 Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos	X		B. - 10 D. -20	Tolerable	Entre jumbo y superficie	Preventivo
12 Atrapamiento o aplastamiento por vueltos de máquinas o vehículos		X				
13 Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Agachado	Preventivo
14 Exposición a temperaturas extremas	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Alta temperatura en trabajo	Preventivo
15 Contactos térmicos		X				
16 Contactos eléctricos		X				
17 Inhalación o ingestión de sustancias nocivas		X				
18 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas		X				
19 Exposición a radiaciones		X				
20 Explosiones		X				
21 Incendios		X				
22 Daños causados por seres vivos		X				
23 Atropellos o golpes con vehículos	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Montacargas	Preventivo
24 Exposición al ruido		X				
25 Exposición a vibraciones		X				
26 Iluminación inadecuada		X				
27 Carga mental		X				
28 Peligros derivados de factores psicosociales u organizacionales		X				
29 Causas naturales		X				
30 Otros peligros especificados		X				
31 Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Carbón activado	Preventivo
32 Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos		X				
33 Enfermedades profesionales cuasadas por agentes biológicos		X				

Fuente: elaboración propia.

Esta matriz muestra que para el puesto de trabajo de tolva de carga de azúcar se encuentran dos trabajadores, pero que la evaluación se centra en el operador de la tolva, asimismo se encuentran los factores mencionados en la sección evaluación de riesgos, puesto que constituyen la metodología de valorización de los peligros.

Al estar presente en el lugar se procede a marcar con una x la casilla correspondiente a la existencia o no de un riesgo dado, de tal manera que todos los factores son verificados.

Al terminar la lista de verificación se analiza con la ayuda del ingeniero de seguridad industrial, la probabilidad de ocurrencia para cada factor con existencia positiva, siendo las alternativas: alta (A), media alta (M.A.), media baja (M.B.) y baja (B), con ponderaciones de 30, 25, 20 y 10 respectivamente.

Debido a que un riesgo, además de estar condicionado por su frecuencia, también lo está por su gravedad, se incluye en la misma casilla una ponderación adicional para esta característica, la cual puede encontrarse en consideraciones de ligeramente dañino (L.D.), considerablemente dañino (C.D.), dañino (D), muy dañino (M.D.) y extremadamente dañino (E.D.), con valores de 10, 15, 20, 25 y 30 puntos respectivamente.

Para hacer referencia al peligro detectado de acuerdo al factor en estudio, se añadió una casilla que permite realizar una observación del fenómeno encontrado en cada caso.

Una vez se ha determinado la frecuencia y gravedad de cada factor de la matriz en su casilla respectiva, se procede a realizar una intersección de las dos apreciaciones de acuerdo a la tabla niveles de riesgos laborales que se encuentra en el apartado del anexo, donde se genera, en respuesta, una severidad asociada a cada caso y en conformidad a escalas que van, desde triviales hasta intolerables pasando por tolerables, moderadas e importantes.

Finalmente la severidad proporcionada conduce a un plan de acción que puede ser preventivo o correctivo según sea necesario, para identificar cuál de los dos es el correcto, se utiliza para cada caso la tabla de planes de acción ante niveles de riesgo que se encuentra en la sección del anexo. Para esta matriz en particular, se obtuvo un total de 8 acciones preventivas y 0 correctivos, debido a la naturaleza de cada caso analizado.

De la misma manera se procede a analizar cada una de las matrices siguientes continuando con la perteneciente al auxiliar en la tolva de carga de azúcar.

Tabla XXXI. Matriz de riesgos de auxiliar en tolva

Riesgos expuesto	Marcar con "X"		Probabilidad	Severidad	Observaciones	Plan de acción
	SI	NO				
1 Caída de personas a distinto nivel		X				
2 Caída de personas al mismo nivel		X				
3 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X		M.B. - 15 E.D. - 30	Moderado +	Estibado inadecuado	Correctivo
4 Caída de objetos en manipulación		X				
5 Caída de objetos desprendidos	X		M. - 20 L.D. - 10	Tolerable	Jumbos vacíos	Preventivo
6 Pisadas sobre objetos		X				
7 Choques y golpes contra objetos inmóviles		X				
8 Choques y golpes contra objetos móviles		X				
9 Golpes y cortes por objetos y herramientas		X				
10 Proyección de fragmentos o partículas		X				
11 Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos		X				
12 Atrapamiento o aplastamiento por vuellos de máquinas o vehículos		X				
13 Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos		X				
14 Exposición a temperaturas extremas	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Alta temperatura de trabajo	Preventivo
15 Contactos térmicos		X				
16 Contactos eléctricos		X				
17 Inhalación o ingestión de sustancias nocivas		X				
18 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas		X				
19 Exposición a radiaciones		X				
20 Explosiones		X				
21 Incendios		X				
22 Daños causados por seres vivos		X				
23 Atropellos o golpes con vehículos	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Montacargas	Preventivo
24 Exposición al ruido		X				
25 Exposición a vibraciones		X				
26 Iluminación inadecuada		X				
27 Carga mental		X				
28 Peligros derivados de factores psicosociales u organizacionales		X				
29 Causas naturales		X				
30 Otros peligros especificados		X				
31 Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Carbón activado	Preventivo
32 Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos		X				
33 Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos		X				

Fuente: elaboración propia.

Para este caso de evaluación se detectó un factor con requerimiento de un plan de acción correctivo, situación derivada del estibado inadecuado practicado en los *racks* de materiales utilizados en el área de tolva de carga de azúcar

Se le atribuye un plan de acción correctivo, puesto que los materiales situados en lo más alto de la estantería al caer, pueden provocar daños tan serios como amputaciones o fracturas mayores, dependiendo del peso del objeto en caída libre, además, que es un lugar ampliamente transitado por personal del área de jarabes, merece cuidado especial, cuya solución radica en la capacitación del método apropiado para estibación de materiales en los *racks* designados para dicho uso, colocando materiales más pesados sobre la base del *rack* continuando con los de pesos intermedio a lo largo del medio y los más livianos en la parte superior del *rack*.

La tabla XXXII muestra el análisis matricial para la evaluación de riesgos del operador en la sala de filtros, en esta zona se desempeña una sola persona a lo largo del turno de trabajo.

Tabla XXXII. **Matriz de riesgos de operario de filtros**

		Colaborador	Operario en sala de filtros			
Puesto de trabajo		Filtros	No. de trabajadores	1		
Área		Departamento de Jarabes	Fecha	10/5/2011		
Riesgos expuesto	Marcar con "X"		Probabilidad	Severidad	Observaciones	Plan de acción
	SI	NO				
1) Caída de personas a distinto nivel	X		M.B. - 15 C.D. - 15	Tolerable	Desde escalera	Preventivo
2) Caída de personas al mismo nivel	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Por jarabe	Preventivo
3) Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		X				
4) Caída de objetos en manipulación	X		M.B. - 15 C.D. - 15	Tolerable	Costales de aditivos	Preventivo
5) Caída de objetos desprendidos		X				
6) Pisadas sobre objetos		X				
7) Choques y golpes contra objetos inmóviles		X				
8) Choques y golpes contra objetos móviles		X				
9) Golpes y cortes por objetos y herramientas		X				
10) Proyección de fragmentos o partículas		X				
11) Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos		X				
12) Atrapamiento o aplastamiento por vuellos de máquinas o vehículos	X		B. - 10 E.D. - 30	Moderado	Mezcladores de tanques	Correctivo
13) Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos		X				
14) Exposición a temperaturas extremas	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Alta temperatura de trabajo	Preventivo
15) Contactos térmicos	X		M. - 20 D. - 20	Moderado	Quemadura por contacto	Correctivo
16) Contactos eléctricos		X				
17) Inhalación o ingestión de sustancias nocivas		X				
18) Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas		X				
19) Exposición a radiaciones		X				
20) Explosiones		X				
21) Incendios	X		B. - 10 M.D. - 25	Tolerable +	Vapor	Preventivo
22) Daños causados por seres vivos		X				
23) Atropellos o golpes con vehículos		X				
24) Exposición al ruido		X				
25) Exposición a vibraciones		X				
26) Iluminación inadecuada		X				
27) Carga mental		X				
28) Peligros derivados de factores psicosociales u organizacionales		X				
29) Causas naturales		X				
30) Otros peligros especificados		X				
31) Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Carbón activado	Preventivo
32) Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos		X				
33) Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos		X				

Fuente: elaboración propia.

Como situación que merece una acción correctiva destaca el motor de la mezcladora en los tanques, que puede provocar lesiones en las extremidades del operador al tener contacto directo con este dispositivo, para ello se planeó la tapadera o guarda dispuesta de tal manera que, impide la introducción de algún miembro corporal en forma accidental.

También se encontró que la quemadura por contacto requiere de una acción correctiva, y debido a que en la sala de filtraciones el riesgo está enfocado hacia las manos del individuo principalmente, se procede a dotar de guantes térmicos al personal que esté realizando sus labores en el área de trabajo de la sala de filtros.

Continuando con la evaluación de los riesgos en las áreas de trabajo es el turno de la sala de tanques de jarabes de la cual se encargan dos operadores, uno de ellos en las operaciones donde se utilizan los aditivos concentrados para la preparación de las diferentes bebidas de la embotelladora, se procede entonces a determinar los riesgos a los que se encuentra expuesto este individuo a través de la siguiente matriz.

Tabla XXXIII. Matriz de riesgos de operario de concentrados

Riesgos expuesto	Marcar con "X"		Probabilidad	Severidad	Observaciones	Plan de acción
	SI	NO				
1 Caída de personas a distinto nivel	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Desde grada de preparación	Preventivo
2 Caída de personas al mismo nivel	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Por jarabe	
3 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		X				
4 Caída de objetos en manipulación	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Aditivos de concentrado	Preventivo
5 Caída de objetos desprendidos		X				
6 Pisadas sobre objetos	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Contenedores vacíos de concentrado	Preventivo
7 Choques y golpes contra objetos inmóviles		X				
8 Choques y golpes contra objetos móviles	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Carretilla de aditivos	Preventivo
9 Golpes y cortes por objetos y herramientas		X				
10 Proyección de fragmentos o partículas		X				
11 Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos		X				
12 Atrapamiento o aplastamiento por vueltos de máquinas o vehículos		X				
13 Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Preparación de concentrado	Preventivo
14 Exposición a temperaturas extremas		X				
15 Contactos térmicos		X				
16 Contactos eléctricos		X				
17 Inhalación o ingestión de sustancias nocivas		X				
18 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Soda para lavado de tanques	Preventivo
19 Exposición a radiaciones		X				
20 Explosiones		X				
21 Incendios		X				
22 Daños causados por seres vivos		X				
23 Atropellos o golpes con vehículos		X				
24 Exposición al ruido		X				
25 Exposición a vibraciones		X				
26 Iluminación inadecuada		X				
27 Carga mental		X				
28 Peligros derivados de factores psicosociales u organizacionales		X				
29 Causas naturales		X				
30 Otros peligros especificados		X				
31 Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos		X				
32 Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos		X				
33 Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos		X				

Fuente: elaboración propia.

Por la naturaleza de las funciones realizadas en su puesto de trabajo, se determinó que los riesgos a los que se expone el operador, ameritan correcciones de tipo preventivo, las cuales pueden remediarse con la utilización adecuada y constante del equipo de protección individual, así como de la limpieza en el área de trabajo, que evitarían las caídas provocadas por el uso de agua o jarabe derramado, que es muy frecuente.

El segundo operario que labora en la sala de tanques, es el que dedica sus esfuerzos al correcto funcionamiento de la sección de bombas, se presenta su matriz de evaluación de riesgos correspondiente (tabla XXXIV).

Tabla XXXIV. Matriz de riesgos de operario de bombas

Riesgos expuesto	Marcar con "X"		Probabilidad	Severidad	Observaciones	Plan de acción
	SI	NO				
1 Caída de personas a distinto nivel	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Escalera de lavado	Preventivo
2 Caída de personas al mismo nivel	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Por jarabe	Preventivo
3 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Objetos colocados en escalera	Preventivo
4 Caída de objetos en manipulación	X		M.B. - 15 L.D. - 10	Trivial +	Manquera a presión	Preventivo
5 Caída de objetos desprendidos		X				
6 Pisadas sobre objetos		X				
7 Choques y golpes contra objetos inmóviles		X				
8 Choques y golpes contra objetos móviles		X				
9 Golpes y cortes por objetos y herramientas		X				
10 Proyección de fragmentos o partículas		X				
11 Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos		X				
12 Atrapamiento o aplastamiento por vuellos de máquinas o vehículos	X		B. - 10 E.D. - 30	Moderado	Mezcladora de tanques	Correctivo
13 Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos		X				
14 Exposición a temperaturas extremas		X				
15 Contactos térmicos		X				
16 Contactos eléctricos		X				
17 Inhalación o ingestión de sustancias nocivas		X				
18 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Soda de lavado de tanques	Preventivo
19 Exposición a radiaciones		X				
20 Explosiones		X				
21 Incendios		X				
22 Daños causados por seres vivos		X				
23 Atropellos o golpes con vehículos		X				
24 Exposición al ruido		X				
25 Exposición a vibraciones		X				
26 Iluminación inadecuada		X				
27 Carga mental		X				
28 Peligros derivados de factores psicosociales u organizacionales		X				
29 Causas naturales		X				
30 Otros peligros especificados		X				
31 Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos		X				
32 Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos		X				
33 Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos		X				

Fuente: elaboración propia.

El análisis reveló la existencia de 5 situaciones con necesidad de corrección preventiva, la mayoría de las cuales se remedian a través de prácticas de limpieza y orden en el lugar del trabajo; sin embargo, para la soda de lavado de tanques se requiere de la utilización de guantes clínicos, los cuales no restringen la movilidad del cuerpo y evitan el contacto corrosivo con la piel.

El factor con solución correctiva se trabajará de igual manera que para la sala de filtraciones, proveer a los mecanismos giratorios de los tanques con guardas que imposibiliten el contacto no intencionado con las fajas de las mezcladoras.

Finalmente, se evalúan los riesgos de la línea de producción de *bag in box*, en la cual trabajan dos operadores, uno en la llenadora de bolsas con dispensador y el otro en las cajas de embalaje al final de la línea.

Por la similitud de las condiciones de trabajo y riesgos encontrados se procede a evaluar ambos casos a la vez presentando la matriz de riesgos para el operador de llenadora inicialmente.

Tabla XXXV. Matriz de riesgos de operario de llenadora

		Colaborador	Operario de llenadora			
Puesto de trabajo		Post mix Bag-in-box	No. de trabajadores	2		
Área		Departamento de Jarabes	Fecha	10/5/2011		
Riesgos expuesto	Marcar con "X"		Probabilidad	Severidad	Observaciones	Plan de acción
	SI	NO				
1	Caída de personas a distinto nivel		X			
2	Caída de personas al mismo nivel		X			
3	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		X			
4	Caída de objetos en manipulación	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Caja con bolsa Preventivo
5	Caída de objetos desprendidos		X			
6	Pisadas sobre objetos		X			
7	Choques y golpes contra objetos inmóviles		X			
8	Choques y golpes contra objetos móviles		X			
9	Golpes y cortes por objetos y herramientas		X			
10	Proyección de fragmentos o partículas		X			
11	Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos		X			
12	Atrapamiento o aplastamiento por vueltos de máquinas o vehículos		X			
13	Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Colocar bolsa Preventivo
14	Exposición a temperaturas extremas		X			
15	Contactos térmicos		X			
16	Contactos eléctricos		X			
17	Inhalación o ingestión de sustancias nocivas		X			
18	Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas		X			
19	Exposición a radiaciones		X			
20	Explosiones		X			
21	Incendios	X		B. - 10 M.D. - 25	Tolerable +	Vapor Preventivo
22	Daños causados por seres vivos		X			
23	Atropellos o golpes con vehículos	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Montacargas Preventivo
24	Exposición al ruido	X		M.A. - 25 D. - 20	Moderado +	Ambiente Correctivo
25	Exposición a vibraciones		X			
26	Iluminación inadecuada		X			
27	Carga mental		X			
28	Peligros derivados de factores psicosociales u organizacionales		X			
29	Causas naturales		X			
30	Otros peligros especificados		X			
31	Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos		X			
32	Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos	X		M.A. - 25 D. - 20	Moderado +	Ruido Correctivo
33	Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos		X			

Fuente: elaboración propia.

Los riesgos encontrados se dividen en 5, con planes de acción preventivos y 2 correctivos, de inmediato se señala la atención y cuidado en el lugar de trabajo, evitando juegos o conductas indeseables, como solución para la prevención de accidentes provocados por el aplastamiento de los dedos por medio de las cajas con la bolsa llena, que en dado caso puede ocasionar moretones o dolor en sus consecuencias más graves.

De la misma manera se puede actuar para evitar atrapamiento de dedos entre cajas en la tarima de estibación.

En relación al vapor, el riesgo era originado por una fuga presente en el sistema de la línea de llenado, la cual antes de terminar este trabajo fue atendida y actualmente la tubería afectada está restaurada y no despidió el vapor que antes hubiese podido ocasionar quemaduras en la piel de las personas que circulaban alrededor de la misma.

Tabla XXXVI. **Matriz de riesgos de operario de cajas**

Riesgos expuesto	Marcar con "X"		Probabilidad	Severidad	Observaciones	Plan de acción
	SI	NO				
1 Caída de personas a distinto nivel		X				
2 Caída de personas al mismo nivel		X				
3 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		X				
4 Caída de objetos en manipulación	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Caja con bolsa	Preventivo
5 Caída de objetos desprendidos		X				
6 Pisadas sobre objetos		X				
7 Choques y golpes contra objetos inmóviles		X				
8 Choques y golpes contra objetos móviles		X				
9 Golpes y cortes por objetos y herramientas		X				
10 Proyección de fragmentos o partículas		X				
11 Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Entre cajas	Preventivo
12 Atrapamiento o aplastamiento por vueltas de máquinas o vehículos		X				
13 Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos	X		M.A. - 25 L.D. - 10	Tolerable +	Colocar caja	Preventivo
14 Exposición a temperaturas extremas		X				
15 Contactos térmicos		X				
16 Contactos eléctricos		X				
17 Inhalación o ingestión de sustancias nocivas		X				
18 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas		X				
19 Exposición a radiaciones		X				
20 Explosiones		X				
21 Incendios	X		B. - 10 M.D. - 25	Tolerable +	Vapor	Preventivo
22 Daños causados por seres vivos		X				
23 Atropellos o golpes con vehículos	X		M.B. - 15 D. - 20	Tolerable +	Montacargas	Preventivo
24 Exposición al ruido	X		M.A. - 25 D. - 20	Moderado +	Ambiente	Correctivo
25 Exposición a vibraciones		X				
26 Iluminación inadecuada		X				
27 Carga mental		X				
28 Peligros derivados de factores psicosociales u organizacionales		X				
29 Causas naturales		X				
30 Otros peligros especificados		X				
31 Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos		X				
32 Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos	X		M.A. - 25 D. - 20	Moderado +	Ruido	Correctivo
33 Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos		X				

Fuente: elaboración propia.

Por último, la exposición al ruido, por sus altos valores en el decibelímetro (100 decibeles), se presenta como solución la utilización de tapones de oídos personalizados, que actualmente ya se encuentran en uso, y que además, fue brindada una exposición respecto al tema en la capacitación con el nombre de método de trabajo de operaciones en *bag in box*.

De lo anterior puede afirmarse que únicamente el 17% de los riesgos detectados requiere de una acción correctiva. Para ello se capacitó al personal operativo en cuanto a los riesgos de acción preventiva, como fue detallado en cada una de las matrices anteriores, y para los riesgos de acción correctiva se emplearon las siguientes soluciones (ver tabla XXXVII).

Tabla XXXVII. **Soluciones correctivas**

Riesgo	Medida de mitigación	Descripción
Exposición a ruido	Tapones personalizados	Proveen protección al ruido y comodidad
Enfermedades profesionales por carbón activado	Mascarilla autofiltrante para partículas	Evitan que el polvo entre al sistema respiratorio
Contactos térmicos	Guantes térmicos	Resguardan y protegen las manos del operador
Atrapamiento o aplastamiento por vueltos de máquinas	Guardas de seguridad	Evitan el acceso al mecanismo de los agitadores

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Evacuación en casos de emergencia

Las evacuaciones emplean la planificación y organización como procedimiento para la utilización óptima de los medios técnicos y humanos previstos, con la finalidad de reducir al mínimo las posibles consecuencias humanas y económicas que pudieran derivarse de una situación de urgencia.

Es preciso contar con las definiciones y aplicaciones de los sucesos que puedan ocurrir en caso de emergencia, para ello debe considerarse la posibilidad de una evacuación horizontal y vertical en el área de trabajo, y la coordinación de la misma.

3.1.4.1. Emergencia

Para el desarrollo de un plan de evacuación ante desastre natural tipo sísmico, es preciso definir la emergencia, como la alteración intensa de las personas, bienes, servicios y el medio ambiente, causado por un suceso natural.

Ante una situación de este tipo se hace necesario el desplazamiento de las personas hacia una zona segura, para ello debe considerarse la ubicación del personal dentro del edificio, ya sea que se encuentren en la planta baja o en niveles superiores al suelo.

3.1.4.2. Evacuación horizontal

Tipo de evacuación que se realiza dentro de una misma planta, para este caso se refiere al primer nivel del área de jarabes. En esta parte se desarrollan la mayoría de las actividades por parte del personal operativo, ya que aquí se encuentran todas las áreas de trabajo.

Esta condición permite al personal operativo dirigirse rápidamente hacia la zona de seguridad, liberando los corredores de la ruta de evacuación al incorporarse en la salida de emergencia, permitiendo que personal proveniente de otras áreas, encuentre despejado el camino y puedan reorganizarse una vez hayan llegado a la salida.

El personal restante puede encontrarse en niveles superiores al primer nivel, se trata entonces de individuos que deben prepararse para realizar una evacuación tipo vertical.

3.1.4.3. Evacuación vertical

Tipo de evacuación que comprende el traslado de un piso a otro y hacia el exterior. En el área de jarabes esta evacuación aplica únicamente para la oficina administrativa, por estar ubicada en el segundo nivel, y es donde se encuentra el coordinador de área y el especialista de jarabes.

Por su ubicación, en el departamento de jarabes, el especialista puede asistir la evacuación del personal operativo hasta la ruta de evacuación, haciendo uso de dispositivos de comunicación radial los cuales son utilizados regularmente, facilitando la función múltiple y adaptación en emergencias.

3.1.5. Brigada

Se establecen para formar una primera línea de acción que permite controlar y ayudar a mitigar los efectos de una emergencia mientras llega la ayuda. Las funciones de la brigada son:

- Preparar y dirigir simulacros
- Debe estar enterada de lo que sucede
- Analizar al personal encargado del área
- Verificar si procede la evacuación
- Asumir el control
- Solicitar ayuda externa
- Informar a la gerencia del plan y acciones preventivas
- Investigar las posibles causas de la emergencia

3.1.5.1. Grupos operativos

En el área de jarabes el total de 25 individuos ha recibido capacitación sobre las medidas y acciones que deben tomar para prevenir siniestros o en dado caso, mitigar los efectos de una calamidad. Por ello son capaces de conformar una brigada de emergencia, a la vez que desarrollan sus labores cotidianas.

Para el área de jarabes la brigada de emergencia está formada por los siguientes grupos operativos:

- Jefe de área
- Coordinador general

3.1.5.2. Jefe de área

Es el responsable de su área, debe ser un trabajador comprometido, que esté disponible y que no tenga problemas para actuar cuando exista la emergencia.

Por estas razones se elige al especialista de jarabes, por ser una persona que cuenta con mayor disponibilidad de tiempo para decidir las acciones a tomar y está en constante comunicación con el personal operativo de las diferentes áreas del departamento de jarabes, esto le permite a su vez, conocer la situación que está ocurriendo.

El jefe de área a su vez dispondrá de dos operadores, que faciliten la ejecución de las decisiones tomadas y asegurar la evacuación del personal cuando la situación lo amerite.

3.1.5.3. Coordinador general

Es la persona que se encarga de la coordinación con los organismos externos que puedan prestar ayuda.

Esta tarea le es asignada al coordinador de seguridad industrial, quien se pondrá en contacto con las instituciones correspondientes para mitigar cualquier situación de emergencia.

3.1.5.4. Acciones ante un sismo

Ante la posibilidad del acontecimiento de un desastre natural, tipo sísmico, deben tomarse ciertas medidas con la finalidad de prepararse adecuadamente, se identifican, tres situaciones que incluyen: antes, durante y después de un sismo, cada una de estas etapas presenta condiciones diferentes y para minimizar los riesgos que pudiesen derivarse, en el área de jarabes, se deben seguir los siguientes lineamientos.

3.1.5.5. Previo a un sismo

Debido a la imposibilidad de la ciencia moderna para predecir catástrofes sísmicas, y con el objetivo de encontrarse lo mejor preparado ante un acontecimiento de esta naturaleza, se deben seguir las siguientes acciones:

- Mantener siempre en buen estado las instalaciones de gas, agua, y electricidad. Cualquier desperfecto debe ser reportado inmediatamente al especialista o al jefe del área.
- Organizar y ejecutar simulacros con el equipo de trabajo.

- Disponer de radios portátiles y linternas con pilas.
- Evitar colocar objetos pesados en las paredes y parte superior de los *racks*.
- Identificar los lugares más seguros de las instalaciones, siguiendo la línea amarilla guía en el suelo.

La conformidad con estas disposiciones puede evitarse en gran medida complicaciones ante una situación imprevista.

3.1.5.6. Durante un sismo

Al igual que existen formas de reducir las posibles consecuencias indeseables previas a un sismo, se encuentran también procedimientos que ayudan durante el suceso, como lo son:

- Conservar la calma
- No utilizar elevadores
- No salir apresuradamente, hacerlo de manera ordenada y moderada
- Dirigirse a los lugares seguros, previamente establecidos
- Cubrirse la cabeza con ambas manos
- Alejarse de los objetos que pudieran caer, deslizarse o quebrarse
- Cerrar las llaves de gas y bajar el *switch* de alimentación eléctrica

3.1.5.7. Después de un sismo

Por último, al finalizar el acontecimiento el personal debe:

- Seguir las instrucciones de la brigada de emergencia
- Alejarse de las instalaciones dañadas o deterioradas
- Si es necesario evacuar, hacerlo con cuidado, calma y orden
- Dirigirse hacia el punto de reunión establecido
- Realizar una revisión completa del mobiliario
- Limpiar los líquidos derramados o escombros que ofrezcan peligro

El correcto funcionamiento y seguimiento de las medidas ya mencionadas, dependen también de la ruta de evacuación en el área de trabajo.

3.1.6. Ruta de evacuación

Las rutas de evacuación contienen elementos de señalización a lo largo de toda su extensión que cumplen con el objetivo de dirigir y poner a salvo al personal que labora dentro de las instalaciones y área de jarabes.

Las rutas de evacuación cuentan con representaciones gráficas que son colocadas en los pasillos, accesos o salidas de emergencia especiales, las cuales son recomendadas para la evacuación rápida y segura del personal en el momento de presentarse una emergencia que pueda afectar la integridad física de los miembros que allí se desempeñan.

3.1.6.1. Señalización de emergencia

El objetivo de la señalización es llamar la atención del personal de las diferentes áreas de trabajo, con la aplicación de estas señales se identifica rápidamente hacia donde debe dirigirse una persona, al momento de suscitarse una emergencia desde cualquier punto en donde se encuentre.

Para la señalización dentro del área de jarabes se eligió el material poliestireno por su alta resistencia a impactos y a una gran variedad de productos químicos, ya que en el área de jarabes es común la utilización de productos ácidos, además de elegir el color verde para las indicaciones en conformidad a los colores de seguridad industrial para indicar salvamiento.

La señalización utilizada está provista, además, de estampas adhesivas fotoluminiscentes que se encargan de indicar la ruta a seguir, cuando por alguna razón no pueda disponerse de luz artificial y el lugar se encuentre oscuro.

Para la creación de la ruta de evacuación se utilizó un total de 11 señales, 1 señal de salida de emergencia y se realizó la diferenciación para la zona de seguridad, ubicados estratégicamente en zonas de fácil visibilidad como las señales y en lugares libres de peligro para el personal, como en el caso del punto de reunión.

La señalización empleada para llevar a cabo dicha tarea se presenta en la figura 31.

Figura 31. Señalización en área de jarabes



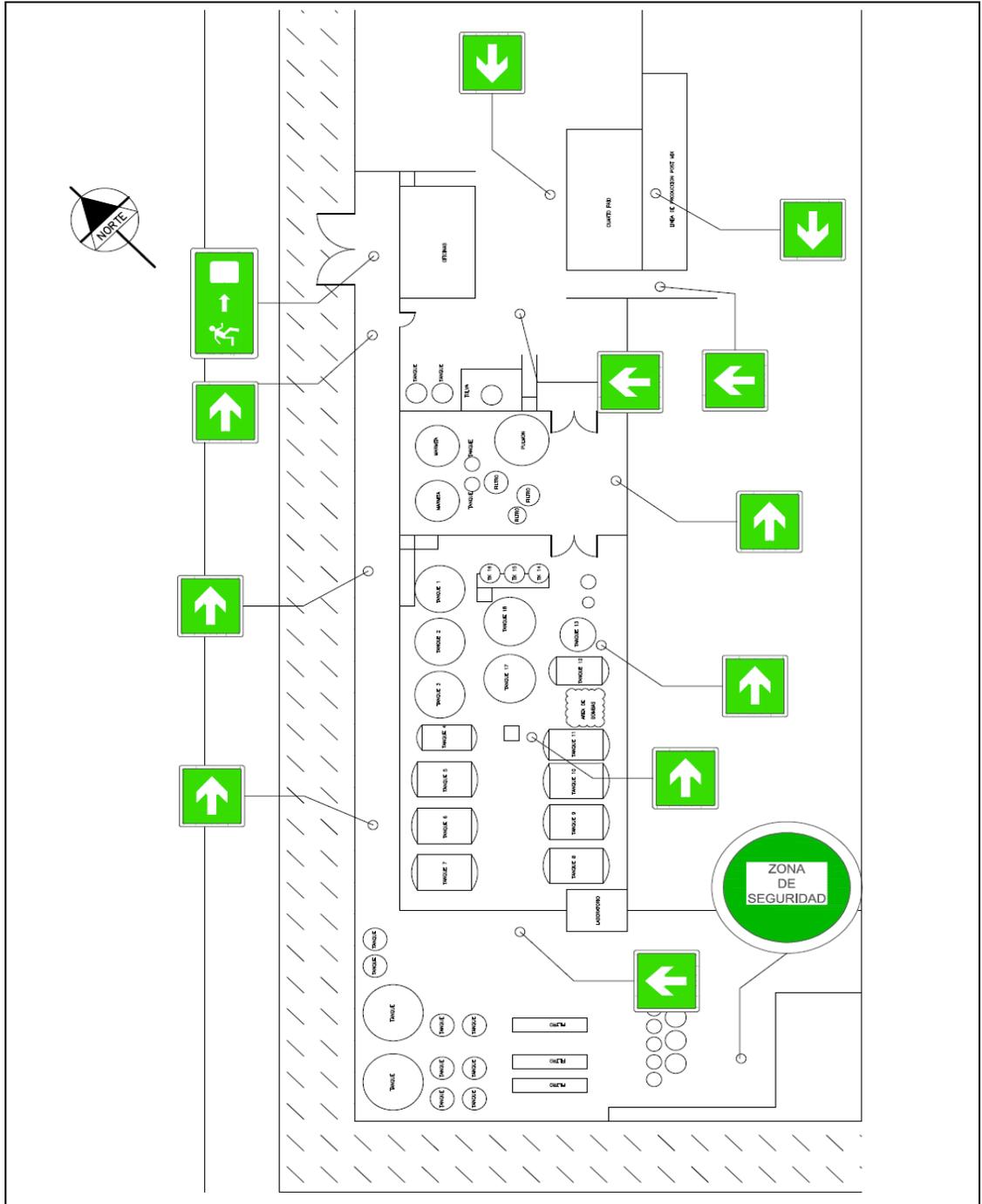
Fuente: elaboración propia

En la ilustración pueden diferenciarse entre las rutas de evacuación colocadas en el área de carga de azúcar en tolva (parte superior izquierda), la señal situada en el corredor de jarabes (parte superior derecha), la de salida de emergencia sobre la puerta (parte inferior izquierda), y de la ruta en la línea de llenado de *bag in box* (parte inferior derecha).

3.1.6.2. Plano de evacuación

El plano de la ruta de evacuación para el área de jarabes se presenta en la figura 32, donde se muestran la totalidad de la señalización utilizada, el punto de reunión y la salida de emergencia.

Figura 32. Plano con ruta de evacuación



Fuente: elaboración propia.

3.1.6.3. Simulacros

La planificación de un simulacro debe ser exhaustiva, evitando dejar nada a la improvisación. Para ello, se deben conocer las características y medidas descritos en el plan de contingencia ante desastre natural tipo sísmico.

Es importante que el personal operativo conozca y sepa con anterioridad acerca de las instrucciones oportunas a efectos del desarrollo de un posible simulacro de evacuación, o en su caso, la ocurrencia de una emergencia. Para facilitar este extremo, se entregaron las instrucciones conteniendo el plano y disposiciones previas, durante y posteriores a un sismo, a todos los miembros pertenecientes al área de jarabes, y además como se expuso en la sección de ruta de emergencia, la señalización en lugares visibles y de fácil interpretación.

Se aseguró el conocimiento de la ruta de evacuación y las medidas de seguridad mediante la capacitación evacuación en caso de emergencia sísmica en el área de jarabes.

Con anterioridad suficiente al día de la práctica del simulacro, todo el personal operativo del área de jarabes se reunirá con el jefe de área y el coordinador general de seguridad industrial, con objeto de planificar, de acuerdo con las características arquitectónicas de las instalaciones, y prever:

- Planificar los flujos de salida
- Determinar los puntos críticos del edificio
- Determinar la zona de concentración del personal
- Salidas a utilizar
- Salidas consideradas bloqueadas

El inicio del ejercicio se identificará mediante una señal sonora pudiendo ser por altavoz o a viva voz, al ser escuchada la señal de evacuación el jefe de área indicará al personal operativo mediante radio que la evacuación ha dado inicio, el jefe de área, estará pendiente del correcto desplazamiento de los operadores a través de la ruta de evacuación hasta la salida de emergencia.

A efectos de simular una catástrofe natural el simulacro debe realizarse sin previo aviso al personal del área.

En virtud de la constante realización de simulacros realizados por parte del departamento de seguridad industrial de manera periódica, no se efectuaron ejercicios de este tipo; sin embargo, la información investigada y elaborada fue adicionada para mejorar y reforzar las prácticas de seguridad en la empresa.

4. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

4.1. Programa de capacitación de proyecto en área de jarabes

El objetivo de esta fase es hacer conciencia a los ingenieros y operarios del área de jarabes de la Embotelladora la Mariposa, S.A., sobre la importancia de seguir los métodos de trabajo desarrollados y las nuevas formas de realizar las tareas, explicando los beneficios y razones que llevaron a modificar las prácticas habituales de trabajo.

Para cumplir con este objetivo fue necesario realizar los estudios de tiempos y del sistema *CIP* desarrollados a lo largo de las secciones anteriores, una vez realizado los estudios mencionados, éstos fueron presentados a la coordinadora de área, quien a su vez dio el visto bueno y aprobación.

Posteriormente se elaboraron presentaciones y evaluaciones sobre los principales temas conformados por: lavado *CIP*, métodos de trabajo de las diferentes áreas de jarabes y evacuación en caso de emergencia por desastre natural tipo sísmico.

Las presentaciones fueron realizadas en presencia de la coordinadora y el especialista del área para hacer constar que la información brindada no haya sido alterada o modificada; cada una de las presentaciones contaba con un espacio de aproximadamente 20 minutos, en el cual se les daba la oportunidad a los operadores de participar al final de la presentación y con respecto al tema tratado, en donde hacían observaciones, sugerencias o se resolvían dudas.

Para poder comenzar con las exposiciones de los temas, fue necesario la segmentación de las presentaciones en cuatro partes, siendo éstas: lavado *CIP*, métodos de trabajo de operaciones en *bag in box*, en tolva de carga de azúcar y evacuación en caso de emergencia sísmica en el área de jarabes.

Cada una de las presentaciones brindadas tenía una duración de 50 minutos, divididos en tres partes, la primera donde se exponía el tema programado en 30 minutos, en la segunda, se realizaba la retroalimentación y esclarecimiento de dudas y la última parte se trasladaba una evaluación al personal capacitado, con la finalidad de evaluar la comprensión de los conocimientos brindados.

Las presentaciones fueron realizadas los días lunes y viernes durante dos semanas, a manera que se ajustara el horario de salida de un turno con el horario de entrada del siguiente, capacitando 16 operadores a la vez por presentación. A continuación se incluye la información de cada exposición.

4.1.1. Lavado *CIP*

En esta capacitación se profundiza el análisis de los sistemas *CIP*, los diferentes equipos y la función que cumple cada uno.

Luego de realizar las observaciones de los procedimientos de limpieza efectuados por el personal encargado del saneamiento, se procedió a revisarlos con la coordinadora del área, para determinar conjuntamente las mejoras a implementar.

Con toda la documentación aprobada, se procedió a reunir a todo el personal encargado del saneamiento de los tanques de almacenamiento para capacitarlos sobre el método de trabajo adecuado en la limpieza de los tanques.

Durante la capacitación se explicó el funcionamiento de un lavado *CIP*, principiando con los temas: tiempo, acción mecánica, concentración del detergente y la temperatura de utilización; y por último se presentaron los sistemas de lavado de 3 y 5 pasos.

Al finalizar la presentación se trasladó una pequeña evaluación al personal operativo, con la finalidad de determinar la comprensión del tema brindado, los resultados de las evaluaciones fueron: 2 de los 24 operadores no pasaron la prueba, (ver apéndice D), debido a la falta de atención.

Después de culminar con la presentación y evaluación se presentó una hoja de control de asistencia para asegurar que los 24 operadores hayan sido capacitados, por último se realizaba la calificación de las evaluaciones y todo operario que hubiese perdido el cuestionario se le reprogramaba una capacitación.

4.1.2. Método de trabajo de operaciones de *bag in box*

La capacitación se inició exponiendo las condiciones bajo las cuales el personal operativo desempeñaba sus labores en el área de *bag in box*, haciendo notar deficiencias en la utilización del equipo de protección de individual y otras prácticas inadecuadas en el centro de trabajo, para demostrar esto se fotografiaron dichas acciones, y se contrastaron con posibles consecuencias, explicando la importancia de realizar las tareas apropiadamente.

Luego se continuó la presentación comparando la antigua manera de laborar con la actual forma de trabajo, la cual elimina demoras causadas por el posicionamiento de bolsa y que se reflejaron en el estudio de tiempos realizado. Esta mejora en el tiempo del proceso se obtuvo como consecuencia de la instalación de un adiconamiento a la máquina llenadora, y que además, no constituía una molestia en el procedimiento de trabajo habitual.

Finalizando la exposición se abrió un espacio donde participaba, además, el coordinador de seguridad industrial, quien proporcionaba apoyo en cuanto a equipos de seguridad que pudieran necesitar los operadores. El personal operativo, por su parte, expresaba sus dudas e inquietudes, las cuales, luego de ser resueltas, daban lugar a la evaluación correspondiente, una vez terminada la evaluación se llenaba un lista de asistencia y se procedía a la calificación de la evaluación; la cual seguía la mecánica de reprogramación de aquellos operadores que no obtenían una nota satisfactoria.

En los resultados se obtuvo una muy buena comprensión por parte de 18 operadores y 6 más que obtuvieron la calificación de buena comprensión, donde una calificación de muy buena comprensión se obtiene con una nota de 80 a 100 puntos y una de buena comprensión con un punteo de 65 a 79.

Por último, se plasmó una copia del método de trabajo en el área de *bag in box*, donde se incluyen las medidas de seguridad industrial que deben seguir los operadores para desempeñarse en sus labores correctamente.

4.1.3. Método de trabajo de operaciones en tolva de carga de azúcar

Con una base lo suficientemente sólida, con respecto a las generalidades de la industria alimenticia, se hace énfasis en temas como la capacitación, señalando el equipo de protección individual que debe utilizar el personal operativo que se desempeña en ésta área de trabajo y la correcta utilización de los dispositivos, haciéndolos pasar al frente para que mostraran la forma en que se colocaban los implementos de trabajo, en caso de colocarlos de manera incorrecta se les corregía e indicaba la forma apropiada.

Posteriormente, se continuaba con la concientización de la utilización de todos los equipos, mediante ejemplos de importancia versus consecuencia.

La capacitación continuó indicando el método de trabajo a seguir, explicando las razones que llevaron a la corrección de la forma de trabajo y los beneficios obtenidos mediante pruebas demostradas en el lugar de desempeño, además de incluir temas sobre buenas prácticas de manufactura (BPM), al afianzar este conocimiento se muestra un video de concientización, tratando la importancia de la seguridad industrial y generalidades del impacto que genera realizar su trabajo de forma inadecuada.

Para esta presentación se obtuvo resultados de 20 operadores con calificación de muy buena comprensión y 4 operadores con calificación de buena comprensión.

Finalmente se brindaba un espacio para la resolución de dudas para continuar con una evaluación sobre el tema explicado y el registro de asistencia en la lista de participación.

4.1.4. Evacuación en caso de emergencia sísmica en el área de jarabes

Esta capacitación centra su atención en el equipo de protección individual particular para cada área de trabajo, y en mayor medida, sobre la ruta de evacuación específica para el área de jarabes, antes de realizar la capacitación fue necesario implementar toda la señalización dentro de las diferentes áreas de trabajo,

Se inició la capacitación indicando los riesgos a los cuales están expuestos los operadores en sus respectivos lugares de trabajo, asimismo, se presentaron las medidas a seguir para evitar posibles accidentes en el futuro.

Posteriormente se continuó la capacitación, mostrando la ruta a seguir, de acuerdo al lugar de trabajo y las señales que pueden encontrar en cada una de las diferentes áreas y que los guiarán hacia la salida de emergencia, la cual está identificada con su respectiva señal.

Se describió la ubicación de los extinguidores que pueden encontrarse en la sala de jarabes y su utilización, se presentó un video de la importancia de mantener el orden y tranquilidad en una situación de desastre natural tipo sísmico.

Finalmente se proporcionaron los lineamientos antes, durante y después de un desastre natural tipo sísmico y se realizó una evaluación sobre la capacitación brindada, siguiendo la misma metodología de reprogramar una capacitación para el personal operativo que obtuviera una calificación insatisfactoria.

Los resultados obtenidos fueron de 1 operador con calificación de mala comprensión, al cual se le reprogramó la capacitación junto a otro grupo, 4 operadores con calificación de buena comprensión y 19 operadores con calificación de muy buena comprensión.

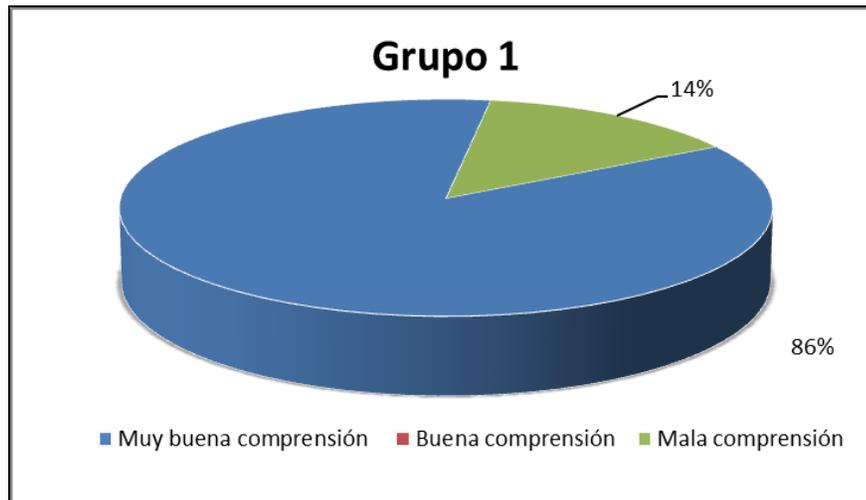
4.1.5. Gráficos de comprensión de temas brindados

En esta sección se muestran los gráficos de comprensión por grupo, para los operadores capacitados del área de jarabes, donde cada uno se encuentra conformado por 8 individuos y al ser 3 grupos se forma un total de 24 personas, a las cuales se les capacitó e instruyó en los temas de lavado *CIP*, métodos de trabajo de operaciones de *bag in box*, en tolva de carga de azúcar y evacuación, en caso de emergencia sísmica en el área de jarabes.

Para poder evaluar la información brindada se crearon tres categorías de calificación, siendo éstas llamadas mala comprensión, buena comprensión y muy buena comprensión para puntajes de 0 a 64, 65 a 84 y de 85 a 100, respectivamente.

A continuación se presentan los resultados gráficamente para cada grupo de 8 operadores donde se incluyen las categorías antes mencionadas.

Figura 33. **Gráfico de comprensión de los temas para el grupo 1**

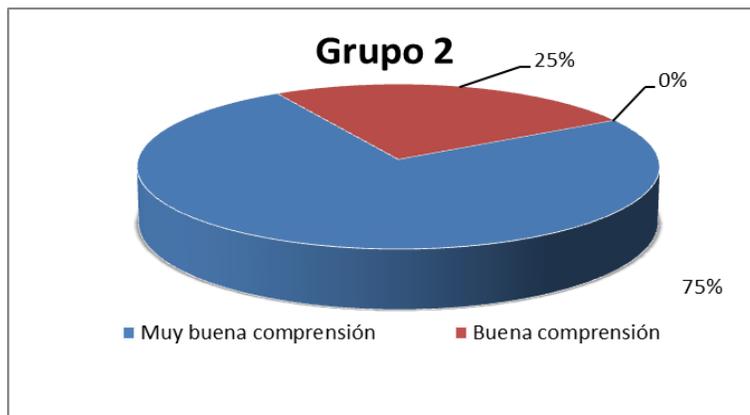


Fuente: elaboración propia.

De este gráfico se puede indicar que el problema se dio en el tema de lavado *CIP*, 2 operadores con comprensión deficiente y 1 más, con mala calificación en el tema de evacuación, consecuencia de problemas de atención de los operadores, derivado de fatiga laboral; sin embargo, en las evaluaciones reprogramadas los operadores aprobaron los temas.

A continuación se presenta en la figura 34, el gráfico de comprensión para el segundo grupo, donde todos los operadores aprobaron las pruebas satisfactoriamente, con lo cual no fue necesario reprogramar la capacitación de algún integrante del apartado; sin embargo, el 25% de las pruebas obtuvieron calificaciones entre 65 a 84 puntos, lo cual equivale a 8 evaluaciones en esta categoría de un total de 32, de donde puede concluirse que los temas brindados fueron entendidos en su totalidad por los 8 miembros.

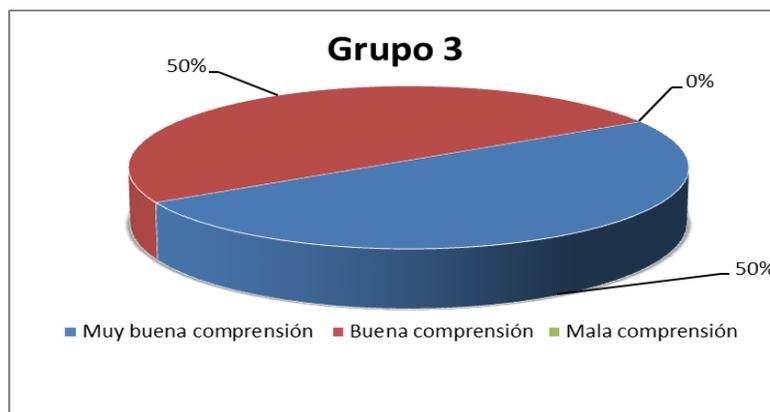
Figura 34. **Gráfico de comprensión de los temas para el grupo 2**



Fuente: elaboración propia.

Para el tercer grupo se obtuvieron resultados de 16 evaluaciones con muy buena comprensión y 16 evaluaciones con buena comprensión, ningún integrante reprobando las evaluaciones trasladadas, y concluyendo en la realización de una capacitación exitosa para los diferentes temas expuestos.

Figura 35. **Gráfico de comprensión de los temas para el grupo 3**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Programa de capacitación, según necesidades en el área de jarabes

Para contribuir al fortalecimiento del conocimiento y competencias de los colaboradores del área de jarabes de la embotelladora, en función del crecimiento personal y laboral, mejorando los servicios prestados a través de la formación y capacitación, que responda fundamentalmente a las necesidades de la empresa; contribuyendo a la formación integral del personal, mediante la transmisión de conocimientos que propicien una mejor prestación de los servicios, eficaz desempeño y estímulo de aprendizaje; se presenta a continuación, un programa de capacitación para el área de jarabes.

En la tabla XXXVIII se muestra de manera general el conjunto de capacitaciones diseñadas, haciendo mención de la persona que debe conducir la capacitación, el personal al cual va dirigido, el tema y la periodicidad.

Tabla XXXVIII. **Capacitación informativa**

Capacitador	Personal	Tema	Periodicidad
Especialista	Operadores	Itinerario de producción	Diaria
Ingeniero de planta	Operadores	Seguridad industrial	Semanal
Jefe y Especialista	Operadores	Detección de necesidades	Semanal
Jefe	Operadores	Mejora continua	Semanal
Profesional externo	Depto. De jarabes	Limpieza de equipo industrial	Semestral
Profesional externo	Depto. De jarabes	Curso de primeros auxilios	Trimestral
Profesional externo	Depto. De jarabes	Mantenimiento de equipo industrial	Semestral
Profesional externo	Operadores	Manejo de paquetes informáticos	Anualmente

Fuente: elaboración propia.

A continuación en la tabla XXXIX, se presenta el detalle sobre cada una de los temas de capacitación correspondientes a producción, seguridad industrial, necesidades y mejora continua.

Tabla XXXIX. **Capacitación informativa**

Nivel de conocimientos: Básico Tipo de capacitación: Informativa Modalidad: actualización <u>Objetivo:</u> transmitir el itinerario de producción al personal		Puesto: Operadores Frecuencia: diaria Departamento: Área de Jarabes de Embotelladora la Mariposa, S.A.			
Tipo de información: genérica	Campo de competencia: planificación	Resultado de aprendizaje	Temas de capacitación	Horas	Estrategia de enseñanza-aprendizaje
		Bebidas, cantidad y secuencia en que deben fabricarse los comestibles	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bebidas que deben fabricarse en el turno de trabajo 2. Orden de fabricación de bebidas 3. Cantidad de bebida que debe fabricarse 4. Tipos de saneamiento que deben utilizarse 5. Tanques de almacenamiento que deben utilizarse 	$\frac{1}{3}$	Reunión con especialista de área al comenzar el cambio de turno de operadores

Fuente: elaboración propia.

Esta capacitación surge de la necesidad de informar al personal del departamento de jarabes sobre el itinerario de producción que presenta cambios diariamente, en consecuencia, la comunicación permite distribuir y programar el personal operativo adecuadamente a lo largo de la jornada de trabajo.

Tabla XL. **Capacitación preventiva**

Nivel de conocimientos: básico Tipo de capacitación: Preventiva Modalidad: actualización <u>Objetivo:</u> lograr una cultura de seguridad industrial entre los operarios		Puesto: Operadores Frecuencia: miércoles, semanal Departamento: Área de Jarabes de Embotelladora la Mariposa, S.A.			
Tipo de información: específica	Campo de competencia: planificación	Resultado de aprendizaje	Temas de capacitación	Horas	Estrategia de enseñanza-aprendizaje
		Utilización adecuada constante del equipo de protección individual	1. Sanciones por no utilizar el EPI 2. Actitudes y conductas riesgosas en el trabajo 3. Aceptación y uso adecuado del EPI. 4. Manejo adecuado de los diferentes equipos 5. Retroalimentación mediante comentarios y opiniones de los operarios	$\frac{1}{2}$	Reunión de los operarios con el especialista y la coordinadora del área de jarabes

Fuente: elaboración propia.

El objetivo de esta capacitación es que con el tiempo los propios operadores se preocupen por la seguridad de su integridad física y la de los demás, que a largo plazo se reflejará en la disminución de lesiones del personal de jarabes y permitirá la retroalimentación sobre las condiciones de seguridad existentes, así como del estado del equipo de protección individual.

Tabla XLI. **Capacitación para la mejora continua**

Nivel conocimientos: moderado Tipo de capacitación: mejora continua Modalidad: perfeccionamiento <u>Objetivo:</u> detección y evaluación de las necesidades del personal operativo		Puesto: Operadores Frecuencia: viernes semanal Departamento: Área de Jarabes de Embotelladora la Mariposa, S.A.			
Tipo de información: Específica	Campo de competencia: Desarrollo	Resultado de aprendizaje	Temas de capacitación	Horas	Estrategia de enseñanza-aprendizaje
		Utilización adecuada constante del equipo de protección individual	1. Condiciones de trabajo 2. Equipo de protección individual 3. Sugerencias de los operadores 4. Problemas en el área de trabajo	$\frac{1}{2}$	Reunión de los operarios con el especialista y la coordinadora del área de jarabes

Fuente: elaboración propia.

Esta capacitación ha sido diseñada para facilitar la comunicación de asuntos importantes sobre las condiciones laborales en el departamento de jarabes, creando oportunidades para mejorar la forma de trabajo.

Tabla XLII. **Capacitación para el desarrollo**

Nivel conocimiento: moderado Tipo de capacitación: para el desarrollo Modalidad: perfeccionamiento <u>Objetivo:</u> transmitir la mejoras pertinentes al área de jarabes		Puesto: Operadores Frecuencia: lunes, semanal Departamento: Área de Jarabes de Embotelladora la Mariposa, S.A.			
Tipo de información: específica	Campo de competencia: planificación	Resultado de aprendizaje	Temas de capacitación	Horas	Estrategia de enseñanza-aprendizaje
		Atender los requerimientos de la dirección siguiendo los lineamientos de la organización	1. Resultados de las diferentes estaciones de trabajo 2. Necesidades de la corporación 3. Comparaciones: obtenido vs esperado 3. Lineamientos de las diferentes estaciones 5. Incentivos de lograr los objetivos	½	Reunión de los operarios con el especialista y la coordinadora del área de jarabes

Fuente: elaboración propia.

Con base en los resultados del trabajo respecto a las metas asignadas, se proponen cambios, dialogar las consecuencias y considerar las causas de los posibles fallos, promoviendo la mejora continua del departamento.

CONCLUSIONES

1. La evaluación y estudios realizados en las distintas áreas del departamento de jarabes permitió determinar la duración inicial de cada proceso, siendo de 112,13 y 21,62 minutos para las operaciones de carga de azúcar en tolva y operaciones en *bag in box* respectivamente.
2. Previo a implementar un sistema de limpieza automatizado, es necesario realizar un análisis de las condiciones de los tanques disponibles, tomando en cuenta las instalaciones, orientación, volumen y requerimientos técnicos del equipo adicional, considerando estos factores se diseñó un sistema *CIP* adaptable a la actual sala de jarabes.
3. La propuesta de sistema *CIP* personalizada para el área de jarabes presenta una solución basada en cinco pasos que son: enjuague previo, lavado con detergente, enjuague intermedio, lavado con detergente y finalmente enjuague final con agua, los que permiten obtener resultados de lavado repetibles, consistentes, medibles, programables, y disminución de riesgos.
4. El análisis y mejora de los diagramas de hombre máquina para las áreas de carga de azúcar en tolva, sala de filtraciones y área de *bag in box* de jarabes, culminó en reducciones de tiempo de hasta 64%, 25% y 32% respectivamente.

5. Para obtener un sistema de limpieza automatizado funcional, es necesario conocer y determinar las variables de operación de este sistema, de acuerdo con los estándares establecidos de tiempo, de 20 a 40 minutos, temperatura, variable de 20 a 85°C, velocidad del fluido, de al menos 1,5 m/s y concentración, de aproximadamente 1% de detergente alcalino.
6. Debido a que en el área de jarabes se corren riesgos y existen ciertas condiciones inseguras que han provocado lesiones en el personal, se elaboró un plan de contingencia con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento del área de jarabes, ofreciendo técnicas de manejo, equipo de protección y seguridad en el trabajo.
7. El desarrollo de capacitaciones en el área de jarabes en relación a los temas de lavado *CIP*, estudio de tiempos realizados y plan de contingencia, obtuvo una comprensión satisfactoria del 95% del personal que conoció los temas.

RECOMENDACIONES

1. Que el departamento de jarabes no considere la elaboración del presente proyecto como un fin, por el contrario, lo considere como un medio para mejorar continuamente el desarrollo de las actividades, los diferentes procesos que se llevan a cabo en el área de carga, filtros y sala de tanques de almacenamiento.
2. Previo al desarrollo de un sistema de limpieza automatizada tipo *CIP* en otras áreas de la planta de producción, es necesario estudiar las características de la línea de producción que se desea sanear, debido a que cada una de éstas presenta diferentes detalles que pueden ser cruciales al momento de operar este tipo de sistemas; especificaciones como el tipo de residuo y tiempo son factores sumamente importantes para la elaboración de estos sistemas.
3. Debido a la existencia baja de frecuencia y gravedad de accidentes, debería considerarse un programa de seguridad como una inversión y beneficio en el recurso humano de la empresa, que al mismo tiempo causa buena imagen a nivel externo, y no, como un costo innecesario y sin prioridad.
4. Evaluar, en forma sistemática, la correcta utilización del equipo de protección individual, método de trabajo, medidas de mejoramiento, así como los cambios que se realicen en el departamento de jarabes de manera que la mejora continua forme parte de la cultura organizacional.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, Raquel Susana. *Saneamiento ambiental e higiene de los alimentos*. Argentina: Brujas, 2008. 180 p.
2. AZEVEDO, José Martiniano. *Manual de hidráulica*. 8a ed. México: Harla, 2005. 680 p.
3. CREUS SOLÉ, Antonio. *Instrumentación industrial*. 7a ed. México: Marcombo, 2005. 775 p.
4. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio de trabajo, ingeniería de métodos y medición de trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 232 p.
5. LELIEVELD, H.L.M. *Handbook of hygiene control in the food industry*. Estados Unidos: Woodhead, 2005. 720 p.
6. NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos*. 11a ed. México: Alfaomega, 2005. 880 p.
7. TAMIME, Adnan. *Cleaning in place: dairy, food and bevarage operations*. Inglaterra: Blackwell, 2008. 250 p.
8. WHITE, Frank M. *Mecánica de fluidos*. 6a ed. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2008. 896 p.

APÉNDICE

A. Registro de tiempos para operaciones de carga de azúcar en tolva

Observación	Operación		
	Quitar marchamo, colocar jumbo en tolva y abrirlo (s)	Descarga de jumbo sobre tolva (s)	Quitar jumbo, lanzarlo y colocar gancho en jumbo nuevo (s)
1	120	70	17
2	120	126	25
3	110	32	28
4	165	77	30
5	120	109	32
6	120	180	27
7	132	203	33
8	130	167	28
9	131	200	29
10	126	147	27
11	135	169	35
12	130	417	0
13	97	22	19
14	107	167	21
15	113	185	23
16	86	162	18
17	125	226	25
18	75	165	27
19	132	162	18
20	123	190	17
21	135	170	24
22	147	152	23
23	180	193	21
24	52	408	0
25	70	241	110
26	84	44	154
27	99	147	98
28	40	171	63
29	40	150	24
30	66	242	68
31	23	257	40

Continuación apéndice A.

Observación	Operación		
	Quitar marchamo, colocar jumbo en tolva y abrirlo (s)	Descarga de jumbo sobre tolva (s)	Quitar jumbo, lanzarlo y colocar gancho en jumbo nuevo (s)
32	80	207	35
33	92	206	39
34	61	143	47
35	86	214	40
36	58	140	26
37	63	140	39
38	57	234	49
39	81	183	31
40	64	200	32
41	62	141	21
42	55	235	53
43	98	293	32
44	70	240	63
45	68	180	43
46	96	15	35
47	51	145	30
48	59	117	14
49	73	42	38
50	60	18	37
51	61	30	38
52	88	43	19
53	66	203	48
54	80	155	41
55	59	115	37
56	65	120	38
57	129	403	25
58	61	31	19
59	63	128	35
60	84	330	30
Total	5 423s	10 002s	2 138s

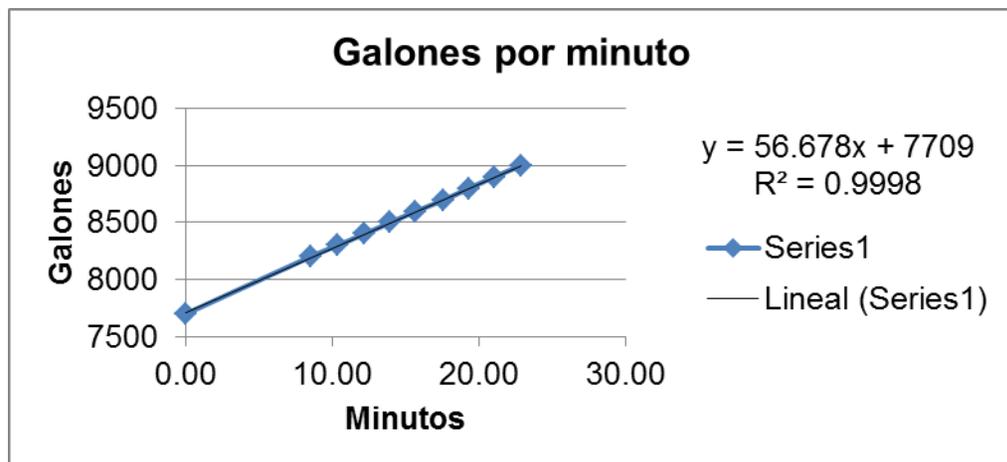
Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE

B. Registros utilizados para la elaboración de la fórmula de flujo volumétrico de los filtros de jarabe

Filtro	2	Brix:	56.8	Fecha:	7-mar-2011
Filtración	2	Bebida:	A	Tanque	18

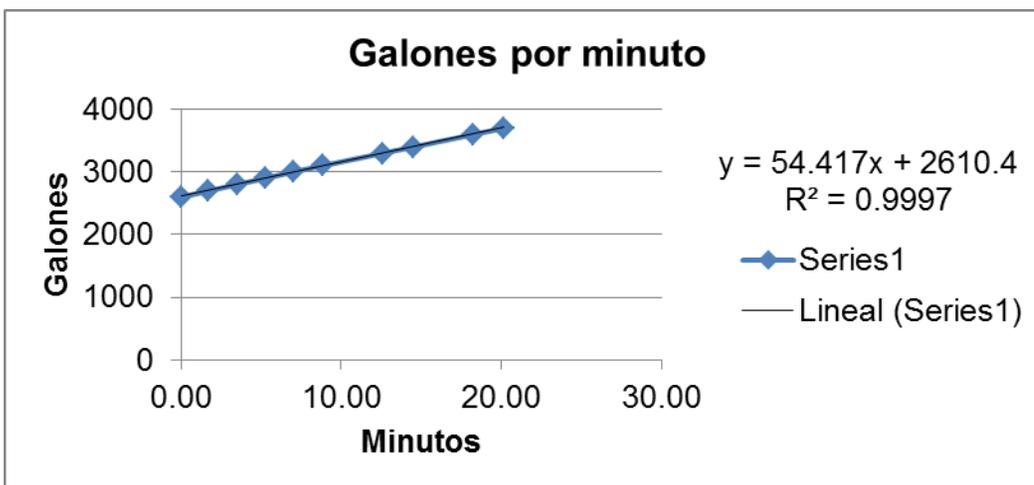
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
7700	0	0	0.00	
8200	8	30	8.50	58.82
8300	10	20	10.33	54.55
8400	12	10	12.17	54.55
8500	13	55	13.92	57.14
8600	15	41	15.68	56.60
8700	17	36	17.60	52.17
8800	19	17	19.28	59.41
8900	21	0	21.00	58.25
9000	22	50	22.83	54.55



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	63.5	Fecha:	10-mar-2011
Filtración	1	Bebida:	C	Tanque	10

Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
2600	0	0	0.00	
2700	1	44	1.73	57.69
2800	3	30	3.50	56.60
2900	5	15	5.25	57.14
3000	7	0	7.00	57.14
3100	8	50	8.83	54.55
3300	12	35	12.58	53.33
3400	14	30	14.50	52.17
3600	18	15	18.25	53.33
3700	20	10	20.17	52.17



Continuación apéndice B.

Filtro	1	Brix:	59.9	Fecha:	14-mar-2011
Filtración	2	Bebida:	A	Tanque	6

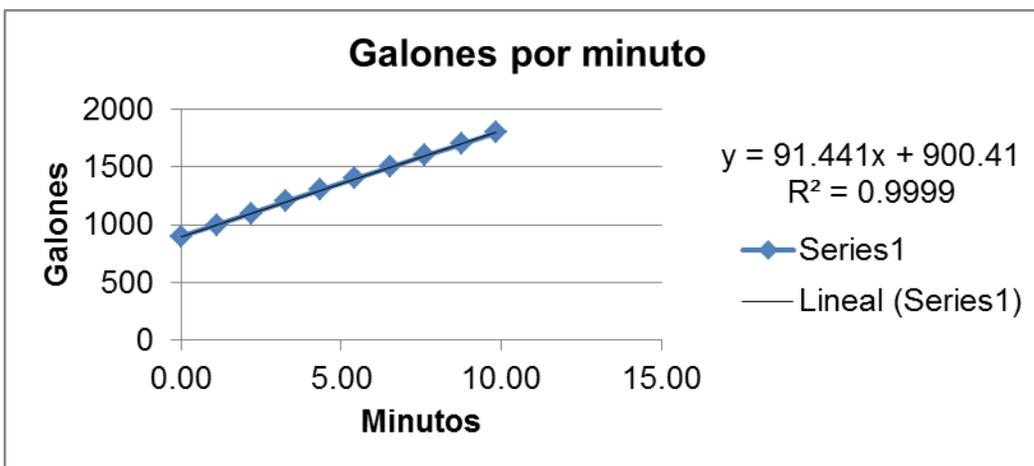
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
1500	0	0	0.00	
1600	2	49	2.82	35.50
1700	5	42	5.70	34.68
1800	9	15	9.25	28.17
1900	12	10	12.17	34.29
2000	15	7	15.12	33.90
2200	21	0	21.00	33.99
4100	81	31	81.52	31.40
4500	94	1	94.02	32.00
4600	97	10	97.17	31.75



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	63.5	Fecha:	10-mar-2011
Filtración	1	Bebida:	B	Tanque	10

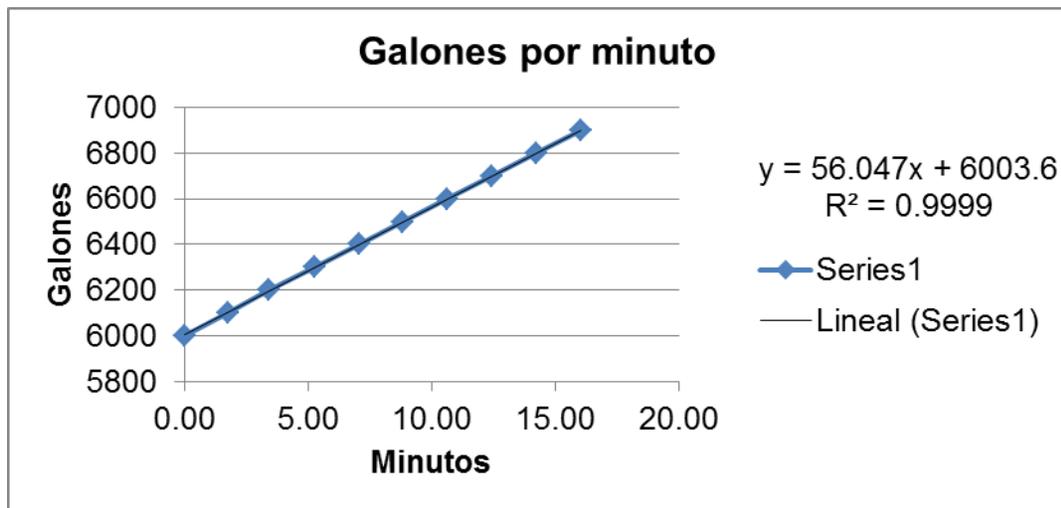
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
900	0	0	0.00	
1000	1	7	1.12	89.55
1100	2	12	2.20	92.31
1200	3	16	3.27	93.75
1300	4	20	4.33	93.75
1400	5	26	5.43	90.91
1500	6	33	6.55	89.55
1600	7	38	7.63	92.31
1700	8	47	8.78	86.96
1800	9	51	9.85	93.75



Continuación apéndice B.

Filtro 2 Brix: 58 Fecha: 15-mar-2011
Filtración 11 **Bebida:** A **Tanque 1**

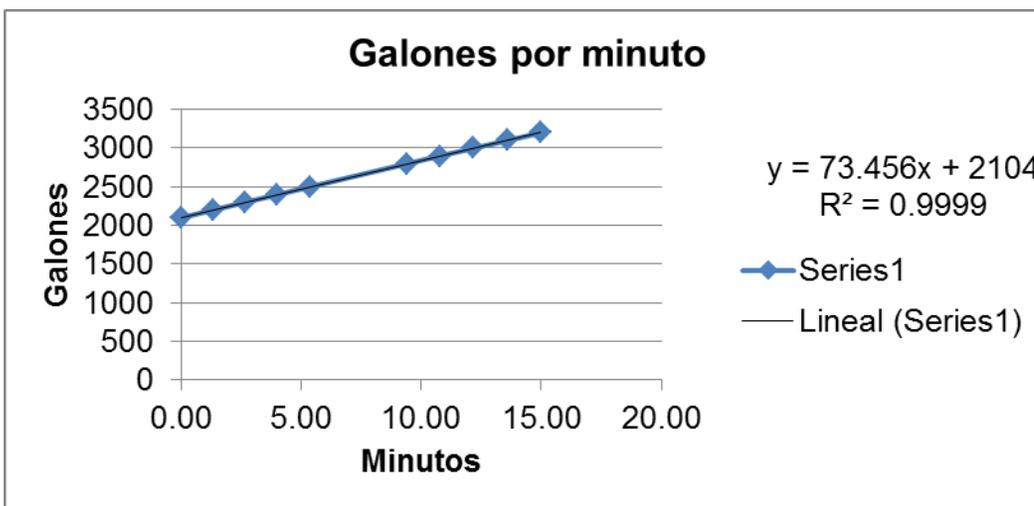
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
6000	0	0	0.00	
6100	1	45	1.75	57.14
6200	3	26	3.43	59.41
6300	5	16	5.27	54.55
6400	7	4	7.07	55.56
6500	8	50	8.83	56.60
6600	10	37	10.62	56.07
6700	12	26	12.43	55.05
6800	14	13	14.22	56.07
6900	16	2	16.03	55.05



Continuación apéndice B.

Filtro	1	Brix:	55.8	Fecha:	15-mar-2011
Filtración	1	Bebida:	A	Tanque	3

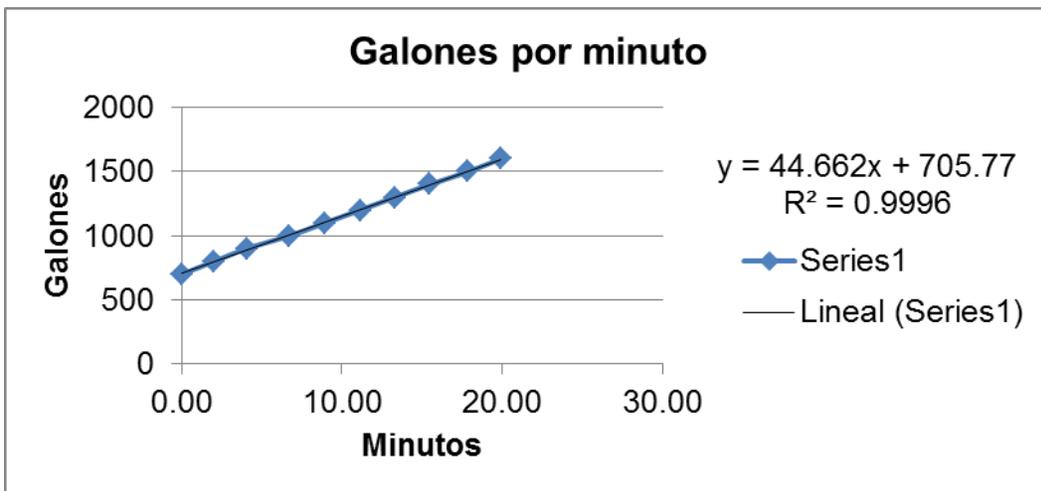
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
2100	0	0	0.00	
2200	1	19	1.32	75.95
2300	2	40	2.67	74.07
2400	4	1	4.02	74.07
2500	5	22	5.37	74.07
2800	9	25	9.42	74.07
2900	10	47	10.78	73.17
3000	12	11	12.18	71.43
3100	13	36	13.60	70.59
3200	14	59	14.98	72.29



Continuación apéndice B.

Filtro	1	Brix:	57.7	Fecha:	16-mar-2011
Filtración	1	Bebida:	B	Tanque	12

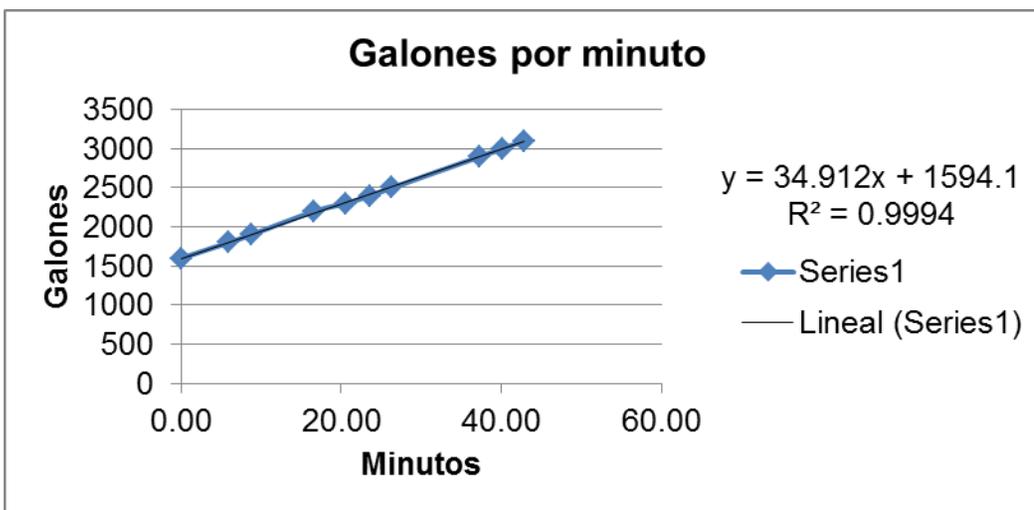
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
700	0	0	0.00	
800	2	1	2.02	49.59
900	4	4	4.07	48.78
1000	6	43	6.72	37.74
1100	8	57	8.95	44.78
1200	11	8	11.13	45.80
1300	13	18	13.30	46.15
1400	15	30	15.50	45.45
1500	17	52	17.87	42.25
1600	19	55	19.92	48.78



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	64	Fecha:	17-mar-2011
Filtración	2	Bebida:	C	Tanque	7

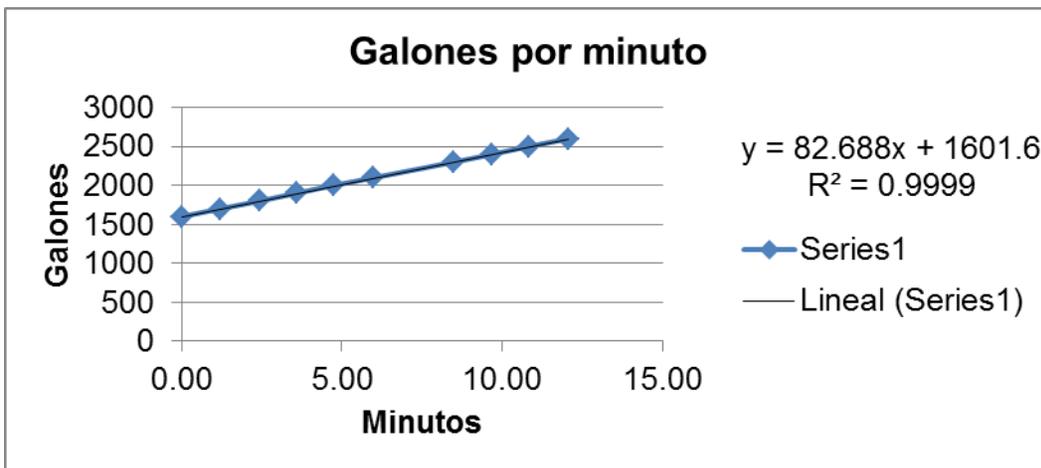
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
1600	0	0	0.00	
1800	5	56	5.93	33.71
1900	8	45	8.75	35.50
2200	16	40	16.67	37.89
2300	20	35	20.58	25.53
2400	23	37	23.62	32.97
2500	26	20	26.33	36.81
2900	37	21	37.35	36.31
3000	40	10	40.17	35.50
3100	42	50	42.83	37.50



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	54.5	Fecha:	18-mar-2011
Filtración	1	Bebida:	A	Tanque	6

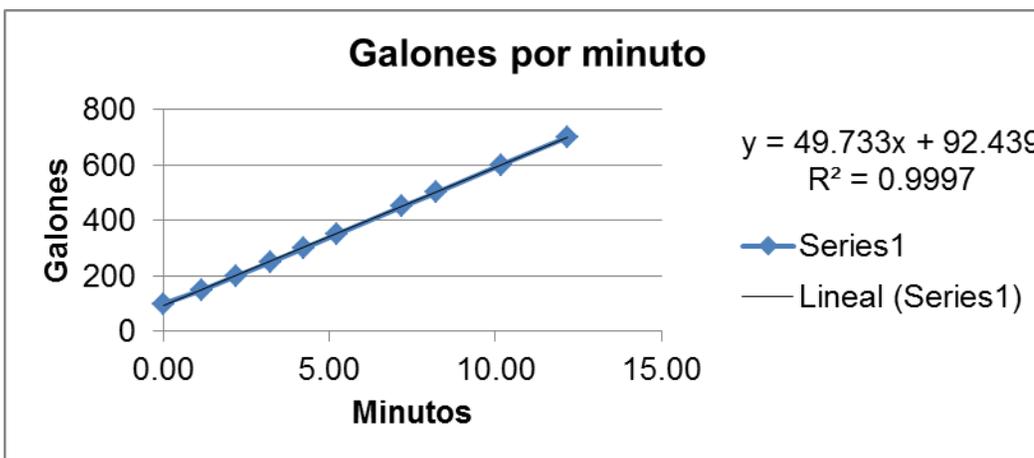
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
1600	0	0	0.00	
1700	1	12	1.20	83.33
1800	2	26	2.43	81.08
1900	3	35	3.58	86.96
2000	4	45	4.75	85.71
2100	6	0	6.00	80.00
2300	8	30	8.50	80.00
2400	9	41	9.68	84.51
2500	10	50	10.83	86.96
2600	12	5	12.08	80.00



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	64	Fecha:	21-mar-2011
Filtración	7	Bebida:	A	Tanque	10

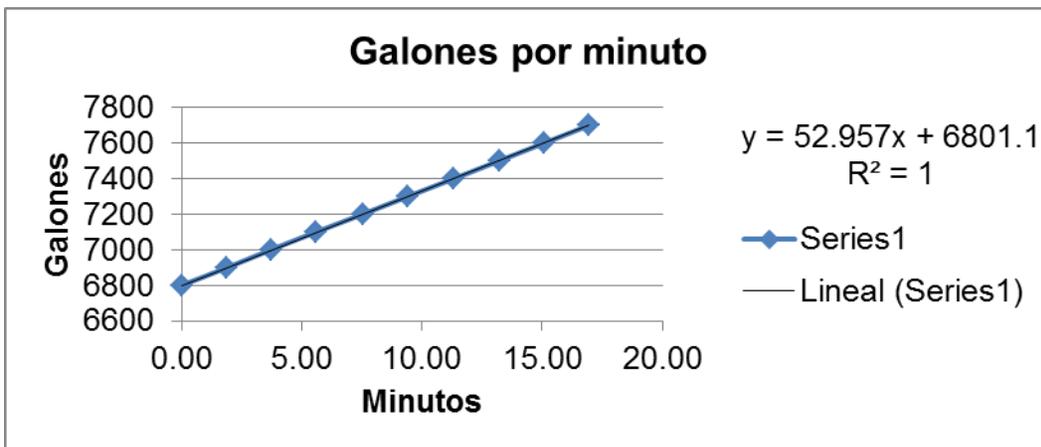
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
100	0	0	0.00	
150	1	10	1.17	42.86
200	2	12	2.20	48.39
250	3	14	3.23	48.39
300	4	14	4.23	50.00
350	5	13	5.22	50.85
450	7	12	7.20	50.42
500	8	13	8.22	49.18
600	10	10	10.17	51.28
700	12	10	12.17	50.00



Continuación apéndice B.

Filtro	1	Brix:	56.3	Fecha:	24-mar-2011
Filtración	2	Bebida:	A	Tanque	3

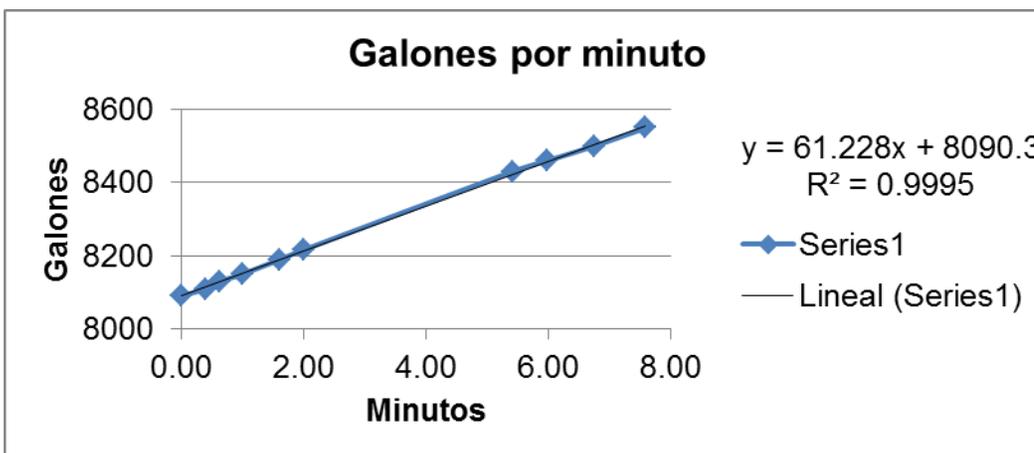
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
6800	0	0	0.00	
6900	1	54	1.90	52.63
7000	3	43	3.72	55.05
7100	5	36	5.60	53.10
7200	7	32	7.53	51.72
7300	9	25	9.42	53.10
7400	11	20	11.33	52.17
7500	13	13	13.22	53.10
7600	15	5	15.08	53.57
7700	16	58	16.97	53.10



Continuación apéndice B.

Filtro	1	Brix:	63.3	Fecha:	25-mar-2011
Filtración	1	Bebida:	B	Tanque	17

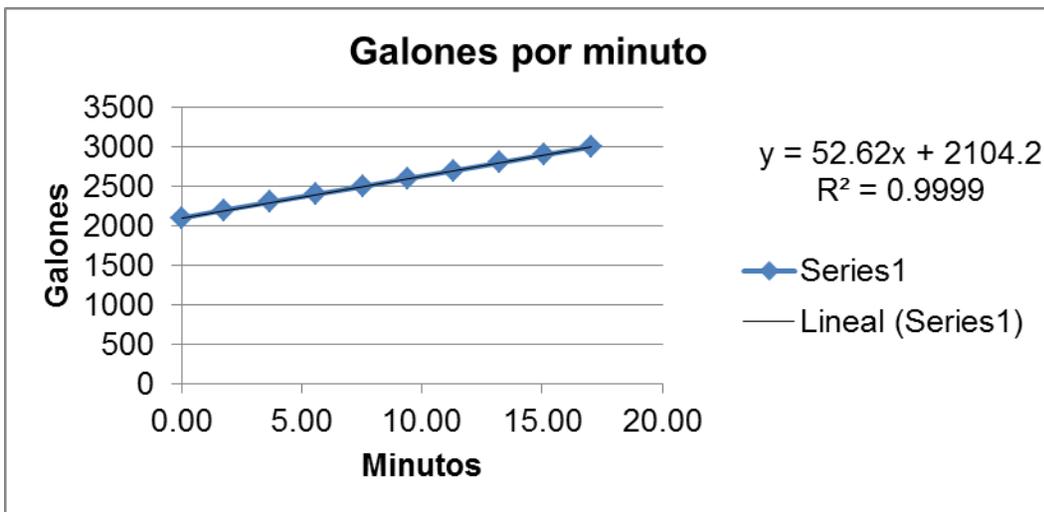
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
8090	0	0	0.00	
8110	0	24	0.40	50.00
8130	0	38	0.63	85.71
8150	1	0	1.00	54.55
8190	1	37	1.62	64.86
8216	2	0	2.00	67.83
8430	5	25	5.42	62.63
8460	5	59	5.98	52.94
8500	6	45	6.75	52.17
8550	7	36	7.60	58.82



Continuación apéndice B.

Filtro	1	Brix:	57.3	Fecha:	25-mar-2011
Filtración	2	Bebida:	A	Tanque	7

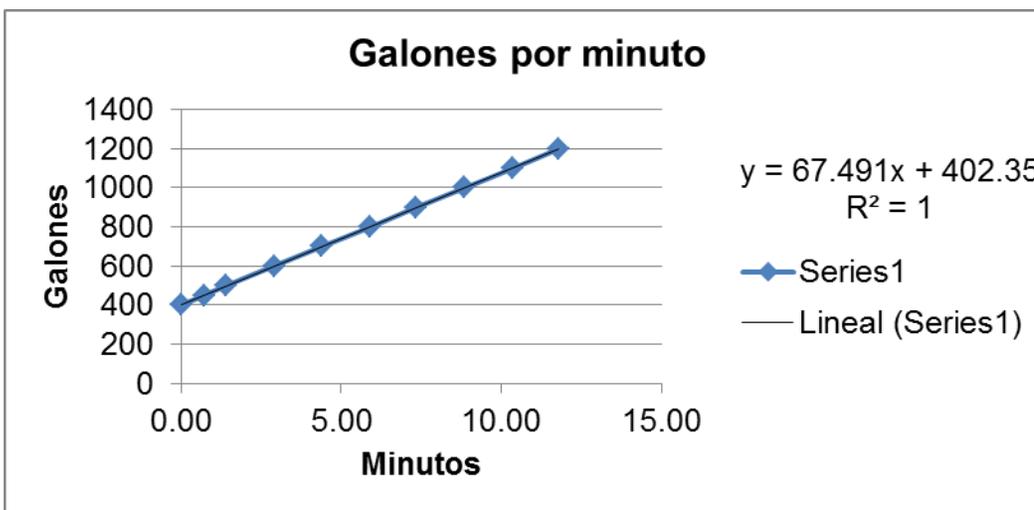
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
2100	0	0	0.00	
2200	1	47	1.78	56.07
2300	3	40	3.67	53.10
2400	5	35	5.58	52.17
2500	7	34	7.57	50.42
2600	9	24	9.40	54.55
2700	11	20	11.33	51.72
2800	13	15	13.25	52.17
2900	15	5	15.08	54.55
3000	17	3	17.05	50.85



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	56.8	Fecha:	28-mar-2011
Filtración	6	Bebida:	A	Tanque	9

Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
400	0	0	0.00	
450	0	43	0.72	69.77
500	1	25	1.42	71.43
600	2	54	2.90	67.42
700	4	24	4.40	66.67
800	5	55	5.92	65.93
900	7	21	7.35	69.77
1000	8	52	8.87	65.93
1100	10	22	10.37	66.67
1200	11	48	11.80	69.77



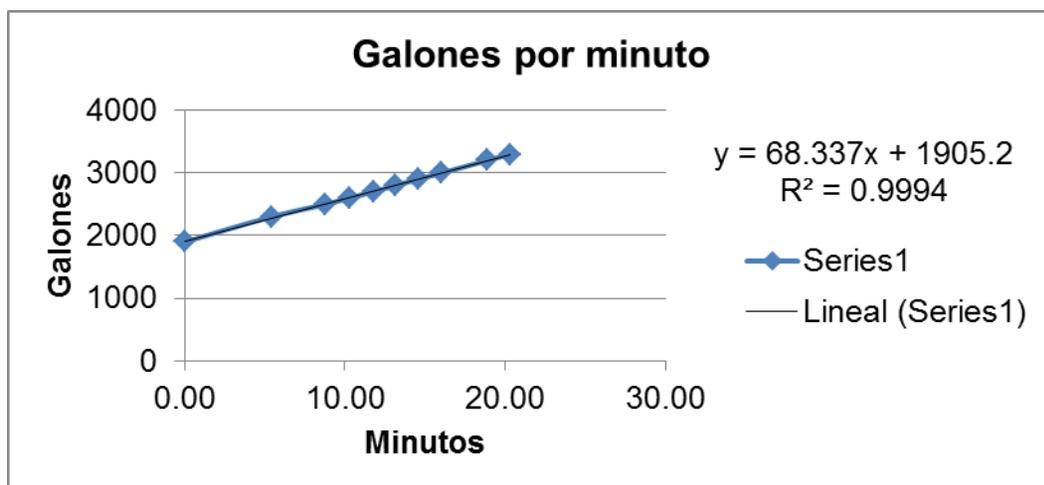
Continuación apéndice B.

0

Filtro 2 Brix: 57.3 Fecha: 28-mar-2011

Filtración **5** **Bebida:** Pepsi **Tanque** 18

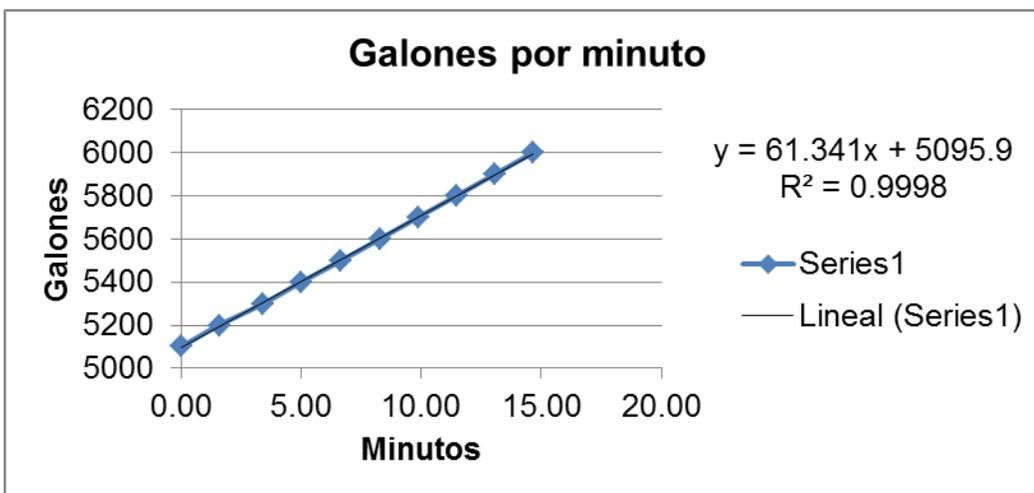
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
1900	0	0	0.00	
2300	5	25	5.42	73.85
2500	8	48	8.80	59.11
2600	10	17	10.28	67.42
2700	11	46	11.77	67.42
2800	13	8	13.13	73.17
2900	14	35	14.58	68.97
3000	16	2	16.03	68.97
3200	18	53	18.88	70.18
3300	20	20	20.33	68.97



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	57	Fecha:	29-mar-2011
Filtración	6	Bebida:	A	Tanque	1

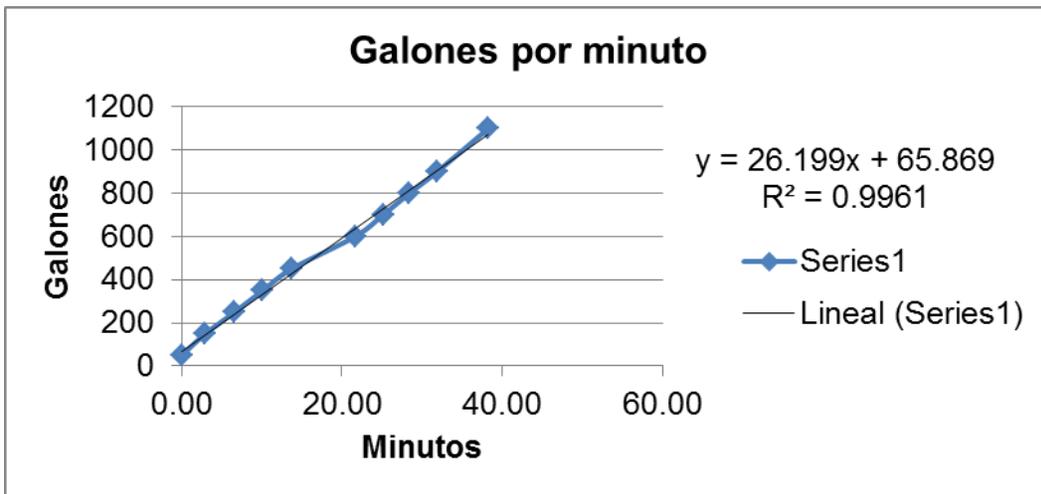
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
5100	0	0	0.00	
5200	1	35	1.58	63.16
5300	3	25	3.42	54.55
5400	5	0	5.00	63.16
5500	6	40	6.67	60.00
5600	8	17	8.28	61.86
5700	9	52	9.87	63.16
5800	11	29	11.48	61.86
5900	13	4	13.07	63.16
6000	14	40	14.67	62.50



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	64	Fecha:	1-abr-2011
Filtración #	Bebida:	B	Tanque	5	

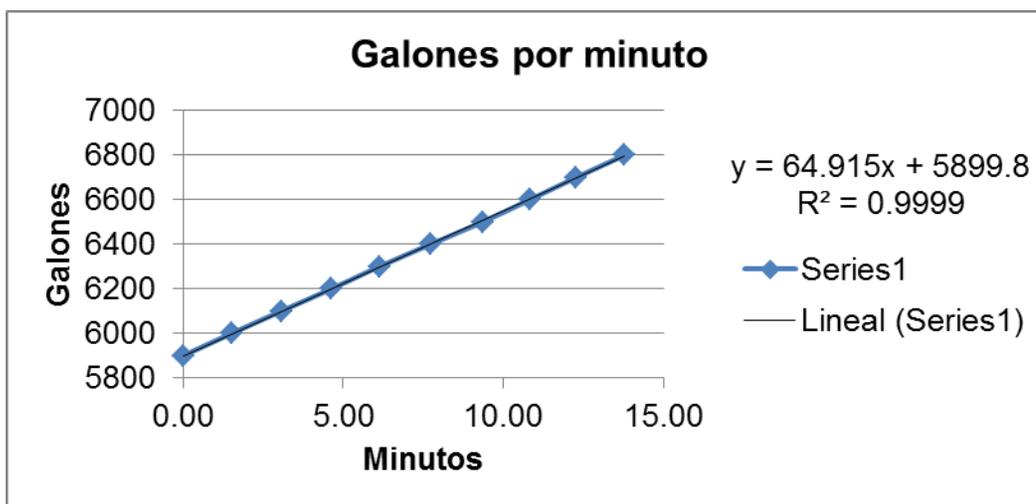
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
50	0	0	0.00	
150	2	59	2.98	33.52
250	6	38	6.63	27.40
350	10	9	10.15	28.44
450	13	46	13.77	27.65
600	21	41	21.68	18.95
700	25	10	25.17	28.71
800	28	27	28.45	30.46
900	31	55	31.92	28.85
1100	38	19	38.32	31.25



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	58.8	Fecha:	4-abr-2011
Filtración	3	Bebida:	A	Tanque	18

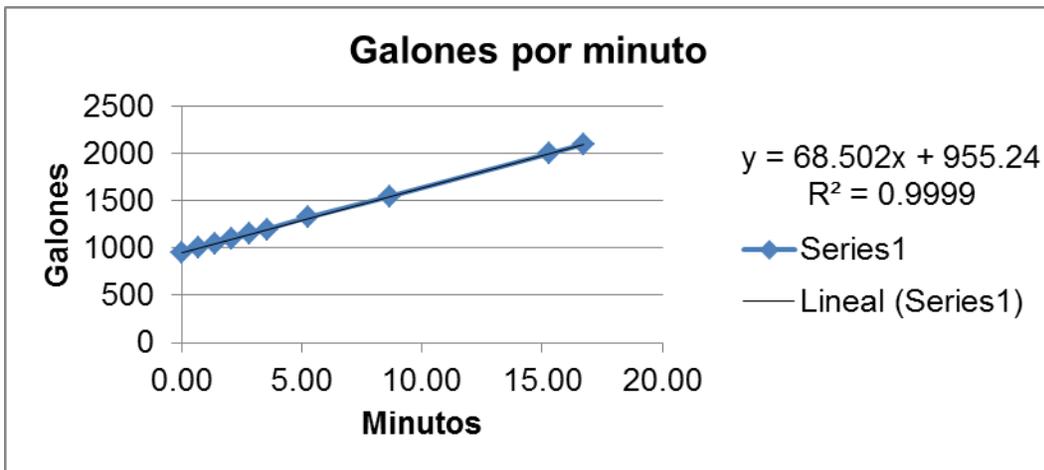
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
5900	0	0	0.00	
6000	1	31	1.52	65.93
6100	3	4	3.07	64.52
6200	4	38	4.63	63.83
6300	6	8	6.13	66.67
6400	7	44	7.73	62.50
6500	9	21	9.35	61.86
6600	10	50	10.83	67.42
6700	12	17	12.28	68.97
6800	13	48	13.80	65.93



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	59.6	Fecha:	4-abr-2011
Filtración	4	Bebida:	A	Tanque	3

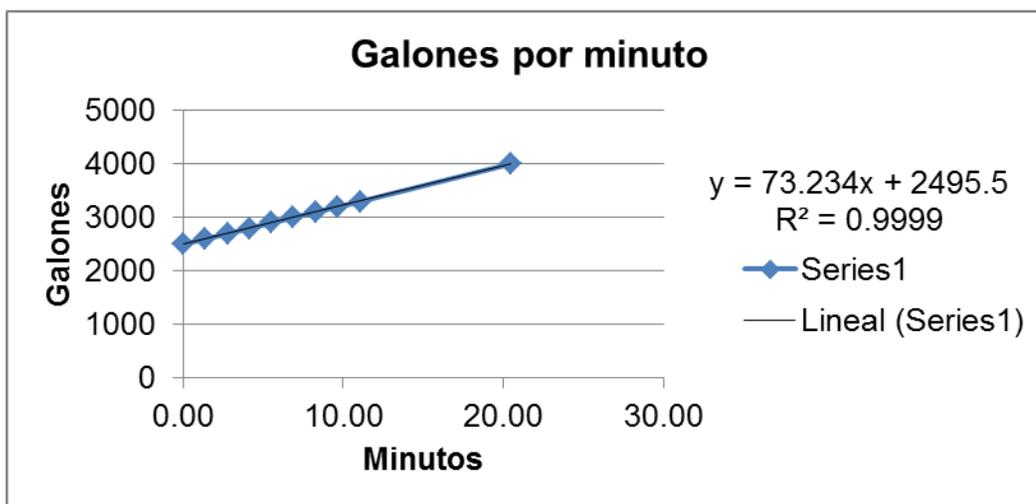
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
950	0	0	0.00	
1000	0	42	0.70	71.43
1050	1	24	1.40	71.43
1100	2	6	2.10	71.43
1150	2	50	2.83	68.18
1200	3	33	3.55	69.77
1325	5	15	5.25	73.53
1550	8	41	8.68	65.53
2000	15	17	15.28	68.18
2100	16	44	16.73	68.97



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	56.9	Fecha:	4-abr-2011
Filtración	5	Bebida:	A	Tanque	3

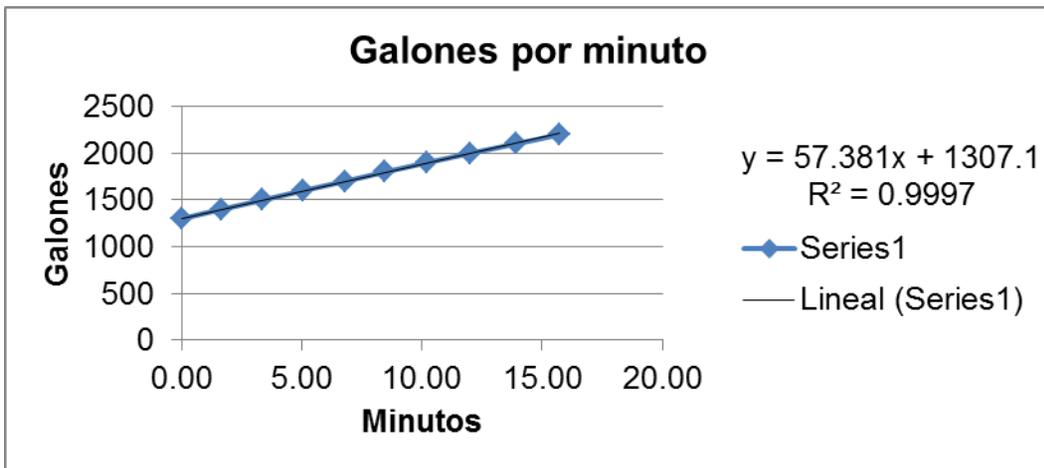
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
2500	0	0	0.00	
2600	1	23	1.38	72.29
2700	2	47	2.78	71.43
2800	4	10	4.17	72.29
2900	5	32	5.53	73.17
3000	6	53	6.88	74.07
3100	8	18	8.30	70.59
3200	9	40	9.67	73.17
3300	11	5	11.08	70.59
4000	20	27	20.45	74.73



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	62.1	Fecha:	4-abr-2011
Filtración	6	Bebida:	B	Tanque	10

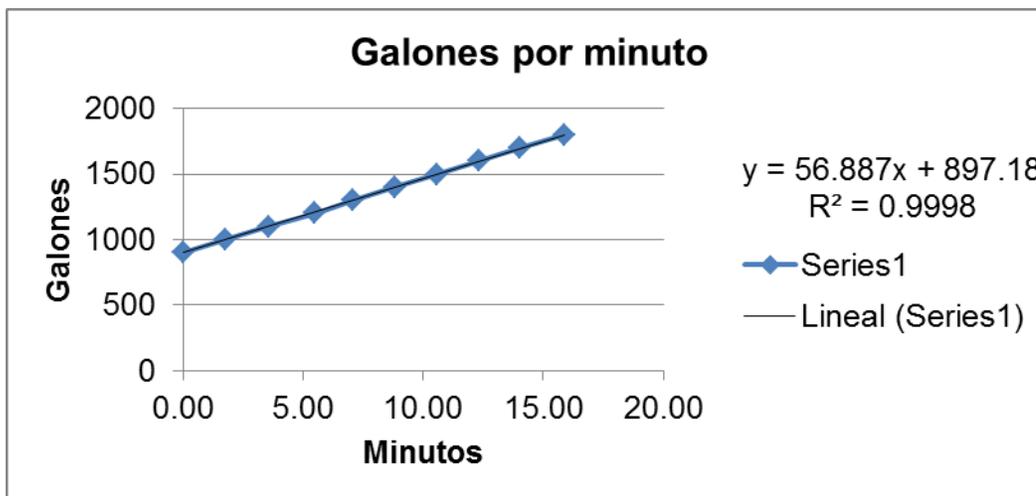
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
1300	0	0	0.00	
1400	1	39	1.65	60.61
1500	3	23	3.38	57.69
1600	5	3	5.05	60.00
1700	6	48	6.80	57.14
1800	8	28	8.47	60.00
1900	10	13	10.22	57.14
2000	12	0	12.00	56.07
2100	13	54	13.90	52.63
2200	15	43	15.72	55.05



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	59.7	Fecha:	4-abr-2011
Filtración	7	Bebida:	A	Tanque	9

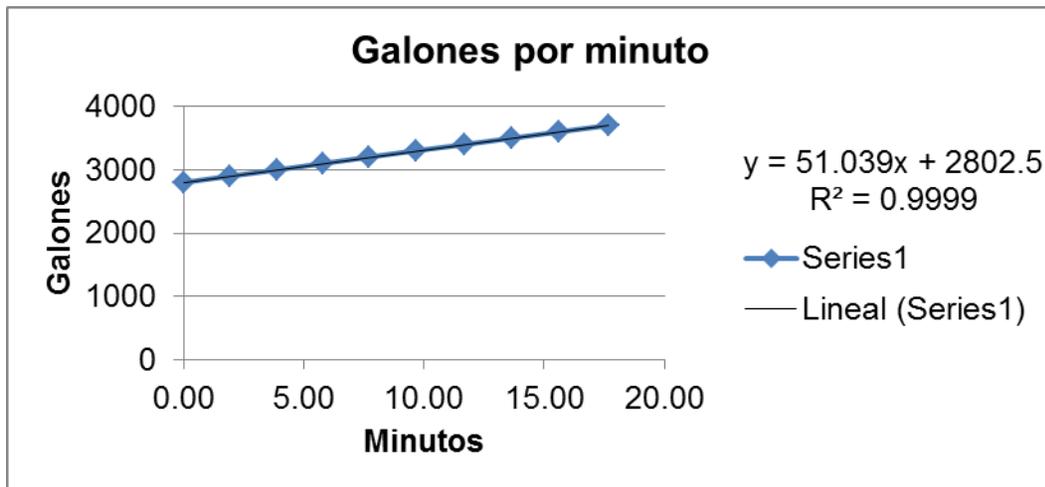
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
900	0	0	0.00	
1000	1	46	1.77	56.60
1100	3	33	3.55	56.07
1200	5	30	5.50	51.28
1300	7	6	7.10	62.50
1400	8	48	8.80	58.82
1500	10	36	10.60	55.56
1600	12	20	12.33	57.69
1700	14	3	14.05	58.25
1800	15	54	15.90	54.05



Continuación apéndice B.

Filtro 2 Brix: 63.9 Fecha: 4-abr-2011
Filtración 8 Bebida: A Tanque 8

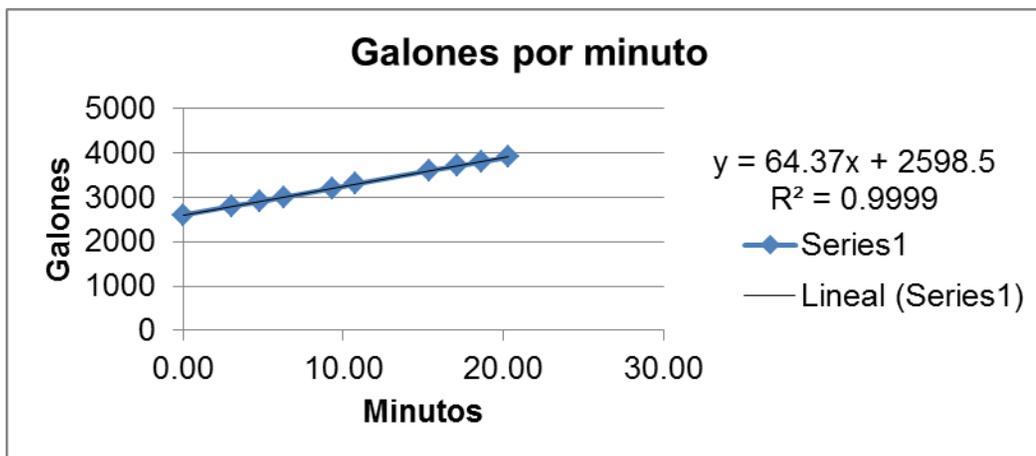
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
2800	0	0	0.00	
2900	1	56	1.93	51.72
3000	3	55	3.92	50.42
3100	5	49	5.82	52.63
3200	7	42	7.70	53.10
3300	9	39	9.65	51.28
3400	11	42	11.70	48.78
3500	13	40	13.67	50.85
3600	15	38	15.63	50.85
3700	17	40	17.67	49.18



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	57.7	Fecha:	7-abr-2011
Filtración	8	Bebida:	A	Tanque	8

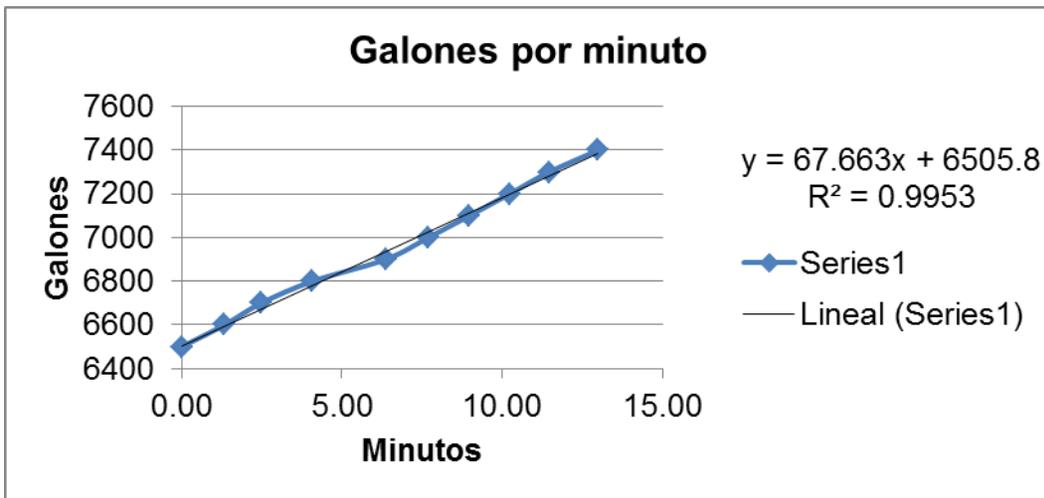
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
2600	0	0	0.00	
2800	3	4	3.07	65.22
2900	4	50	4.83	56.60
3000	6	17	6.28	68.97
3200	9	21	9.35	65.22
3300	10	48	10.80	68.97
3600	15	25	15.42	64.98
3700	17	9	17.15	57.69
3800	18	40	18.67	65.93
3900	20	18	20.30	61.22



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	56.2	Fecha:	11-abr-2011
Filtración	6	Bebida:	A	Tanque	1

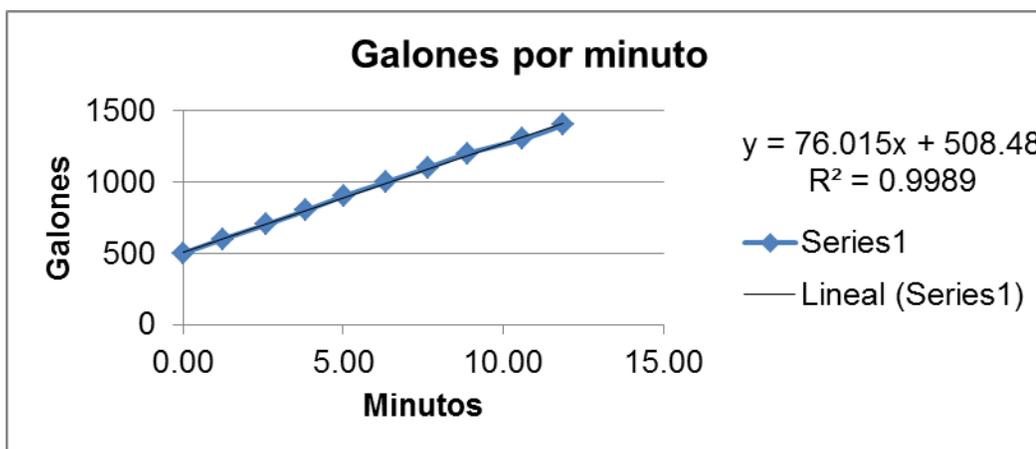
Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
6500	0	0	0.00	
6600	1	20	1.33	75.00
6700	2	29	2.48	86.96
6800	4	5	4.08	62.50
6900	6	22	6.37	43.80
7000	7	42	7.70	75.00
7100	8	59	8.98	77.92
7200	10	14	10.23	80.00
7300	11	28	11.47	81.08
7400	13	0	13.00	65.22



Continuación apéndice B.

Filtro	2	Brix:	56	Fecha:	11-abr-2011
Filtración	7	Bebida:	A	Tanque	17

Galones	Minutos	Segundos	Minutos Totales	gpm
500	0	0	0.00	
600	1	15	1.25	80.00
700	2	35	2.58	75.00
800	3	50	3.83	80.00
900	5	1	5.02	84.51
1000	6	21	6.35	75.00
1100	7	40	7.67	75.95
1200	8	54	8.90	81.08
1300	10	36	10.60	58.82
1400	11	53	11.88	77.92



Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE

C. Registro de tiempos para operaciones de *bag in box*

No.	Operario 1		Operario 2		Empacar <i>pallet</i>	Llenado de bolsa		
	Preparación de cajas	Envío de bolsa	Sellar caja	Estibar caja		Suave	Normal	Gruesa
1	8	7	3	6	80	13	16	31
2	8	7	6	11	100	12	15	33
3	8	7	2	8	70	11	16	33
4	8	7	4	8	75	13	15	33
5	7	9	6	12	90	12	16	32
6	8	7	3	7		12	16	32
7	9	7	2	7		13	16	34
8	9	7	3	13		12	16	34
9	9	7	3	6		12	16	32
10	9	7	3	9		12	16	32
11	10	7	4	7		11	14	31
12	9	7	3	7		12	14	33
13	9	8	4	7		12	13	33
14	8	9	4	8		12	14	33
15	9	7	4	5		11	13	33
16	9	8	4	5		11	13	34
17	8	7	5	4		12	14	32
18	9	7	3	5		12	14	31
19	9	8	3	6		12	14	33
20	9	7	5	6		12	14	34
21	9	8	4	5		12	14	34
22	9	6	2	5		12	13	34
23	8	7	2	5		12	14	33
24	8	6	2	8		12	13	33
25	9	7	2	7		12	14	33
26	7	6	4	7		12	14	33
27	8	7	2	8		12	14	33
28	8	7	2	5		12	14	33
29	8	7	2	7		12	14	33
30	8	10	2	8		12	14	33
31	9	6	2	5		12	14	33
32	8	8	2	5		12	14	33

Continuación apéndice C.

No.	Operario 1		Operario 2		Llenado de bolsa		
	Preparación de cajas	Envío de bolsa	Sellar caja	Estibar caja	Suave	Normal	Gruesa
33	9	8	2	5	12	14	33
34	8	8	2	5	12	14	33
35	9	7	2	5	12	14	33
36	9	8	3	6	13	14	33
37	7	9	5	5	12	14	33
38	9	8	2	4	12	14	33
39	7	7	3	9	12	14	33
40	9	8	3	5	11	14	33
41	10	7	2	5	12	14	33
42	9	8	3	5	12	14	33
43	10	8	4	7	12	14	33
44	8	7	6	5	13	14	33
45	8	8	6	7	12	14	33
46	8	7	3	7	12	14	33
47	7	8	2	6	13	13	33
48	8	6	2	5	12	14	33
49	7	7	3	5	12	14	33
50	8	7	3	6	13	14	33
51	9	8	3	5	12	14	33
52	9	7	4	8	12	14	33
53	8	7	2	8	12	14	33
54	8	7	5	5	12	14	33
55	11	7	4	5	12	14	33
56	9	7	4	5	12	14	33
57	7	8	4	7	12	14	33
58	10	8	4	7	12	14	33
59	13	7	4	5	12	14	33
60	8	9	3	6	12	14	33
61	13	7	3	4	13	14	33
62	10	7	2	4	11	14	33
63	9	7	4	10	12	14	33
64	10	7	4	8	13	14	33
65	13	8	4	6	11	14	33
66	8	8	4	9	12	14	33
67	8	8	3	8	12	14	33
68	12	8	4	11	12	14	33
69	9	7	5	11	12	14	33
70	9	8	5	9	12	14	33

Continuación apéndice C.

No.	Operario 1		Operario 2		Llenado de bolsa		
	Preparación de cajas	Envío de bolsa	Sellar caja	Estibar caja	Suave	Normal	Gruesa
71	12	8	4	9	12	13	33
72	9	7	5	11	12	14	33
73	13	7	3	9	12	14	33
74	9	9	4	8	12	14	33
75	9	7	5	7	12	14	33
76	10	7	5	10	13	14	33
77	10	7	5	10	12	14	33
78	10	10	2	11	11	14	33
79	9	10	3	9	12	14	33
80	8	9	3	7	12	14	33
81	12	7	4	7	12	14	33
82	9	7	4	7	12	16	33
83	8	7	4	7	12	13	33
84	9	8	4	9	11	14	33
85	10	8	3	7	12	14	33
86	12	7	2	9	13	14	33
87	9	7	2	11	12	14	33
88	10	7	2	9	12	14	33
89	9	7	3	4	12	14	33
90	10	8	2	5	12	14	33
91	8	7	2	6	12	14	33
92	9	7	2	5	12	13	33
93	10	9	1	5	12	14	33
94	9	8	2	8	12	14	33
95	10	8	2	7	12	14	33
96	11	9	1	10	12	14	33
97	10	7	3	12	12	14	33
98	10	7	2	4	12	14	33
99	9	9	2	6	12	13	33
100	8	7	3	4	12	14	33
101	9	9	2	5	12	16	33
102	9	8	2	6	12	15	33
103	8	8	3	7	12	15	33
104	9	7	4	4	12	16	33
105	9	7	4	7	12	16	33
106	9	8	2	4	13	16	33
107	8	7	3	4	11	15	32
108	10	7	2	7	11	16	33
109	9	7	3	8	12	16	33
110	9	7	3	6	12	16	33
111	9	7	2	5	12	15	33
112	8	8	3	5	12	16	33
113	10	5	2	6	12	16	33
114	7	8	3	4	12	16	33
115	9	7	3	5	12	16	33

Continuación apéndice C.

No.	Operario 1		Operario 2		Llenado de bolsa		
	Preparación de cajas	Envío de bolsa	Sellar caja	Estibar caja	Suave	Normal	Gruesa
116	9	9	2	12	12	15	33
117	9	9	3	7	12	15	33
118	8	8	2	7	12	15	33
119	9	7	1	11	12	15	33
120	9	7	2	7	12	16	34
121	9	7	1	5	12	15	33
122	8	5	2	6	12	16	33
123	8	7	2	9	12	16	33
124	8	10	2	7	12	15	33
125	8	7	2	9	12	14	33
126	9	6	2	6	12	14	33
127	9	6	2	5	12	14	33
128	9	8	2	9	12	14	33
129	14	6	2	7	12	14	33
130	12	6	2	9	12	14	32
131	8	8	3	6	12	14	34
132	11	7	3	5	12	14	33
133	9	7	2	6	12	14	33
134	14	5	2	7	12	14	33
135	9	6	2	6	12	14	33
136	11	6	2	5	12	14	33
137	8	6	2	5	12	14	33
138	9	7	1	6	12	13	33
139	9	7	2	5	12	13	33
140	11	8	2	7	12	14	33
141	11	6	3	5	12	16	33
142	8	7	2	7	12	15	33
143	10	7	2	6	12	16	33
144	8	7	2	10	12	15	33
145	8	7	3	7	12	16	33
146	9	8	3	7	12	16	33
147	9	8	2	9	12	16	33
148	7	7	2	5	12	16	33
149	8	9	1	5	12	16	33
150	10	8	1	7	12	16	33
151	7	6	2	5	12	16	33
152	7	6	2	7	12	16	33
153	8	8	2	5	12	16	31
154	7	6	2	11	12	16	32
155	7	8	3	7	12	16	32
156	7	9	2	5	12	15	31
157	7	8	2	5	12	16	31
158	7	8	2	6	12	16	32
159	6	8	2	7	12	16	32
160	7	7	1	6	12	15	32

Continuación apéndice C.

No.	Operario 1		Operario 2		Llenado de bolsa		
	Preparación de cajas	Envío de bolsa	Sellar caja	Estibar caja	Suave	Normal	Gruesa
161	6	8	1	4	12	15	32
162	7	8	1	4	12	15	31
163	7	7	2	6	12	16	31
164	9	7	1	4	12	15	31
165	9	9	1	6	12	16	33
166	8	8	2	3	12	15	32
167	8	7	2	5	12	16	31
168	9	8	2	4	12	15	32
169	9	11	2	6	12	15	31
170	8	7	2	4	12	16	34
171	9	8	3	4	12	15	32
172	9	7	3	5	12	16	32
173	9	9	2	5	12	14	30
174	10	9	3	5	12	14	31
175	9	9	2	2	12	13	32
176	9	10	3	4	12	14	32
177	8	10	2	7	12	14	32
178	9	9	2	6	12	14	31
179	8	11	2	3	12	14	30
180	9	9	3	4	12	14	32
181	9	10	2	5	12	14	32
182	9	8	3	7	12	14	32
183	9	9	3	4	12	14	32
184	8	9	3	6	12	14	32
185	8	8	2	6	12	14	32
186	6	9	3	8	12	14	32
187	7	8	3	6	12	14	32
188	8	9	4	4	12	14	32
189	8	8	3	6	12	14	32
190	10	9	3	3	12	14	32
191	8	10	4	6	11	14	32
192	6	8	3	4	13	14	32
193	9	9	3	3	12	14	32
194	7	10	2	3	12	13	32
195	8	9	2	7	12	14	32
196	9	10	4	5	12	14	32
197	8	13	4	10	12	14	32
198	7	9	3	4	12	14	32
199	7	7	3	4	12	14	32
200	7	7	3	3	12	14	31

Fuente: elaboración propia.

APÉNDICE

D. Evaluación de capacitación



Evaluación Seguridad Industrial

Nombre: _____ Fecha: _____

1. ¿Cuál es la finalidad de contar con una ruta de evacuación?
2. ¿Dónde se localiza el punto de reunión?
3. ¿Cuál es el número máximo de tarimas que debe haber en la plataforma de carga de azúcar?
4. ¿Qué equipo de protección se debe utilizar en Bag in Box?
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
 - d. _____
 - e. _____
5. ¿Qué equipo de protección se debe utilizar en sala de filtros?
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
 - d. _____
 - e. _____
6. ¿Qué equipo de protección se debe utilizar en la carga de azúcar?
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
 - d. _____
 - e. _____
 - f. _____
7. ¿Qué equipo de protección se debe utilizar al preparar concentrados?
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
 - d. _____
 - e. _____
8. Explique brevemente la importancia del equipo de protección industrial y mencione 3 posibles consecuencias de no utilizarlo.

Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Tabla de probabilidad para evaluar riesgos laborales

Probabilidad	Frecuencia	Ponderación
Alta	El daño ocurrirá siempre o casi siempre	30
Media alta	El daño ocurrirá en ciertos períodos y bajo ciertas circunstancias (50% de los casos)	25
Media alta	El daño ocurrirá en algunas ocasiones (20% de los casos)	20
Media baja	El daño ocurrirá raras veces (ha sucedido alguna vez)	15
Baja	El daño ocurrirá raras veces (nunca ha ocurrido)	10

Fuente: Manual de evaluación de riesgos de Embotelladora la Mariposa, S.A.

Tabla de consecuencia para evaluar riesgos laborales

Gravedad	Consecuencia	Ponderación
Ligeramente dañino	Daños superficiales como cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo, molestias, entre otros	Menos de 1 día de baja laboral
Considerablemente dañino		1 a 15 días de baja laboral
Dañino	Daños como laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo esqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor	15 a 90 días de baja laboral
Muy dañino		Más de 3 meses de baja laboral
Extremadamente dañino	Daños como amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades crónicas	Imposibilitado para volver al puesto de trabajo

Fuente: Manual de evaluación de riesgos de Embotelladora la Mariposa, S.A.

Tabla de niveles de riesgos laborales

		Severidad				
		Ligeramente dañino	Considerablemente dañino	Dañino	Muy dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad de ocurrencia	Baja	Trivial	Trivial +	Tolerable	Tolerable +	Moderado
	Media Baja	Trivial +	Tolerable	Tolerable +	Moderado	Moderado +
	Media	Tolerable	Tolerable +	Moderado	Moderado +	Importante
	Media Alta	Tolerable +	Moderado	Moderado +	Importante	Importante +
	Alta	Moderado	Moderado +	Importante	Importante +	Intolerable

Fuente: Manual de evaluación de riesgos de Embotelladora la Mariposa, S.A.

Tabla de planes de acción ante niveles de riesgo

Nivel de riesgo	Plan de acción
Trivial	Preventivo
Trivial +	Preventivo
Tolerable	Preventivo
Tolerable +	Preventivo
Moderado	Correctivo
Moderado +	Correctivo
Importante	Correctivo
Importante +	Correctivo
Intolerable	Correctivo

Fuente: Manual de evaluación de riesgos de Embotelladora la Mariposa, S.A.