



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

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE AHORRO ENERGÉTICO, EN EL SISTEMA DE VAPOR, DE UNA PLANTA PROCESADORA DE FÁRMACOS, CON ENFOQUE EN PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

**Orlando José Castañeda García**

Asesorado por el Ing. Eleazar Juan López Gómez

Guatemala, abril de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE AHORRO ENERGÉTICO, EN EL SISTEMA DE VAPOR, DE UNA PLANTA PROCESADORA DE FÁRMACOS, CON ENFOQUE EN PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ORLANDO JOSÉ CASTAÑEDA GARCÍA**  
ASESORADO POR EL ING. ELEAZAR JUAN LÓPEZ GÓMEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

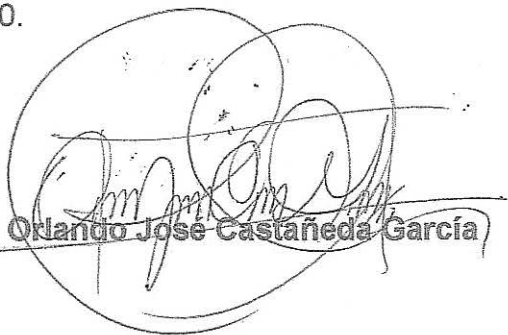
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Estuardo Ixpata Reyes (q.e.p.d.)
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Edwin Giovanni Tobar Guzmán
SECRETARIA	Inga. Mayra Grisela Corado

## 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 UN PROGRAMA DE AHORRO ENERGÉTICO, EN EL SISTEMA DE VAPOR, DE UNA PLANTA PROCESADORA DE FÁRMACOS, CON ENFOQUE EN PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha febrero de 2010.



Orlando José Castañeda García

Guatemala, octubre del 2012

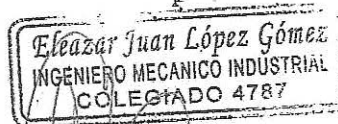
Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
USAC

Ingeniero Urquizú:

Por este medio hago constar que estoy de acuerdo con el trabajo de tesis presentado por el estudiante Orlando José Castañeda García cursante de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, en la escuela a su digno cargo, con carnet No. 2002-19579. Tema: "Propuesta de un programa de ahorro energético, en el sistema de vapor, de una planta procesadora de fármacos, con enfoque en prácticas operativas de producción más limpia".

Muy atentamente,

Asesor:



Ing. Eleazar Juan López Gómez

Ingeniero Mecánico Industrial

Colegiado No. 4,787



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE AHORRO ENERGÉTICO, EN EL SISTEMA DE VAPOR, DE UNA PLANTA PROCESADORA DE FÁRMACOS, CON ENFOQUE EN PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**, presentado por el estudiante universitario **Orlando José Castañeda García**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*Nora Leonor Elizabeth García Tobar*  
*Ingeniera Industrial*  
*Colegiado No. 8721*

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.101.013

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 **PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE AHORRO ENERGÉTICO, EN EL SISTEMA DE VAPOR, DE UNA PLANTA PROCESADORA DE FÁRMACOS, CON ENFOQUE EN PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**, presentado por el estudiante universitario Orlando José Castañeda García, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 237 .2013

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 UN PROGRAMA DE AHORRO ENERGÉTICO, EN EL SISTEMA DE VAPOR, DE UNA PLANTA PROCESADORA DE FÁRMACOS, CON ENFOQUE EN PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**, presentado por el estudiante universitario **Orlando José Castañeda García**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 3 de abril de 2013

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por ser el pilar más importante en mi vida, la fuente de sabiduría y luz que guía mi camino en todo momento, gracias por tu inmenso amor y misericordia hacia mí, este éxito te lo entrego a ti.

### **Mis padres**

Ing. Orlando Castañeda Chamo (q.e.p.d.) por ser esa persona ejemplar y enseñarme a cumplir con las metas, aunque no te tenga cerca pero sé que me escuchas, te quiero mucho, Lesbia Emperatriz García de Castañeda, gracias por tu amor infinito de madre, tus sacrificios y desvelos; por ser un ejemplo a seguir, por formar parte fundamental en mi vida. Mamá te quiero mucho, este triunfo también es tuyo.

### **Mi pareja**

Flor de María Sucup por su amor, cariño, paciencia y lo más importante por darme el regalo más grande, mi hija, Ariadna Fernanda, las amo.

### **Mi abuela**

Olivia Chamo de Castañeda, con gran admiración amor y cariño, este triunfo lo dedico a tu memoria; porque en cada uno de tus sabios consejos, hubo siempre para mí un salmo divino de Dios, un pétalo fragante de una rosa y una gota sublime de miel.

**Mis hermanas**

Olivia Emperatriz y Sharon Marycielo Castañeda, por ser mis mejores amigas, por estar conmigo siempre cuando lo necesito, por apoyarme en los momentos más difíciles. Este éxito también es suyo, las quiero mucho hermanas.

**Mis sobrinos**

En especial Orlando Castañeda por su cariño y Jean Pablo Castañeda, un millón de gracias por su amor que llenan mi vida de alegría.

**Mis amigos y amigas**

Por compartir su amistad sincera y estar conmigo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser la fuente de conocimientos que me formó como profesional.

**El Ing. Alberto Saldarriaga** Por darme la oportunidad de realizar este trabajo en la empresa. Gracias a sus conocimientos pude realizar este trabajo.

**El Ing. Juan Eleazar López Gómez** Por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo de graduación. Gracias por sus sugerencias que fueron de gran ayuda en la culminación del mismo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS .....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Ubicación .....	2
1.1.3. Misión .....	3
1.1.4. Visión.....	3
1.1.5. Valores.....	4
1.1.6. Políticas .....	4
1.1.7. Productos.....	5
1.1.8. Materias primas principales.....	8
1.1.9. Jornadas de trabajo .....	10
1.2. Distribución de planta .....	11
1.2.1. Estructura organizacional.....	11
1.2.2. Descripción de puestos .....	13
1.3. Proceso de producción .....	13
1.3.1. Descripción del proceso.....	13
1.3.2. Tipo de proceso .....	14
1.3.3. Producción actual .....	14
1.3.4. Días de operación .....	15

1.3.5.	Diagrama de operaciones.....	15
1.3.5.1.	Definición.....	15
1.3.5.2.	Características.....	16
1.3.6.	Proceso de fabricación de productos fármacos .....	16
1.3.6.1.	Características.....	16
1.3.6.2.	Métodos.....	16
1.3.6.3.	Actividades .....	17
1.4.	Definición de energía .....	17
1.4.1.	Tipos de energía.....	18
1.4.1.1.	Energía termoeléctrica.....	19
1.4.1.2.	Energía geotérmica .....	19
1.4.1.3.	Energía eléctrica.....	21
1.4.1.4.	Energía hidráulica.....	21
2.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL .....	23
2.1.	Sistema de vapor en la planta .....	23
2.1.1.	Proceso del consumo .....	25
2.1.1.1.	Evaporado .....	27
2.1.1.2.	Condensado .....	27
2.1.2.	Utilización del vapor vinculado directamente en el proceso productivo .....	27
2.1.2.1.	Actividades .....	29
2.1.2.2.	Fuentes principales.....	29
2.1.3.	Utilización del vapor no vinculado en el proceso productivo.....	30
2.1.3.1.	Actividades .....	30
2.1.3.2.	Usos .....	30
2.1.4.	Líneas fundamentales de la producción .....	30
2.1.4.1.	Filtración .....	31

	2.1.4.2.	Evaporación .....	31
	2.1.4.3.	Centrifugación .....	31
	2.1.4.4.	Sistema de vapor .....	32
	2.1.4.5.	Autoclaves .....	32
	2.1.4.6.	Esterización .....	32
	2.1.4.7.	Lavadoras de agua caliente .....	33
	2.1.4.8.	Destilación .....	33
2.2.		Proceso de consumo del vapor.....	34
	2.2.1.	Reconocimiento de las pérdidas por fugas y tubería sin aislamiento .....	35
	2.2.2.	Consumo de combustibles .....	35
2.3.		Diagnóstico de equipos .....	36
	2.3.1.	Tamaño de las tuberías de vapor.....	36
	2.3.2.	Tipos de válvulas .....	38
2.4.		Trampas de vapor.....	38
	2.4.1.	Termostáticas .....	39
	2.4.2.	Termodinámicas .....	40
	2.4.3.	Mecánicas.....	40
2.5.		Antecedentes actuales del sistema.....	41
	2.5.1.1.	Estado del sistema eléctrico.....	45
	2.5.1.2.	Generalidades.....	45
	2.5.1.3.	Sistema de generación.....	46
	2.5.1.4.	Sistema de distribución primario .....	46
	2.5.1.5.	Consumo de energía.....	47
	2.5.2.	Equipo para la generación del vapor industrial.....	48
	2.5.2.1.	Calderas.....	50
	2.5.2.2.	Funcionamiento de las calderas .....	51
	2.5.2.3.	Tipos de calderas.....	52
	2.5.2.4.	Mantenimiento de las calderas .....	53

2.5.2.5.	Cálculo del caudal de extracción del vapor .....	54
3.	PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO .....	57
3.1.	Propiedades y aplicaciones del vapor .....	57
3.1.1.	Vapor.....	59
3.1.1.1.	Vapor húmedo .....	59
3.1.1.2.	Vapor saturado .....	59
3.1.1.3.	Vapor sobrecalentado.....	59
3.1.2.	Calor sensible o de líquido saturado.....	60
3.1.3.	Calor latente o de vaporización .....	60
3.1.4.	Calor total o temperatura del vapor .....	60
3.1.5.	Capacidad calorífica .....	60
3.1.6.	Temperatura crítica .....	61
3.1.7.	Entalpía .....	61
3.1.8.	Volumen específico .....	61
3.1.9.	Volumen específico de vapor .....	62
3.1.10.	Presión absoluta, manométrica y de vacío .....	62
3.1.11.	Vapor condensado .....	62
3.2.	Generación de vapor.....	63
3.3.	Distribución de vapor.....	64
3.4.	Consumo de vapor.....	65
3.5.	Ahorro de energía en el condensado .....	66
3.5.1.	Retorno del condensado.....	67
3.5.2.	Aislamiento del condensado .....	68
3.5.3.	Cierre del sistema de condensado .....	68
3.5.4.	Precalentar agua con el condensado.....	68
3.5.5.	Reducción de presión de vapor .....	69

3.5.6.	Drenado del condensado .....	69
3.5.7.	Efecto del aire en la transferencia de calor .....	70
3.5.8.	Estimación del costo de vapor .....	70
3.5.9.	El costo al no verificar las trampas.....	74
3.6.	Utilización de Producción más Limpia.....	76
3.6.1.	Beneficios de la Producción más Limpia.....	78
3.6.1.1.	Fundamentos .....	78
3.6.1.2.	Enfoques.....	79
3.6.1.3.	Beneficios .....	80
3.6.1.3.1.	Financieros.....	80
3.6.1.3.2.	Operacionales .....	80
3.6.1.3.3.	Comerciales .....	81
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	83
4.1.	Aplicación de la Producción más Limpia .....	83
4.1.1.	Procesos productivos.....	83
4.1.2.	Materia prima.....	83
4.1.3.	Métodos de trabajo .....	84
4.1.4.	Maquinaria y equipo.....	84
4.1.5.	Uso eficiente del agua.....	85
4.1.6.	Aguas residuales industriales.....	87
4.1.7.	Tecnología de tratamientos.....	87
4.2.	Transformaciones de la energía en sistema de vapor.....	89
4.2.1.	Producción más Limpia y energía .....	90
4.2.2.	Racionalización en los consumos .....	91
4.3.	Metodología de los análisis energéticos .....	92
4.3.1.	Metodología de análisis energético .....	92
4.3.2.	Dónde debe emplearse el programa de ahorro energético .....	93



4.3.3.	Qué necesita la empresa para implementar el programa de ahorro energético .....	94
4.4.	Buenas prácticas de reducción del consumo de vapor .....	95
4.4.1.	Generadores de vapor.....	95
4.4.2.	Aire comprimido.....	96
4.4.3.	Calentamiento y enfriamiento del agua.....	97
4.4.4.	Sistema de trasiego de bombas .....	99
4.5.	Análisis de consumo .....	99
4.5.1.	Áreas de consumo.....	101
4.5.2.	Áreas de mejora .....	104
4.5.2.1.	Línea de bolsas pvc.....	105
4.5.2.2.	Línea de soluciones orales .....	105
4.5.3.	Diagrama de área seleccionada .....	106
4.6.	Análisis del agua .....	108
4.6.1.	Calidad del agua.....	108
4.6.1.1.	Entrada.....	109
4.6.1.2.	Proceso .....	109
4.6.1.3.	Salida .....	111
4.7.	Plan de monitoreo .....	111
4.7.1.	Características de producción .....	112
4.7.1.1.	Metodología de estudio.....	112
4.7.1.2.	Asignación de recursos.....	113
4.7.1.3.	Balance de consumo .....	114
4.7.1.4.	Índices de consumo de agua .....	118
4.7.1.5.	Gráficos de consumo.....	120
4.7.2.	Análisis de resultados.....	121
4.7.3.	Análisis de costos.....	122

5.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	125
5.1.	Diagnóstico actual del entorno ambiental .....	125
5.1.1.	Calidad de aire.....	126
5.1.2.	Ruido .....	127
5.1.3.	Calidad del agua .....	128
5.1.4.	Uso del suelo .....	129
5.2.	Desechos sólidos.....	130
5.2.1.	Tipos de desechos .....	130
5.2.1.1.	Desechos orgánicos.....	131
5.2.1.2.	Desechos inorgánicos .....	132
5.2.2.	Manejo de los desechos sólidos .....	132
5.2.2.1.	Clasificación .....	133
5.2.2.2.	Reducción .....	134
5.2.2.3.	Transporte.....	136
5.2.2.4.	Reciclaje .....	136
5.2.3.	Contaminación .....	137
5.2.3.1.	Consecuencias.....	138
5.3.	El agua y su uso industrial .....	139
5.3.1.	Aguas residuales industriales.....	141
5.3.1.1.	Origen .....	142
5.3.1.1.1.	Reciclado del agua.....	143
5.3.1.1.2.	Valor económico .....	145
5.4.	Plan de prevención y reducción de la contaminación ambiental.....	147
5.4.1.	Objetivos.....	150
5.4.2.	Metas.....	150
5.4.3.	Aplicación de matrices .....	151
5.4.3.1.	Reducción de contaminación .....	152

6.	MEJORA CONTINUA .....	155
6.1.	Plan de mantenimiento preventivo .....	155
6.1.1.	Asignación de rutinas de servicio .....	157
6.1.1.1.	Verificación de las trampas de vapor .	157
6.1.1.2.	Reparación de las trampas de vapor .	160
6.1.2.	Racionalización de los consumos de vapor .....	161
6.1.2.1.	Evaluaciones periódicas .....	163
6.1.2.2.	Consumo .....	164
6.1.2.3.	Tratamiento .....	164
6.2.	Seguimiento de estrategias de Producción más Limpia .....	165
6.2.1.	Análisis de agua .....	166
6.2.1.1.	En proceso .....	167
6.2.1.1.1.	Monitoreo del agua .....	167
6.2.1.1.2.	Hoja de control de agua .....	168
6.3.	Plan de capacitación .....	169
6.3.1.	Personal de la planta .....	170
6.3.2.	Jefatura y personal operativo del área de mantenimiento .....	170
6.4.	Actividades de monitoreo y seguimiento .....	172
6.4.1.1.	Desechos sólidos .....	173
6.4.1.2.	En los efluentes .....	173
6.4.1.3.	Reciclado del agua .....	174
6.4.1.4.	En el entorno de la planta .....	175
6.4.1.5.	En los procesos de la planta .....	176
6.4.2.	Auditoría interna y externa .....	176
6.4.2.1.	Mensuales .....	178
6.4.2.2.	Trimestrales .....	179
6.4.2.3.	Semestrales .....	180

6.4.2.3.1.	Personal de la planta...	182
6.4.2.3.2.	Tecnología .....	183
6.4.2.3.3.	Cronograma y costos del programa de manejo ambiental .....	184
CONCLUSIONES .....		189
RECOMENDACIONES .....		193
BIBLIOGRAFÍA.....		197
ANEXOS .....		201



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Bolsas de pvc.....	6
2.	Presentación de las soluciones orales.....	6
3.	Presentación de reconstituyente .....	7
4.	Organigrama general de Frycia Centro América S.A.....	12
5.	Diagrama actual del sistema de vapor.....	24
6.	Acondicionamiento de agua .....	26
7.	Lay-out utilización de vapor en la línea de producción .....	28
8.	Caldera de la generación de vapor.....	50
9.	Funcionamiento actual de las calderas.....	52
10.	Funcionamiento del nuevo esquema a tomar en cuenta para el ahorro energético. ....	58
11.	Diagrama del sistema de vapor a tomar en cuenta para el ahorro de energía en el condensado. ....	64
12.	Diagrama de Causa y Efecto de factores que afectan el ahorro de energía en el condesado.....	67
13.	Flujograma de aplicación del vapor en la planta para obtener una Producción más Limpia en Frycia Centro América S.A....	77
14.	La triple ganancia de la Producción más Limpia.....	82
15.	Diagrama de proceso, de la planta de tratamiento .....	89
16.	Diagrama que se utiliza para el calentamiento y enfriamiento del agua para mantener el ambiente no contaminado y ahorrar energía .....	98
17.	Diagrama de línea de producción.....	107
18.	Diagrama de consumo de agua semanalmente .....	120

19.	Diagrama de índice de consumo de agua.....	121
20.	Proceso de caracterización del manejo de desecho .....	133
21.	Estrategias de la Producción más Limpia enfocado en reducción de desechos .....	135
22.	Generación de las materias residuales .....	143
23.	Costo del agua utilizada en los procesos productivos .....	147
24.	Pasos de una Producción Más Limpia .....	166

## TABLAS

I.	Tamaño de las tuberías para la conducción de vapor.....	37
II.	Etapas actuales del proceso .....	41
III.	Consumos de energía durante 2010.....	48
IV.	Renovación de aire por hora.....	54
V.	Reducción en temperatura causada por aire .....	70
VI.	Punto de control del proceso actual de vapor .....	75
VII.	Comparación de control de línea actual y propuesta .....	86
VIII.	Parámetros de consumo.....	114
IX.	Límite máximo aceptable y permisible según parámetros .....	115
X.	Límite máximo aceptable y permisible según elementos. ....	115
XI.	Promedio de galones de agua consumido diarios.....	118
XII.	Promedio de galones de agua consumido semanalmente .....	119
XIII.	Resultados generales del consumo de agua .....	122
XIV.	Razones por la cual no se adopta la contaminación dentro de la empresa.....	139
XV.	Detalle del consumo de agua en Frycia .....	141
XVI.	Hoja de control de agua.....	168
XVII.	Control de auditoría mensual y trimestral.....	179

## **GLOSARIO**

### **Arsénico**

Elemento químico cuyo símbolo es As y número atómico 33. El arsénico se presenta raramente sólido, principalmente en forma de sulfuros. Se conocen compuestos de arsénico desde la antigüedad, siendo extremadamente tóxico, aunque se emplean como componentes en algunos medicamentos.

### **Asepsia**

Condición libre de microorganismos que producen enfermedades o infecciones. El término puede aplicarse tanto a situaciones quirúrgicas como médicas.

### **Autoclave**

Básicamente es una olla de presión de gran tamaño que permite la esterilización, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura para ello. El principio de esterilización de la autoclave es la coagulación de las proteínas de los microorganismos debido a la presión y temperatura.



<b>Bridas</b>	Son accesorios para conectar tuberías con equipos (bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques.)
<b>BTU</b>	Forma de medir la cantidad de calor, cuyo valor de conversión equivale a 251,99 calorías.
<b>Cogeneración</b>	Producción asociada de energía eléctrica y calor en una planta termoeléctrica, para su utilización industrial.
<b>Combustión</b>	Proceso de oxidación rápida de una sustancia, acompañado de un aumento de calor y frecuentemente de luz.
<b>Condesado</b>	Es un estado de agregación de la materia que se da en ciertos materiales a muy bajas temperaturas.
<b>Convección</b>	Transporte de calor en un fluido a través del movimiento del propio fluido.
<b>Densidad</b>	Masa de un cuerpo por unidad de volumen.
<b>Difusión</b>	Flujo de energía o materia desde una zona de mayor concentración a otra de menor concentración.

**Energía cinética**

Es la energía que posee un objeto, debido al movimiento que realiza. La energía cinética depende de la masa y de la velocidad del objeto según la ecuación:  $E = (1/2) mv^2$ . Donde  $m$ , es la masa del objeto y  $v^2$ , la velocidad del mismo elevada al cuadrado. Proporción de la población.

**Energía potencial**

Es la energía almacenada que posee un sistema como resultado de las posiciones relativas de sus componentes. Para proporcionar energía potencial a un sistema, es necesario realizar un trabajo, de hecho, la cantidad de energía potencial que posee un sistema es igual al trabajo realizado sobre el sistema.

**Entalpía**

Cantidad de energía de un sistema termodinámico que éste puede intercambiar con su entorno.

**Enterotoxinas**

Son proteínas de cadena simple no ramificadas compuestas por cantidades relativamente grandes de lisina, tirosina, ácido aspártico y ácido glutámico tóxicos para la salud humana, productos asociados avícolas (principalmente ensalada de pollo), dulces de crema, productos lácteos principalmente de quesos.

<b>Entropía</b>	Función de estado que mide el desorden de un sistema físico o químico, y por tanto su proximidad al equilibrio térmico.
<b>EscherichiacoliO157:H7</b>	Es una de cientos de cepas de la E. coli. Aunque la mayoría de las cepas son inocuas y viven en los intestinos de los seres humanos y animales saludables, esta cepa produce una potente toxina y puede ocasionar enfermedades graves como el Síndrome Urémico Hemolítico.
<b>Esterilización comercial</b>	Método muy usado en la industria alimenticia que por medio de autoclaves, elevan el calor de los productos para destruir las formas vegetativas de los microorganismos y reducir a un nivel de seguridad las esporas, es decir; las formas resistentes de los microorganismos, asegurando que el producto pueda ser consumido sin problemas por el ser humano.
<b>Golpe de ariete</b>	Es el principal causante de averías en tuberías e instalaciones hidráulicas, se origina por una sobrepresión que se desplaza por la tubería.
<b>Joules</b>	Unidad en el sistema internacional para medir la energía.

**Osmolaridad**

Es la medida usada por farmacéuticos y médicos para expresar la concentración total (medida en osmoles/litro en vez de en moles/litro como se hace en química) de sustancias en disoluciones usadas en medicina. El prefijo osmo indica la posible variación de la presión osmótica en las células, que se producirá al introducir la disolución en el organismo.

**Pasteurización**

Proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener, tales como bacterias, protozoos, mohos y levaduras, etcétera.

**PET**

Politereftalato de etileno (en inglés *polyethyleneterephthalate*), un tipo de plástico transparente muy usado en envases. También se llama polietileno tereftalato.

**PH**

Es una medida de la acidez o basicidad de una solución. El pH es la concentración de iones hidronio  $[H_3O^+]$  presentes en determinada sustancia. Este término fue acuñado por el químico danés Sorensen, quien lo definió como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno.

<b>Policloruro de vinilo (pvc)</b>	Polímero termoplástico, se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80grados centígrados y se descompone sobre 140°C. Entre sus características están su alto contenido en halógenos. Es dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental. Además, es reciclable por varios métodos.
<b>Polímeros</b>	Macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas, llamadas monómeros.
<b>Proceso adiabático</b>	Proceso en el cual el sistema no intercambia calor con su entorno.
<b><i>Staphylococcus aureus</i></b>	Es una bacteria corriente de las infecciones piógenas y de las toxiinfecciones alimentarias. Los estafilococos se diseminan por las actividades domésticas y comunitarias tales como hacer cama, vestirse o desvestirse. Se hallan presentes fosas nasales, sobre la piel y el cabello de una gran proporción de la población.

**Suero oral**

Disolución acuosa de sustancias compatibles con los organismos vivos debido a sus características definidas de osmoticidad, pH y fuerza iónica. Está compuesto de agua y electrolitos. Es bueno en las curaciones de perforaciones en la piel, en vómitos constantes (oralmente) y en obstrucciones nasales.

**Venoclisis**

Inyección de líquidos en una vena.

**Viscosidad**

Cantidad de voltios que actúan en un aparato o sistema eléctrico.

**Voltaje**

Cantidad de voltios que actúan en un aparato o sistema eléctrico.



## RESUMEN

A continuación se presentan los conceptos relacionados al proceso de generación, distribución y consumo de vapor, indicando las variables que mayor relevancia tienen a la hora de hacer uso racional y eficiente de este recurso, que generalmente es producido mediante la utilización de agua y combustibles.

En la actualidad, varias empresas han encontrado nuevas formas de ahorrar vapor en todo el proceso de producción desde la generación hasta el consumo; esto lleva a que el tema sea tomado en cuenta por la empresa para las actividades donde se utiliza el vapor.

La empresa, es consumidora de vapor, gran parte de éste en la producción. Uno de los factores más importantes para la operación satisfactoria de la planta, es adaptarse a una serie de normas, las cuales sirven de guía para establecer un sistema de calidad, que sentará las bases de todas las actividades que se realicen dentro de la empresa, y específicamente dentro del proceso de producción con el fin de reducir los costos y riesgos tanto para la empresa como para el medio ambiente.





## OBJETIVOS

### General

Proponer un programa de ahorro energético, en el sistema de vapor, de una planta procesadora de fármacos, con enfoque en prácticas operativas de Producción Más Limpia.

### Específicos

1. Determinar los factores que conducen a un ahorro energético en el sistema de vapor.
2. Ejecutar medidas correctivas para aumentar el rendimiento productivo por el uso del vapor.
3. Analizar programas de conservación en el sistema de vapor, para optimizar la utilización del mismo e implementar prácticas operativas de Producción Más Limpia.
4. Entender el concepto de ahorro energético en el sistema de vapor, principalmente en el nivel humano, económico y ambiental.
5. Conocer las estrategias, conceptos y herramientas relacionados con la Producción Más Limpia, para llevar a cabo ahorros energéticos del vapor en la planta de Frycia.



## INTRODUCCIÓN

El uso racional del vapor en todos los sectores económicos, entre ellos el sector de la empresa Frycia Centro América S.A. Laboratorio farmacéutico que desde hace varios años tiene en el mercado productos líderes como bolsa pvc de 250 mililitros, 500 mililitros, 1000 mililitros, soluciones orales, agua destilada, reconstituyentes, analgésicos inyectables, analgésicos pediátricos, expectorantes antitóxicos.

Sus nuevas políticas de crecimiento, la línea de producción se ha hecho insuficiente y obsoleta para satisfacer el crecimiento de la demanda, por eso se debe implementar la manera de economizar esencialmente la utilización del vapor, tomando en cuenta prácticas operativas de Producción Más Limpia para economizar, pues en dicha empresa carecen de concientización respecto al tema, pero esto no es la excepción porque se carece como nación de una cultura de uso racional de la energía, olvidando que para la generación de energía se incluyen también costos sociales y ambientales para Guatemala; se debe también asumir valores y principios que sean base de conductas más racionales y responsables.

Además de las ventajas mencionadas anteriormente, y si se compara con empresas más grandes, se logrará más rápido el retorno de inversión y el ahorro energético.

Las técnicas de Producción Más Limpia pueden aplicarse a cualquier proceso de producción, contemplando desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores que implican la sustitución de materias primas insumos o líneas de Producción Más Limpia.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. La empresa**

En sus inicios, en 1944, nació una incipiente empresa fundada por los licenciados Pierre Bonin Cugnod y Fernando Rodríguez Saravia, un laboratorio dedicado a realizar análisis clínicos en la Casa Central, atendido por el licenciado Fernando Rodríguez Saravia, ya que el licenciado Pierre Bonin, debió salir del país para incorporarse al ejército francés durante la Segunda Guerra Mundial.

### **1.1.1. Historia**

El licenciado Fernando Rodríguez transformó la empresa, dedicándose, entonces, a la elaboración de productos farmacéuticos e iniciando la fabricación de sueros (soluciones venoclis) y ampollitas, como pionero en Latinoamérica en este campo.

Cuando regresó el licenciado Bonin, dividieron el trabajo, Bonin se dedicó a los análisis y Rodríguez a la industria farmacéutica, donde, este último, encontró su vocación y el deseo de hacerlo por su cuenta, por lo que decidió, independizarse, naciendo así la empresa Frycia.

En 1960 se decidió transformar la empresa a sociedad anónima, la que sigue vigente, Frycia Centro América S.A.

Algo que ha sido de provecho para Frycia, es el estar siempre a la vanguardia del advenimiento de grandes cambios a nivel mundial, como lo fue la aparición de los plásticos.

Lo que motivó en 1964, traer de Italia la tecnología del envase de bolsas plásticas para sueros, así, llegó a Guatemala la innovación en estos procesos, lo que originó una transformación tecnológica.

Fue la primera empresa a nivel continental y segunda a nivel mundial, después de los italianos, en la fabricación de envases de pvc plastificado certificado para uso humano en soluciones farmacéuticas.

La necesidad de perfeccionar estos envases, motivó otros inventos, un implante (cápsula de pvc plastificado con diafragma de hule) para sellarlo al envase plástico, que hacía posible extraer de él la solución para evaluaciones, e inyectarle cualquier medicamento indicado que fuera factible para infusión al paciente en el transcurso de todo el proceso (un procedimiento novedoso y sumamente útil al médico y de provecho al paciente). Logrando varias patentes para envases y procesos de la fabricación de sueros.

En esta época se logra exportar, con el inicio del mercado común centro americano y las leyes de fomento de la producción a la industria que se dieron en el país, a El Salvador, Honduras y Nicaragua

### **1.1.2. Ubicación**

Un amplísimo campo, casi virgen, a su disposición, llevó a continuar con el desarrollo de las soluciones venoclisis (sueros) y ampollitas en la 12 calle, de la zona 1.

El principal problema en ese tiempo, era la falta de tecnología apropiada para el lavado, llenado y sellado, problema que lo motivó a inventar una máquina que efectuará el proceso, la cual patentó.

Al poco tiempo, compró el terreno situado en la avenida Pétapa zona 12, lugar en el que hasta la fecha se encuentran las instalaciones de Frycia.

Es aquí donde inició la fabricación de sueros y fármacos a escala industrial, cubriendo el mercado nacional y ampliando la gama de productos en diversas formas farmacéuticas como jarabes, comprimidos, ungüentos, ampollitas, etcétera., líneas que se mantienen en la actualidad.

### **1.1.3. Misión**

“Desarrollar, fabricar, comercializar y distribuir medicamentos hospitalarios, éticos, y de consumo masivo a precio accesible a los consumidores; prestar servicios de maquila y representar otras líneas farmacéuticas, siempre con excelencia en calidad y servicio.”

### **1.1.4. Visión**

“Trabajar para el crecimiento hasta llegar a ser una institución líder y competitiva en el campo de la salud, buscando permanentemente el mejor posicionamiento en el mercado farmacéutico, mientras fomentamos el desarrollo de nuestros valores.”



### **1.1.5. Valores**

- Calidad: “Haciendo bien nuestro trabajo, centrándonos en lo que es importante, innovando, según lo mejor de nuestra capacidad humana.”
- Integridad: “Actuando éticamente, haciéndonos responsables de nuestras acciones, cumpliendo con nuestros compromisos, comunicando con autenticidad y respeto a la confidencialidad.”
- Respeto: “Tratando a todos con dignidad, celebrando los éxitos y aprendiendo de los fracasos, aprovechando la diversidad para mejorar la empresa.”
- Espíritu de equipo: “Escuchando y buscando aportes, aceptando las ideas de los demás, promoviendo el progreso común a través del crecimiento de la empresa.”

### **1.1.6. Políticas**

La política empresarial es una de las vías para hacer operativa la estrategia. Suponen un compromiso de la empresa; al desplegarla a través de los niveles jerárquicos de la empresa, se refuerza el compromiso y la participación del personal.

- Realizar todo trabajo con excelencia.
- Brindar trato justo y esmerado a todos los trabajadores de la empresa.

- Atender al cliente es responsabilidad de todos los integrantes de la empresa, para lo cual deberán conocer los procedimientos a fin de orientarlos.
- Impulsar el desarrollo de la capacidad y personalidad del recurso humano mediante acciones sistemáticas de formación.
- Preservar el entorno ambiental y la seguridad de la comunidad en todo trabajo.
- Mantener en la empresa un sistema de información sobre los trabajos realizados en cumplimiento de sus funciones, proyectos y planes operativos.
- Difundir permanentemente la gestión de la empresa en forma interna y externa.”

### **1.1.7. Productos**

La industria farmacéutica, es un sector empresarial dedicado a la fabricación, preparación y comercialización de productos químicos medicinales para el tratamiento y también la prevención de las enfermedades.

- Dextrosas: solución dextrosa 30 por ciento, forma farmacéutica, solución inyectable presentación: bolsa pvc de 250, 500 y 1000 mililitros.
- Fisiológicos: suero fisiológico, forma farmacéutica: solución inyectable presentación: bolsa pvc de 100, 250, 500, 1000 mililitros.

- Vitaminados: solución vitaminado 5 por ciento, forma farmacéutica: solución inyectable presentación: bolsa pvc de 500 y 1000 mililitros.
- Mixtos: solución mixta 5 por ciento, forma farmacéutica: solución inyectable presentación: bolsa pvc de 500 y 1000 mililitros.

Figura 1. **Bolsas de pvc**



Fuente: Frycia Centro América S.A.

- Soluciones orales: Oralsol, forma farmacéutica: solución electrolítica presentación: frasco de 500 mililitros. Sabores: piña, manzana, melocotón, coco y cereza.

Figura 2. **Presentación de las soluciones orales**



Fuente: Frycia Centro América S.A.

- Agua destilada: forma farmacéutica: enema presentación: ampolla de 100x10 mililitros, bolsa pvc de 100, 500, 1000 mililitros y Galón.
- Reconstituyentes: cerebrol forma farmacéutica: elixir presentación: frasco de 120 mililitros. y 240 mililitros. Sabores: único.
- Reconstituyentes: frycialgina forma farmacéutica: elixir presentación: frasco de 120 mililitros. y 240 mililitros. Sabores: único.

Figura 3. **Presentación de reconstituyente**



Fuente: Frycia Centro América S.A.

### **1.1.8. Materias primas principales**

Al iniciar todo proceso productivo, se requiere una serie de insumos, los cuales son transformados para obtener el producto o servicio final que será ofrecido al cliente. La materia prima, es un elemento muy importante y con un costo representativo, por lo tanto su compra, administración y control deben ser rigurosos y así evitar incrementos en el costo por ineficiencias en su manejo, a continuación se mencionan algunos productos a utilizar:

- Glucosa: todas las frutas naturales tienen cierta cantidad de glucosa (a menudo con fructosa), que puede ser extraída y concentrada para hacer un azúcar alternativo. Pero a nivel industrial, tanto la glucosa líquida (jarabe de glucosa) como la dextrosa (glucosa en polvo) se obtienen a partir de la hidrólisis enzimática de almidón de cereales (generalmente trigo o maíz). La glucosa, libre o combinada, es el orgánico más abundante de la naturaleza.
- Cloruro de sodio: sal de mesa, o en su forma mineral halita, es un compuesto químico con la fórmula NaCl. El cloruro de sodio es una de las sales responsable de la salinidad del océano y del fluido extracelular de muchos organismos.
- Proteínas hidrolizadas: es decir separada en sus partes constituyentes: los aminoácidos. Las proteínas hidrolizadas suelen provenir de fuentes animales o de fuentes vegetales. Cualquiera de los dos tipos es considerado por las autoridades sanitarias como un saborizante natural.
- Tiamina: la vitamina B1, también conocida como Tiamina, es una molécula que consta de 2 estructuras cíclicas orgánicas interconectadas:

un anillo pirimidina con un grupo amino y un anillo tiazol azufrado unido a la pirimidina por un puente metileno.

- Riboflavina: la vitamina B2, llamada así en primera instancia, contenía sin duda una mezcla de factores promotores del desarrollo, uno de los cuales fue aislado y resultó ser un pigmento amarillo que ahora se conoce como riboflavina.
- Piridoxina: vitamina B6 es una vitamina hidrosoluble, esto implica que se elimina a través de la orina, y se ha de reponer diariamente con la dieta. Se encuentra en el germen de trigo, carne, huevos, pescado y verduras, legumbres, nueces, alimentos ricos en granos integrales, al igual que en los panes y cereales enriquecidos.
- Nicotinaminada: en su forma reducida, es una coenzima encontrada en células vivas y compuesta por un dinucleótido, ya que está formado por dos nucleótidos unidos a través de los grupos, siendo uno de ellos una base de adenina y el otro de nicotinamida. Su función principal es el intercambio de electrones e hidrogeniones en la producción de energía de todas las células.
- Agua tridestilada: es un aguardiente inglés derivado del Genever holandés. Su graduación alcohólica varía entre 43 a 47 grados centígrados. Se obtiene por destilación de la cebada sin maltear, rectificado con bayas de enebro y aromatizado con cardamomo, angélica y otras hierbas que le dan su fragancia y aroma característico (corteza de cassia, lirio, cáscara de naranja). Debe elaborarse con alcoholes de cereales frescos, altamente neutros (la suma de impurezas no debe exceder de 0,5 gramos por litro).

- Sodio: es un metal alcalino blando, untuoso, de color plateado, muy abundante en la naturaleza, encontrándose en la sal marina y el mineral halita. Es muy reactivo, arde con llama amarilla, se oxida en presencia de oxígeno y reacciona violentamente con el agua.
- Cloruro: los cloruros son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación. Por lo tanto corresponden al estado de oxidación más bajo de este elemento, ya que tiene completado la capa de valencia con ocho electrones.
- Potasio: es un metal alcalino de color blanco-plateado, que abunda en la naturaleza en los elementos relacionados con el agua salada y otros minerales. Se oxida rápidamente en el aire, es muy reactivo, especialmente en agua, y se parece químicamente al sodio.

### **1.1.9. Jornadas de trabajo**

Jornada a tiempo completo: en la jornada a tiempo completo la distribución y organización del trabajo se distribuye a lo largo del día y las jornadas de la semana, pudiéndose hacer de las siguientes formas:

- Jornada diurna: cuando a la mitad de la jornada hay una interrupción del trabajo de una hora de duración, cuando es utilizada para el almuerzo.
- Jornada a turnos: cuando se establecen turnos de trabajo rotatorios entre los trabajadores que forman equipos van alternando mañana, tarde o noche donde la actividad no puede paralizarse, por razones productivas o de servicio esto se utiliza cuando la planta tiene mucha demanda de sus productos de lo contrario se utiliza la jornada anterior.

- Jornada nocturna: cuando la jornada está comprendida entre las diez de la noche y las seis de la mañana siguiente esta es utilizada cuando hay demasiada demanda en el mercado.
- Horas extraordinarias: son las horas de trabajo efectivo que se realizan sobrepasando la duración máxima de la jornada de trabajo legal establecida esta es la que se utiliza más en la jornada diurna cuando se necesita producción al instante.

## **1.2. Distribución de planta**

La estructura organizacional de la empresa, está integrada de la siguiente forma: Gerencia de Planta, Control de Calidad, Producción y Mantenimiento.

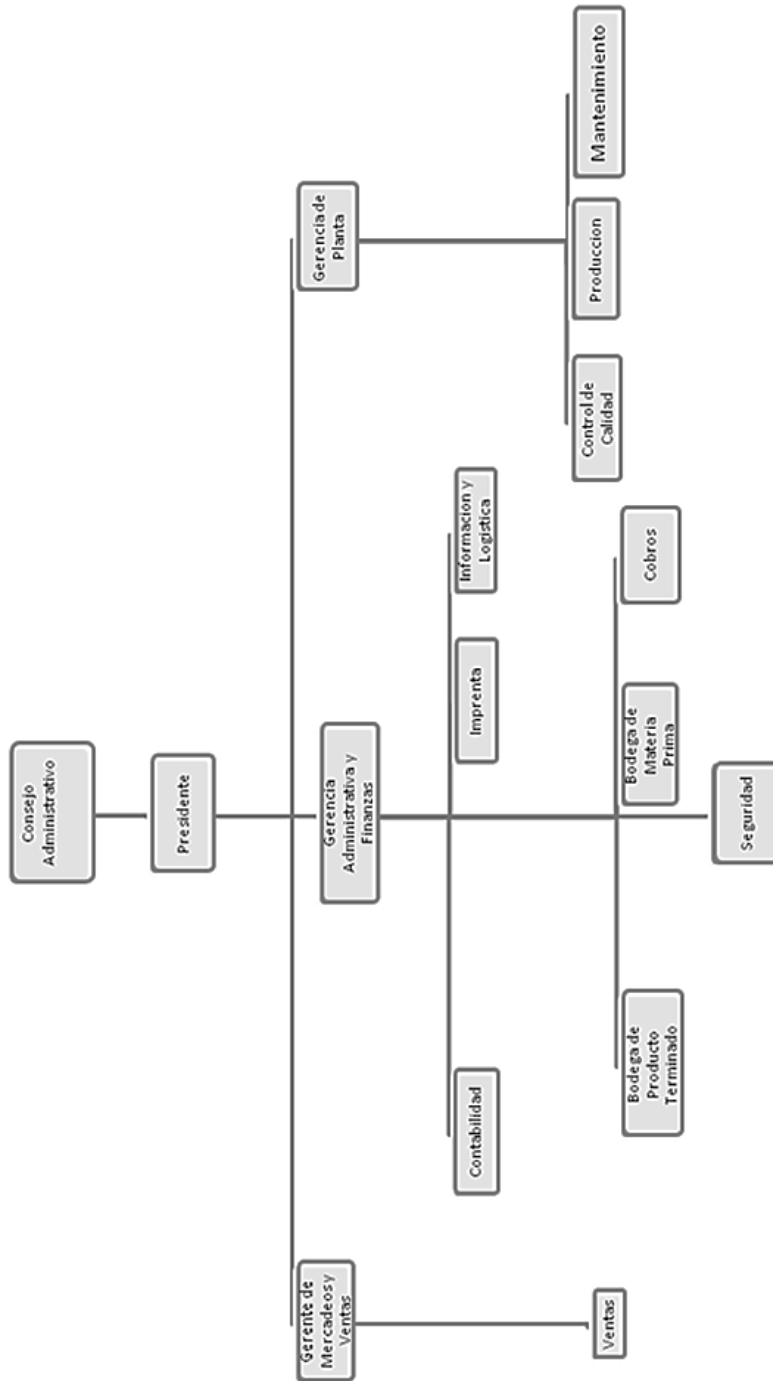
### **1.2.1. Estructura organizacional**

El consejo administrativo es la mayor autoridad de la empresa, y este designa un presidente, el cual tiene la responsabilidad sobre los gerentes, ellos son quienes velan por el cumplimiento de las tareas de los jefes de sección. En la siguiente figura se muestra gráficamente la estructura organizacional de la empresa

Ver figura 4.



Figura 4. Organigrama general de Frycia Centro América S.A.



Fuente: Frycia Centro América S.A.

### **1.2.2. Descripción de puestos**

El gerente de planta, se encarga de coordinar las diferentes actividades con relación al control de calidad, producción y mantenimiento de la empresa.

Los auxiliares de cada departamento son quienes asignan tareas a cada uno de los operarios (lavadores, encargados de limpieza de baños, mantenimiento, control de calidad), inspeccionan el área de cada uno de los operarios para verificar la realización de las actividades designadas.

### **1.3. Proceso de producción**

El proceso de producción, comienza cuando se extrae el agua del pozo para su acondicionamiento por medio de un sistema de ósmosis inversa. El sistema inicia cuando el agua es bombeada del pozo y filtrada de toda partícula mayor de 20 micrones, por medio de un filtro del tipo *bigblue* de 20 micras nominales para eliminarle las partículas mayores de 20 micrones.

#### **1.3.1. Descripción del proceso**

El agua sale y por medio de una tubería de acero inoxidable, grado sanitario llega a dos filtros cerámicos de 0,9 micrones, los cuales atrapan algas y microorganismos mayores a 0,9 micrones, donde la mayor parte de bacterias y suciedad residual procedente del anterior filtro queda atrapada, este filtrado tiene una eficiencia del 99por ciento.

Después de este prefiltrado, el agua es clorada a 0,75 partes por millón por medio de un clorinador, con el propósito de eliminar cualquier bacteria que pudiera haber pasado los filtros.

El proceso continúa con dos nuevos filtrados, uno de carbón y el segundo de arena y grava, el de carbón elimina olor, sabor y cloro del agua, el de arena y grava elimina partículas residuales mayores a 0,5 micrones.

Pasado este filtrado, el agua pasa por tres filtros de luz ultravioleta, el cual esterilizará cualquier bacteria que pudiera haber sobrevivido al proceso; el agua prefiltrada será desmineralizada por medio de un desionizador aniónico y otro catiónico, para luego ser pulida por medio de una cama mixta que eliminará cualquier residuo de calcio, sílice y cualquier residuo mineral.

Una vez libre de minerales, el agua entrará a las membranas de la ósmosis inversa que eliminará cualquier rastro de bacterias, metales y demás minerales que pudiese tener el agua.

Una vez acondicionada, será almacenada en un tanque pulmón, para su posterior uso en las distintas líneas de producción de la empresa, el almacenamiento no debe exceder las dos horas, de lo contrario será descartada.

### **1.3.2. Tipo de proceso**

Vertical: en él, el flujo o la secuencia de las operaciones, va de arriba hacia abajo. Es una lista ordenada de las operaciones de un proceso con toda la información que se considere necesaria, según su propósito.

### **1.3.3. Producción actual**

El sistema de producción del llenado de las bolsas pvc y los sueros orales y los jarabes se dividen en cuatro partes que son.

Purificación de agua, línea de producción de jarabes, línea de producción de sueros orales y por último almacenamiento y entrega del producto terminado.

#### **1.3.4. Días de operación**

El tiempo de operación de la fábrica, en los tiempos en que el mercado no exige demasiado, es de 12 horas diarias, haciendo un aproximado de 193 días en el año, en los meses de noviembre a febrero se tiene una expectativa de operación de mayor producción.

#### **1.3.5. Diagrama de operaciones**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.

##### **1.3.5.1. Definición**

Es una forma especial de diagrama de estado, usado para modelar una secuencia de acciones y condiciones tomadas dentro de un proceso de producción dentro de la empresa, la línea de producción inicia desde que los insumos son llevados de la bodega de materia prima al área de metrología y pesado de la planta de producción, donde se toma en cuenta el diagrama de operación según la orden de producción del día.

### **1.3.5.2. Características**

Este diagrama utiliza símbolos con significados bien definidos, que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de término en el proceso de producción de una línea.

El sistema de producción de Frycia Centro América S.A. Se divide en tres partes que son: purificación de agua, línea de producción y por último almacenamiento y entrega del producto terminado.

### **1.3.6. Proceso de fabricación de productos fármacos**

La industria farmacéutica es un sector dedicado a la fabricación, preparación y comercialización de productos químicos medicinales para el tratamiento y también la prevención de las enfermedades. A continuación se mencionarán algunas características.

#### **1.3.6.1. Características**

Los fármacos pueden ser sintetizados o extraídos de un organismo vivo, en este último caso, debe ser purificado y modifica químicamente, antes de ser considera como tal. La actividad de un fármaco varía debido a la naturaleza de estos, pero siempre está relacionado con la cantidad ingerida o absorbida.

#### **1.3.6.2. Métodos**

- Líquidos: solución, jarabe, tintura, infusiones, aerosoles, colirio, inyectables e infusión parenteral, extracto, emulsión.

- Sólidas: polvos, granulados, tabletas, grageas, cápsula, píldoras o glóbulo homeopático.

### **1.3.6.3. Actividades**

Un fármaco, de acuerdo con la farmacología, es cualquier sustancia que produce efectos medibles o sensibles en los organismos vivos y que se absorbe, puede transformarse, almacenarse o eliminarse.

Esta definición se acota a aquellas sustancias de interés clínico, es decir aquellas usadas para la prevención, diagnóstico, tratamiento, mitigación y cura de enfermedades, y se prefiere el nombre de tóxico para aquellas sustancias no destinadas al uso clínico, pero que pueden ser absorbidas accidental o intencionalmente; y droga para aquellas sustancias de uso social que se ocupan para modificar estados del ánimo.

## **1.4. Definición de energía**

La energía es la capacidad de hacer trabajo y transferir calor. La materia posee energía como resultado de su movimiento o de su posición en relación con las fuerzas que actúan sobre ella. La energía asociada al movimiento se conoce como energía cinética, mientras que la relacionada con la posición, es la energía potencial.

La energía es sin duda uno de los recursos más importantes dentro de cualquier proceso productivo, puesto que ésta es uno de los pilares fundamentales por la diversidad de aplicaciones que se pueden obtener con la utilización de la misma, como lo es en la producción de Frycia.

La energía se manifiesta en varias formas, entre ellas la energía termoeléctrica, geotérmica, eléctrica, hidráulica. Todas las formas de energía pueden convertirse en otras formas mediante los procesos adecuados. En el proceso de transformación puede perderse o ganarse una forma de energía, pero la suma total permanece constante.

Todas las formas de energía tienden a transformarse en calor, que es la forma más degradada de la energía. En los dispositivos mecánicos, la energía no empleada para realizar trabajo útil, se disipa como calor de rozamiento.

Estudios realizados llevaron como conclusión que aunque la energía puede transformarse no se puede crear ni destruir, este concepto conocido como principio de conservación de la energía, constituye uno de los principios básicos de la mecánica clásica.

#### **1.4.1. Tipos de energía**

La energía como se menciona anteriormente, se puede obtener de diferentes tipos y formas, dependiendo de la aplicación de la misma, es muy útil en procesos de producción.

Dentro de la gran variedad de tipos de energía que existen, se encuentra la energía eléctrica, termoeléctrica, hidráulica, tipos de energía que tienen una gran importancia dentro de cualquier proceso productivo como se descubrirá más adelante.

#### **1.4.1.1. Energía termoeléctrica**

Se denomina energía termoeléctrica a la forma de energía que resulta de liberar el calor de un combustible para mover un alternador y producir energía eléctrica.

Desde la antigüedad, el hombre ha necesitado generar energía térmica para cubrir sus necesidades de abrigo, alimentación, iluminación, fabricación de herramientas, y también para resolver todos aquellos problemas que no puede afrontar con el sólo uso de su fuerza física, como accionar medios de transporte, maquinarias de carga, armamento.

La energía termoeléctrica puede usar como combustibles, productos fósiles como petróleo, carbón o gas natural (ciclo combinado), átomos de uranio, en el caso de la energía nuclear, y energía solar para la generación solar termoeléctrica.

Por otro lado, también existen centrales termoeléctricas que emplean fisión nuclear del uranio para producir electricidad. Este tipo de instalación recibe el nombre de central nuclear y, como no libera dióxido de carbono, no favorece el cambio climático, pero da lugar a peligrosos residuos radioactivos que han de ser guardados durante miles de años.

#### **1.4.1.2. Energía geotérmica**

Energía relacionada con el calor interior de la tierra. Su aplicación práctica principal, es la localización de yacimientos naturales de agua caliente, fuente de la energía geotérmica, para su uso en generación de energía eléctrica, en calefacción o en procesos de secado industrial.



El calor se produce entre la corteza y el manto superior de la Tierra, sobre todo por desintegración de elementos radiactivos. Esta energía geotérmica se transfiere a la superficie por difusión, por movimientos de convección en el magma (roca fundida) y por circulación de agua en las profundidades. Sus manifestaciones hidrotérmicas superficiales son, entre otras, los manantiales calientes, los géiseres y las fumarolas.

Los primeros fueron usados desde la antigüedad con propósitos terapéuticos y recreativos. El vapor producido por líquidos calientes naturales en sistemas geotérmicos, es una alternativa al que se obtiene en plantas de energía por quemado de materia fósil, por fisión nuclear o por otros medios.

Las perforaciones modernas en los sistemas geotérmicos alcanzan reservas de agua y de vapor, calentados por magma más profundo, que se encuentran hasta los 3 000 metros bajo el nivel del mar.

El vapor se purifica en la boca del pozo antes de ser transportado en tubos grandes y aislados hasta las turbinas. La energía geotérmica se desarrolló para su aprovechamiento como energía eléctrica, donde la producción continúa en la actualidad, los fluidos geotérmicos se usan también como calefacción.

En la actualidad, se está probando una técnica nueva, consistente en perforar rocas secas y calientes situadas bajo sistemas volcánicos en reposo, para luego introducir agua superficial que regresa como vapor muy enfriado.

La energía geotérmica tiene un gran potencial: se calcula, basándose en todos los sistemas hidrotérmicos conocidos con temperaturas superiores a los 150 grados centígrados.

### **1.4.1.3. Energía eléctrica**

Es la que más se emplea para el desarrollo de cualquier nación. La posibilidad de explotar distintos tipos de fuentes de energía como corrientes de ríos, combustóleo, gas, uranio, carbón, la fuerza de los mares y vientos, géiser, de sitios alejados de los centros de consumo, hace posible que la energía eléctrica se transmita a grandes distancias, lo que resulta relativamente económico, ya que es necesaria en la gran mayoría de procesos de producción.

Cuando se habla de energía eléctrica, se refiere a un concepto asociado al tiempo y a la potencia nominal de una determinada carga eléctrica, así se asocia que, entre más tiempo un equipo esté operando, más energía estará consumiendo, de ahí la necesidad de apagar los equipos que estén encendidos ociosamente.

La unidad de medida de la energía eléctrica es el kilovatio-hora. El medidor de energía, almacena el valor acumulado de toda la energía consumida durante el ciclo de lectura.

Investigaciones realizadas sobre la interacción de los conductores de corriente eléctrica con el campo electromagnético posibilitaron la creación de generadores eléctricos, que transforman la energía mecánica del movimiento giratorio en energía eléctrica, lo que formó la base de un sistema eléctrico de potencia.

### **1.4.1.4. Energía hidráulica**

Energía que se obtiene de la caída del agua desde cierta altura a un nivel inferior, lo que provoca el movimiento de ruedas hidráulicas o turbinas. La hidroelectricidad es un recurso natural disponible en las zonas que presentan

suficiente cantidad de agua. Su desarrollo requiere construir pantanos, presas, canales de derivación, y la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad.

Todo ello implica la inversión de grandes sumas de recursos, por lo que no resulta competitiva en regiones donde el carbón o el petróleo son baratos, aunque el coste de mantenimiento de una central térmica, debido al combustible, sea más caro que el de una central hidroeléctrica. Sin embargo, el peso de las consideraciones medioambientales centra la atención en estas fuentes de energía renovables.

La energía hidráulica ayudó al crecimiento de las nuevas ciudades industriales, ya que la utilización adecuada de la misma, contribuyó a la construcción de canales, que proporcionaron carbón a bajo precio.

## **2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

### **2.1. Sistema de vapor en la planta**

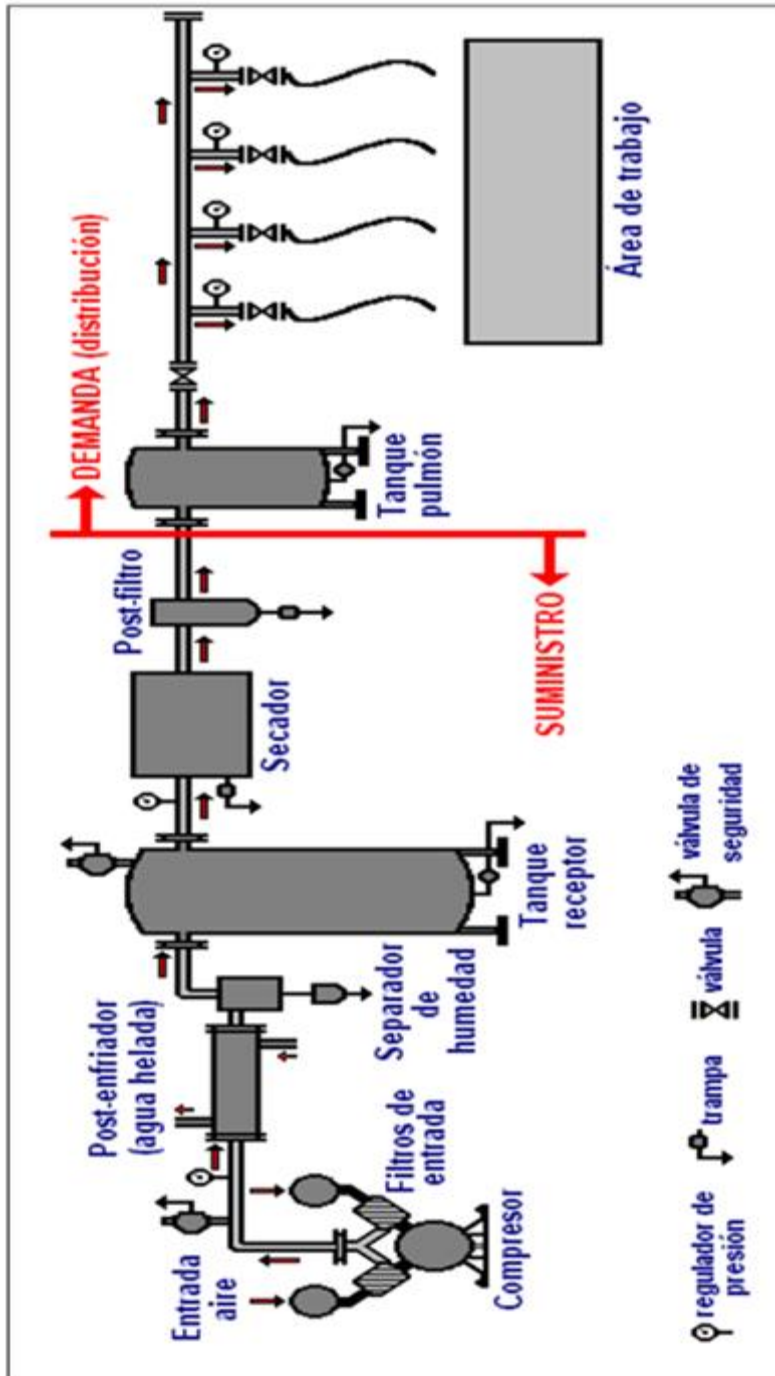
El sistema de vaporización trabaja, con dos tuberías en las que el vapor se introduce por una válvula de admisión, y el aire y el condensado se liberan por un purgador de vapor, el agua vuelve a la caldera, y el aire se descarga a través de un orificio central situado en la base, por respiraderos en cada zona que se debe calentar.

El sistema tiene juntas de poco calibre, el aire retorna al sistema en cantidades mínimas, por lo que se requiere muy poca presión para propulsar el vapor. Pero resultan más económicos porque pueden trabajar con mucho menos combustible.

En la siguiente figura se presenta el sistema de vapor actual de la planta.

Ver figura 5.

Figura 5. Diagrama actual del sistema de vapor



Fuente: Frycia Centro América S.A.

### **2.1.1. Proceso del consumo**

El proceso de producción comienza cuando se extrae el agua del pozo para su acondicionamiento por medio de un sistema de ósmosis inversa. El sistema inicia cuando el agua es bombeada del pozo y filtrada de toda partícula mayor de 20 micrones por medio de un filtro del tipo *bigblue* de 20 micras nominales para eliminarle las partículas mayores de 20 micrones.

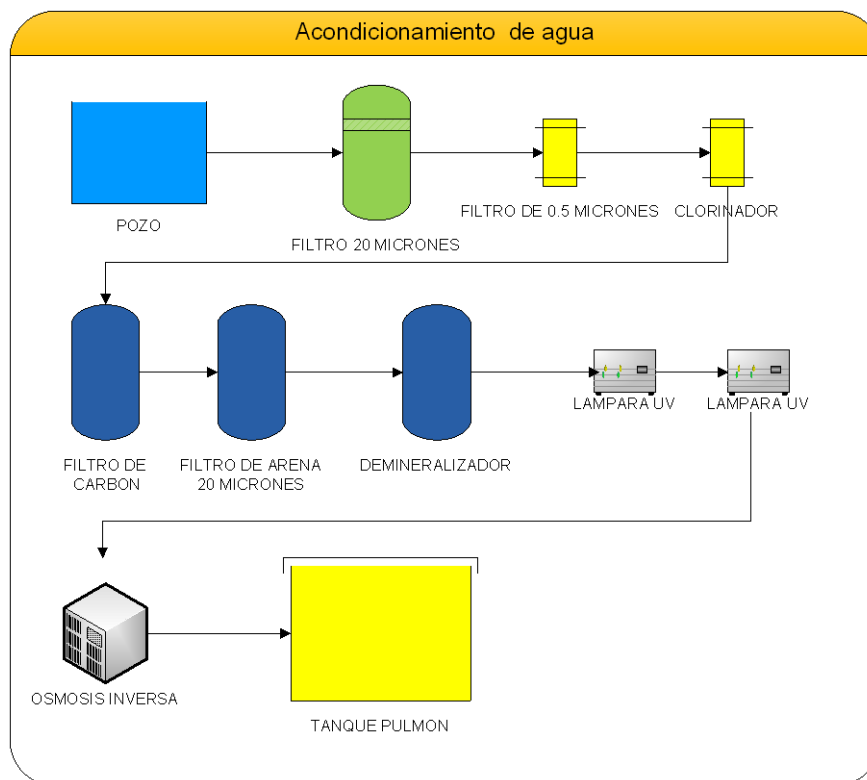
El agua sale y por medio de una tubería de acero inoxidable grado sanitario llega a dos filtros cerámicos de 0,9 micrones, los cuales atrapan microorganismos mayores a 0,9 micrones, donde la mayor parte de bacterias y suciedad residual procedente del anterior filtro queda atrapada, este filtrado tiene una eficiencia del 99por ciento.

Después de este prefiltrado, el agua es clorada a 0,75 partes por millón por medio de un clorinador con el propósito de eliminar cualquier bacteria que pudiera haber pasado los filtros. El proceso continúa con 2 nuevos filtrados, uno de carbón y el segundo de arena y grava, el de carbón elimina olor, sabor y cloro del agua el de arena y grava elimina partículas residuales mayores a 0,5 micrones.

Pasado este filtrado el agua pasa por tres filtros de luz ultravioleta, el cual esterilizará cualquier bacteria que pudiera haber sobrevivido al proceso; el agua prefiltrada será desmineralizada por medio de un desionizador aniónico y otro catiónico, para luego ser pulida por medio de una cama mixta que eliminará cualquier residuo de calcio, sílice y cualquier residuo mineral.

Una vez libre de minerales, el agua entrará a las membranas de la ósmosis inversa que eliminará cualquier rastro de bacterias, metales y demás minerales que pudiese tener el agua. Una vez acondicionada, será almacenada en un tanque pulmón, para su posterior uso en las distintas líneas de producción de la empresa, el almacenamiento no debe exceder las dos horas, de lo contrario será descartada.

Figura 6. **Acondicionamiento de agua**



Fuente: Frycia Centro América S.A.

El vapor es uno de los recursos más importantes dentro del proceso de producción, puesto que sin la utilización de la misma sería casi imposible la obtención de productos y servicios.

#### **2.1.1.1. Evaporado**

Es el proceso por el cual, las moléculas en estado líquido por ejemplo; el agua se hace gaseosa espontáneamente o vapor de agua. Es lo que se utiliza para la generación de algunas líneas de producción, esto quiere decir un volumen significativo de vapor. Los consumos de vapor dentro de los procesos de producción muchas veces son sumamente elevados, tanto por exigencias del proceso, así como por su mala utilización.

#### **2.1.1.2. Condensado**

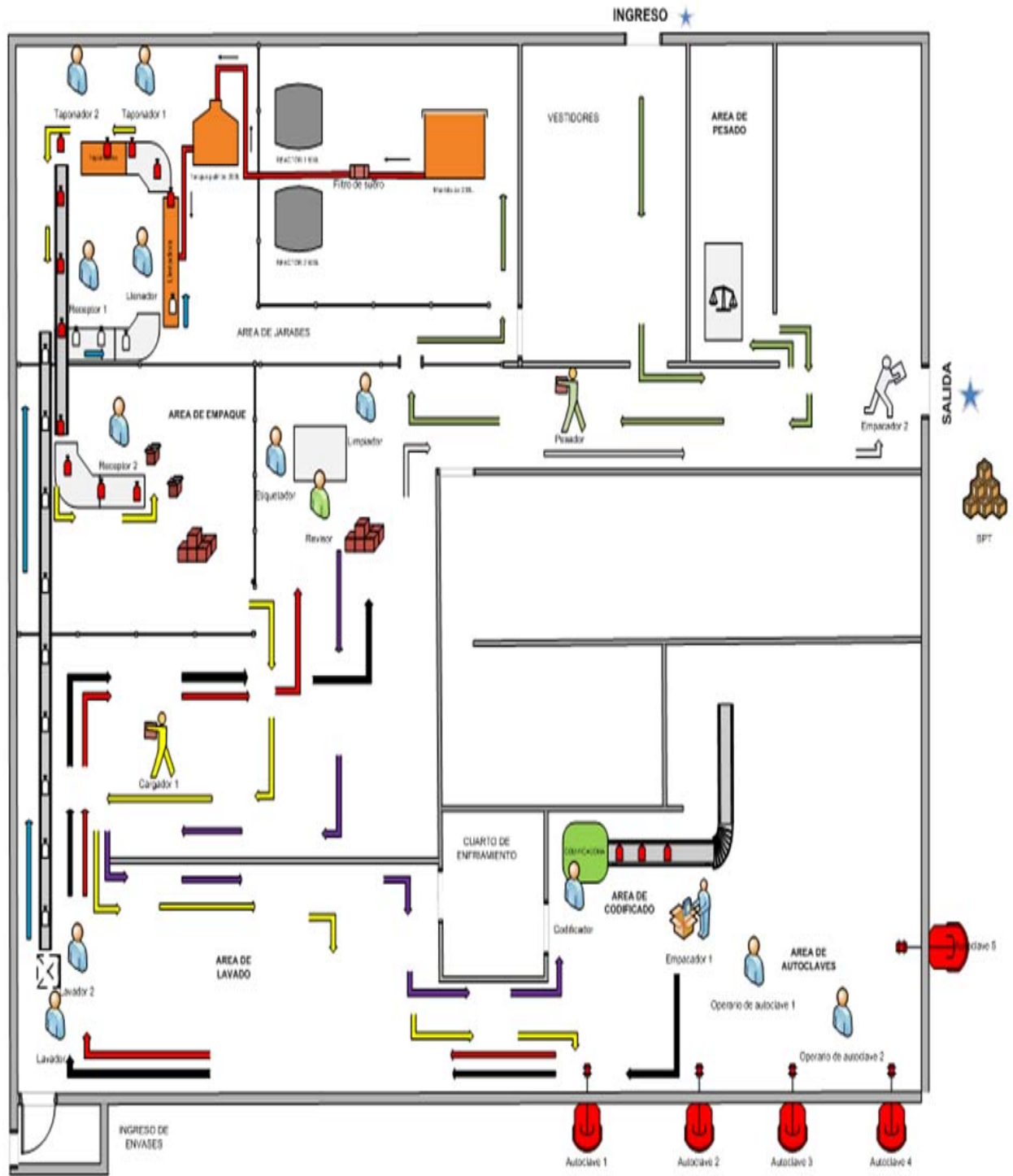
Es el cambio en la materia de una sustancia a una fase más densa cuando sale de los suministros de líquido. La condensación generalmente ocurre cuando un vapor se enfría, pero también puede ocurrir si se comprime, es decir, si se aumenta la presión o se somete a una combinación de refrigeración y compresión, esto no se da mucho en la planta porque todo se hace con previo control para que no ocurra esto.

#### **2.1.2. Utilización del vapor vinculado directamente en el proceso productivo**

La línea de producción de la utilización de vapor, inicia desde que los insumos son llevados de la bodega de materia prima al área de luego son pasados a la planta de producción, donde son medidos según la orden de producción del día.



Figura 7. Lay-out utilización de vapor en la línea de producción



Fuente: Frycia Centro América. S.A.

Luego, estos son trasladados al área de jarabes, donde se mezclan conforme a la fórmula patentada de Frycia Centro América, y envasados a temperatura ambiente en un área aséptica, en envases de vidrio previamente lavados. Posteriormente, son llevados en grupos de 300 frascos a las autoclaves donde serán esterilizados a temperaturas arriba de los 100 grados centígrados y a una presión poco mayor de 9 libras por pulgada cuadrada en un tiempo promedio de una hora.

Después de esterilizarlos, son guardados en cajas de cartón corrugado y almacenados durante 24 horas, mientras la temperatura desciende a la temperatura ambiente.

#### **2.1.2.1. Actividades**

Una vez libre de minerales, el agua entrará a las membranas de la ósmosis inversa que eliminará cualquier rastro de bacterias, y demás minerales que pudiese tener el agua. Una vez acondicionada será almacenada en un tanque pulmón, para su posterior uso en las distintas líneas de producción, el almacenamiento no debe exceder las dos horas, de lo contrario será descartada.

#### **2.1.2.2. Fuentes principales**

El sistema utilizado es el de orificios, es cuando una tubería se basa en que la fuerza de gravedad obliga al vapor condensado en el radiador a bajar a la caldera por la misma tubería, por la cual sube el vapor a los radiadores. Es el sistema de instalación más barato, pero los conductos deben ser lo bastante anchos como para albergar el vapor y recoger el condensado.

Los orificios de los radiadores permiten la salida del aire una vez calentado por el vapor durante la fase de encendido.

### **2.1.3. Utilización del vapor no vinculado en el proceso productivo**

Este es utilizado más que todo para crear energía, también forma parte de muchos medicamentos en su presentación líquida, incluyendo soluciones inyectables.

#### **2.1.3.1. Actividades**

Ese potencial energético se utiliza para producir trabajo en la turbinas, para producir energía eléctrica o en las bombas para producir energía mecánica, que esta no es muy utilizada en la planta.

#### **2.1.3.2. Usos**

En la planta más que todo, se utiliza para crear energía eléctrica para la utilización del equipo de mantenimiento de la planta, también para lavar el equipo industrial es muy importante, ya que evita que se contaminen los productos con el polvo o con basura, como medida de seguridad, evita que se acumulen los desechos en el piso.

### **2.1.4. Líneas fundamentales de la producción**

La línea de producción de la utilización de vapor inicia desde que los insumos son llevados de la bodega de materia prima, desde ese momento es utilizado en vapor y luego su principal utilización es en las líneas mencionadas a continuación.

#### **2.1.4.1. Filtración**

Se denomina filtración al proceso de separación de sólidos en suspensión en un líquido mediante un medio poroso, que retiene los sólidos y permite el paso del líquido. Se utiliza en un sistema complejo para la recuperación de catalizadores de alto valor, en el sistema de tratamiento de agua potable destinada al suministro.

#### **2.1.4.2. Evaporación**

El procedimiento de evaporación consiste en separar los componentes más volátiles, exponiendo una gran superficie de la mezcla. El aplicar calor y una corriente de aire seco acelera el proceso. La evaporación es utilizada para eliminar el vapor formado por ebullición de una solución líquida, para así obtener una solución concentrada.

#### **2.1.4.3. Centrifugación**

Es un procedimiento que se utiliza cuando se quiere acelerar la sedimentación. Se coloca la mezcla dentro de una centrifuga, la cual tiene un movimiento de rotación constante y rápido, lográndose que las partículas de mayor densidad, se vayan al fondo y las más livianas queden en la parte superior. Un ejemplo se puede observar en las lavadoras automáticas, hay una sección del ciclo que se refiere a secado, en el cual el tambor de la lavadora gira a cierta velocidad, de manera que las partículas de agua adheridas a los frascos durante su lavado, salen expedidas por los orificios, donde estas se eliminan completamente.

#### **2.1.4.4. Sistema de vapor**

El calor seco en forma de aire caliente, es difícil de controlar. La penetración en los materiales es lenta y casi igual y requiere largo período de exposición. Los materiales que pueden esterilizarse por vapor seco para uso de materia prima son: materiales no alterables por el calor, soluciones acuosas, complejos farmacológicos en polvo, compuestos grasos, parafinas, aceites, etcétera.

#### **2.1.4.5. Autoclaves**

Esta se realiza en autoclave, mediante vapor saturado a presión, esto se da en la línea de producción y es regulada por un aparato provisto de una llave o manómetro para regular la presión y temperatura que se desea utilizar en el sistema, por lo que se somete en el interior a una presión mayor que la atmosférica, que aumenta la temperatura del vapor, siendo de esta forma como se consigue la destrucción de todos los microorganismos. Posteriormente, son llevados en grupos de 300 frascos a las autoclaves, donde serán esterilizados a temperaturas arriba de los 100 grados centígrados y a una presión poco mayor de 9 libras por pulgada cuadrada en un tiempo promedio de una hora.

#### **2.1.4.6. Esterización**

Se le llama así al proceso de destrucción de los microorganismos, sean cuales sean sus características, siendo patógenos o no, que estén sobre el material o dentro de él.

La palabra estéril en la manufactura de sueros orales e inyectables, no puede ir acompañada de casi estéril, un poco estéril. Un material está estéril o no lo está. Ante la duda nunca está estéril.

Después de esterilizarlos, son guardados en cajas de cartón corrugado y almacenados durante 24 horas, mientras la temperatura desciende a la temperatura ambiental para luego ser extraídos y etiquetados con código, número de lote, fecha de expiración.

#### **2.1.4.7. Lavadoras de agua caliente**

El proceso empieza desde que los frascos o bolsas para sueros son llevados de la bodega de materia prima, al área de metrología y pesado de la planta de producción, donde son medidos según la orden de producción del día, hay una sección del ciclo que se refiere a secado, en el cual el tambor de la lavadora gira a cierta velocidad, de manera que las partículas de agua adheridas durante su lavado, salen expeditas por los orificios del tambor.

#### **2.1.4.8. Destilación**

La destilación, es el procedimiento más utilizado para la separación y purificación de líquidos utilizados en la fabricación de los sueros y soluciones, y es el que se utiliza siempre que se pretende separar un líquido de sus impurezas no volátiles. La destilación, como proceso, consta de dos fases: en la primera, el líquido pasa a vapor y en la segunda el vapor se condensa, pasando de nuevo a líquido en un proceso un poco distinto al de destilación.

## **2.2. Proceso de consumo del vapor**

El vapor es muy útil en la mayoría de los procesos de la planta industrial, ya que por sus características se pueden obtener varias aplicaciones del mismo, tales como esterilizar, humectar, lavar y uso de autoclaves.

El vapor es una sustancia en estado gaseoso, y a menudo los términos de vapor y gas son intercambiables, en la práctica de la planta se emplea vapor para pasar la sustancia que normalmente se encuentra en estado líquido.

Cuando se confina el vapor emitido por una sustancia a cualquier temperatura, se ejerce una presión conocida como presión de vapor. Si se aumenta la temperatura de la sustancia, entonces la presión de vapor se eleva, como resultado de una mayor evaporación. Cuando un líquido se calienta hasta la temperatura en la que la presión de vapor se hace igual a la presión total que existe sobre el líquido, se produce la ebullición.

El vapor a una temperatura superior al punto de ebullición, se denomina vapor sobrecalentado, y se condensa parcialmente si se disminuye la temperatura a presión constante, si el punto de ebullición se encuentra intermedio entre el vapor saturado y el sobrecalentado además de que se tengan presiones y temperaturas normales, se denomina vapor seco, este es utilizado en las soluciones acuosas y algunos productos fármacos.

### **2.2.1. Reconocimiento de las pérdidas por fugas y tubería sin aislamiento**

Los principales focos de pérdidas son:

- Alta temperatura de los gases de escape.
- Elevado porcentaje de oxígeno en los gases, producto de un alto exceso de aire.
- Diámetro de red pequeño.
- Elevada temperatura de las paredes.
- Baja calidad del vapor por arrastre de agua.
- Excesivo caudal de purgas o purgas muy continuas.
- Paradas muy frecuentes por averías.
- Cenizas muy calientes.
- Entrada de agua de alimentación fría a la caldera.
- Agua en el aire de combustión y combustible.
- Fugas de vapor.
- Falta de controles.
- Operaciones fluctuantes con demandas muy variables de vapor.

### **2.2.2. Consumo de combustibles**

En este caso, el que se utiliza es el *bunker* y en algunas ocasiones el diesel, pero este no mucho, el *bunker* es un combustible residual de la destilación del petróleo. Este es un producto viscoso y con ciertos grados de impurezas cuyas características generales exigen métodos especializados para su empleo. Su uso es principalmente en las calderas y quemadores como una fuente de producción de energía y tiene un costo favorable. El *bunker* al igual



que todo combustible cuenta con un valor calorífico bruto, el cual tiene un valor de: 46,5 mili joule por kilogramo.

### **2.3. Diagnóstico de equipos**

Se demuestra que Frycia sólo maximiza el ahorro sostenible de costes cuando los resultados energéticos se miden, supervisan y gestionan sobre una base consistente, no le dan el mantenimiento adecuado a las líneas de circulación de vapor, por lo que se observan las pérdidas continuas de vapor en la líneas de producción y más que todo en la salida de las calderas, porque no se tiene el control adecuado y la deficiencia de los equipos.

Estos son antiguos y les tratan de dar el mejor mantenimiento, pero es por gusto porque siempre se obtienen las pérdidas de vapor en las líneas que lo conducen.

#### **2.3.1. Tamaño de las tuberías de vapor**

El tamaño de las tuberías de vapor que se utilizan, son las marcadas con negrilla en la siguiente tabla, es uno de los factores importantes a tomar en cuenta para tener un notable ahorro de energía en la conducción del vapor hacia el proceso de producción o hacia el dispositivo que requiere de su utilización.

Tabla I. **Tamaño de las tuberías para la conducción de vapor**

Diámetro nominal del tubo (pulg)	Longitud del tubo (pulg)	Presión manométrica del vapor (lb/pulg <sup>2</sup> )
1	240	- 1
1 1/4	480	- 0,5
<b>1 1/2</b>	<b>720</b>	<b>0</b>
<b>2</b>	<b>960</b>	<b>1</b>
<b>2 1/2</b>	<b>1200</b>	<b>2</b>
3	1440	3
3 1/2	1680	5
4	1920	10

Fuente: Frycia Centro América S.A.

Cualquier fluido, agua, aire o vapor, al ser transportado por las tuberías, es retrasado por dos causas:

- Fricción con la superficie del tubo en los tramos rectos.
- Turbulencias en vueltas y pasos restringidos.

Un buen diseño en el sistema de tuberías de distribución de vapor, dará como resultado un suministro uniforme en las diferentes salidas con un mínimo de ruido, además de eliminar por dispositivos apropiados los gases incondensables y el condensado sin provocar pérdidas de presión.

### **2.3.2. Tipos de válvulas**

En la planta se cuenta con las válvulas necesarias para la regulación, y mantener el sistema estable, por lo tanto se utilizan válvulas de paso de dos y tres vías.

- Válvulas de paso de dos vías: este tipo de válvulas son empleadas para cerrar y/o estrangular el flujo. El modo de funcionamiento es muy sencillo, girando el volante manual (hacia la derecha en el sentido de las agujas del reloj) se cierra el paso. La estanqueidad del vástago se efectúa por medio de un fuelle y una prensa estopas de seguridad postconectado.
- Válvulas de paso de tres vías: las válvulas de control de tres vías KFM, son las adecuadas para aplicaciones, en las que es necesaria la recirculación de fluido, también realizando funciones de aporte de energía al proceso (calentar, enfriar). Están fabricadas en fundición, acero al carbono y acero inoxidable con empaqueta dura de teflón/grafito o fuelle de acero inoxidable.

### **2.4. Trampas de vapor**

La función primordial que tiene la trampa de vapor, es drenar dichos condensados de una forma automática y segura, esto hace que el vapor en la distribución no obtenga pérdidas en mayor proporción.

Las trampas que se utilizan están colocadas al final de cada tramo de tubo recto, o en donde se producen giros en la trayectoria de la tubería. El principio de operación de las trampas de vapor, está basado en el incremento de la

velocidad del flujo y la diferencia de temperatura entre las cámaras internas divididas, pero algunas trampas se encuentran obsoletas. La trampa se mantendrá abierta siempre y cuando se mantenga el condensado frío fluyendo, ya que este corre a menor velocidad que el vapor.

#### **2.4.1. Termostáticas**

La principal característica de esta trampa, es que responden a cambios de temperatura y de esta forma distinguen bien entre vapor y gases no condensables más fríos. Elimina rápidamente el aire del sistema, especialmente un arranque en frío y puede ser instalada en varias posiciones. La mayoría de estas trampas funcionan con un elemento bimetálico o un fuelle en forma de cápsula, llena de un líquido vaporizante.

La trampa está conectada con un tubo recolector de condensado, en donde se puede enfriar para obtener la diferencia de temperatura, mediante la cual funciona el elemento termostático, pero el problema es que el tubo ya está muy corroído y hay demasiada pérdida de vapor.

No es el elemento sensible al calor, el que hace que sea de lenta respuesta, más bien es la energía calorífica en el condensado dentro de la trampa la que se disipa lentamente, lo que causa la prolongación del tiempo de respuesta.

La trampa termostática se abre y cierra por medio de una fuerza desarrollada por un activador sensitivo a la temperatura. La temperatura controlada puede ser constante o puede variar dependiendo de las condiciones del sistema de vapor.

### **2.4.2. Termodinámicas**

Esta trampa funciona en principio termodinámico y de dinámica de fluidos. Al igual que las trampas mecánicas, las trampas termodinámicas son detectoras de fase; pueden diferenciar entre líquido y agua, pero no entre vapor, aire y gases no condensables.

En este tipo de trampa es una gran ventaja la caída alta de presión, creada por el pase de vapor condensado caliente a través de una abertura muy angosta, en contraste con la caída pequeña de agua fría.

La trampa termodinámica es muy resistente al golpe de ariete y a la corrosión, de todos modos responde a cargas variables.

### **2.4.3. Mecánicas**

La trampa mecánica, es la que responde a la diferencia de densidad entre el vapor y el condensado, las trampas mecánicas son las de flotador y las de cubo invertido.

La trampa de vapor del flotador consta de una concha, flotador, palanca, válvula, en este tipo de trampa, cuando la trampa está vacía, el flotador baja y cierra la válvula; entonces a medida que el condensado se acumula, el flotador va subiendo de manera que a cierto nivel de condensado principia a abrir y permitir su descarga. Estas trampas están diseñadas de tal forma que siempre hay condensado dentro de ellas, de manera que siempre hay un sello de agua que impide la salida de vapor vivo.

Dentro de la trampa mecánica está la del cubo invertido, esta trampa usa una cubierta invertida como flotador y emplean la diferencia de densidad entre el vapor y agua como principio de operación.

## 2.5. Antecedentes actuales del sistema

Frycia tiene la responsabilidad de producir fármacos y los produce, pero el problema es que algunos salen caros por las pérdidas de materia primas y los costos de la carga energética de vapor, así se asocia que, entre más tiempo un equipo esté operando, más energía estará consumiendo, de ahí la necesidad de apagar los equipos que estén encendidos ociosamente. El medidor de energía, almacena el valor acumulado de toda la energía consumida durante el ciclo de lectura esto es en libras.

Situación actual del consumo de vapor para el producto terminado.

Tabla II. Etapas actuales del proceso

(1) Ingredient el proceso	(2) Identificación de los riesgos potenciales dañinos, controlados o mejorados en este paso.	(3) ¿Existe la necesidad de señalar este peligro potencial  (Sí / No)	(4) ¿Por qué? Justificación para la decisión tomada en la columna anterior	(5) ¿Cuáles medidas pueden ser aplicadas para prevenir, eliminar o reducir el peligro?	(6) ¿Es este paso un Punto Crítico de Control PCC?
Extracción de agua	Biológicos(B):E.coliO157:H7 estafilococos aureus	Sí	El E. coli puede burlar cualquier sistema de purificación de agua y contaminar el producto.	Análisis microbio- lógico periódico del agua del pozo	Sí
	Químicos (Q): Sulfatos, nitratos carbonatos, arsénico, óxido de azufre, sulfuro de hidrógeno.	Sí	La contaminación industrial en el sector de donde se extrae el agua puede contaminarla	Análisis químico periódico del agua del agua del pozo.	Sí
	Físicos (F): piedras, ramas, lodos	No	Estas partículas no pueden pasar el pre filtrado de 20 micrones.		No
Purificación del agua	Biológicos(B): E. coli O157:H7	sí	El E. coli puede burlar cualquier sistema de purificación de agua y contaminar el producto.	Análisis microbio- lógico periódico del agua del pozo.	No
	Químicos (Q): Arsénico	Sí	La contaminación industrial en el sector de donde se extrae el agua puede contaminarla	Análisis químico periódico del agua del pozo.	No

Continuación de la tabla II.

	Físicos (F):	No	Estas partículas no pueden pasar el sistema de pre filtrado y filtrado.		No
Pesaje de ingredientes.	Biológicos(B): Bacterias de todo tipo, principalmente: E. coli O157:H7, estafilococos	Sí	Bacterias, virus huéspedes en operario.	Control de aplicación de BPM	No
	Químicos (Q): residuos de otras materias primas provenientes de la bodega de materias primas	Sí	Sustancias extrañas en vestimenta y manos del operario.	Control de aplicación de BPM	No
	Físicos (F): aretes, anillos, ganchos, cabellos etcétera.	Sí	Objetos ajenos a la materia prima (aretes, anillos, celulares)	Control de aplicación de BPM	No
Recepción y conteo de envases	Biológicos(B): Bacterias de todo tipo, principalmente: E. coli O157:H7, Estafilococos aureus	Sí	Los operarios pueden llevar contaminación biológica en sus manos por falta de higiene.	Control en la aplicación de las BPM	No
	Químicos (Q):	No	Cuando sale de los hornos de fabricación los envases son almacenados en cajas que impiden cualquier tipo de contaminación química.		No
	Físicos (F): Polvo	Sí	Polvo que se puede adherir en las instalaciones del fabricante.	Lavado de envases	No
Despacho de agua	Biológicos(B):	No	El agua es trasladada a través de tubería de acero inoxidable grado alimenticio, cerrada herméticamente.		No
	Químicos (Q):	No	No, el agua está en un contenedor cerrado y no tiene contacto con químicos de ningún tipo.		No
	Físicos (F):	No	No, el agua tiene otros filtrados al llegar a producción.		No
Despacho de ingredientes	Biológicos(B): bacterias de todo tipo, principalmente: E. coli O157:H7, estafilococos aureus	Sí	Los operarios pueden llevar contaminación biológica en sus manos por falta de higiene.	Control de la aplicación de las buenas prácticas de manufactura	No
	Químicos (Q): Residuos de otras materias primas	Sí	La mezcla accidental de dos materias primas en la bodega ocasionaría una contaminación cruzada	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las buenas prácticas de manufactura	No
	Físicos (F): aretes, anillos, ganchos, cabellos etcétera.	Sí	En caso que el operario que pese y despache la materia prima ingrese con anillos, aretes, celulares etcétera.	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las buenas prácticas de manufactura.	No

Continuación de la tabla II.

Formulación	Biológicos(B): bacterias de todo tipo, principalmente: E. coli O157:H7, estafilococos aureus	Si	Los operarios pueden llevar contaminación biológica en sus manos por falta de higiene.	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las buenas prácticas de manufactura.	Si
	Químicos (Q): residuos de otras materias primas	Si	Residuos de sustancias de otros procesos en utensilios del área de mezclado.	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las buenas prácticas de manufactura	No
	Físicos (F):	Si	En caso que el operario ingrese al área con anillos, aretes, celulares etcétera.	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las buenas prácticas de manufactura	No
Lavado de envases	Biológicos(B): bacterias de todo tipo, principalmente: E. coli O157:H7, estafilococos aureus	Si	El lavado con benzalconio al 5por ciento mata a casi todas las bacterias que general-mente atacan a los frascos.		No
	Químicos (Q): Benzalconio	Si	Un mal enjuague podría dejar residuos de jabón en el interior del envase	El enjuague es automático sólo se debe verificar que la lavadora de frascos este en buen estado.	No
	Físicos (F):	No	La lavadora tiene un sistema de filtrado propio que evita cualquier contaminación física.		No
Envasado	Biológicos(B): Bacterias de todo tipo, principalmente: E. coli O157:H7, estafilococos aureus	Si	Contaminación biológica que porte el operario producto de mala higiene, enfermedad viral o infectocontagiosa	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura	No
	Químicos (Q): Residuos de otras materias primas	Si	Contaminación cruzada por residuos de sustancias de otros procesos en utensilios del área de mezclado.	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura	No
	Físicos (F):	Si	En caso que el operario ingrese al área con anillos, aretes, celulares etcétera.	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura.	No
Esterilización	Biológicos(B): 1. Estafilococos aureus 2. Diplococcus pneumoniae. 3. Streptococcus Pyogenes 4. BacillusSubtilis	Si	En caso de una mala esterilización podrían sobrevivir bacterias o esporas que contamina-rían el producto.	Supervisión del proceso de esterilización.	Si
	Químicos (Q):	No	Una vez envasado el producto está libre de cualquier fuente de contaminación externa.		No



Continuación de la tabla II.

	Físicos (F):	No	Una vez envasado el producto está libre de cualquier fuente de contaminación externa.		No
Reprocesado	Biológicos(B): 1. Estafilococcus aureus 2. Diplodococcus pneumoniae. 3. Streptococcus Pyogenes 4. Bacillus Subtilis	Sí	Cualquier tipo de contaminación biológica que porte el operario producto de mala higiene, enfermedad viral o infectocontagiosa	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura	No
	Químicos (Q):	Sí	Residuos de sustancias de otros procesos en utensilios del área de mezclado.	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura	No
	Físicos (F):	Sí	En caso que el operario ingrese al área con anillos, aretes, celulares etcétera.	Cumplimiento estricto y control de la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura	No
Etiquetado	Biológicos(B):	No	Una vez envasado el producto está libre de cualquier fuente de contaminación externa.		No
	Químicos (Q):	No	Una vez envasado el producto está libre de cualquier fuente de contaminación externa.		No
	Físicos (F): Etiquetado erróneo	Sí	Un etiquetado equivocado podría causar identificarlo como otro sabor.	Supervisión en el proceso de etiquetado	No
Codificado y guardado en caja	Biológicos(B):	No	En esta etapa el producto está libre de este tipo de contaminación.		No
	Químicos (Q):	No	En esta etapa el producto está libre de este tipo de contaminación.		No
	Físicos (F):	Sí	En caso de un mal codificado el producto podría tener una fecha de caducidad distinta, un número de lote distinto que complicaría su trazabilidad.	La máquina es automática por lo que se debe supervisar su calibrada al inicio de cada batch.	No
Almacenamiento	Biológicos(B):	No	En esta etapa el producto está libre de este tipo de contaminación.		No
	Químicos (Q):	No	En esta etapa el producto está libre de este tipo de contaminación.		No
	Físicos (F): Quebradura de frascos	Sí	Estibar más de cinco cajas podría provocar que los frascos se quiebren.	No estibar más de cinco cajas.	No
Despacho	Biológicos(B):	No	El producto envasado y empacado está libre de cualquier tipo de contaminación.		No
	Químicos (Q):	No	El producto envasado y empacado está libre de cualquier tipo de contaminación.		No

Fuente: elaboración propia.

### **2.5.1.1. Estado del sistema eléctrico**

Actualmente, en la planta existe un sistema eléctrico inadecuado y deteriorado, de más de 30 años de funcionamiento y sin un correcto programa de mantenimiento, que hace prever la existencia de un programa de ahorro de energía significativo, traducido en un problema económico, debido al pago por consumo de energía eléctrica y también en el sistema de vapor.

Además se debe tener en cuenta que el crecimiento del sistema energético, ha venido realizándose de una forma desordenada, es decir un crecimiento no planificado, repercutiendo en una mala distribución de las nuevas cargas de energía.

Unas de las primeras instalaciones de la red eléctrica de distribución, datan de 1975, cuya primera subestación ubicada frente a la fachada lateral izquierda de la actual planta, posee circuitos alimentadores subterráneos, los cuales en la actualidad siguen alimentando la mayor parte de las cargas existentes. Posteriormente se han realizado ampliaciones a las redes eléctricas de distribución primaria y secundaria, teniendo en la actualidad un total de dos subestaciones, ubicadas de cualquier manera sin ningún criterio técnico. Por todo lo antes mencionado, es importante realizar el presente trabajo de investigación sobre ahorro de energía, especialmente en sistemas de vapor.

### **2.5.1.2. Generalidades**

Al hablar del sistema eléctrico de la planta, se refiere a los sub sistemas de generación eléctrica y de vapor, sub sistemas de distribución (primaria y secundaria) y las instalaciones eléctricas interiores.

### **2.5.1.3. Sistema de generación**

La energía se obtiene de varias formas dependiendo de la aplicación que se desee de la misma, uno de los dispositivos más utilizados en la industria para la obtención de la energía, es el generador que se encuentran en la planta, debido a las características que este posee.

Debido a que ya casi llego a su vida útil el rendimiento en la generación de electricidad, es de una manera eficiente por lo que el ciclo de las turbinas de gas, mediante la introducción de nuevos materiales y técnicas de diseño, el rendimiento de las últimas turbinas se ha incrementado en un 42por ciento. Si el gas caliente de salida se usa para aumentar el vapor a fin de alimentar una turbina de vapor, se forma un ciclo llamado combinado, con un rendimiento generalizado de la conversión del calor en electricidad de cerca del 60por ciento esto ayuda mucho a la planta a no comprar demasiada energía eléctrica a la distribuidora.

### **2.5.1.4. Sistema de distribución primario**

Ubicación: está ubicada frente a la fachada lateral izquierda de la planta, es donde se encuentra la distribución del sistema, donde sale el vapor a las diferentes líneas de utilización de este.

Cargas que alimenta: parte del sistema administrativo y también un salón, es tomado como auditorio, se encuentra operativa de cualquier manera, sin mantenimiento de ningún tipo, ni seguridad de los equipos existentes en la misma, con un tiempo de vida útil ya cumplida.

### 2.5.1.5. Consumo de energía

La energía es uno de los recursos más importantes dentro de cualquier proceso de producción, puesto que sin la utilización de la misma sería casi imposible la obtención de productos y servicios.

Los consumos de energía dentro de los procesos de producción, muchas veces son sumamente elevados, tanto por exigencias del proceso, así como por su mala utilización, y es por ello la importancia de la implementación de planes de acción de ahorro energético, que conduzca a economías notorias.

Existen varios tipos de energía, así como combustibles que ayudan para la generación de la misma, dentro de los combustibles más utilizados dentro de la industria están, el *bunker* y el diesel, los cuales son útiles para la obtención de energía. Estos contribuyen notablemente dentro de cualquier proceso productivo, y es por ello que se estudian los consumos de los mismos, de cómo estos cambian notoriamente entre un mes y otro, de cómo los consumos podrían disminuir gracias a la puesta en marcha de un plan de acción de energía. Los consumos de energía se pueden obtener gracias a la utilización de aparatos que ayudan a medir la misma, tales como:

- Galvanómetros
- Vatímetros
- Manómetros
- Amperímetro.

Tabla III. **Consumos de energía durante 2010**

AÑO 2010			
MES	BUNKER	DIESEL	ENERGIA ELECTRICA
	LITROS	LITROS	
Enero	10 51005		90 052,25
Febrero	17 568,00	105,26	145152,69
Marzo	12 458,00		125 645,22
Abril	11 195,05		105 625,22
Mayo	10 569,26	352,25	135 256,22
Junio	12 569,05	562,25	125 345,26
Julio	12 895,25	23,26	146 256,26
Agosto	15 258,26	1 025,05	134 263,26
Septiembre	19 256,25	75,26	145 362,62
Octubre	20 658,25		124 562,11
Noviembre	26 568,02	1 485,65	104 562,11
Diciembre	10 256,25	126,24	103 993,33

Fuente: Frycia Centro América S.A.

### **2.5.2. Equipo para la generación del vapor industrial**

La generación de vapor, está relacionada fundamentalmente con las calderas y un conjunto de aparatos y equipos auxiliares que se combinan para generar vapor, (caldera, economizador, sobrecalentados de vapor, precalentador de aire.)

Una caldera de vapor es un recipiente cerrado en el cual se genera vapor de agua, utilizando el calor extraído de un combustible o por el uso de electricidad.

La caldera es una máquina diseñada para generar vapor, especialmente la que se tiene en Frycia. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante. A continuación se presentan las características de la caldera que genera vapor dentro de la planta:

- Calderas horizontal *power master*

Capacidad:

20 y 40 HP (C.C.)

Presión:

$$85 \text{ psi} = 6,0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Hasta } 250 \text{ psi} = 17,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Servicio: vapor saturado seco.

Combustible: gas L.P. o gas natural.

Alimentación eléctrica requerida: 115 V monofásica.

Características:

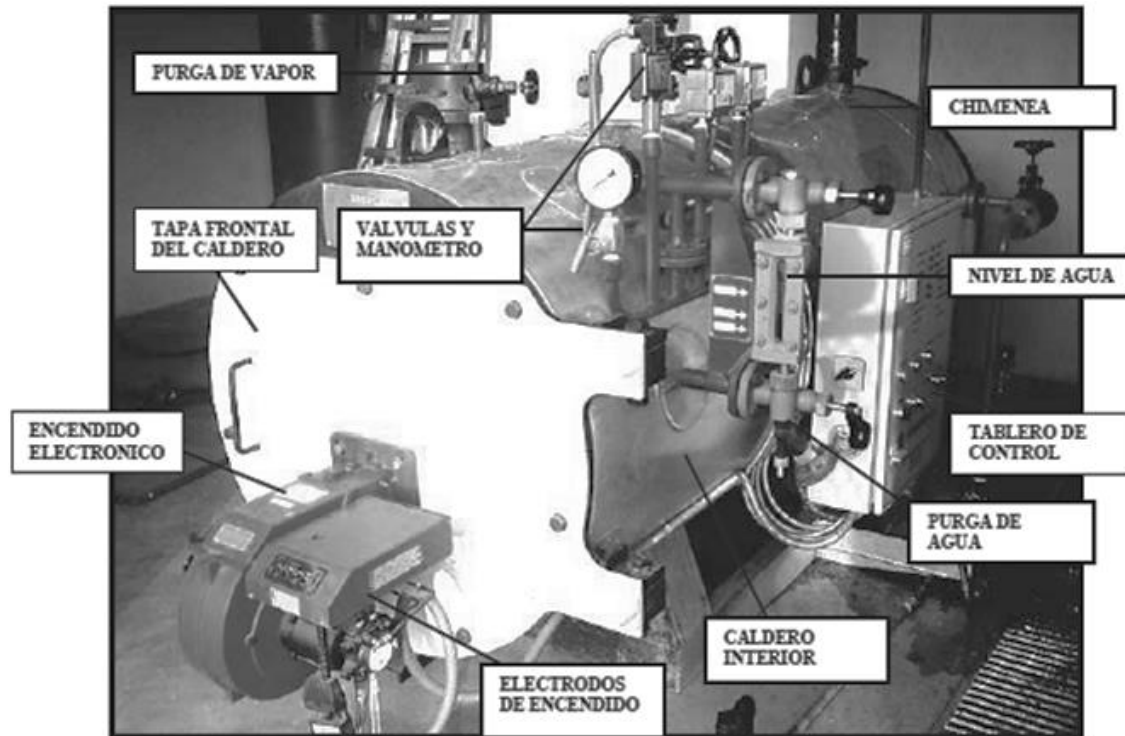
Caldera de tubos de humo de cuatro pasos.

Diseñada y fabricada con estricto apego al código ASME, sección I.

Operación automática.

Base de acero estructural.

Figura 8. **Caldera de la generación de vapor**



Fuente: Frycia Centro América S.A.

### 2.5.2.1. **Calderas**

Estas permiten cambiar el estado del fluido de trabajo (agua) de líquido a vapor de agua, en un proceso a presión constante y controlada, mediante la transferencia de calor de un combustible que es quemado en una cámara. En algunos casos se puede llevar hasta un estado de vapor sobrecalentado.

Esta es a gasóleo o combustible diesel, a gas natural, *bunker*, las calderas se componen de un compartimiento donde se consume el combustible y otro donde el agua se convierte en vapor.

La clasificación de estas calderas se da principalmente por tres aspectos:

- La presión a la que pueden operar.
- Su capacidad de producción de vapor.
- El tipo de combustible que utiliza para su combustión.

#### **2.5.2.2. Funcionamiento de las calderas**

Las calderas se diseñan para la condición de operación específica, esto permite a la planta garantizar su funcionamiento. En forma general, la caldera garantiza tanto la eficiencia como la temperatura de salida del vapor dentro de un intervalo de operación determinado.

Para establecer el balance de calor de la energía que entra al sistema, se considera la última absorción de calor o pérdida térmica. El calor de alimentación está dado por la cantidad de fuego disponible en una hora, el valor calorífico del combustible y cualquier otra cantidad de calor que alimenta al sistema.

El calor necesario para precalentar el aire de combustión, se obtiene de un calentador integrado a la caldera.

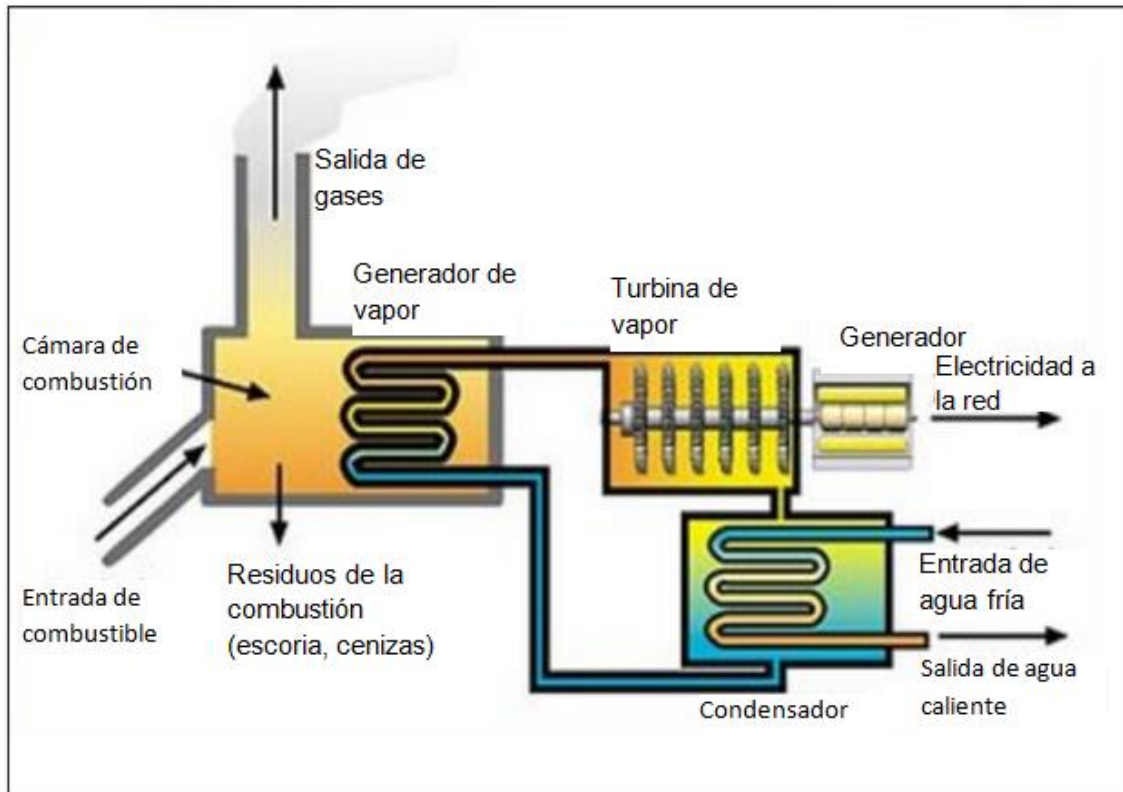
Las principales pérdidas térmicas se deben al calor sensible que escapa junto con los gases; a las de calores latentes asociados con la evaporación de la humedad presente en el combustible.

Con la forma de vapor de agua como resultado de la combustión del hidrogeno en el combustible, pueden realizarse pruebas de componentes de las calderas, considerándolos como unidades separadas, como el sobre calentador



y el economizador o calentador de aire, en la siguiente figura se demuestra el funcionamiento principal de las calderas.

Figura 9. **Funcionamiento actual de las calderas**



Fuente: Frycia Centro América S.A.

### 2.5.2.3. Tipos de calderas

Existen 2 tipos de calderas que de acuerdo a sus dimensiones y usos se tienen que ensamblar específicamente en el área de trabajo, donde serán utilizadas, ya que estas son difíciles de trasladar de un lugar hacia otro, lo cual repercutiría en tiempo y costos por la realización del mismo.

Dentro de las calderas utilizadas en la planta, son las más comunes para uso industrial, debido a su capacidad de producción de vapor se tienen las siguientes, pero la que utiliza la planta es acuatubular y pirotubular:

- Acuatubulares
- Pirotubulares

#### **2.5.2.4. Mantenimiento de las calderas**

El equipo usado después de las grandes reparaciones o cambios y las unidades nuevas requieren, antes de su puesta en marcha, algunos preparativos, que comprenden los siguientes aspectos: remoción del material que pueda encontrarse en el interior de las partes sujetas a presión; pruebas hidrostáticas e inspección de fugas; remoción de grasas y de otros depósitos en las partes sujetas a presión dentro del generador de vapor.

Este proceso es una práctica general para reducir las concentraciones químicas hasta alcanzar un nivel satisfactorio, en el cual la operación puede realizarse. Esto se logra por medio de purgas y reposiciones, las cuales se hacen con agua tratada.

En operación normal, también se marcan las especificaciones requeridas para el agua de alimentación y las condiciones que debe tener el agua de la caldera, las temperaturas de diseño del vapor y del metal de la caldera, la limpieza que debe mantener en los conductos del gas y paredes absorbentes de calor. La inspección y mantenimiento debe llevarse a cabo cuando la unidad se pone fuera de servicio. Todos los puntos anotados durante la inspección deben agregarse a la lista de detalles por corregir.

El personal operativo dentro de área de calderas, enfrenta graves riesgos que ponen en peligro su salud, mientras permanece en dicha área. Dentro de estos se encuentran los siguientes:

- Vapores y emisiones de compuestos volátiles en laboratorios y zonas de limpieza de equipos.
- Gases provenientes de las emisiones de calderas e incineradores.
- Material particulado como hollín, generado por unidades de generación de vapor (calderas).

#### **2.5.2.5. Cálculo del caudal de extracción del vapor**

La dificultad reside en la evaluación del índice de renovaciones por hora. En este campo, es arriesgado dar normas precisas, dado que hay muchos factores que intervienen. El caudal de extracción se debe calcular en función de las renovaciones por hora. Estas renovaciones dependen a la naturaleza o destino de los locales. A modo de ejemplo se muestra la siguiente tabla:

**Tabla IV. Renovación de aire por hora**

Tipo de Local	Renovaciones de aire por hora
Taller	3 – 4
Bodegas	3 – 4
Fundiciones	6 – 10
Laboratorios	6 – 12
Sala de calderas	2 – 3
Oficinas de mantenimiento	3 – 4

Fuente: elaboración propia.

Es recomendable partir de seis renovaciones de aire por hora como mínimo para calcular el caudal de extracción, ya que éstas aseguran la eliminación de las poluciones provocadas por las personas.



### **3. PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO**

#### **3.1. Propiedades y aplicaciones del vapor**

No hay un método fijo para descubrir todas las posibilidades de ahorro de energía en una instalación. El enfoque más común, es revisar listas de medidas de conservación energética que hayan sido aplicadas en otros sitios. Sin embargo, aún cuando las listas de medidas son útiles, no pueden sustituir una planificación estratégica inteligente y creativa.

Durante el proceso de identificación de oportunidades para proyectos de ahorro de energía de vapor, el paso inicial es concentrarse primero en las medidas de conservación no costosas. Se debe estimar el potencial de ahorro de estas medidas antes de evaluar otras de mayor costo. Luego se podrán hacer estimaciones del potencial de ahorro de las medidas más costosas, a partir del menor nivel de consumo energético que resultaría al implementar las medidas de bajo costo. Aunque esto parece obvio, han habido numerosas ocasiones en las que se han aplicado medidas costosas, pero se han omitido alternativas más sencillas y baratas.

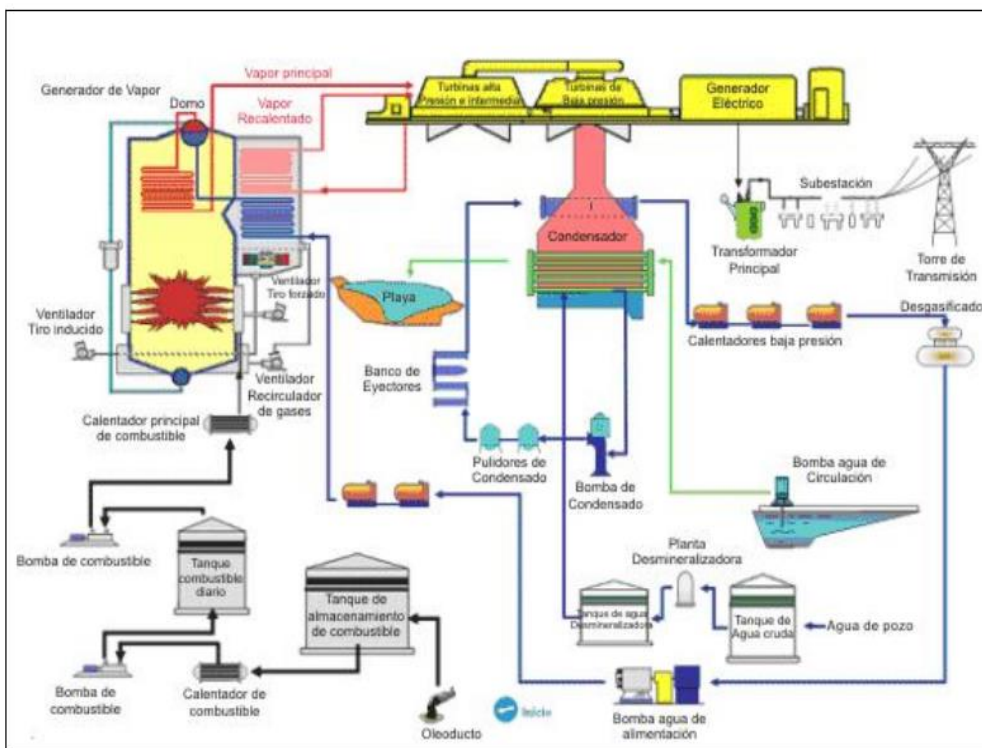
La industria posee un vocabulario único y el de vapor no es la excepción. La definición precisa de los conceptos básicos, constituye un fundamento íntegro para el desarrollo de la industria y evita equivocaciones. El estudio cuidadoso de estos conceptos, es indispensable para una buena interpretación.

La eficiencia y economía de un sistema de vapor, se puede mejorar si son atendidos cuidadosamente tres puntos:

- Generación de vapor
- Distribución de vapor
- Consumo de vapor

En la siguiente figura se demuestra cómo utilizar el nuevo esquema para las líneas de vapor, para tener un ahorro energético, tomando en cuenta los tres puntos mencionados anteriormente:

Figura 10. **Funcionamiento del nuevo esquema a tomar en cuenta para el ahorro energético**



Fuente: Frycia Centro América S.A.

### **3.1.1. Vapor**

Es agua en su fase de vapor. Se genera cuando se le añade energía calorífica al agua. Se necesita añadir suficiente energía para que se eleve la temperatura del agua hasta su punto de ebullición. Después de ello, cualquier energía adicional transforma el agua en vapor, sin un incremento en la temperatura.

#### **3.1.1.1. Vapor húmedo**

Cuando se lleva vapor de la caldera al punto de utilización, éste se condensa a lo largo de las tuberías. Este enfriamiento por pequeño que sea, al actuar sobre un vapor saturado causa una condensación, la cual se manifiesta corrientemente en forma de niebla que es arrastrada por el vapor.

Por esta razón, en la práctica casi nunca una libra de vapor saturado es realmente una libra de vapor. Dependiendo de esta y otras consideraciones, en la práctica se puede suponer que el vapor saturado es húmedo, o sea de cierta calidad, libras de vapor/libras de agua.

#### **3.1.1.2. Vapor saturado**

Es vapor puro a una temperatura igual a la temperatura a que hierve el agua a una presión dada.

#### **3.1.1.3. Vapor sobrecalentado**

Es aquel que se encuentra a una temperatura mayor que la de saturación a una presión determinada.



### **3.1.2. Calor sensible o de líquido saturado**

Es la energía necesaria para elevar la temperatura del líquido sin que exista cambio de fase.

### **3.1.3. Calor latente o de vaporización**

Es la cantidad de energía absorbida o generada durante un proceso de cambio de fase.

### **3.1.4. Calor total o temperatura del vapor**

Es igual a la suma del calor del líquido saturado o sensible, y el calor latente, expresado en  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  o en  $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ .

### **3.1.5. Capacidad calorífica**

Representa la cantidad de energía requerida para elevar un grado la temperatura de una sustancia en energía, que puede ser proporcionada mediante la transferencia de calor en ciertos procesos específicos.

Las unidades de la capacidad calorífica, son unidades de calor por unidad de masa y por unidad de temperatura, se expresa en  $\frac{\text{Btu}}{\text{lb}}^{\circ}\text{F}$ . Esta unidad en el SI es  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}^{\circ}\text{C}$ .

### 3.1.6. Temperatura crítica

Se define como la temperatura en la que los estados de líquido saturado y vapor saturado son idénticos.

### 3.1.7. Entalpía

Cuando se efectúa un balance de energía en el proceso de flujo, es conveniente considerar la entalpía, contenido de calor, como una cantidad relacionada con el contenido de energía y se define como:

$$H = E + PV$$

Esto indica que la entalpía viene determinada por el contenido de energía interna, que es la energía contenida en la sustancia a determinada presión y temperatura, más una cantidad extra de energía, porque algo ha actuado sobre él y lo ha hecho fluir; ésta se denomina energía de flujo, producto de la presión por el volumen. Las unidades de la entalpía son unidades de calor por unidad de masa, se expresa en  $\frac{\text{Btu}}{\text{lbs}}$  ó  $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ .

### 3.1.8. Volumen específico

Se trata del recíproco de la densidad y se define como el volumen por unidad de masa ( $\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$ ).

### **3.1.9. Volumen específico de vapor**

Es el volumen por unidad de masa y se expresa en metros cúbicos por kilogramo ( $\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$ ).

### **3.1.10. Presión absoluta, manométrica y de vacío**

La presión real en una posición dada, se denomina presión absoluta y se mide respecto al vacío absoluto, es decir, la presión del cero absoluto. Sin embargo, la mayor parte de los dispositivos que miden presión, se calibran para leer el cero en la atmósfera y por ello indican la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica local.

Esta diferencia se denomina presión manométrica. Las presiones por debajo de la atmosférica reciben el nombre de presiones de vacío y se determinan con medidores de vacío que indican la diferencia entre la presión atmosférica y la presión absoluta. Las presiones absoluta, manométrica y de vacío, son cantidades positivas y se relacionan entre sí por medio de:

$$P_{\text{manométrica}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}} \text{ para presiones sobre } P_{\text{atm}}$$

$$P_{\text{vac}} = P_{\text{atm}} - P_{\text{abs}} \text{ para presiones abajo de } P_{\text{atm}}$$

### **3.1.11. Vapor condensado**

El condensado, es el resultado de la reducción de temperatura causada por la eliminación del calor latente de evaporación. Es un producto secundario de la transferencia de calor en un sistema de vapor. Se forma en el sistema de distribución debido a la inevitable existencia de radiación. También se forma en

equipos de calentamiento y de proceso, debido a la transferencia de calor del vapor.

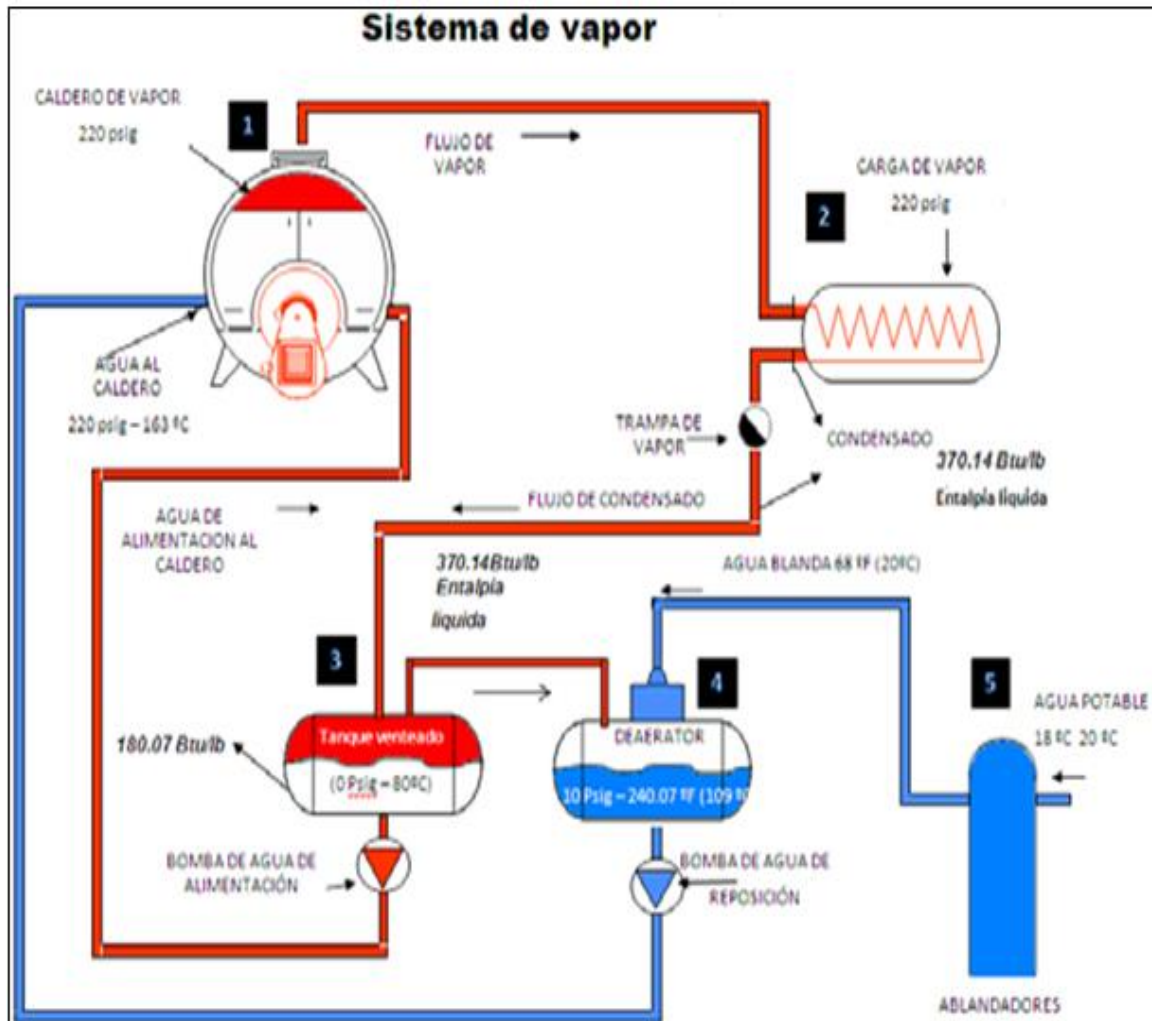
### **3.2. Generación de vapor**

Básicamente la eficiencia de un sistema de vapor se mejorará aplicando las siguientes medidas:

- Recuperación de condensado y aislamiento térmico de la línea de retorno.
- Precalentamiento del agua fresca de alimentación de la caldera con calor residual, condensado con valor energético.
- Tratamiento químico del agua de alimentación a la caldera.
- Regulación y control de flujos de purga de lodos de la caldera y de condensados en tuberías y equipos del sistema.
- Reducción del exceso de aire.
- Precalentamiento del aire de combustión para la caldera con calor residual.
- Precalentamiento y atomización adecuada del combustible de la caldera.
- Aislamiento térmico del cuerpo de la caldera.
- Ajuste del quemador.
- Ajuste de los controles automáticos de la caldera.
- Regulación de la carga de la caldera.

Para que se puedan alcanzar las mejoras deseadas, se tiene que hacer un análisis del siguiente sistema, las cuales serán analizadas por medio de un diagrama que se presenta a continuación.

Figura 11. Diagrama del sistema de vapor a tomar en cuenta para el ahorro de energía en el condensado



Fuente: Frycia Centro América S.A.

### 3.3. Distribución de vapor

Para reducir las pérdidas de calor a través de la línea de distribución de vapor, es necesario:

- En instalaciones nuevas, diseñar la red de distribución, eligiendo los diámetros adecuados de tubería, determinando la localización y dimensiones apropiadas de los accesorios de tuberías.
- Aislar térmicamente las tuberías de vapor y los accesorios de tubería.
- Evitar fugas de vapor.
- Utilización de nuevas tecnologías de trampas de vapor que ofrecen pérdidas mínimas de vapor vivo.
- Instalación de trampas de vapor de acuerdo a su funcionamiento y en localidades para las cuales fueron seleccionadas.
- Realizar pruebas periódicas al sistema de trampeo para obtener un control del buen funcionamiento del mismo.

#### **3.4. Consumo de vapor**

Cada unidad de proceso deberá operar con eficiencia, siendo necesario revisar fundamentalmente los siguientes aspectos:

- Diseño adecuado del equipo.
- Uso de presiones y temperaturas de vapor adecuadas.
- Aislamiento térmico de áreas del equipo en donde existan considerables pérdidas de calor por radiación y convección.
- Reutilización del calor residual de flujos de gases de escape, a altas temperaturas, para precalentar aire y/o productos de proceso.
- Especificación de dimensionamiento y ubicación adecuada de las trampas de vapor.

La supervisión continua de los aspectos mencionados en estos tres puntos, así como su soporte mediante un programa riguroso de mantenimiento preventivo hará posible que las plantas industriales reduzcan

considerablemente sus costos, permitiéndoles mantenerse en la dinámica competencia económica.

### **3.5. Ahorro de energía en el condensado**

En casi todas las instalaciones de una nueva planta, puede descubrirse un número sorprendentemente grande de oportunidades para ahorrar energía, como la utilización de un sistema que implican avanzadas tecnologías de conversión energética. La identificación de maneras de ahorrar energía, requiere imaginación e ingenio, así como de un sólido conocimiento de los principios técnicos.

Esta labor consiste en encontrar modos de eliminar tareas innecesarias que consumen energía y de minimizar el trabajo requerido para realizar las tareas necesarias. Algunas estrategias que se pueden aplicar para eliminar tareas innecesarias son mejores controles, eliminación de pérdidas del sistema y diversas modificaciones al sistema. Las estrategias dirigidas a minimizar el trabajo requerido para tareas necesarias, incluyen recuperación de calor, (mayor eficiencia) en la conversión de energía y diversas modificaciones al sistema.

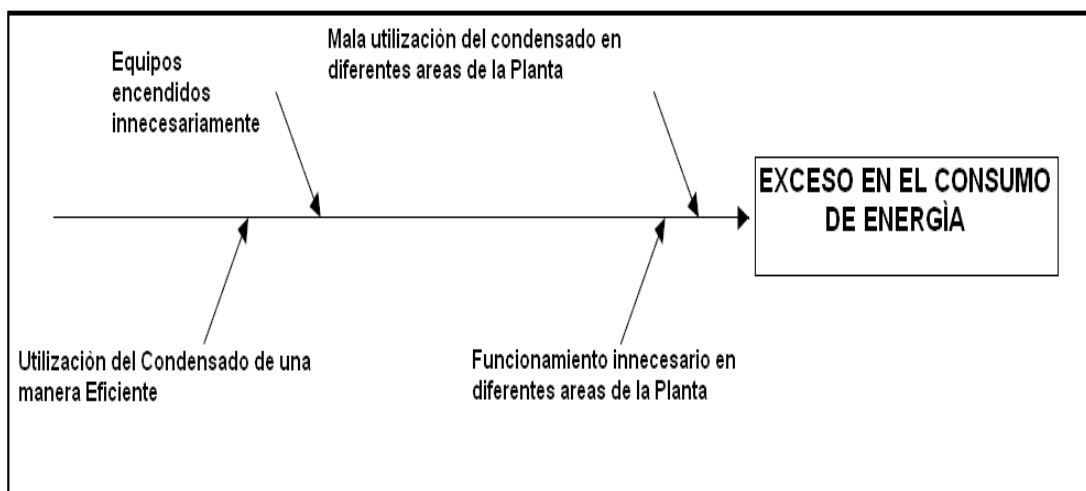
Las estrategias de recuperación de calor varían desde complejos sistemas para generar energía eléctrica ó térmica, hasta simples termo cambiadores que se pueden usar para calentar agua con el calor de desecho del equipo.

Algunos ejemplos de incremento de eficiencia de conversión, son motores más eficientes para convertir energía eléctrica en trabajo mecánico y fuentes luminosas más eficientes para convertir energía eléctrica en luz. Algunas

modificaciones al sistema que pueden reducir el trabajo requerido para realizar tareas como la utilización adecuada de conductores de condensado.

Para que se puedan alcanzar las mejoras deseadas, se tiene que hacer un análisis de las causas que afectan el ahorro de la energía, las cuales serán analizadas por medio de un diagrama de causa y efecto.

Figura 12. **Diagrama de Causa y Efecto de factores que afectan el ahorro de energía en el condensado**



Fuente: elaboración propia.

### 3.5.1. Retorno del condensado

El vapor que se condensa tiene dos cualidades importantes y de interés desde el punto de vista de eficiencia. Primero, como ya se ha mencionado anteriormente, contiene calor en una cantidad que puede ser importante, comparada con el calor total del vapor. Segundo, el condensado es agua limpia



y ya tratada, sin sólidos disueltos, con excepción de los que arrastra en su flujo a través de la tubería.

El retorno de condensado, entonces implica tres ahorros:

- Ahorro en combustible debido a su calor sensible.
- Ahorro en químicos de tratamiento del agua que entra a la caldera.
- Ahorro en combustible debido a la reducción de la purga necesaria para mantener un nivel adecuado de sólidos disueltos en la caldera.

### **3.5.2. Aislamiento del condensado**

El aislamiento no sólo de la tubería, también de los tanques, de las válvulas, codos y otros puntos del sistema, es importante para poder aprovechar al máximo el calor del sistema.

### **3.5.3. Cierre del sistema de condensado**

Para ahorrar y recuperar el vapor perdido por vaporización y venteo del tanque de condensado, debería de considerarse la posibilidad de retornar el condensado bajo presión. Esto se aplica a sistemas medianos y grandes. Puntos importantes para recordar, son el uso de bombas de vapor, para procesos de precalentamiento.

### **3.5.4. Precalentar agua con el condensado**

En sistemas pequeños y medianos donde posiblemente no valga la pena una inversión para nuevo equipo, y donde una parte del condensado no se retorna pero se reemplaza con agua fresca, se puede considerar una medida

sencilla. El agua fresca que necesita la caldera, se puede alimentar directamente al tanque de condensado, manteniendo así la temperatura del condensado menor a la del punto de saturación.

El condensado entra abajo del tanque y se enfrían al pasar la masa de condensado subenfriado. Así se evita el sobrecalentamiento del tanque de condensado y la consecuente pérdida de vapor a través del venteo del tanque. El calor del condensado se aprovecha para precalentar agua fresca. Este sistema es eficiente sólo si se necesita alimentar la caldera con un porcentaje de agua fresca.

### **3.5.5. Reducción de presión de vapor**

La reducción de la presión de vapor en el proceso, es otra manera de atacar el problema de pérdida de vapor del condensado. Menor presión en el proceso, provoca menor vaporización en el sistema de condensado. Al mismo tiempo, el mayor calor latente a presiones más bajas, ver tablas de vapor, asegura que el calor ahorrado en la vaporización instantánea se aprovecha en el proceso.

### **3.5.6. Drenado del condensado**

Una vez que el vapor se condensa al haber soltado todo su valioso calor latente, el condensado caliente se debe de remover inmediatamente.

El condensado todavía es agua caliente con valor energético y se debe regresar a la caldera aún cuando el calor disponible en un kilogramo de condensado, es relativamente poco comparado al de un kilogramo de vapor.

### 3.5.7. Efecto del aire en la transferencia de calor

Cuando el aire y otros gases se introducen al sistema de vapor, ocupan parte del espacio que debería estar ocupado únicamente por el vapor.

La temperatura de la mezcla aire/vapor va a ser menor que la que sería para vapor puro.

La tabla V, muestra la reducción en temperatura causada por diferentes porcentajes de aire a varias presiones.

Tabla V. **Reducción en temperatura causada por aire**

Presión (psi)	Temperatura vapor saturado (°C)	Temperatura vapor mezclado con varios porcentajes de aire (°C)		
		10por ciento	20por ciento	30por ciento
2	120,2	116,7	113	110
4	143,6	140	135,5	131,1
6	158,8	154,5	150,3	145,1
8	170,4	165,9	161,3	155,9
10	179,9	175,4	170,4	165

Fuente: Frycia Centro América S.A.

### 3.5.8. Estimación del costo de vapor

El costo es un parámetro muy importante en un sistema de vapor, ya que éste refleja la eficiencia en función de su utilización. Este valor adquiere significado cuando se presenta en forma de índices de costos que lo relacionan con datos de producción, los cuales pueden elaborarse mensualmente e indicar de esta manera la eficiencia en su utilización respecto a otros meses de

operación. Además, estos costos del vapor son de utilidad en la consideración de variables en el proceso, ya que especifican la más económica y eficiente.

Otro aspecto interesante de utilización de estos costos, es la evaluación de las diferentes posibilidades de cogeneración, como lo son las turbinas de vapor, generadores diesel.

Para la determinación del costo del vapor, hay que tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Presión de vapor
- Eficiencia de la caldera
- Precio del combustible
- Temperatura del condensado

El cálculo del costo del vapor, se efectúa basado en los datos anteriormente expuestos, aplicados a balances de energía, tomando como referencia la entalpía del vapor y la calidad de éste.

A continuación se resuelve un ejemplo, en donde se muestra la secuencia de cálculo en un proceso determinado:

Una caldera genera vapor a una presión de 160 libras por pulgada cuadrada. La temperatura de agua de alimentación a la caldera es de 40 grados centígrados. La eficiencia es de 85 por ciento y el precio del combustible *-bunker* es de Q.18, 84 el galón, según dato del MEM de mayo de 2011.

SOLUCIÓN: alternativa 1

Presión de vapor: 160 psi

Entalpía de vapor:  $hg = 1\,196,0 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$

Temperatura del agua de alimentación:  $40^\circ\text{C}$

Eficiencia de caldera: 85 por ciento

Poder calorífico del *bunker*:  $150\,000 \frac{\text{Btu}}{\text{gal}}$

Costo del *bunker*:  $18,84 \frac{\text{Q}}{\text{gal}}$

Energía del agua de alimentación

$$Q = mC_p \Delta T$$

$$m = 1 \text{ lb.}$$

$$C_p = 1 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{C}}$$

$$\Delta T = (40^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 40^\circ\text{C}$$

$$Q = 1 \text{ lb} \left( 1 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \times 40^\circ\text{C} \right) = 40 \text{ BTU}$$

$$Q = 40 \text{ BTU}$$

La energía del agua de alimentación, es de 40 BTU por libra.

Energía que debe aportar el *bunker* para transformar una libra de agua de alimentación a una libra de vapor a 160 libras por pulgada cuadrada.

$$Q = 1\,196,0 \frac{\text{BTU}}{\text{l}} - 40 \frac{\text{BTU}}{\text{l}} = 1\,156,0 \text{ BTU/l}$$

Costo del vapor por tonelada:

$$Q = \frac{2\,000 \frac{\text{l}}{\text{Ton}} \times 1\,156,0 \text{ BTU/l}}{150\,000 \frac{\text{BTU}}{\text{gal}} \times 0,85} = 18,13 \frac{\text{gal}}{\text{ton}} \times Q \text{ 18,84/gal} = Q \text{ 253,82/Ton}$$

$$150\,000 \frac{\text{BTU}}{\text{gal}} \times 0,85$$

$$Q = 0,17991/\text{libra}$$

Aproximadamente Q. 0,18 la libra de vapor

EL costo por tonelada de vapor es de Q 253,82 y Q 0,17991 la libra de vapor, tomando en cuenta solamente el combustible.

Se estima que el combustible representa el 80por ciento del costo total del vapor.

SOLUCIÓN: alternativa 2

Calor contenido en el vapor a 160 psia:

$$h_g = 1196,0 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$$

Energía térmica en el agua de alimentación a 40 °C:

$$h_f = 72,038 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \text{ ver tablas de vapor}$$

$$1196,0 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}} - 72,038 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} = 1123,962 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$$

Energía del combustible requerida para la producción del vapor:

$$1322,3082 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} = 1123,962 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} \text{ requeridos para producir vapor a 160 psia.}$$

Costo de la energía del combustible:

$$Q \frac{18,84 \times 1 \text{ galón}}{150,000 \text{ BTU}} = Q 0,00009333/\text{BTU}$$

$$\text{Galón} 150,000 \text{ BTU}$$

Costo del vapor producido:

$$Q \ 0,00009333X1 \ 322,3082/l = Q \ 0,1834 \ /l$$

Aproximadamente Q. 0,18 la libra de vapor.

### **3.5.9. El costo al no verificar las trampas**

De los datos anteriores, el 20por ciento de trampas de vapor fallarán dentro del primer año de instalación, debido a la suciedad. Con una prueba y mantenimiento regular esta proporción puede reducirse aproximadamente al 6por ciento.

De acuerdo a varias investigaciones, se presenta un índice de falla con relación a los ciclos de inspección que muestra el porcentaje de trampas falladas del total de trampas de vapor en una instalación durante su funcionamiento:

1 años 6 - 10%, 2 años 10 - 15%, 3 años 15 - 35% tiempo de vida de una trampa de vapor, 4 años > 36%, 5 años > 45% y arriba de 5 años > 65%

Por tal razón se debe crear un plan de inspección periódico para las trampas, y así lograr cada vez una menor pérdida de vapor en el sistema.

Existen distintos tipos de trampa en la industria, las cuales varían en tamaño, método de descarga, fabricante. Debido a lo anterior se debe tomar en cuenta que aunque algunas trampas de vapor sean nuevas presentan pérdidas de vapor vivo.

La pérdida depende del tipo de trampa:

$$\text{Termodinámica} = 2 - 4 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \left( 4 \text{ a } 8 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \right)$$

$$\text{Cubeta invertida} = 3 - 5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \left( 6 \text{ a } 10 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \right)$$

$$\text{Flotador y termostato} = 0 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$\text{Termostática} = 0 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Puede parecer un valor pequeño 10 litro por hora, pero multiplicada esta cantidad por la cantidad de trampas y las horas de operación en un año, para la gerencia esto significa pérdida de dinero.

Se tomará en cuenta la tabla siguiente para la supervención del vapor para tener una conservación de ahorro a diario:

Tabla VI. **Punto de control del proceso actual de vapor**

Punto Crítico de Control (PCC)	Riesgo(s)	Límites Críticos	Monitoreo				Acciones correctivas	Verificación	Registros
			A. Qué	B. Cómo	C. Frecuencia	D. Quién			
Extracción de agua de pozo	En la verificación de las tuberías	Especificación en procedimiento de la creación del vapor	El cumplimiento del procedimiento de la trasportación del vapor	Análisis del trasporte del vapor	Diario	Supervisor del área de las tuberías	Rechazo del vapor y suspensión del consumo	1. Auditoría de los registros de monitoreo del vapor. 2. Análisis periódico de vapor en el	Resultado de análisis del control del vapor.

Fuente: elaboración propia.



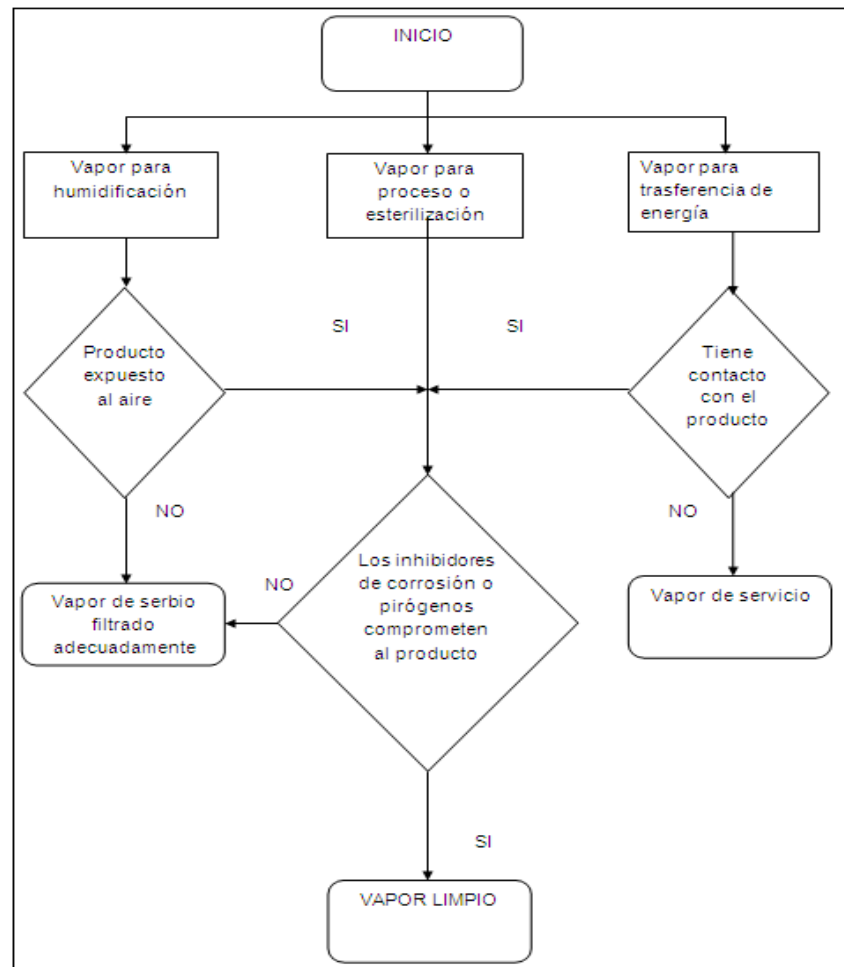
### **3.6. Utilización de Producción más Limpia**

La Producción más Limpia enfrenta el tema de la contaminación industrial de manera preventiva, concentrando la atención en los procesos productivos, productos, servicios y la eficiencia en el uso de las materias primas e insumos, para identificar mejoras que se orienten a conseguir niveles de eficiencia que permitan reducir o eliminar los residuos, antes que estos se generen.

La experiencia empresarial ha comparado y demostrado que, a largo plazo, la Producción más Limpia es más efectiva desde el punto de vista económico, y más coherente desde el punto de vista ambiental, con relación a los métodos tradicionales de tratamiento al final del proceso.

Las técnicas de Producción más Limpia pueden aplicarse al proceso de producción, contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores, que impliquen la sustitución de materias primas, insumos o líneas de Producción más Limpia y eficientes.

Figura 13. **Flujograma de aplicación del vapor en la planta para obtener una Producción más Limpia en Frycia Centro América S.A.**



Fuente: elaboración propia. Word 2010.

El flujograma de arriba provee requerimientos para las aplicaciones de vapor, los requerimientos de pureza de vapor usado en la manufactura de la planta y desarrollo de productos, están controlados por las características del producto. Las características especiales del producto y del proceso pueden dictar que son apropiados criterios más o menos exigentes.

### **3.6.1. Beneficios de la Producción más Limpia**

Las oportunidades y beneficios que se presentan a la hora de aplicar la Producción más Limpia son:

- Agua
- Energía
- Materias primas
- Materiales de empaque
- Insumos
- Subproductos
- Desechos

#### **3.6.1.1. Fundamentos**

Precaución: la precaución no es simplemente cuestión de evitar situaciones legalmente perjudiciales, sino también el asegurarse que los trabajadores estén protegidos contra problemas de salud irreversible y que la planta esté protegida de daños al ambiente y esto implica un rediseño sustancial obligatorio del sistema industrial de producción y consumo que depende hasta ahora de un fuerte procesamiento de materiales.

Preventivo: la prevención es igualmente importante, especialmente en aquellos casos que se conoce el daño que puede causar un producto o proceso, el principio preventivo indica la búsqueda adelantada de cambios en la cadena de producción y consumo. La naturaleza preventiva de la Producción más Limpia exige que la nueva solución considere el diseño del producto, la demanda del consumidor, los patrones de consumo de materiales, y ciertamente la base material completa de su actividad económica.

Integración: la integración implica la adopción de una visión del ciclo de producción y un método, para introducir tal idea, es el análisis del ciclo de vida. Una de las dificultades de la solución preventiva, es la integración de medidas de protección ambiental a través de fronteras sistemáticas, la regulación tradicional de extrema del tubo, generalmente se aplica hasta un punto específico en que rigen medidas de procesos integrados para la reducción de contaminantes. Al reducir la necesidad de emisiones de tales sustancias en el ambiente, estas medidas entonces brindan una protección integrada a todo el medio ambiente.

### **3.6.1.2. Enfoques**

La Producción más Limpia, se orienta en tres bases fundamentales que son las siguientes:

- Procesos
- Productos
- Servicios
  - En los procesos se orienta a: la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía; reducción y minimización de la cantidad y toxicidad de emisiones y residuos y eliminación de materias primas tóxicas; el reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta o bien fuera de ella.
  - En los productos se orienta a: reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final.

- En los servicios se orienta a: la incorporación de la dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos.

### **3.6.1.3. Beneficios**

La Producción más Limpia trae beneficios, no solo a nivel organizacional sino también aporta una gran ayuda al medio ambiente. Entre los beneficios organizacionales, están el ahorro de las materias primas y la energía.

#### **3.6.1.3.1. Financieros**

La administración estratégica es el arte y la ciencia de formular, implementar y evaluar las decisiones interfuncionales que permiten a la organización alcanzar sus objetivos, tales como:

- Reducción de costos, por optimización del uso de las materias primas.
- Ahorro, por mejor uso de los recursos (agua, energía).
- Menores niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de desechos.
- Aumento de las ganancias.

#### **3.6.1.3.2. Operacionales**

Enfocará su desempeño propio y el de todo el equipo en forma táctica pero sobre todo estratégica, para lograr máxima competitividad de la empresa en el largo plazo, alineándose con lo que busca el dueño de la organización.

- Aumentar la eficiencia de los procesos.
- Mejorar las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad.
- Reducir la generación de los desechos.
- Efecto positivo en la motivación del personal.

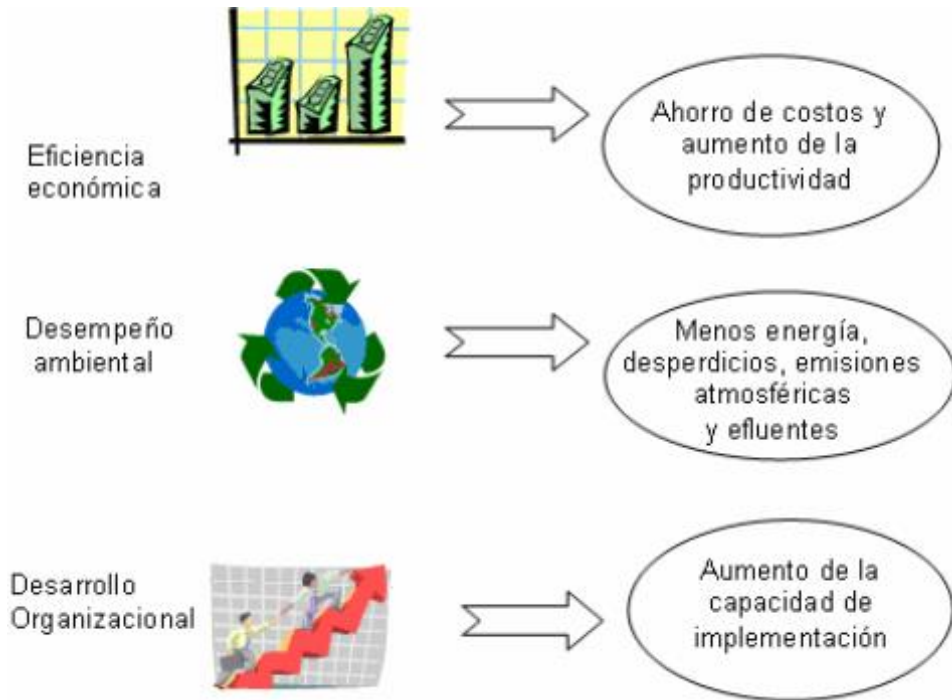
### **3.6.1.3.3. Comerciales**

Implica el uso de un conjunto de herramientas encaminadas a la satisfacción del cliente. Estas herramientas son conocidas también como las Cuatro P: producto, precio, distribución o plaza y publicidad o promoción. Como disciplina de influencias científicas, el marketing es un conjunto de principios, metodologías y técnicas a través de las cuales se busca conquistar un mercado, colaborar en la obtención de los objetivos de la organización, y satisfacer las necesidades y deseos de los consumidores o clientes. Entre estas están:

- Permite comercializar mejor los productos posicionados y diversificar nuevas líneas de productos.
- Mejorar la imagen corporativa de la empresa.
- Lograr el acceso a nuevos mercados.
- Aumento de ventas y margen de ganancias.

Todo lo anterior se puede resumir en la siguiente figura:

Figura 14. **La triple ganancia de la Producción más Limpia**



Fuente: Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Aplicación de la Producción más Limpia**

Las estrategias y aplicaciones de Producción más Limpia tienen sus bases en los principios antes mencionados, (precaución, prevención, e integración); ya que los tres principios en conjunto conducen a una sola premisa, reutilización de los recursos e insumos para producir, minimizando así la contaminación al ambiente, lo cual conduce a: mayor productividad = mayor rentabilidad.

#### **4.1.1. Procesos productivos**

Secuencia de actividades requeridas para elaborar un producto (bienes o servicios). Generalmente existen varios caminos que se pueden tomar para producir un producto, ya sea este un bien o un servicio. Pero la selección cuidadosa de cada uno de sus pasos y la secuencia de ellos, ayudarán a lograr los principales objetivos de producción, costos (eficiencia), calidad, confiabilidad y flexibilidad.

#### **4.1.2. Materia prima**

Al iniciar todo proceso productivo, se requiere de una serie de insumos, los cuales son transformados para obtener el producto o servicio final que será ofrecido al cliente.



La materia prima, es un elemento muy importante y con un costo representativo, por lo tanto su compra, administración y control deben ser rigurosos y así evitar incrementos en el costo por ineficiencias en su manejo.

#### **4.1.3. Métodos de trabajo**

Las ventajas de un crecimiento planificado, son varios y entre estos puede incluirse:

- El mantenimiento del enfoque presente y futuro de los objetivos de crecimiento de la empresa.
- Blindaje ante la recesión.
- La posibilidad de modificaciones y adaptaciones futuras según la experiencia de la implementación de las etapas previas.
- La asignación de prioridades para la asignación de los recursos.
- La obligación del personal responsable a ver la planeación de las líneas y procesos por etapas desde la macro perspectiva, señalando los objetivos centrales a modo que pueden contribuir a lograrlos.

#### **4.1.4. Maquinaria y equipo**

Es un conjunto de piezas o componentes conectados de los cuales por lo menos uno es móvil, con los actuadores apropiados, circuitos de energía y control, montados juntos para una aplicación específica, en particular para el proceso, tratamiento, movimiento o empaqueo de material.

#### **4.1.5. Uso eficiente del agua**

En la industria también se puede usar y tratar de darle una mejora al agua, la maquinaria, los procesos, servicios y accesorios que demandan grandes cantidades de este recurso que puede reducirse con técnicas de uso eficiente.

La calidad del agua requerida, varía según el tipo de proceso a operar en la industria, como ejemplo algunos procesos requieren un uso menor de agua, por lo que en la misma planta industrial pueden requerirse aguas de diferente calidad en varios procesos.

Los usos en la planta de agua se pueden dividir en tres grandes grupos:

- **Transferencia de calor:** se utiliza en procesos de calentamiento o enfriamiento. Para el primer caso se utiliza la generación de vapor por medio de calderas que emplean la combustión de carbón, petróleo, gas o productos de desecho; para enfriamiento se emplea la circulación de agua, por medio de torres o estanques de enfriamiento.
- **Generación de vapor:** la mayor parte de energía generada proviene de plantas termoeléctricas que emplean el vapor de agua para mover turbinas adaptadas a generadores, en la recuperación del vapor se usan condensadores, logrando establecer volúmenes de reemplazo un 1por ciento del total de agua suministrada a la planta.
- **Aplicación a procesos:** son muchos los procesos en los que se necesita el agua, por ejemplo en la planta se utiliza en las enfrascadoras, esterizadora como en la línea de producción industrial, por lo que se usa este método.

El agua es un medio adecuado y económico para el lavado general de equipos industriales, principalmente en la industria farmacéutica.

Además de la estética, lavar el equipo en la industria es muy importante, ya que evita que se contaminen los productos con el polvo o con basura, como medida de seguridad, evita que se acumulen los desechos en el piso, para impedir resbalarse o caerse y lastimarse, para evitar el polvo que pueda dañar al equipo.

A continuación se presenta una comparación de la línea actual y la propuesta:

Tabla VII. **Comparación de control de línea actual y propuesta**

METODO ACTUAL	METODO PROPUESTO	COMPARACION
1. Extracción de agua de pozo 1	1. Extracción de agua de pozo 1	El primer y segundo punto crítico de control, sigue siendo el mismo porque el sistema de purificación de agua no fue modificado, ya que al ser un sistema automático, de alta velocidad y alta calidad no necesita modificación.
1. Extracción de agua de pozo 2	1. Extracción de agua de pozo 2	
10. Esterilización	9. Tratamiento térmico	La esterilización es sustituida por el tratamiento térmico, lo que hace un proceso más rápido y práctico, pero es de igual importancia controlar la temperatura.

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.6. Aguas residuales industriales**

Son materiales derivados de los residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación, económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales.

Los principales agentes contaminantes de las aguas en la planta, son las aguas residuales, petróleo, sustancias radiactivas, minerales inorgánicos y principalmente compuestos químicos.

Las aguas residuales contienen mayormente materias orgánicas y químicas que precisan oxígeno, son por tanto un agente desoxigenador del agua cuando entran en descomposición, que generan además olores desagradables.

#### **4.1.7. Tecnología de tratamientos**

La planta de tratamiento con la que se espera mejorar los desechos, es una planta de tratamiento de agua residual de tipo fisicoquímica.

A la planta de tratamiento llega toda el agua que se utiliza en la planta de producción proveniente de los usos primarios y secundarios (exceptuando los de sanitarios). En dicha planta se le aplican diversos químicos para neutralizar el agua y separar los lodos para su posterior descarga.

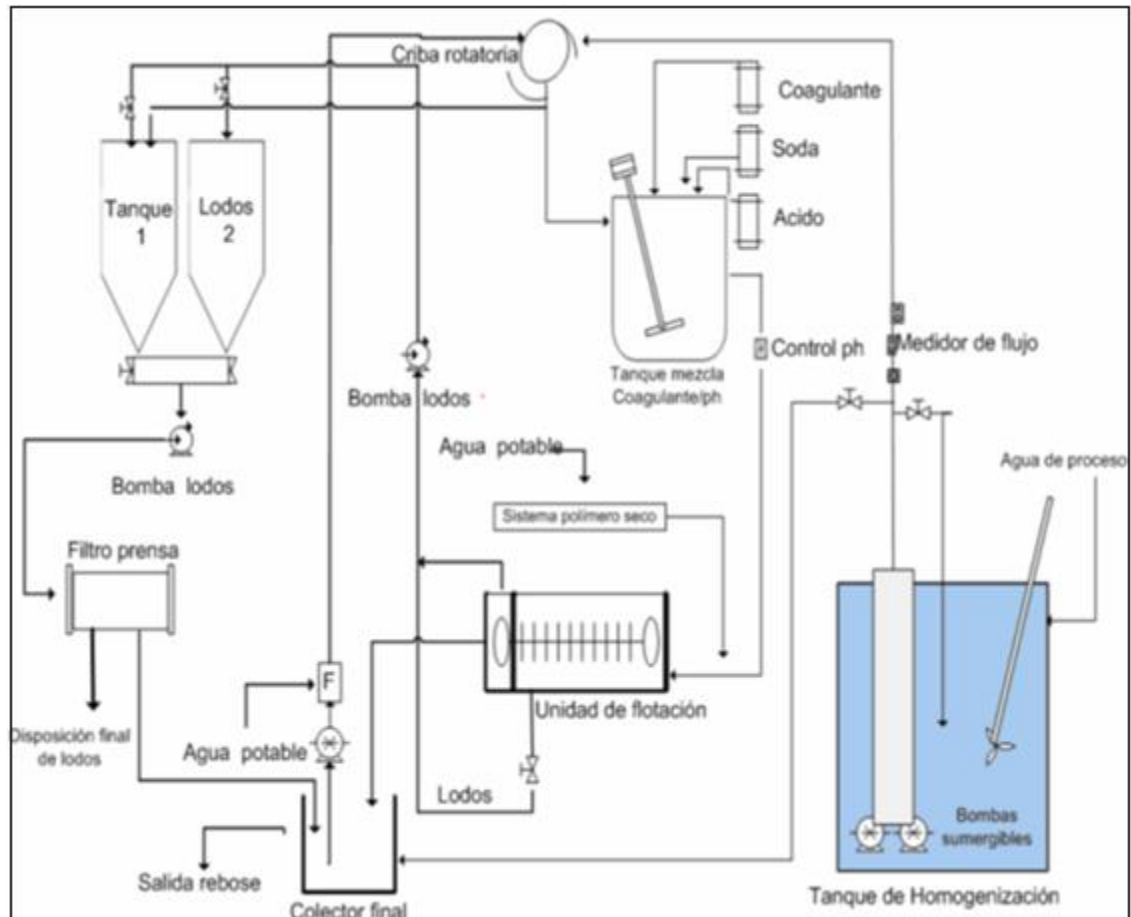
El objetivo de la planta de tratamiento, es neutralizar el Ph del agua residual, para respetar las condiciones de descarga que se deben cumplir con el código municipal de salud en Guatemala.

En la siguiente figura se observa el proceso dentro de la planta de tratamiento de agua residual.

El proceso inicia cuando el agua es depositada en el tanque de homogenización que contiene bombas sumergibles para impulsar el agua hacia el tanque mezcla de coagulante, donde se le aplican los químicos, en la unidad de flotación los lodos flotan y son trasladados hacia el tanque de lodos, posteriormente son llevados al filtro prensa que comprime los lodos en una masa rectangular para su descarga final. El proceso finaliza en el colector final, donde el agua sale ya tratada para su disposición final en los drenajes.

Es importante mencionar que esta planta trabaja de manera automática, y la parte en donde se menciona control Ph, es un tablero que indica el nivel de acidez o de alcalinidad del agua, de la misma forma sucede con el medidor de flujo que registra la cantidad de galones por minuto que la planta está operando, así como el nivel de agua que contiene el tanque de homogenización.

Figura 15. Diagrama de proceso, de la planta de tratamiento



Fuente: Frycia Centro América S.A.

#### 4.2. Transformaciones de la energía en sistema de vapor

La energía térmica de vapor y calderas, su principal objetivo es comentar las características, el uso y mejor aprovechamiento del vapor para la producción de energía térmica de calefacción industrial en la planta.

Los generadores de vapor, calderas, son recipientes que trabajan a presión para transferir calor de la combustión, a un fluido, siendo la más común la conversión del agua en vapor.

La fuente de calor que se utilizará es la combustión de: combustibles líquidos o gases. También se usan otros como: papel y madera. También se usa como fuente de calor, las resistencias eléctricas y gases calientes del proceso industrial.

El presente informe de apoyo va dirigido a todas las personas relacionadas con el diseño, operación, mantenimiento y principalmente brindar las herramientas necesarias para desarrollar estrategias de ahorro en la energía térmica del vapor en la empresa.

#### **4.2.1. Producción más Limpia y energía**

La Producción más Limpia, constituye una estrategia preventiva integrada que se aplica a todo el ciclo productivo con el fin de:

- Aumentar la productividad al asegurar un uso más eficiente de las materias primas, la energía y el agua.
- Promover mejores prestaciones ambientales mediante la reducción en la fuente de desechos y emisiones.
- Reducir el impacto ambiental de los productos durante todo su ciclo vital, mediante el diseño de los productos con el medio ambiente sin dejar de ser económicamente eficientes especialmente en el ahorro de energía.

La eficiencia de combustión en las calderas está dada por lo completa y eficiente que sea la reacción oxígeno - carbono. Disminuye con el aumento de

oxígeno necesario para la combustión completa en lo que se refleja una Producción Limpia y un ahorro considerado de energía, esto da la prioridad de mejoras para usarla.

#### **4.2.2. Racionalización en los consumos**

Llevar un control de cada 20 a 22 grados centígrados sobre la temperatura óptima del flujo de gases, significa una pérdida de energía del 1por ciento. Cada 1por ciento de oxígeno, (equivalente a 5por ciento de exceso de aire) en los humos, es indicativo de una pérdida de energía de 0,5por ciento.

También cada 10 grados centígrados de incremento de la temperatura del aire dará como resultado un 0,5por ciento de mayor eficiencia.

Por lo que se racionalizarán los consumos, esencialmente en:

- Alta temperatura de los gases de escape.
- Elevado porcentaje de oxígeno en los gases, producto de un alto exceso de aire.
- Elevada temperatura de las paredes.
- Baja calidad del vapor por arrastre de agua.
- Excesivo caudal de purgas o purgas muy continuas.
- Paradas muy frecuentes por averías.
- Cenizas muy calientes.
- Agua en el aire de combustión y combustible.



### **4.3. Metodología de los análisis energéticos**

Para poder incrementar la eficiencia energética de la planta, se deberán llevar a cabo mejoras que no arriesguen la calidad y estabilidad operativa de la planta, siendo el punto de mayor interés el ciclo de cogeneración

#### **4.3.1. Metodología de análisis energético**

La planeación para el mejoramiento de la eficiencia energética, requiere de una medición, registro y análisis, regulando las variables del proceso como base para encontrar las eficiencias y los consumos, además permite contar con elementos técnicos para analizar las condiciones de operación actuales y calcular sus indicadores, definir metas de mejoramiento y revisar el comportamiento en el tiempo, plantear y evaluar posibles ahorros, mejoras y estableciendo las prioridades, tomar decisiones de control.

En este trabajo se presentan algunos elementos para el análisis de los indicadores de consumo energético de vapor, para dar un crecimiento económico, monitorear y evaluar el avance o retroceso del consumo de vapor hacia sus objetivos de desarrollo energético sustentable, es necesario contar con indicadores energéticos que permitan medir y por lo tanto sirvan para controlar el rumbo que se está llevando. Pero estos indicadores no deben verse como simples datos o como algo que es necesario tener con fines estadísticos, éstos deben de ser utilizados como elementos de análisis para obtener un mejor entendimiento de los principales factores que intervienen en el uso y consumo del vapor.

Metodología para analizar la energía:

- Realizar diariamente la evaluación de la eficiencia de las instalaciones y equipos, y se analiza y controla el costo diario.
- Llevar un control estricto, establecer un programa de eficiencia energética basado en los resultados de estas evaluaciones y mantener el control a los puestos clave que están bien identificados.
- Realizar diariamente la evaluación de la eficiencia de las instalaciones y equipos, analizar y controlar el costo diario.
- Recircular y rehusar aguas utilizadas dentro de las instalaciones industriales, así como sustituir bombas por otras más eficientes.
- Mejoras tecnológicas en los procesos.
- Realizar mejoras tecnológicas en el funcionamiento del circuito secundario de la planta de agua, logrando eliminar sustancias nocivas.

#### **4.3.2. Dónde debe emplearse el programa de ahorro energético**

A continuación se indicará donde se deben implementar las inspecciones para un ahorro energético:

- Precaliente el aire para la combustión.
- Minimice la purga de la caldera.
- Mejore la eficiencia de la combustión.
- Instalar economizadores.

- Mantener libre de incrustaciones el lado del agua de las superficies de calefacción.
- Aísle las líneas de distribución de vapor y las de retorno de condensado.
- Suministrar el aire adecuado para la combustión.
- Elimine las pérdidas de calor.
- Diseño y construcción de un sistema para el suministro de productos químicos de la cisterna en la planta de agua.

#### **4.3.3. Qué necesita la empresa para implementar el programa de ahorro energético**

La empresa tiene una responsabilidad en el logro del objetivo de la mejora social, económica y ambiental. A través de la denominada responsabilidad social corporativa, pueden contribuir de forma activa y voluntaria a dicho objetivo, ante la creciente preocupación social por el medio ambiente y por el desarrollo sostenible.

- Regular el exceso de aire.
- Reemplazar quemadores *on-off* por quemadores modulantes.
- Reducir la presión del vapor.
- Reducción de la formación de depósitos.
- Recuperar condensados.
- Uso del condensador de vapor por contacto.
- Reducción de fugas de vapor.
- Mantenimiento de trampas de vapor.
- Mejorar el aislamiento.

#### **4.4. Buenas prácticas de reducción del consumo de vapor**

La mayoría de los proyectos de ahorro energéticos, nacen a partir de otras solicitudes que, al desarrollarse, se encuentran con una fuente rica en ahorro de energía.

##### **4.4.1. Generadores de vapor**

Básicamente la eficiencia y reducción de un sistema de vapor, se mejorará aplicando las siguientes medidas:

- Recuperación de condensado y aislamiento térmico de la línea de retorno.
- Precalentamiento del agua fresca de alimentación de la caldera con calor residual, condensado con valor energético.
- Tratamiento químico del agua de alimentación a la caldera.
- Regulación y control de flujos de purga de lodos de la caldera y de condensados en tuberías y equipos del sistema.
- Reducción del exceso de aire.
- Precalentamiento del aire de combustión para la caldera con calor residual.
- Precalentamiento y atomización adecuada del combustible de la caldera.
- Aislamiento térmico del cuerpo de la caldera.
- Ajuste del quemador.
- Ajuste de los controles automáticos de la caldera.
- Regulación de la carga de la caldera.

#### **4.4.2. Aire comprimido**

El aire comprimido a presiones manométricas de 80 a 150 libras por pulgada cuadrada normalmente es la presión que se utilizará en las instalaciones de la planta para realizar una amplia variedad de labores como limpiar, operar equipo neumático e incluso para la refrigeración, este tipo de presión se utiliza porque se trabajó con equipo neumático. Es a menudo llamado el cuarto servicio después de la electricidad, el agua y el gas natural o petróleo. En las instalaciones de producción, hay una gran pérdida de energía asociada con los sistemas de aire comprimido y una generalizada falta de conocimiento sobre las oportunidades de conservar la energía. Una porción considerable de la pérdida de energía asociada con los sistemas de aire comprimido puede evitarse si se siguen algunas medidas de sentido común.

Deben eliminarse todas las impurezas del aire, antes de su introducción en la red distribuidora o antes de su utilización. Las impurezas que contiene el aire pueden ser:

- Sólidas. Polvo atmosférico y partículas del interior de las instalaciones.
- Líquidas. (agua y niebla de aceite)
- Gaseosas. (vapor de agua y aceite)
- Los inconvenientes que estas partículas pueden generar son:
- Sólidas. Desgaste y abrasiones, obstrucciones en los conductos pequeños.
- Líquidas y gaseosas. El aceite que proviene de la lubricación de los compresores provoca: formación de partículas carbonasas y depósitos gomosos por oxidación y contaminación del ambiente al descargar las válvulas. Por otro lado, el agua en forma de vapor provoca: oxidación de

tuberías y elementos, disminución de los pasos efectivos de las tuberías y elementos al acumularse las condensaciones, mal acabado en operaciones de pintura.

#### **4.4.3. Calentamiento y enfriamiento del agua**

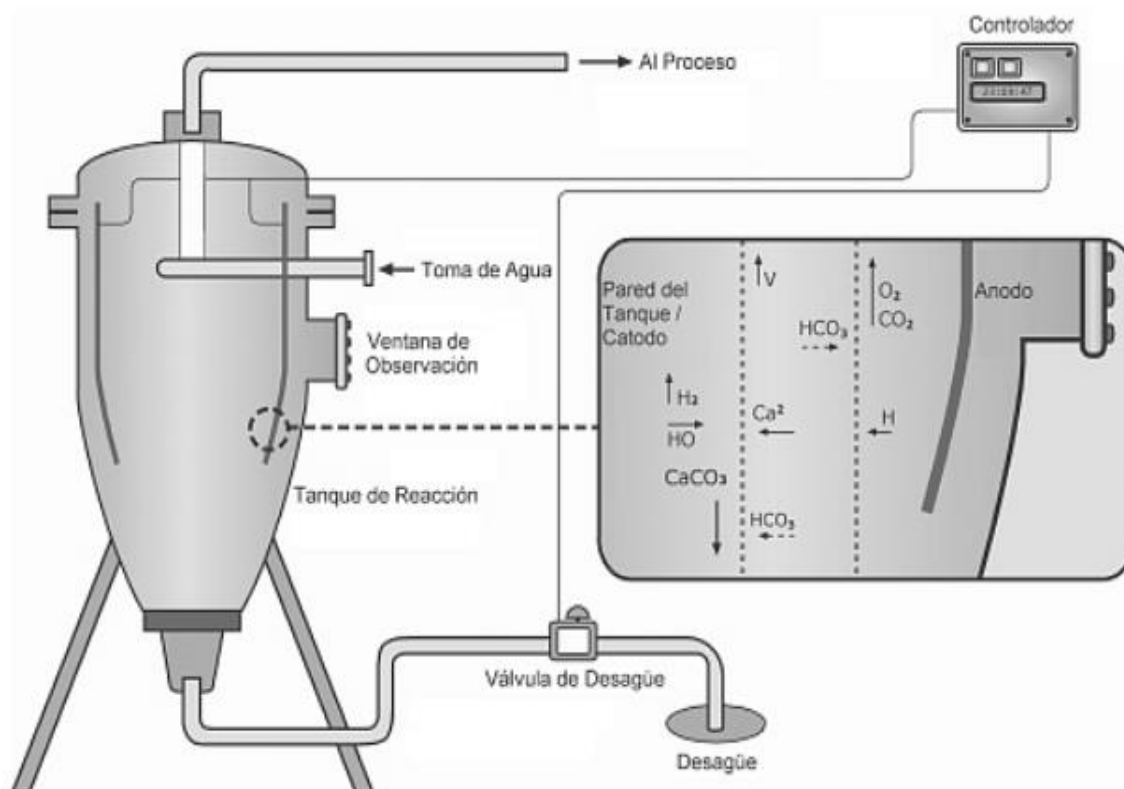
Son diversos los usos que se le pueden acreditar a cada uno de los tipos de intercambiadores existentes, pero en general, los intercambiadores son usados para recuperar calor entre dos corrientes en un proceso. Por ejemplo para algunos de los intercambiadores más usados actualmente, algunos de los usos que se conocen son los siguientes:

Intercambiadores de placas: para uso industrial desde farmacéuticos y químicos. La aplicación de los principios de la transferencia de calor al diseño de un equipo destinado a cubrir un objeto determinado en ingeniería, es de capital importancia, porque al aplicar los principios al diseño, se debe trabajar en la consecución del importante logro que supone el desarrollo de un producto para obtener provecho económico.

El equipo de transferencia de calor se define por las funciones que desempeña en un proceso. Los intercambiadores recuperan calor entre dos corrientes en un proceso. Los calentadores se usan primeramente para calentar fluidos de proceso, y generalmente se usa vapor con este fin. Los enfriadores se emplean para enfriar fluidos en un proceso, el agua es el medio enfriador principal. Los condensadores son enfriadores cuyo propósito principal es eliminar calor latente en lugar de calor sensible. Los hervidores tienen el propósito de suplir los requerimientos de calor en los procesos como calor latente. Los evaporadores se emplean para la concentración de soluciones por evaporación de agua u otro fluido.

El agua de enfriamiento es muy común en la industria y los servicios requieran de un sistema de enfriamiento. El calor generado en la generación de energía eléctrica, en la industria química. Debe disiparse a la atmósfera exterior por medio de torres de enfriamiento o torres evaporativas como también son llamadas estas. También estos sistemas de enfriamiento se emplean con fines de acondicionamiento de ambiente para disminuir la temperatura en verano enfriando el aire que se renueva constantemente en el medio ambiente.

Figura 16. **Diagrama que se utiliza para el calentamiento y enfriamiento del agua para mantener el ambiente no contaminado y ahorrar energía**



Fuente: Frycia Centro América S.A.

#### **4.4.4. Sistema de trasiego de bombas**

El sistema de trasiego de bombas, está constituido por los elementos necesarios para bombear el agua desde el área de distribución, adecuada para la elevación y distribución en las instalaciones de la planta, hacia autoclaves y cisternas, sistemas de lavado, sistemas de trasiego.

La bomba centrífuga multicelular vertical industrial, es la que se utiliza para aumento de presión en trasiego, alimentación de calderas, procesos de fabricación, sistema de condensado y tratamiento de agua.

Su composición estará en dependencia del tipo de calidad del agua que pasa por ella y de la forma en que se realiza la mezcla de aire y agua, generalmente está compuesto por un sistema de filtrado en los conductos de transporte, en algunos casos hay conductos de retorno.

#### **4.5. Análisis de consumo**

Análisis de los consumos de vapor en la fábrica, los únicos equipos consumidores de vapor son las estufas o cámaras de fermentación, como en ellas se consideró que el vapor pasa a través de piteras, los flujos de vapor teóricos que se determinaron fueron de 783,81 kilogramos por hora para la estufa del taller 1 438,2 kilogramos por hora para la del 3 y 51 kilogramos por hora para el taller 4, dando como resultado una masa de vapor consumida de 653, 1734,11 y 102 kilogramos respectivamente.

Se pudo observar que la estufa del taller 3 consume un 60 por ciento del vapor total, esto se debe fundamentalmente a las condiciones de trabajo y estado de esta estufa.



#### Análisis de las pérdidas por tuberías:

Se ha de destacar que el consumo de vapor por pérdidas en tuberías, es de 404,52 kilogramos diariamente, el cual es un número a considerar, ya que representa un 14 por ciento del consumo de vapor total. Esta cifra tan elevada se debe a que todo el tiempo de trabajo está circulando vapor por las tuberías, las cuales carecen de válvulas para independizar el paso a través de ellas, además de presentar tramos de tuberías sin aislamientos.

#### Análisis en el horno de la planta:

El horno de planta durante las corridas que se realizaron se pudo observar que la diferencia de consumo entre el real y el teórico fue de 21 litros aproximadamente, lo cual se debe fundamentalmente a que este equipo no trabaja a su capacidad máxima y a que presenta períodos largos de receso entre turnos, lo que trae consigo que este horno se enfríe y se tenga que consumir una mayor cantidad de combustible para elevar su temperatura, que es significativamente alta.

De forma general, se puede sintetizar que el horno es el que presenta un mayor consumo de combustible en relación con el teóricamente requerido o el necesario, seguido por el de la planta, el porcentaje de pérdidas más elevado fue el de los gases, seguido en algunos casos por las pérdidas del equipo y en otros por la del producto.

#### Análisis de la eficiencia del generador de vapor:

En esta caldera la eficiencia da un valor de 79,77 por ciento donde solamente aportan pérdidas, los gases de combustión, las pérdidas al medio

ambiente por radiación-convección y por combustión mecánica, dando un mayor peso, las pérdidas por calor sensible de los gases de combustión. Este resultado es muy satisfactorio teniendo en cuenta que no tiene otros aditamentos adicionales.

Las pérdidas al medio ambiente son elevadas si se tiene en cuenta el pequeño tamaño de la caldera y se debe a deficiencias en el aislamiento.

Análisis de los índices de consumo:

Se calcularon índices de consumo de vapor y de consumo de combustible, por separado para cada consumidor, así como el índice total. En todos los casos los índices se calcularon con el objetivo de conocer la cantidad de vapor y de combustible consumido para producir determinada cantidad de productos. Además, se calcularon los índices de costos.

Correspondiendo al consumo de vapor mayor, debido a lo expuesto anteriormente ya que trabaja mucho tiempo.

A consecuencia de las pérdidas de calor en tuberías, el índice de consumo de vapor y combustible 165,3 y 14,85 respectivamente, diarios son apreciables y es importante trabajar para disminuir los mismos.

#### **4.5.1. Áreas de consumo**

Para que se sepa economizar el uso de combustibles en las instalaciones, que utilizan vapor es importante saber cuáles son las áreas de mayor consumo. Las áreas donde se consume vapor son:

- Basculador

En el basculador hay cuatro bombas, cinco alzadoras y tres transmisiones esperando mover las dos esteras y los niveladores. Los mayores consumidores, las bombas hidráulicas. Según cálculos, la estera surtidora consume 38 kilowatts, el motor instalado actualmente es de 40 kilowatts, por lo que se plantea sustituirlo por uno de la potencia calculada.

No se propone ningún cambio en relación con las bombas hidráulicas, pues los motores con que cuenta son los prefijados por el fabricante. Se sugiere estandarizar todas las alzadoras a una potencia de consumo de 15 kilowatts, la menor potencia de las instaladas actualmente.

- Molinos

En los molinos, los mayores consumidores son las bombas de maceración, imbibición y enfriamiento de las turbinas. En la esterilizadora, el motor instalado es de 450 kilowatts y su consumo máximo, registrado en período de trabajo, no excede los 270 kilowatts, la explotación de la misma es deficiente, afectando el área, donde se manifiestan varios factores de forma negativa.

- Generación de vapor

Los mayores consumidores son los ventiladores de los hornos, las bombas de agua de alimentar, (específicamente el no. 3) y las bombas de agua de retorno y enfriamiento de los turbos.

Los hornos 3 y 4 son iguales y tienen ventiladores con diferentes consumos de potencia. Según datos del fabricante, su consumo debe ser de 11 kilowatt y por diferentes causas de roturas, se han cambiado los motores por otros existentes en la fábrica, sin tener en cuenta su reposición a la potencia de diseño. Se sugiere volver a instalar los motores apropiados en los ventiladores (11 kilowatts) de los tres hornos.

- Purificación

Los mayores consumidores son las bombas de lavadora de frascos, las bombas de vacío de los filtros y las bombas de filtros. Para estudiar la purificación de productos azucarados mediante separación con membranas, se instaló un módulo tubular de membranas de óxido de zirconio soportadas en carbón que permite la ultra y micro filtración de productos de distintos orígenes, en particular los procedentes de la empresa. Las bombas de filtración, siendo todas iguales, tienen diferentes motores. Se propone igualarlas todas, con motores de 125 kilowatts, probados ya en operación, con resultados que garantizan la producción.

- Evaporación

En esta área en particular, todos los equipos instalados son altos consumidores. Las bombas de inyección tienen motores de 250 kilowatts, que son los que traen de diseño, pero en mediciones realizadas durante su operación, se ha comprobado que su consumo no excede los 195 kilowatts, dando índices de subutilización de dicho motor. La solución sería la sustitución por un motor de 210 kilowatts, ligeramente superior a su consumo, como un factor de seguridad.

- Centrifugación

El consumo es elevado en esta área, pero sólo se analizó la posibilidad de estandarizar los motores de las centrifugas, de las cuales hay cuatro iguales, y al igual que en otras áreas estudiadas, tienen motores diferentes. Una de ellas tiene instalado un motor de 45 kilowatts, probado ya en operación, sin ninguna afectación, y el resto tiene instalados motores de más de 50 kilowatts. La proposición es instalar motores de esa capacidad (45 kilowatts), en todas ellas.

- Líneas de producción

La empresa cuenta con un área de generación de vapor, con dos presiones de trabajo diferentes, cuya base de producción de vapor lo constituyen cuatro hornos: uno tipo retal de 15 toneladas por hora (125 libras por pulgada cuadrada) y tres hornos americanos tipo Stirling que generan 12,5 toneladas por hora (75 libras por pulgada cuadrada). El vapor producido por la primera de estas es consumido por dos turbinas de vapor Skoda de 1,725 caballos de fuerza (consumo de vapor de 11,78 toneladas por hora) y un turbogenerador de 1,5 kilowatts (que consume 10 toneladas por hora de vapor). El vapor generado en los otros hornos es consumido por dos turbogeneradores Allen de 500 kilowatts por hora (consumo de 11,2 toneladas por hora de vapor). El vapor sobrante de la generación pasa por reductores a la casa de calderas para ser utilizado en el proceso. Las bombas consumen 1,4 toneladas por hora de vapor, en otros usos se emplean 2,2 toneladas por hora de vapor.

#### **4.5.2. Áreas de mejora**

El análisis en cada área de la empresa demuestra que en todas ellas están instaladas causas, siendo la más común, la de no restituir los motores

originales quemados. También se tienen instaladas bombas con esa misma situación, por lo que se hace necesario el re establecimiento de los motores originales, donde se instalaron otros para solucionar roturas y están por encima de su capacidad de diseño. Igualmente deben de re establecerse las bombas y equipos del proceso originales, para disminuir así los incrementos de los consumos de energía que afectan sensiblemente el incremento del costo de producción.

#### **4.5.2.1. Línea de bolsas pvc**

Terminada la esterilización, se cierra la llave de vapor e inicia la fase más delicada de todo el proceso, ya que se corre el riesgo que en una bajada brusca de presión dañe las bolsas o empaques. Se abren las llaves de aire comprimido y venteo intermitentemente controlando en los indicadores de presión y temperatura que la temperatura descienda suavemente a aproximadamente 8 grados centígrados.

#### **4.5.2.2. Línea de soluciones orales**

En el área de llenado, la cual es totalmente aséptica, un operario recibe los envases de la banda transportadora que viene del área de lavado, previamente descrita, y los coloca en la mesa receptora de frascos, donde el mismo operario que preparó la mezcla tomará los frascos y les inyectará 500 mililitros de la solución de suero oral con la inyectora semiautomática de dos envases, que opera a una velocidad de 34 envases por minuto. Luego un tercer operario les colocará tapones de aluminio y los pondrá en la misma mesa a la mano del cuarto operario, quien en una engargoladora los asegurará y colocará en la banda transportadora que los sacara del área aséptica. Los sueros orales

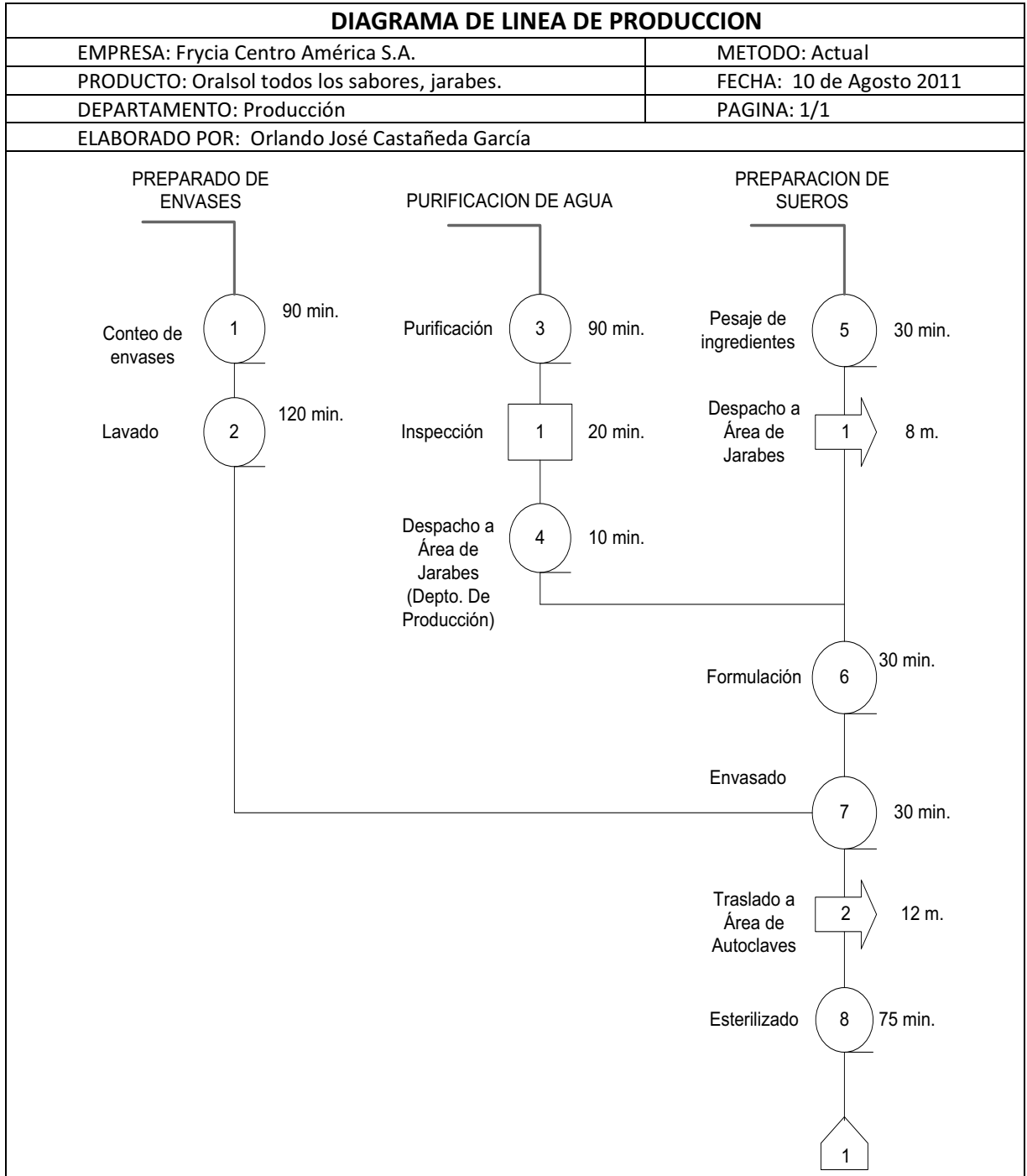
salen al área de empaque donde son recibidos por un operario que verificará la calidad del sello y los cargará en una carretela.

#### **4.5.3. Diagrama de área seleccionada**

Un Diagrama representa la esquematización gráfica de un área, el cual muestra gráficamente los pasos o procesos a seguir para alcanzar la solución de un problema. Su correcta construcción es sumamente importante porque, a partir del mismo se escribe un programa de ejecución.

A continuación se muestra el diagrama de la línea de producción de la empresa Frycia Centro América S.A. donde indica la preparación de envases, purificación de agua, preparación de sueros hasta el esterilizado.

Figura 17. Diagrama de línea de producción



Fuente: elaboración propia.



## **4.6. Análisis del agua**

La calidad del agua a utilizar está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera, todo esto lo tendrá que llevar a cabo el Departamento de Sanidad de la empresa. Las características hidrológicas son importantes, ya que indican el origen, cantidad del agua y el tiempo de permanencia, entre otros datos.

### **4.6.1. Calidad del agua**

La cantidad y la temperatura también son importantes a la hora de analizar las causas que concurren para que el agua presente una calidad u otra. Lógicamente, para una cantidad de contaminantes dada, cuanto mayor sea la cantidad de agua receptora, mayor será la dilución de los mismos, y la pérdida de calidad será menor. Por otra parte, la temperatura tiene relevancia, ya que los procesos de putrefacción y algunas reacciones químicas de degradación de residuos potencialmente tóxicos se pueden ver acelerados por el aumento de la temperatura.

Los parámetros más comúnmente utilizados para establecer la calidad del agua son los siguientes: oxígeno disuelto, pH, sólidos en suspensión, fósforo, nitratos, nitritos, amonio, amoniaco, compuestos fenólicos, hidrocarburos derivados del petróleo, cloro residual, cinc total y cobre soluble.

Se precisa conocer, cual es la calidad del agua que se posee a la entrada de la planta de producción, después de haberse utilizado (proceso) y a la salida (después de ser mejorada en la planta de tratamiento).

#### **4.6.1.1. Entrada**

Al hablar de uso y manejo, se menciona el equipo que se utilizará para transportar el agua hacia la planta de producción, de donde se obtendrá el agua para toda la empresa.

Su fuente de abastecimiento principal, será la de un pozo mecánico, propiedad de la empresa, este se encarga de suministrar los diversos consumos de agua a la planta de producción, y de toda la empresa en general las 24 horas del día.

Sus características son:

- 6 pulgadas de diámetro.
- 450 pulgadas de profundidad.
- 3 años a la fecha de producir sin darle mantenimiento.

#### **4.6.1.2. Proceso**

En las áreas se describen las fuentes de consumo de agua en cada uno de los equipos de las líneas de producción.

Usos principales del agua dentro de la planta de producción:

- Lavado de materias primas: son lavadas con agua a alta presión para remover los microbios o contaminantes. La temperatura correcta es controlada mediante el ajuste de la temperatura del agua de esperado en el lavado (solo en una línea ya que esta utiliza agua fría en el lavado de frascos).

- Cocimiento y reposo: esta mezcla es cocinada con vapor caliente por un período de tiempo preestablecido y a una temperatura predeterminada. Los jarabes y sueros son cocidos, después se espera por un período de tiempo para no incrementar el contenido de humedad.
- Elaboración de fórmulas: la mezcla de fórmulas, requieren de agua para lograr un porcentaje de una cierta cantidad de humedad en la fórmula, por ser ya una receta de cocina el agua es controlada según la cantidad de fórmula elaborada, es por ello que no existe desperdicio alguno.
- Calderas: en el trabajo utilizado en el cocimiento de jarabes y sueros. Hay que tomar en cuenta que son dos las líneas que utilizan para la elaboración de estos.
- Lavado de frascos: al igual que el lavado de los frascos de jarabe, es importante y requiere de una gran cantidad de agua para su proceso.
- Enfriamiento de equipo: para que las líneas de producción puedan trabajar las veinticuatro (24) horas del día, se requiere que el equipo que se utiliza en el proceso se encuentre en las mejores condiciones.
- Sobrecalentamiento: de algunos equipos en el proceso se tiene el enfriamiento a través del agua a una temperatura aproximadamente a los 10grados centígrados dicha agua produce el enfriamiento (esto se logra mediante la torre de enfriamiento) a través de la recirculación continua (en esta actividad si existe el retorno del agua).

#### **4.6.1.3. Salida**

Al hablar de balance de salida, su enfoque se centra en la planta de tratamiento que se instalará, aquí el agua de proceso se deposita en una cisterna (tanque de homogenización), y en la actualidad en la planta de tratamiento no existe un dato exacto de los galones por minuto que se trabajan como estándar de operación, ya que estos varían de acuerdo al nivel que se registre dentro del tanque de homogenización. Sabiendo que la capacidad del tanque de homogenización tratará de recolectar un mínimo de 52 metros cúbicos y según mediciones tomadas se observó que la planta de tratamiento trabaja a un ritmo de 150 a 200 galones por minuto.

#### **4.7. Plan de monitoreo**

Este punto tendrá que llegar a ser común, no hay que hacer mayores diferencias en cuanto a lo relacionado con el sector de producción. Es claro que un adecuado plan de mantenimiento de todos los equipos involucrados en el proceso, asegura la reducción de tiempos muertos por paros inesperados (e injustificados), la fuga de contaminantes (combustibles y lubricantes) y el excesivo empleo de agentes de limpieza y desinfección.

Pueden considerarse las siguientes recomendaciones generales como aspectos para el mantenimiento de equipos que funcionan en una Producción más Limpia:

- Capacitación permanente al personal en el manejo y cuidado de los equipos.
- Programas de manejo de inventarios para reducción de pérdidas.
- Separación de desechos de las operaciones propias de los equipos.

- Identificación de puntos críticos dentro del mantenimiento de los equipos.
- Sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control.
- Normalización de hojas técnicas de todos los equipos involucrados en el proceso productivo.
- Sistematización de un sistema de trazabilidad de insumos como lubricantes, recubrimientos y aditivos, entre otros.
- Diseño de un plan de seguimiento a la calibración de todos los instrumentos de medida, especialmente de las variables críticas del proceso como temperatura, presión, humedad, acidez.
- Monitoreo a las tuberías para control de incrustaciones y corrosión.

#### **4.7.1. Características de producción**

Como puede verse, las acciones de buen mantenimiento en la industria farmacéutica no difieren de las que se deben aplicar en cualquier otro proceso productivo. Sin embargo es importante considerar que cada uno de los diferentes segmentos tiene consideraciones especiales dependiendo de las materias primas y productos de cada uno. De acuerdo con esto, los operarios deberán conocer a fondo los protocolos de operación y mantenimiento de equipos específicos para el procesamiento de alimentos como marmitas, autoclaves, calderas, mezcladores y empacadoras, entre otros.

##### **4.7.1.1. Metodología de estudio**

Es la aplicación del entendimiento y del trabajo intelectual empleado en aprender una ciencia o arte. El estudio o el aprendizaje ocupan una posición central en toda la vida del hombre. El aprendizaje es una variable intermedia que conecta las dos variables manifiestas, la práctica y el cambio consiguiente.

Proceso, separación y aplicación en la empresa.

- Tratamiento de agua de uso industrial: clarificación, desinfección y esterilización de las aguas residuales.
- Producción de agua de calidad: agua de refrigeración para torres de enfriamiento, condensadores e intercambiadores de calor.
- Agua para calderas y para el lavado de gases: producción de fermentos químicos con la eliminación de los inhibidores del crecimiento celular y concentración de la biomasa hasta los niveles del producto comercial, extracción y concentración de proteínas del suero adecuadas para las industrias farmacéutica, como emulsionante.
- Bebidas: recuperación de colorantes y aromas de las aguas residuales.
- Tratamiento de heces. Separación de la biomasa.
- Concentración de proteínas en la fabricación de los productos.
- Recuperación de productos del procesado.
- Recuperación de productos y subproductos de aguas de lavado (azúcares, aceites esenciales, proteínas).
- Recuperación de azúcar de las aguas de lavado antes de la etapa de evaporación y concentración.
- Recuperación de aceites de agua de lavado.
- Recuperación de disolventes.

#### **4.7.1.2. Asignación de recursos**

A partir de la recopilación de datos por medio de actividades como recorridos en la planta, entrevistas con las personas encargadas de la operación, se llega a determinar un análisis específico de la situación actual de la empresa, y los puntos donde se pueden obtener beneficios con la implementación del programa de buenas prácticas de manufactura.

#### 4.7.1.3. Balance de consumo

Es importante tener en cuenta que la combustión de las calderas y las turbinas tienen una gran diferencia, las calderas también pueden ser utilizadas con combustible. Por esta razón, para los cálculos se tomó como referencia el método actual de la empresa.

En la tabla siguiente se muestran los parámetros de trabajo de las futuras calderas tomados de la instrumentación de la misma.

Tabla VIII. Parámetros de consumo

Datos de operación de la Caldera	
Flujo de vapor	40 Ton/Hora
Presión de trabajo	71 libras por pulgada cuadrada
Temperatura del vapor	355 °C
Temperatura del aire caliente	107,5 °C
Temperatura del agua de alimentación	35 °C
Combustible empleado	Combustible
Temperatura del combustible	30 °C
Temperatura de gases en la chimenea	206 °C

Fuente: elaboración propia.

Del balance de energía realizado, se obtiene que el esquema del proceso sea eficiente, ya que su consumo de vapor de escape será bajo, o sea, tiene un consumo de 0,546 toneladas por hora, haciendo un buen uso del vapor.

Del análisis realizado se obtuvo lo siguiente: los intercambios de calor entre las corrientes del proceso se producen de forma adecuada, lo que implica que se está utilizando adecuadamente el potencial energético instalado,

demostrando que es fundamental y el consumo de vapor es el adecuado y el escape es mínimo.

Tabla IX. **Límite máximo aceptable y permisible según parámetros**

Parámetro	Dimensional	Valor	LMA*	LMP*
pH		7,1	7,0-7,5	6,5-8,5
C.S.	mmhos/cm	0,2	0,1	0,75
Dureza	mg/L CaCO <sub>3</sub>	73,9	100	500
Turbiedad	NTU	< 5,00	5	15

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Límite máximo aceptable y permisible según elementos**

Elementos	Dimensional	Valor	LMA*	LMP**
Nitrato	mg/L No <sub>3</sub>	<0,1	----	50*
Calcio	mg/L Ca	17,9	75	150
Magnesio	mg/L Mg	7,1	50	100
Sulfato	mg/L SO <sub>4</sub>	< 4,5	100	250
Boro	mg/L B	0,1	----	0,3
Cobre	mg/L Cu	<0,1	0,005	1,5
Hierro	mg/L Fe	<0,1	0,1	1
Manganeso	mg/L Mn	<0,1	0,05	0,5
Zinc	mg/L ZN	2,1	3	70
Cloruro	mg/L Cl	<10	100	250
Bicarbonato	mg/L HCO <sub>3</sub>	109,8	----	----

Fuente: elaboración propia.

Dónde:

LMA = límite máximo aceptable (valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor).



LMP =	límite máximo permisible (valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua no es adecuada para consumo humano).
Mmhos/cm =	milimhos por centímetro.
Ppm =	partes por millón.
NTU =	Unidades nefelométrías de turbidez.
----- =	No se tienen límites.
0* =	Con base en las Normas NGO 29 001:99 Agua potable especificaciones de COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas).
** =	Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía para la calidad de agua potable.

En la tabla anterior se observa que todos los parámetros (Ph, dureza, turbiedad, C.S), así como los elementos (nitrato, calcio, magnesio, etcétera.) contenidos en el agua, se encuentran dentro del Límite Máximo Aceptable (LMA). Por lo que se puede concluir que el agua es apta para el consumo humano y para ser utilizada dentro de los procesos de la planta de producción. Para el caso de los elementos la dimensional de miligramos por litro indica la concentración de metales pesados en partes de millón contenidos en litro de agua.

- Entrada

El agua es el solvente principal y por excelencia uno de los factores más importante consumidos en la planta.

La mayor preocupación hoy en día, es purificar el agua, debido a los daños que puede producir en estado natural proveniente de fuentes no puras. Para esto se emplean varios métodos entre los cuales se pueden citar:

- Sedimentación, que consiste en dejar el agua en reposo para que los materiales que posee se dirijan al fondo del envase.
- Filtración, que es cuando se filtra el agua parcialmente clarificada, a través de lechos de arena.
- Cloración, que es tratar el agua con agentes desinfectantes para eliminar los microorganismos que quedan.

La calidad de entrada a la planta de producción proveniente del pozo mecánico y sin contener cloro se ha medido a través de un análisis de muestra de agua realizada en un laboratorio de la empresa, para establecer si el agua que está consumiendo es apta. Y sus resultados obtenidos son los siguientes:

- Salida

Al hablar de balance de salida su enfoque se centra en la planta de tratamiento, aquí el agua de proceso se deposita en una cisterna (tanque de homogenización), y en la actualidad en la planta de tratamiento no existe un dato exacto de los galones por minuto que se trabajen como estándar de operación; ya que estos varían de acuerdo al nivel que se registre dentro del tanque de homogenización.

Sabiendo que la capacidad del tanque de homogenización es de 152,2 metros cúbicos y según mediciones tomadas se observó que la planta de tratamiento trabaja a un ritmo de 90 a 150 galones por minuto.

#### 4.7.1.4. Índices de consumo de agua

Los índices son uno de los parámetros que se utilizan para medir el rendimiento de cualquier actividad productiva. Para establecer los índices de consumo se utilizan los datos de las tablas obtenidas en el paso 2 del monitoreo, ya que con ello se observa que si 3000 frascos incluyendo para jarabe y sueros orales, se lavan en dos horas, y durante ese tiempo de lavado se consumió cierta cantidad de agua también es utilizada en otros productos farmacéuticos, entonces se logra establecer la relación de galones de agua utilizados. La relación que se aplicará será de galones/kilogramos, utilizando los promedios de galones de agua se obtiene:

$$\text{Índices de consumo} = \frac{\text{Galones de agua utilizados}}{\text{Kilogramos de materia prima utilizada}}$$

Tabla XI. Promedio de galones de agua consumido diarios

Ubicaciones	Promedio de galones de agua	Kg de materia prima y lavado en promedio	Índices (Gal/Kg.)
Línea 1	1221,24	2000	1,86
Línea 2	1047,53	2000	1,32
Línea 3	1093,34	434	2,52
Línea 4	884,12	500	1,77
Línea 5	1066,54	750	2,49

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se tiene que en la línea 1 se consumen en promedio 1 221,24 galones de agua; si se divide dicho dato dentro de 5, se logra un resultado de 244,25 galones por línea de lavados. La línea de producción que logra la mejor eficiencia, es la línea 3, ya que únicamente utiliza 218,67 galones de agua para lavar los frascos; y la línea que se excede en el consumo es la línea 5, ya que ésta alcanza un índice de 359 galones de agua después de finalizado el proceso.

Ya que las líneas de producción operan los siete días de la semana, se pretende establecer la cantidad de agua que utilizan. Es por ello que se han utilizado los registros de consumo que se han tenido durante los últimos dos meses (julio y agosto) para la línea de lavado y los últimos 4 meses (mayo, junio, julio y agosto) para la línea esterilizado. Los promedios que se han tomado son semanales, según registros del Departamento de Ingeniería, y multiplicado los índices de consumo promedio de materia prima semanalmente, se obtienen los galones de agua que se han empleado de la manera siguiente:

Tabla XII. **Promedio de galones de agua consumido semanalmente**

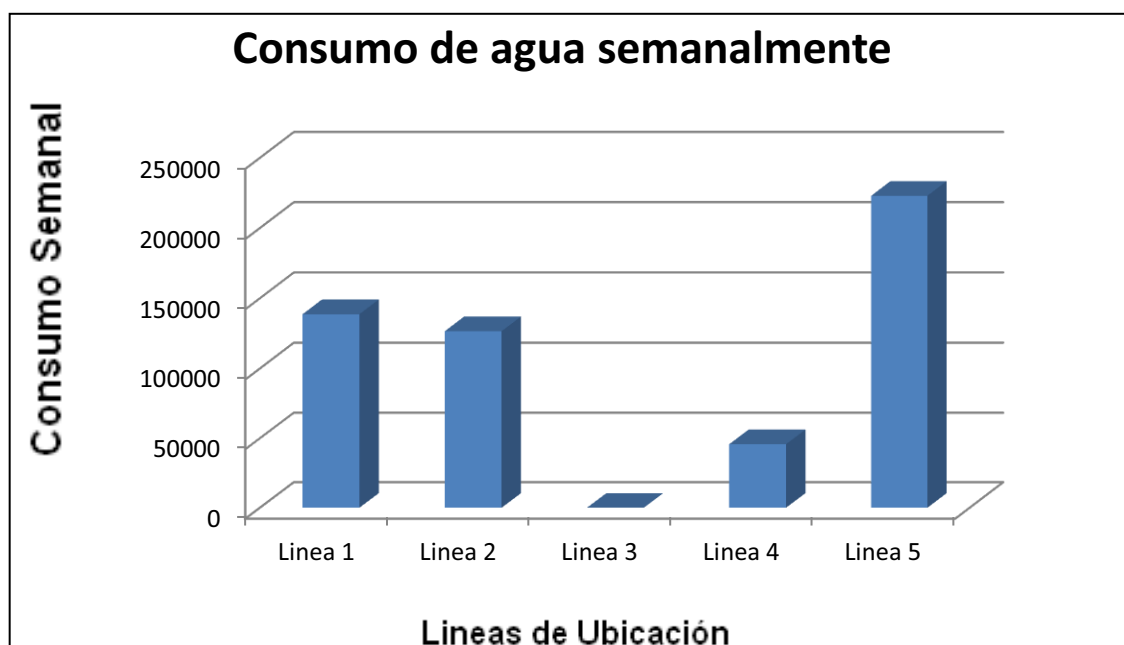
<b>Ubicaciones</b>	<b>Consumo promedio de Materia prima y de lavado en promedio</b>	<b>Índice (Gal/kg.)</b>	<b>Consumo de agua semanalmente</b>
Línea 1	74 537,75	1.86	138640.22
Línea 2	95847,71	1,32	126518,98
Línea 3	74756,5	2,52	186891,25
Línea 4	25812,63	1,77	45688,34
Línea 5	89534,09	2,49	222939,88

Fuente: elaboración propia.

#### 4.7.1.5. Gráficos de consumo

En este gráfico de consumo semanal de agua, aparece de izquierda a derecha, línea 1, línea 2, línea 3 y línea 4 respectivamente. Dichos datos graficados corresponden a los valores de la tabla XVI, si se hiciese una comparación anual del consumo de agua, se tendrían números bastante grandes en el consumo de agua de cada una de las líneas de producción y este dato sería proporcional al gasto semanal.

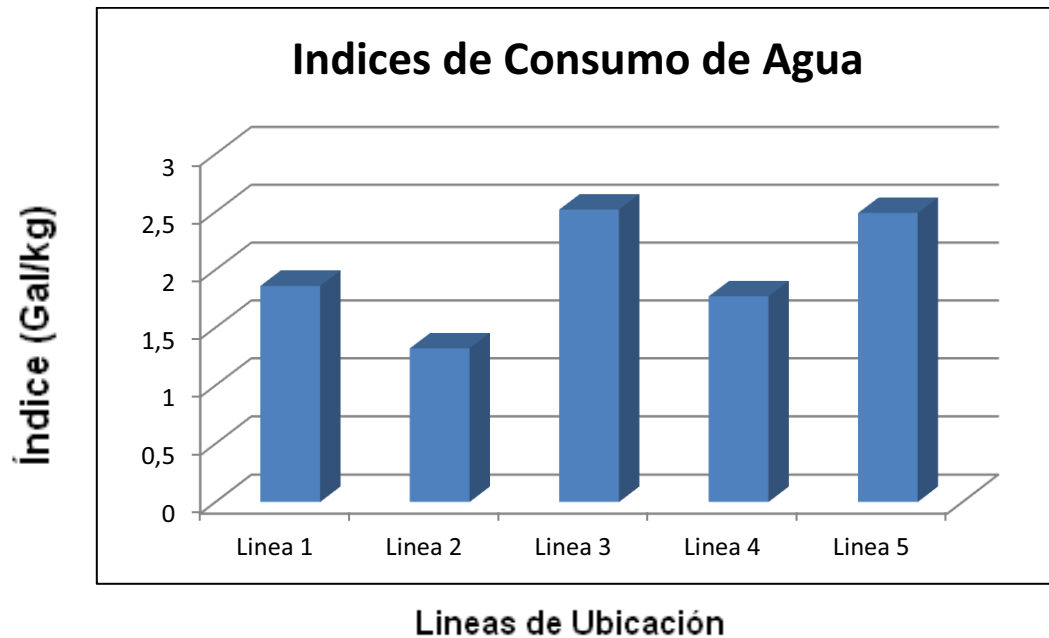
Figura 18. Diagrama de consumo de agua semanalmente



Fuente: elaboración propia.

Ahora se presentan en forma gráfica los índices de desempeño (índices de consumo de agua) aparece de izquierda a derecha: línea 1, línea 2, línea 3, línea 4, respectivamente.

Figura 19. **Diagrama de índice de consumo de agua**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.7.2. **Análisis de resultados**

A continuación se mencionan los resultados después de su respectivo análisis, tales como: el gasto de agua, accesorios, energía eléctrica y bombas para su implementación.

Tabla XIII. **Resultados generales del consumo de agua**

<b>Ubicaciones</b>	<b>Agua (gal/hr.)</b>	<b>kg. De Materia Prima y lavado en promedio</b>	<b>Galones de agua en promedio</b>	<b>Índices (gal/kg.)</b>	<b>Consumo de agua semanal</b>
Línea 1	2266,8	2000	3721,24	1,86	138640,22
Línea 2	1534,8	2000	2647,53	1,32	126518,98
Línea 3	2364,6	434	1093,34	2,52	186891,25
Línea 4	1798,2	500	884,12	1,77	45688,34
Línea 5	4651,8	750	1866,54	2,49	222939,88

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla de resultados se obtiene un panorama más claro, de todo el estudio que se ha realizado. Sumando la columna de consumo de agua semanalmente, de las cinco líneas de producción respectivamente se logra un total de 720 678,67 galones de agua, sabiendo que un metro cúbico de agua tiene 264,20 galones, realizando una regla de tres se tiene que: 2 728,48 metros cúbicos de agua son los que se consumen semanalmente en la planta de producción para el área de lavado.

#### **4.7.3. Análisis de costos**

Para analizar los costos actuales que se están generando con respecto al consumo del agua; se enfocan en dos áreas importantes: costos por el tratamiento de aguas residuales y costos por bombeo del agua. El costo por tratamiento del agua, se refiere al dinero que se está gastando para la compra de químicos, y los costos por bombeo son los pagos que se realizan por el consumo de energía eléctrica.

- Costo de químicos

Según los datos que se tienen del 2010 dentro de la empresa, se logró estimar que en promedio se gastó Q390 000,00 en químico para tratamiento del agua.

$$\text{Costo por bombeo} = \frac{\text{energía de la bomba} \times \text{costo de la energía}}{\text{Caudal de la bomba}}$$

Actualmente la bomba principal consume 227 kilovatios hora. Y las otras bombas 6,398 kilovatio hora, cada una el costo que se tiene por el pago de kilovatio hora es de Q 0,087258 kilovatio hora. Con esto se calcula el costo por bombeo.

Bomba 1:

$$\frac{\left(227 \frac{\text{Kwh}}{\text{h}}\right) \times \left(\frac{Q0.087258}{\text{Kwh}}\right)}{54.504 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = Q 0,3634149 \text{ m}^3$$

La bomba principal opera el 80 por ciento del tiempo por lo que multiplicando el costo por este porcentaje se obtiene. Q 0,2907/m<sup>3</sup>.

Bomba 2:

$$\frac{\left(6.398 \frac{\text{Kwh}}{\text{h}}\right) \times \left(\frac{Q0.087258}{\text{Kwh}}\right)}{17.03 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = Q 0,03278 \text{ m}^3$$

Multiplicando 0,03278 X 4 se tiene: Q 0,1311 por las cuatro bombas

Costo total bombeado = 0,2907 + 0,1311 = Q 0,42182 m<sup>3</sup>



Aprovechando los datos que se tienen del consumo semanal de agua en metro cúbico que es de: 2 728,48 m<sup>3</sup> de agua (ver tabla) y un año comercial posee 51.43 semanas se puede obtener el costo anual por bombeo, que se identifica en la siguiente tabla:

Tabla XIV. **Costos generales**

<b>Ubicaciones</b>	<b>Costo</b>
Tratamiento del agua	Q 390 000,00
costo por bombeo del agua	Q 58 921,68
costo totales	Q 448921,68

Fuente: elaboración propia.

## **5. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

### **5.1. Diagnóstico actual del entorno ambiental**

Una vez reconocidas las condiciones ambientales internas de la empresa, deben identificarse los factores de riesgo y a su vez buscar las medidas de prevención, minimización y control de los mismos.

Para el desarrollo del plan ambiental, se identifican los factores de riesgo dentro de las instalaciones de la empresa, tomando en cuenta las siguientes estrategias:

- El sistema de ventilación es forzado, generalmente es común en todas las áreas de la empresa y no existe recirculación parcial del aire. La planta tiene una localización de las tomas de renovación de aire en lugares inadecuados mientras que otros usan intercambiadores de calor que transfieren los contaminantes desde el aire de retorno al aire de suministro.
- Tomar en cuenta las superficies interiores, si están en gran parte recubiertas con material textil, incluyendo paredes, suelos y otros elementos de diseño interior, lo cual favorece una elevada relación en la superficie.
- Practicar el ahorro energético y mantener relativamente un ambiente térmico.

- Mantener la empresa hermética, por ejemplo; las ventanas de un tamaño amplio y que puedan abrirse fácilmente.

Toda actividad genera residuos dentro de la planta como son; sólidos, líquidos, gaseosos o una combinación de éstos, son tratados de manera que su impacto no sea negativo a la salud del personal de Frycia y al medioambiente sea el menor posible. Se considera la solución a los problemas de contaminación causados por las actividades desarrolladas por la planta, el problema se tornó más complejo y fue abordado desde diversas ópticas. Las actividades, a lo largo de su evolución, han generado diversos problemas para la empresa, por lo cual son seguidas muy de cerca por autoridades encargadas del control del medio ambiente para no generar contaminación dentro y fuera de la empresa.

#### **5.1.1. Calidad de aire**

En conjunto un 80por ciento de la energía consumida se transforma en calor perdido, únicamente el 20por ciento permanece como energía neumática.

No todo el calor puede recuperarse, una fracción puede aprovecharse, se recupera hasta un 90por ciento de la energía de entrada utilizando un enfriamiento en los compresores en forma de agua caliente a una temperatura de 70 a 80 grados centígrados.

El rendimiento del sistema de aire está formado por:

- El Compresor

Un compresor de dos etapas de compresión supone un ahorro de 10 a 45 por ciento de energía respecto a uno de una sola etapa.

El factor de carga es la relación entre el suministro de aire comprimido real y el suministro teórico de diseño.

Factor de carga que se presenta esta dentro de 65 -80por ciento.

- En la red de distribución

La red está diseñada de acuerdo a la capacidad del compresor y a los consumos, un tamaño deficiente causa un aumento en las pérdidas y una caída del rendimiento.

Con el fin de mantener en todo el sistema el ahorro energético, la red que se debe de construir es de forma cerrada.

### **5.1.2. Ruido**

Los equipos y servicios de fabricación por ejemplo; aire comprimido, fuentes de vacío y sistemas de ventilación, pueden generar altos niveles de ruido. Debido al diseño en módulos cerrados de los lugares de trabajo, los trabajadores se encuentran a menudo próximos a las máquinas durante las operaciones de fabricación y envasado. De hecho, observan e interactúan con el equipo de producción y envasado, aumentando de esta forma su exposición al ruido.

Los métodos de ingeniería que se utilizan ya están un poco obsoletos por lo que tratan de reducir los niveles de ruido pero no son tan compactos para cerrar y amortiguar las fuentes de ruido para los trabajadores.

### **5.1.3. Calidad del agua**

La calidad del agua vendría determinada por los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, que pueden alterar la composición física y química del agua.

Conjunto de lineamientos y actividades relacionadas entre sí, destinadas a garantizar que los productos farmacéuticos elaborados tengan y mantengan la identidad, pureza, concentración, potencia requeridas para su uso.

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, es un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas dentro de la empresa.

El proceso de producción comienza cuando se extrae el agua del pozo para su acondicionamiento, el sistema inicia cuando el agua es bombeada del pozo y filtrada de toda partícula mayor de 20 micrones por medio de un filtro del tipo *Big Blue* de 20 micras nominales, para eliminarle las partículas mayores de 20 micrones. El agua sale y por medio de una tubería de acero inoxidable grado sanitario donde la mayor parte de bacterias y suciedad residual procedente del anterior filtro queda atrapado, este filtrado tiene una eficiencia del 99 por ciento.

#### **5.1.4. Uso del suelo**

El poder contaminante de esta especialidad dentro de la empresa un (30-40 por ciento del total de ésta) se encuentra en su mayor parte en la producción de donde el agua y la tierra son mezclados, en este caso se han realizado estudios no muy detallados de la calidad de los suelos, pero no afectan a la materia prima, en este caso el agua. Varios son los puntos a tomar en cuenta respecto al medio ambiente, si bien son aplicables a cualquier tipo dentro de la planta.

Los procesos de producción, como el almacenamiento; suele ser una etapa necesaria en algún momento del proceso de fabricación y puede llegar a ocasionar graves problemas para el medio ambiente, especialmente en los suelos, por eso se toman las pertinentes medidas:

- Almacenamientos distintos para sustancias incompatibles entre sí.
- Construcción y sistemas de control del almacenamiento de acuerdo con la peligrosidad de las materias almacenadas.
- Seguimiento adecuado de los distintos parámetros.
- Cumplimiento de las especificaciones de seguridad e higiene.
- Instalaciones de carga y descarga.

Este tipo de instalaciones son preparadas y acondicionadas de acuerdo con la peligrosidad del producto o productos a tratar. Los materiales empleados deben ser resistentes a las sustancias a las que serán expuestos directamente con los suelos.

Un tema muy importante, es el de las aguas que puedan entrar en contacto con los suelos. Debe evitarse en cualquier caso la infiltración en el suelo a través de una correcta canalización de estas aguas. En caso de no ser recirculadas al proceso, estas aguas han de ser tratadas, estas son enviadas a una estación depuradora de aguas residuales, si su carga contaminante así lo permite.

## **5.2. Desechos sólidos**

Dentro del proceso de producción, o a partir de los procesos de descontaminación, se irán generando diversos residuos sólidos. Éstos pueden ser enviados a vertederos según su peligrosidad y las posibilidades técnicas.

En caso de ser enviados a vertederos, se debe decidir entre el vertedero de residuos urbanos (si su peligrosidad es nula) y el de residuos peligrosos. En este último caso el depósito resultará mucho más caro, debido a las mayores obligaciones en cuanto a control.

### **5.2.1. Tipos de desechos**

Desechos generales: son aquellos que no representan un riesgo adicional para la salud del personal, y estos no requieren de un manejo especial, son los más comunes en la planta y para su movilización no se necesitan tantas características. Ejemplo: papel, cartón, plástico, desechos de alimentos, etcétera.

- Desechos infecciosos: son aquellos que tienen gérmenes patógenos, que implican un riesgo inmediato o potencial para la salud del personal y que no han recibido un tratamiento previo, antes de ser eliminados,

incluyen: objetos corto punzantes que han sido adquiridos a la hora de la elaboración de productos dentro de los laboratorios como agujas, objetos de vidrio, pipetas o frascos en algunas ocasiones quedan con punta, en ese momento son peligrosos para cualquier personal dentro del laboratorio.

- Desechos especiales: generados en los servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento, que por sus características físico químicas, representan un riesgo o peligro potencial para el personal dentro de la planta.
- Desechos químicos peligrosos: sustancias químicas con características tóxicas, como los son medicamentos vencidos, alterados, producidos fuera de estándares de calidad, deteriorados, mal almacenados.
- Desechos radiactivos: aquellos que contienen uno o varios químicos y pueden crear espontáneamente partículas o radiación electromagnética, o que se fusionan espontáneamente. Proviene del laboratorio de análisis de la empresa.

#### **5.2.1.1. Desechos orgánicos**

Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, por lo que existe un colector y tratan de transformarlos en materia orgánica, luego son trasladados a las áreas de jardines para utilizarlos como abono para las plantas, los más concurrentes dentro de la empresa son los restos de comida, frutas y verduras, cáscaras, carne, huevos.



### **5.2.1.2. Desechos inorgánicos**

Muchos de ellos por su característica son de origen natural, no son biodegradables, por ejemplo los más comunes dentro de la empresa son los siguientes; envases de plástico, latas, vidrios, plásticos, gomas. En muchos casos estos ahora son reciclables y se trata de darles un segundo uso para no contaminar más el ambiente dentro de Frycia.

### **5.2.2. Manejo de los desechos sólidos**

El manejo de desechos sólidos, es la gestión de los residuos, la recogida, el transporte, tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales de desecho.

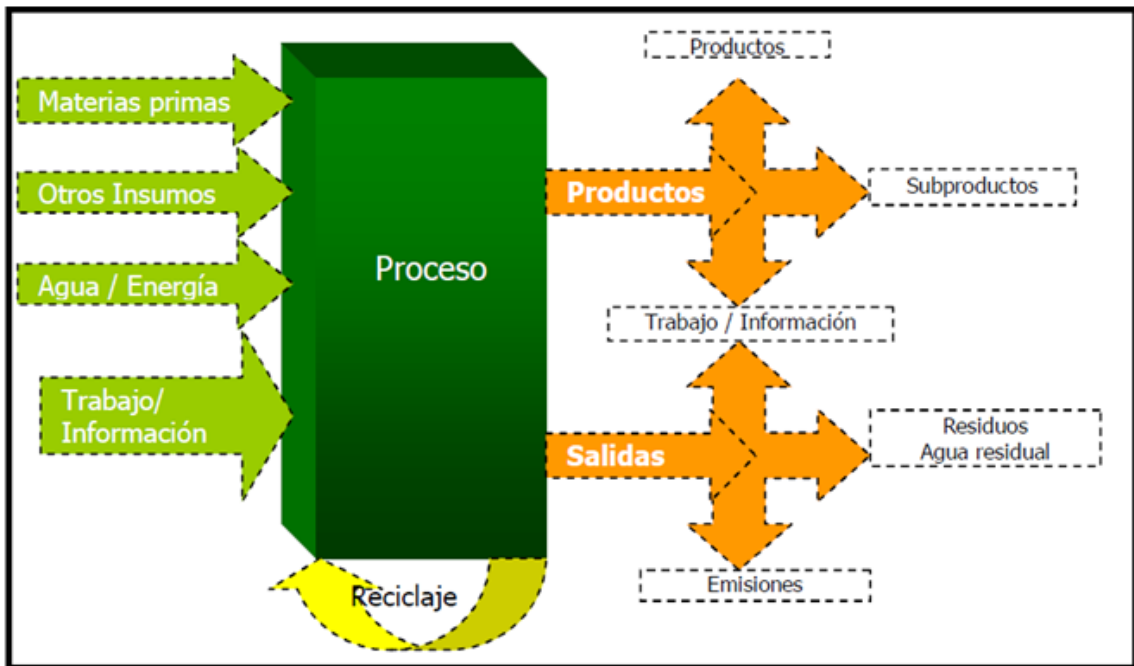
El término generalmente se refiere a los materiales producidos por la actividad en general, para reducir sus efectos sobre la salud y el medio ambiente.

La gestión de los desechos es también llevada a cabo para recuperar los propios recursos de dichos residuos. La gestión de los desechos puede implicar tanto en estado sólido, líquido, gases o sustancias radiactivas, con diferentes métodos y técnicas especializadas para cada uno. Esta actividad ha tenido un significativo progreso, en especial, en aquellos aspectos vinculados al medio ambiente y que tienen relación con el manejo de los líquidos y sólidos.

Aún cuando los resultados obtenidos son satisfactorios, desde el punto de vista sanitario, ambiental y económico, esto no ha sido suficiente como para evitar que esta actividad encuentre oposición en la planta.

El proceso de manejo de desechos, es una etapa parcial en la producción de bienes o servicios. Se caracteriza de la siguiente forma.

Figura 20. **Proceso de caracterización del manejo de desecho**



Fuente: Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.

### 5.2.2.1. Clasificación

Se pueden clasificar los residuos con las siguientes características asociadas al manejo que debe ser realizado:

Desde este punto de vista, se pueden definir tres grupos:

- Residuos peligroso: son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar

muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente, cuando son manejados en forma inapropiada.

- Residuos inertes: residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- Residuos no peligrosos: ninguno de los anteriores.

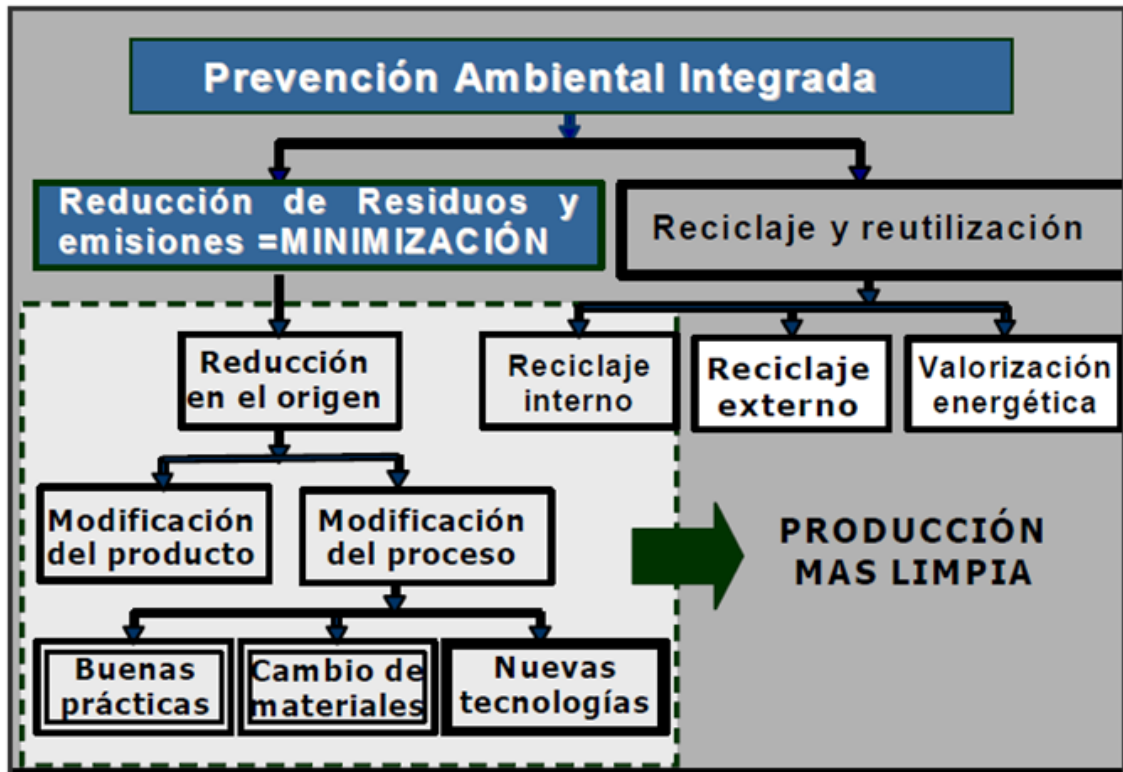
#### **5.2.2.2. Reducción**

En esta guía, se utiliza el término residuos sólidos para hacer referencia al material que tiene valor potencial de ser reutilizado o procesado.

El desecho sólido no reutilizable, es una concepción dentro de la empresa. Los sistemas ecológicos, en cambio, son sistemas dinámicos en los cuales todos los elementos residuales de cualquier organismo son reciclados o reincorporados constantemente. El balance ecológico se mantiene de forma compleja, todos sus elementos son interdependientes y todos los organismos tienen crecimiento limitado. Se deben buscar formas de reducir y reutilizar los desechos que se generan y de conocer y respetar los principios del balance ecológico.

El manejo integral de residuos sólidos, se define como la aplicación de técnicas, tecnologías y programas para lograr objetivos y metas óptimas para una localidad en particular. Esta definición implica que primero hay que definir una visión que considere los factores propios de cada localidad para asegurar su sostenibilidad y beneficios.

Figura 21. Estrategias de la Producción más Limpia enfocado en reducción de desechos



Fuente: elaboración propia. Word 2010.

Resumiendo lo anterior, la figura 21 muestra un recuento general de las estrategias que se deben aplicar cuando se implementa un proceso de Producción más Limpia dentro de la empresa. Es decir, la Producción más Limpia además de pensar en qué hacer con los residuos, piensa en qué hacer para no generarlos.

### **5.2.2.3. Transporte**

Es aquel que lleva el residuo. El transportista puede transformarse en generador si el vehículo que transporta derrama su carga, o si cruza los límites, en el caso de residuos peligrosos, o si acumula lodos u otros residuos del material transportado.

Existen básicamente dos sistemas:

- Sistema vertical (ductos verticales): para transportar, existe una normativa: resolución del ministerio de salud 7328, norma sobre eliminación de basuras en las empresas farmacéuticas, esta se toma en cuenta para el traslado de los desechos. Es usual usar los sistemas de compactación. Se utiliza residuos biopeligrosos el área transversal mínima de ductos es de 0,2 metros cuadrados.
- Sistema horizontal: este procedimiento se utiliza en sistema de carros a nivel municipal, a menor escala, como recinto industrial que se encargan de tirar estos desechos.

### **5.2.2.4. Reciclaje**

La planta se enfrenta a un problema cada vez más importante y grave: cómo deshacerse del volumen creciente de los residuos que genera. La mayoría de los residuos terminan convirtiéndose en basura, cuyo destino final es el vertedero del relleno sanitario de la ciudad capital. En planta ocurre una serie de desventajas y problemas con los desechos que se recolectan. En ello el reciclaje se convierte en una buena alternativa, ya que reduce los residuos y protege el medio ambiente.

El proceso de reciclaje trata de darle un uso o re uso de materiales provenientes de residuos, de suma importancia es el proceso de reciclaje, trata que el procedimiento comienza con una separación. Desde un punto de vista de eficiencia del rendimiento de estos sistemas de separación, favorece que se haga una separación en el origen.

Existen tres actividades principales en el proceso del reciclaje:

- **Recolección:** se debe juntar cantidades considerables de materiales reciclables, separar elementos contaminantes o no reciclables y clasificar los materiales de acuerdo a su tipo específico.
- **Manufactura:** los materiales clasificados se utilizan como nuevos productos o como materias primas para algún proceso.
- **Consumo:** los materiales de desperdicio deben ser consumidos. Los compradores comprenden una gran demanda de productos que la planta recicla. Sin demanda, el proceso de reciclaje se detiene.

### **5.2.3. Contaminación**

Contaminación ambiental se denomina dentro de la empresa a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico o químico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones, tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población dentro de la empresa, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del personal.

#### **5.2.3.1. Consecuencias**

Efectos de la contaminación se manifiestan por las alteraciones en los ecosistemas; en la generación y propagación de enfermedades en los empleados, muerte masiva y, en casos extremos, la desaparición de especies animales y vegetales; inhibición de sistemas productivos y, en general, degradación de la calidad de vida (salud, aire puro, agua limpia, recreación, disfrute de la naturaleza), en la empresa se tomará en cuenta una serie de pasos para poder ayudar al medio ambiente, para darle un mejor manejo a las sustancias químicas y desechos que se producen en la empresa, es decir, la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio ambiente.

Tabla XV. **Razones por la cual no se adopta la contaminación dentro de la empresa**

<b>PORCENTAJES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>por ciento</b>
Porcentaje políticas (60por ciento)	Resistencia burocrática	20
	Tendencia humana conservadora	10
	Legislación sin coordinar	10
	Sensacionalismo de los medios de comunicación	10
	Ignorancia del público / falta de información	10
Financieras (30por ciento)	Subsidios para la disposición	10
	Escasez de fondos	10
	Arraigo en la industria de los desechos	10
Técnicas (10por ciento)	Falta de información confiable y centralizada	5
	Falta de apoyo al aplicar la minimización de desechos a las necesidades individuales	5
TOTAL		100

Fuente: elaboración propia.

La estrategia de la Producción más Limpia, orientada a la prevención, involucra la modificación de los procesos de producción, la tecnología, las prácticas operacionales o de mantenimiento y resultados de acuerdo con las necesidades de los consumidores en cuanto a productos y servicios más compatibles ambientalmente.

### **5.3. El agua y su uso industrial**

En la empresa también se puede usar mejor el agua, la maquinaria, los procesos, servicios y accesorios que demandan grandes cantidades de este recurso que puede reducirse con técnicas de uso eficiente.



La calidad del agua requerida varía según el tipo de proceso, por ejemplo en algunos productos se requieren menos calidad que en otros y con su uso dentro del proceso, por lo que la misma línea de abastecimiento puede requerir agua de diferente calidad en varios procesos.

El uso industrial del agua dentro de la empresa se puede dividir en tres grandes grupos:

- Transferencia de calor: se utiliza en procesos de calentamiento o enfriamiento. Para el primer caso se utiliza la generación de vapor por medio de calderas que emplean la combustión de petróleo, gas, para enfriamiento se emplea la circulación de agua, por medio de torres o estanques de enfriamiento.
- Generación de vapor: la mayor parte de energía generada en la planta, proviene de la planta termoeléctrica que emplean el vapor de agua para mover turbinas adaptadas a generadores, en la recuperación del vapor se usan condensadores, logrando establecer volúmenes de reemplazo, un 35 por ciento del total de agua suministrada a la planta.
- Aplicación a procesos: son muchos los procesos en los que se necesita el agua, uno de ellos es el transporte de materiales, caso en el que se utiliza tubería o canales, la industria de la celulosa y el papel.

El agua es un medio adecuado y económico para el lavado general del equipo industrial, principalmente en la empresa. Además de la estética, lavar el equipo en la industria es muy importante, ya que evita que se contaminen los productos con el polvo o con basura, como medida de seguridad, evita que se

acumulen los desechos en el piso, para impedir resbalarse o caerse y lastimarse y para evitar el polvo que pueda dañar al equipo.

Las principales acciones de uso eficiente dentro de la planta son la recirculación, el reúso y la reducción del consumo, en los tres casos son necesarios dos actividades básicas: la medición y el monitoreo de la calidad de agua.

En fecha reciente se publicó una tabla sobre gestión energética en la empresa, donde se detallan algunos datos del consumo de agua en Frycia.

Tabla XVI. **Detalle del consumo de agua en Frycia**

Producción de condensados puros	55,8 Ton/h
Déficit de condensados puros	5,4 Ton/h
Porcentaje de agua de reposición	8,80 %
Producción de condensados contaminados	66,7 Ton/h
Agua de imbibición	282 gal/h
Agua para centrifugación	110 gal/h
Agua de dilución de mieles para sueros	350 gal/h

Fuente: elaboración propia.

### **5.3.1. Aguas residuales industriales**

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos ocurridos dentro de la línea de producción o de los procesos industriales que se generan en la empresa, los cuales por razones de salud del personal y por consideraciones de recreación, económica y estética, no pueden desecharse

sin antes darle un tratamiento. Los principales agentes contaminantes de las aguas son las aguas residuales, petróleo, sustancias radiactivas, minerales inorgánicos y compuestos químicos, en este caso los que más se generan dentro de la empresa. Las aguas residuales contienen mayormente materias orgánicas que precisan de oxígeno, son por tanto un agente desoxigenado del agua cuando entran en descomposición, que generan además olores desagradables.

#### **5.3.1.1. Origen**

En la industria, el agua se utiliza como materia prima, como un medio de producción (agua de procesos) y para propósitos de enfriamiento. El agua de desecho proveniente de los procesos de producción, se denomina agua residual, que forma parte de las Materias Residuales de Producción (MARP). Generalmente las aguas residuales industriales, se caracterizan por tener un caudal y composición de variables en el día, y durante los meses del año alta concentración de contaminantes, agresividad, calor, presencia de contaminantes persistentes y tóxicos.

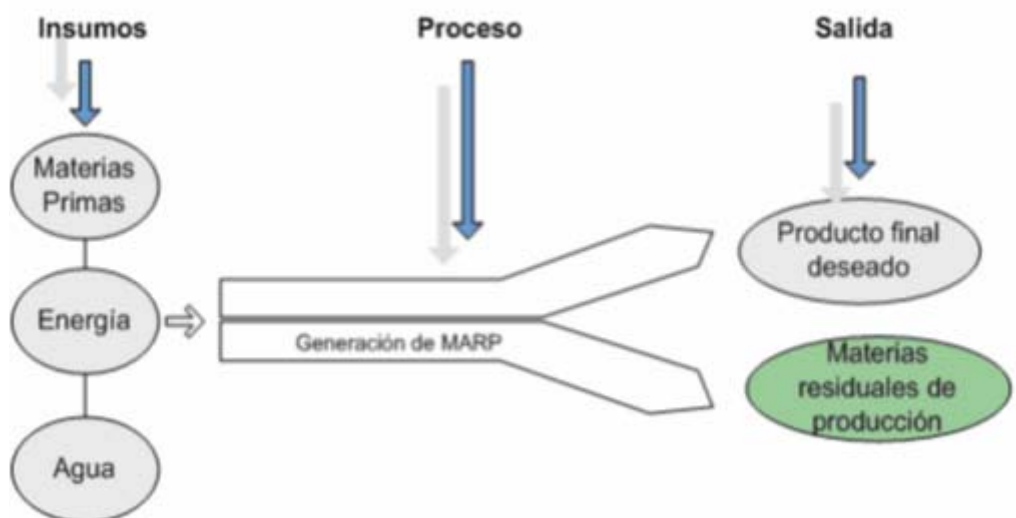
En términos globales, el caudal y la composición de las aguas residuales se determinan por la unidad de producción (factor volumen o carga unitaria), la diversidad de contaminantes fluctúan considerablemente incluso dentro de una misma rama, dependiendo de muchos factores tales como:

- Los tipos de procesos de fabricación.
- Las materias primas e insumos utilizados.
- El tamaño de la planta.
- El modo de operación.
- Las actividades temporales.

- El modo de suministro de energía.
- Las condiciones locales.
- El uso de sistemas de recirculación dentro de la planta.

La figura 22, ejemplifica como los insumos que son utilizados en el proceso de producción al llegar a la salida, una parte se convierte en el producto final deseado y la otra en materias residuales de producción.

Figura 22. **Generación de las materias residuales**



Fuente: Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.

#### 5.3.1.1.1. **Reciclado del agua**

El tratamiento de aguas residuales demanda tanta atención y soluciones integradas como cualquier otro proceso dentro de sus operaciones. Si lo analiza en detalle, no hay muchos otros procesos que presenten tanta variabilidad en la entrada, y que sin embargo requieran una salida consistente y de alta calidad. En lo general se necesita de cierta cantidad de herramientas para analizar,

evaluar y tratar eficientemente toda su operación de aguas residuales, desde la primera clarificación hasta su descarga.

La empresa sabe que el primer tratamiento de aguas residuales, es de suma importancia para las operaciones de su planta, ya sea que vierte directamente de tratamientos, antes de su sistema de tratamiento biológico de aguas residuales. La optimización del rendimiento de los equipos y de los productos químicos utilizados en el tratamiento, no sólo puede reducir costos significativamente y maximizar la rentabilidad de la inversión, sino que también puede ayudarle a cumplir con los requisitos más exigentes respecto a la calidad del agua.

El depósito de aireación es clave en su sistema de tratamiento, por eso es sumamente importante mantenerlo en buen estado, para cumplir con los límites de la planta y optimizar las operaciones de extracción de lodos. La empresa tiene una línea completa de servicios analíticos para cumplir con sus necesidades más exigentes y mejorar sus resultados finales.

El proceso de extracción de sólidos, es la segunda área más costosa en la planta de tratamiento de aguas residuales, después de los costos de electricidad.

La optimización eficiente del rendimiento de los equipos y productos químicos utilizados en el proceso de extracción puede minimizar significativamente el costo total de operación y maximizar la rentabilidad de la inversión. Además, mientras los encargados de procesos se esfuerzan para cumplir con las exigentes regulaciones, el manejo y la eliminación de sólidos, sigue siendo una de las áreas más importantes que requiere soluciones creativas y sostenibles a nivel de tecnología.

También se sabe que el tratamiento de aguas residuales secundario efectivo, es fundamental para las operaciones de la planta. Se puede proporcionarle soluciones creativas en materia de equipos y productos químicos para tratamientos, y así ayudarle a cumplir con los requisitos más exigentes respecto a la calidad del agua y maximizar la rentabilidad de su inversión. Los programas generalmente se centran en los siguientes puntos y pueden ayudarle a:

- Mejorar la economía de la planta en general.
- Optimizar el rendimiento del equipo.
- Abordar temas relacionados con el cumplimiento de requisitos.
- Incrementar la capacidad y efectividad del operador.

#### **5.3.1.1.2. Valor económico**

La optimización del rendimiento de los equipos y de los productos químicos utilizados en el tratamiento, puede reducir costos significativamente y maximizar la rentabilidad de la inversión. Se puede proporcionar soluciones creativas y ayudarle a cumplir con los requisitos más exigentes respecto a la calidad del agua.

Los programas de clarificación de agua están diseñados para mejorar la extracción de color y minimizar el volumen de depósitos/lodo, ayudar a cumplir con requisitos ambientales y mejorar la utilización de los actuales métodos de tratamiento mecánico con precipitación química.

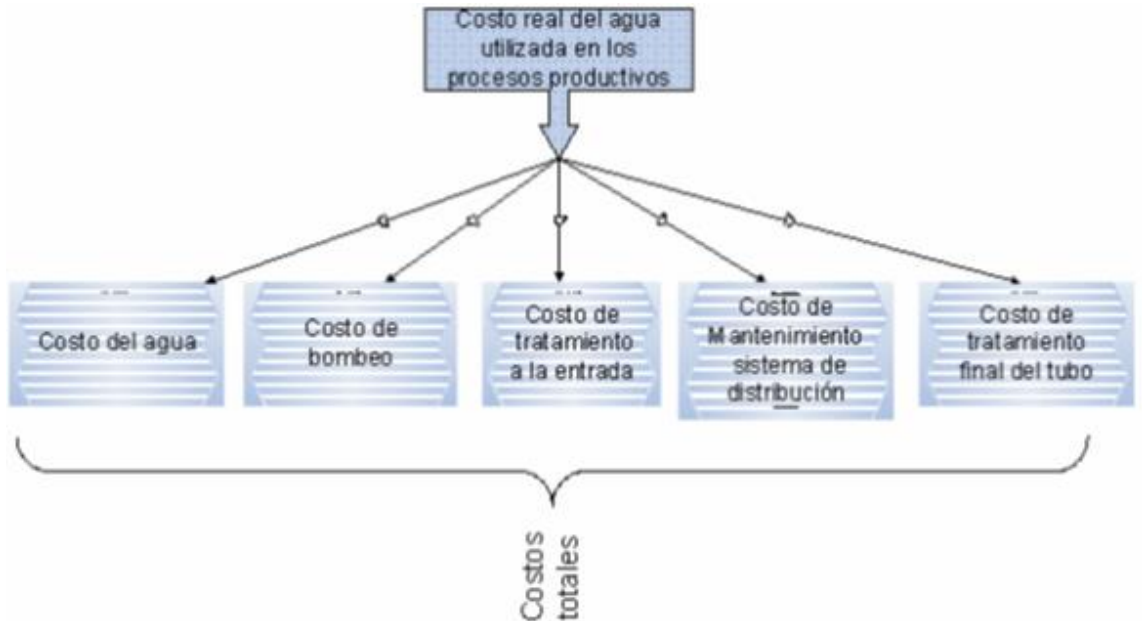
Las aplicaciones incluyen:

- Plantas que usan fuentes naturales de agua para potabilización de agua, llenado de calderas o torres de enfriamiento y otros procesos industriales.
- Planta de tratamiento de aguas residuales, para ayudar a cumplir normas ambientales.
- Plantas industriales que vierten aguas residuales directamente a sistemas municipales o al medio ambiente.

A pesar de la dificultad para aplicar los precios de mercado (precio real), del patrimonio natural y de un recurso que cada vez es más caro renovarlo, como lo es el agua.

Muchas veces existen costos ocultos en el consumo del agua que no son tomados dentro de los costos de producción de los procesos industriales; la figura 23, presenta como se subdivide cada uno de los costos correspondientes en el consumo de agua dentro de los procesos productivos, todos ellos en conjunto pueden sumar el 20por ciento de los costos en las actividades de operación.

Figura 23. **Costo del agua utilizada en los procesos productivos**



Fuente: elaboración propia. Word 2010.

#### 5.4. **Plan de prevención y reducción de la contaminación ambiental**

Medidas de control a tomar en cuenta: algunas medidas de control del lugar de trabajo aplicables durante todas las operaciones farmacéuticas que se describen a continuación: prevención y protección contra incendios y explosiones, confinamiento de sustancias peligrosas, riesgos de la maquinaria y altos niveles de ruido; dilución y Ventilación por Aspiración Local (VAL); uso de respiradores (por ejemplo, mascarillas protectoras frente a polvos y vapores orgánicos y en algunos casos respiradores purificadores de aire o mascarillas y trajes con inyección de aire) y Equipo de Protección Personal (EPP); y formación de los trabajadores sobre los riesgos del lugar de trabajo y prácticas seguras de trabajo.



Otras medidas específicas implican la sustitución de material menos peligroso cuando sea posible durante el desarrollo y la fabricación de fármacos. Así mismo, si se reducen al mínimo las transferencias de material, los procesos abiertos o no sellados y los muestreos, se reduce la posibilidad de exposiciones de los trabajadores.

El diseño técnico y las características de las instalaciones, servicios y equipos de procesado pueden prevenir la contaminación medio ambiental y reducir las exposiciones de los trabajadores a las sustancias peligrosas. Las instalaciones modernas de fabricación de productos farmacéuticos y sus equipos de procesos, reducen los riesgos para el medio ambiente, la salud y la seguridad, impidiendo la contaminación y mejorando el confinamiento de los riesgos.

Los objetivos de control de calidad y de salud y seguridad de los trabajadores se alcanzan mejorando el aislamiento, el confinamiento y la limpieza de las instalaciones y equipos de procesado. La prevención de las exposiciones de los trabajadores a sustancias peligrosas y productos farmacéuticos, es completamente compatible con la necesidad de prevenir a los trabajadores de la contaminación de materias primas y productos terminados.

Otras actividades complementarias, son unos métodos seguros de trabajo y unas buenas prácticas de fabricación. Aspectos técnicos del diseño de la instalación y del proceso. El diseño técnico y las características de las instalaciones y equipos de procesado farmacéuticos influyen en la salud y la seguridad de los trabajadores. Los materiales de construcción, los equipos de procesado y las actividades de mantenimiento, afectan considerablemente a la limpieza del lugar de trabajo. Los sistemas de dilución y VAL controlan las fugas de vapor y las emisiones de polvo durante las operaciones de producción.

Las medidas de prevención y protección frente a incendios y explosiones, por ejemplo; equipos y servicios eléctricos están controlados al vapor y al polvo, sistemas de extinción, detectores de incendios y humos y alarmas de emergencia; son necesarios cuando están presentes líquidos y vapores inflamables. Se instalan sistemas de almacenamiento y manipulación, por ejemplo, recipientes de almacenamiento, contenedores portátiles, bombas y tuberías, para trasladar líquidos dentro de las instalaciones de la planta farmacéutica.

Los sólidos peligrosos se pueden manipular y procesar en equipos y recipientes cerrados, contenedores de granel individual, tambores y bolsas selladas. El aislamiento o confinamiento de las instalaciones, los equipos de procesamiento y los materiales peligrosos promueven la salud y seguridad del trabajador. Los riesgos mecánicos se controlan instalando defensas en las piezas móviles de las máquinas.

Los equipos y servicios se pueden controlar manual o automáticamente. En las plantas manuales, los operarios químicos leen los instrumentos y controlan los equipos y servicios cercanos. En las plantas automatizadas, los equipos, servicios y dispositivos de control se controlan mediante sistemas distribuidos, permitiendo su operación desde un lugar remoto como una sala de control.

A menudo se realizan operaciones manuales cuando se cargan materiales, se descargan y envasan productos y cuando se realiza el mantenimiento o se presentan condiciones no habituales. Se deben redactar instrucciones que describan los procedimientos normalizados de trabajo, así como los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores y las medidas de control.

#### **5.4.1. Objetivos**

Tratar de reducir grandes volúmenes de materiales, tales como sustancias químicas, para extraer sustancias farmacológicamente activas. En cada etapa se reducen los volúmenes mediante una serie de procesos discontinuos, hasta obtener el fármaco final. Los procesos se suelen realizar en campañas de algunas semanas de duración, hasta conseguir la cantidad deseada de producto terminado. Los disolventes se utilizan para eliminar grasas y aceites insolubles.

#### **5.4.2. Metas**

Llevar medidas de control del lugar de trabajo y evaluar periódicamente para proteger a los trabajadores de los riesgos para la salud y la seguridad, y reducir la contaminación medio ambiental. Muchos procesos de fabricación y piezas del equipo son validados en la planta farmacéutica con el fin de asegurar la calidad del producto. Pueden aplicarse prácticas similares de validación en las medidas de control del lugar de trabajo, para asegurar que son eficaces y fiables.

Periódicamente se revisan las instrucciones del proceso y las prácticas seguras de trabajo. Las actividades de mantenimiento preventivo, identifican cuando pueden fallar los equipos de procesado e ingeniería, evitando de esta forma algunos problemas.

En el curso de la formación y la supervisión se informa y educa a los trabajadores acerca de los riesgos para el medio ambiente, la salud y la seguridad, reforzándose las prácticas seguras de trabajo y el uso de respiradores y equipo de protección personal.

Los programas de inspección, examinan si se mantienen condiciones seguras en el lugar de trabajo y las prácticas seguras de trabajo. Para ello se inspeccionan los respiradores y se comprueba que son elegidos, llevados y mantenidos adecuadamente por los trabajadores. Los programas de auditoría revisan los sistemas de gestión para identificar, evaluar y controlar los riesgos para el medio ambiente, la salud y la seguridad del personal.

### 5.4.3. Aplicación de matrices

La fábrica produce dos modelos de productos farmacéuticos, A y B, en tres terminaciones: N, L y S. Produce del modelo A: 400 unidades en la terminación N, 200 unidades en la terminación L y 50 unidades en la terminación S. Produce del modelo B: 300 unidades en la terminación N, 100 unidades en la terminación L y 30 unidades en la terminación S. La terminación N lleva 25 horas y 1 hora de administración. La terminación L lleva 30 horas y 1,2 horas de administración. La terminación S lleva 33 horas y 1,3 horas de administración.

- Representar la información en dos matrices.
- Hallar una matriz que exprese las horas de taller y de administración empleadas para cada uno de los modelos.
  - Matriz de producción

Filas: modelos A y B

Columnas: terminaciones N, L, S

$$M = \begin{pmatrix} 400 & 200 & 50 \\ 300 & 100 & 30 \end{pmatrix}$$

- Matriz de costo en horas

Filas: Terminaciones N, L, S

Columnas: costo en horas: T, A

$$N = \begin{pmatrix} 25 & 1 \\ 30 & 1.2 \\ 33 & 1.3 \end{pmatrix}$$

Matriz que expresa las horas de trabajo y de administración para cada uno de los modelos:

$$M \cdot N = \begin{pmatrix} 400 & 200 & 50 \\ 300 & 100 & 30 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 25 & 1 \\ 30 & 1.2 \\ 33 & 1.3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 17650 & 705 \\ 11490 & 459 \end{pmatrix}$$

Las horas de producción son 17650 y las horas de administración son de 705 para un producto A y las horas de producción son 11490 y las horas de administración son de 459 para un producto B.

#### 5.4.3.1. Reducción de contaminación

Minimización de los residuos y prevención de la contaminación, las buenas prácticas técnicas y la aplicación de la Producción más Limpia minimizan el impacto medio ambiental de la producción de productos químicos en general y las operaciones de fabricación farmacéutica. Para prevenir contaminación intensa en el aire, se modifican los procesos y equipos, se reciclan y recuperan los materiales y se mantienen buenas prácticas de servicio y trabajo. Estas actividades estimulan la gestión de los aspectos medio ambientales, así como la salud y la seguridad de los trabajadores.

Algunos ejemplos de modificaciones de procesos en la producción farmacéutica en general son los siguientes:

- Minimizar las cantidades de materiales peligrosos utilizados y seleccionar materiales cuyos residuos se puedan controlar, recuperar y reciclar, cuando sea posible.
- Desarrollar e instalar sistemas de reciclado de materias primas, disolventes, productos intermedios, residuos y materiales de servicio como agua refrigerante, líquidos de transferencia de calor, lubricantes, vapores condensados.
- Examinar reactivos, disolventes y catalizadores para optimizarla eficacia de las reacciones químicas.
- Modificar el diseño y las características del equipo de procesado, para minimizar la contaminación y los residuos.
- Mejorar los procesos para optimizar los rendimientos del producto y propiedades deseadas, eliminando el procesado adicional, recristalización y secado.
- Considerar la utilización de equipos universales como reactores, filtros y secadores para reducir la contaminación y los residuos durante las transferencias, la limpieza y otras etapas del proceso.
- Utilización de instrumentos adecuados, sistemas de control automatizados y programas informáticos para maximizar la eficiencia de los procesos y reducir la contaminación y los residuos.



## 6. MEJORA CONTINUA

### 6.1. Plan de mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Este tipo de mantenimiento básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los datos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, engrasado, cambio de fajas, desmontaje, limpieza.

Las actividades que en el mantenimiento preventivo se realizan son las siguientes:

- Visitas
- Inspecciones
- Ventajas:
  - Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los datos históricos que ayudarán en gran medida a controlar la máquina e instalaciones.



- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
- Reducción del correctivo, representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del Departamento de Mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.
- Desventajas
  - Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra.
  - El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
  - Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobre cargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad. Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo, producen falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de mantenimiento preventivo, es indispensable para el éxito del plan.

### **6.1.1. Asignación de rutinas de servicio**

Una vez que se ha comprobado una buena instalación del equipo a utilizar, hay que establecer, como objetivo prioritario, un mantenimiento adecuado.

- Es preciso, a fin de obtener un mantenimiento correcto de las nuevas instalaciones para vapor, establecer un programa adecuado, lo que según la experiencia industrial implica:
  - Conocimiento de las características de todos los equipos que producen vapor.
  - Análisis de los posibles problemas mecánicos que originan.
  - Programa de evaluación de pérdidas.
  - Programa de revisión periódica de la utilización del vapor.

Localizar las averías de vapor utilizando algunos de los siguientes métodos:

- método visual
- método acústico
- método térmico

#### **6.1.1.1. Verificación de las trampas de vapor**

La operación incorrecta del sistema de vapor, se puede deber a fallas en las trampas para vapor y viceversa, ya que si se derivan las trampas estas no llevarán a cabo su función. A veces las trampas son derivadas cuando no están

funcionando correctamente, debido a la falta de aportación de calor al proceso o debido al corte del flujo de vapor por obstrucción de la tubería.

Un indicador claro de la mala operación en el sistema de vapor, se tiene cuando dentro de la línea de distribución existe exceso de condensado o un vapor de baja calidad, es decir con cierta humedad.

Otro indicador de un mal funcionamiento del sistema de distribución, es el desgaste y daño interno derivados de la propia operación, así como, los golpes de ariete, lo cuales se presentan comúnmente bajo estas circunstancias y pueden afectar al proceso productivo.

Consecuencias de una operación inadecuada de las trampas: un impredecible anegamiento o inundación por falla de la trampa, origina pérdidas de producto y un sobrecalentamiento en los equipos de proceso.

De igual manera, las fugas de vapor representan elevados costos por pérdidas de energía, no incluyendo las pérdidas económicas por tiempos muertos y mantenimiento de las trampas. Por lo cual debe ponerse la atención debida, para que las trampas operen en forma correcta.

Procedimientos para determinar si una trampa está funcionando correctamente: la trampa para vapor es un enlace entre los sistemas de vapor y de condensados. Hay tres tipos de fallas que han sido encontradas en las trampas para vapor:

- Falla de posición cerrada: que es notable por el pobre comportamiento del equipo, debido a inundaciones con condensado. Esta clase de falla pasa desapercibida en las tuberías de vapor.

- Falla en la posición abierta: que causa pérdidas de vapor vivo. Las trampas frecuentemente descargan a un sistema de retorno de condensados y el vapor vivo que sale por el tanque de almacenamiento puede indicar problemas, no obstante es difícil localizar la trampa defectuosa.
- Operación deficiente: que es la falla más común, y también la más difícil de identificar y localizar: resultando en una pérdida de vapor. Puede ser causada por numerosas razones específicas a cada tipo de trampa, y los ejemplos son excesivamente repetitivos, cierre incompleto de válvulas, cierre lento en presencia del vapor.

Se describen varios métodos para verificar el comportamiento de las trampas.

- Métodos empíricos

Observación de descarga a la atmósfera (método visual): las trampas descargando a la atmósfera, presentan facilidad y seguridad para verificar su operación. Aún para una persona no familiarizada con ellas, es fácil observar la descarga de la trampa y decidir en todo caso si trabaja correctamente. Las trampas que descargan en forma continua o intermitente son particularmente fáciles de verificar; cuando la trampa está cerrada, únicamente una pequeña neblina debe ser visible y ésta es causada por la evaporación de pequeñas gotas que salen por la conexión de salida.

Cuando la trampa está descargando normalmente, habrá una cantidad de vapor producido por la vaporización instantánea, que sale junto con el condensado y no debe ser confundido con vapor vivo.

Las trampas termodinámicas, de presión balanceada convencionales y de cubeta invertida, manejando cargas moderadas, trabajarán de esta forma:

Observación por mirillas de vidrio (método visual): la mirilla de vidrio, es sólo una ventana colocada en el lado de la descarga de la trampa, de tal forma que el flujo descargado pueda ser observado. Generalmente es efectiva en el caso de trampas que tienen una descarga limpia, pudiendo ser necesaria alguna experiencia para juzgar si la descarga de la trampa es correcta, particularmente si estas descargas son grandes.

Medición de temperatura (método térmico): el método tradicional para verificar el funcionamiento de las trampas para vapor, es la medición de temperaturas en la entrada y descarga. En este método se utilizan crayones sensitivos a la temperatura hasta pirómetros infrarrojos, estos últimos sólo han sido útiles para valores limitados, ya que únicamente funcionan cuando una trampa causa serios derrames, pudiendo tener relevancia sólo en el caso de trampas termostáticas.

#### **6.1.1.2. Reparación de las trampas de vapor**

Inspeccionar la caldera y sus controladores, es la base principal para no ocasionar una reparación en las trampas de vapor, independientemente de la inspección periódica de sus tuberías, tanto del lado del fuego como del agua, ayudará en gran parte a evitar paradas y gastos excesivos en las reparaciones. Es importante así mismo, cuidar la limpieza exterior e interior de la caldera, ya que de esta forma se logra un bajo consumo de combustible y un eficiente funcionamiento.

Dentro del plan de mantenimiento preventivo de las trampas de vapor, se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

- Revisión y limpieza de las boquillas.
- Revisión del compresor de aire.
- Revisión y limpieza de las columnas de vapor.
- Limpieza general del lado de fuego.
- Limpieza general del lado de agua.
- Limpieza de la entrada de vapor.

#### **6.1.2. Racionalización de los consumos de vapor**

Es importante crear un control de las corrientes parasitas, ya que la existencia de las mismas dentro de las líneas de distribución, produce pérdidas en los arrollamientos de transformadores de potencia.

Este servicio consiste en realizar en la empresa, un relevamiento del funcionamiento operativo. A partir de este relevamiento, se llevará a cabo un diagnóstico energético con propuestas para que la empresa en cuestión, pueda obtener ahorros de energía en sus operaciones.

Es válido en estos tiempos, donde está en cuestión el aumento de tarifas, el costo de energía incide significativamente en el precio final de los productos terminados. Si se logra racionalizar la energía, se pueden lograr costos de producción más competitivos, lo cual es una premisa fundamental para la supervivencia de la empresa.

La racionalización se pone a disposición de la empresa, los cuales, luego de evaluar las instalaciones, equipamientos y procesos, elaboran las propuestas de racionalización, presentando éstas en un informe técnico.

Los ahorros que se han logrado a través de los diagnósticos ya realizado, oscilan en promedio en el orden del 15 por ciento, llegando a obtenerse en algunos casos hasta el 38 por ciento de ahorro sobre la energía consumida.

Los diagnósticos energéticos, se desarrollan generalmente en dos áreas:

- Área térmica
  - Eficiencia de combustión, en calderas y hornos.
  - Sistemas de distribución de vapor, agua y aire.
  - Aislaciones térmicas.
  - Calefacción y refrigeración de proceso de producción.
  - Recuperación de condensados.
  - Factibilidad de sustitución de combustibles.
  
- Área eléctrica
  - Optimización del factor de potencia.
  - Optimización del factor de utilización de equipos.
  - Análisis de las potencias contratadas con las proveedoras de energía.
  - Análisis de la posibilidad de cambio de suministro de energía.
  - Optimización de los sistemas de iluminación.

### 6.1.2.1. Evaluaciones periódicas

Es importante tener el registro de los consumos de energía que se lleven a cabo durante un año en todas las áreas de trabajo. Es por ello imprescindible la existencia de una ficha de control, la cual ayudará a llevar de una forma clara y ordenada los consumos de energía. Para lo cual se sugiere el siguiente modelo:

Tabla XVII. Hoja de control de consumos de energía

FICHA DE CONTROL DE CONSUMOS DE ENERGIA.			
MES	BUNKER (litros)	DIESEL (litros)	ENERGIA ELECTRICA (Kwh)
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			
TOTAL			

#### OBSERVACIONES:

---

---

---

Fuente: elaboración propia.



### **6.1.2.2. Consumo**

La energía es uno de los recursos más importantes dentro del proceso de producción, puesto que sin la utilización de la misma sería casi imposible la obtención de productos y/o servicios.

Los consumos de energía dentro de los procesos de producción, muchas veces son sumamente elevados, tanto por exigencias del proceso, así como por su mala utilización, y es por ello la importancia de la implementación de planes de acción de ahorro energético que conduzca a economías notorias.

Existen varios tipos de energía, así como combustibles que ayudan para la generación de la misma, dentro de los combustibles más utilizados dentro de la empresa está el bunker y el diesel.

### **6.1.2.3. Tratamiento**

El lograr el retorno del condensado, es otra de las formas por medio de las cuales se puede lograr un ahorro de energía, para esto, el tipo de tubería en la que el retorno del condensado de las unidades calefactores a la caldera, identifica más el sistema de vapor, los dos sistemas de distribución para lograr el retorno en la planta son los siguientes:

- Retorno por gravedad
- Retorno mecánico

Si se tienen todas las unidades por encima de la caldera o de la línea de agua del depósito de condensado a la caldera, el sistema se denomina retorno por gravedad, ya que el condensado retorna al tanque por gravedad.

Si se tienen que utilizar bombas o purgadores para que se pueda dar el retorno del condensado a la caldera, entonces el sistema se denomina de retorno mecánico. La bomba de retorno de vacío, la bomba de retorno de condensado y purgador de retorno a la caldera, son dispositivos usados para el retorno mecánico del condensado a la caldera.

## **6.2. Seguimiento de estrategias de Producción más Limpia**

Se pretende desarrollar una estrategia preventiva integral, aplicando métodos de capacitación, trabajo y ajustes a la maquinaria durante la ejecución de los procesos productivos y servicios para aumentar la eficiencia en general.

La estrategia referida es la aplicación de Producción más Limpia, con esto se pretende la implementación un desempeño ambiental mejorado, ahorro en costos y la reducción de riesgos al ser humano y al ambiente.

En la figura 24, se demuestran 7 pasos tomados en cuenta para una Producción más Limpia tomando en cuenta las estrategias preventivas que se aplica a los procesos:

Figura 24. **Pasos de una Producción más Limpia**



Fuente: Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia.

### 6.2.1. **Análisis de agua**

Para garantizar que se está obteniendo el reciclado de agua con la calidad debida para su rehúso, es necesario seguir realizando análisis de los atributos del agua. Estos análisis son necesarios ya que con ellos se tendrán parámetros para el agua residual con fines de obtener el agua de reciclaje.

Esto brindará confianza al saber que es constante y fiable la calidad del agua, al responder con las características y los límites que posee para ser considerada como agua potable para consumo humano.

### **6.2.1.1. En proceso**

En el agua de proceso, se debe seguir realizando los análisis de calidad del agua, utilizando los indicadores que se obtuvieron en los parámetros de aceites y grasas, entre otros, esto se logrará tomando mediciones, examinando posteriormente el agua en el laboratorio para su análisis con el objetivo de realizar comparaciones periódicas de los resultados obtenidos, para saber si existe un comportamiento estable en el agua residual, al mismo tiempo es recomendable realizar un análisis microbiológico con el fin de saber si existen microbios que pueden contaminar el agua y el grado en que la contaminan.

No se debe de olvidar el agua que se está neutralizando en la planta de tratamiento, para que también se compare el agua residual del área de lavado, con el agua postratamiento, ya que en un conjunto se estará midiendo la eficiencia de la planta de tratamiento.

#### **6.2.1.1.1. Monitoreo del agua**

Una vez instalado el equipo, debe de existir una persona o varias según el turno de trabajo, entrenada y capacitada para que se encargue de verificar el funcionamiento del equipo, dar mantenimiento, reportar fallas, realizar mediciones del caudal de agua, entre otros. Para ello se deben de utilizar hojas de registro de control, para que al momento que se quiera realizar una auditoría total en el equipo de reciclado se tenga la documentación necesaria, para conocer las fallas que se hayan generado durante el tiempo de operación, las horas o minutos que se dejó de operar y los componentes que se cambiaron.

El monitoreo también debe contemplar, el número de veces que será utilizada el agua en el proceso, esto se determinará una vez realizando pruebas piloto, así como la purga (extracción de sólidos) en el tanque de decantación.

### 6.2.1.1.2. Hoja de control de agua

A continuación se presenta una propuesta de hoja de control del agua reciclada, que se debe de manejar diariamente por el operario, o persona encargada del equipo de reciclado de agua.

Tabla XVIII. Hoja de control de agua

HOJA DE CONTROL DE AGUA						
Nombre del Responsable _____						
Fecha	Horas. Trabajadas	Paros	No. de Fallas equipo	No. purgas	Caudal de agua registrada	Cantidad sólida depositada

Observaciones \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

La hoja de control de agua antes descrita, posee siete columnas, indicando con la fecha ya que dicha hoja está diseñada para una semana laboral, la columna de horas trabajadas, se refiere al tiempo que duro trabajando el equipo, los paros indican las veces en que el equipo dejó de funcionar por un tiempo prolongado, el número de fallas, el total presentado dentro del mismo sistema, el número de purgas se refiere a las veces en que se extrajeron los sólidos del tanque de decantación, la columna de caudal, un posible promedio del agua registrada para reciclado, y la columna de cantidad de sólidos depositados, el número de cajones que se acumularon con los sólidos extraídos del tanque de decantación.

### **6.3. Plan de capacitación**

Para lograr implementar un plan de ahorro energético, es necesario contar con programas de capacitación sistemática para los trabajadores, esto si se aspira a que ellos desarrollen con eficiencia su trabajo.

La capacitación sirve para corregir debilidades dentro del trabajo o simplemente para contribuir al desarrollo de los trabajadores, para esto es importante que los programas de capacitación se reciban con responsabilidad y compromiso.

La capacitación es una buena forma de contribuir a crear conciencia en todo el personal de lo importante que es realizar el trabajo con responsabilidad y eficiencia, lo cual al final se verá reflejado en la productividad y por ende en la reducción de los consumos de energía.

### **6.3.1. Personal de la planta**

Dentro de la empresa es importante contar con programas de capacitación en todos los niveles, esto conducirá a tener una rentabilidad más alta, actitudes más positivas, y para el trabajador una mejora en el conocimiento del puesto.

Además existen otros factores que resaltan la importancia de la capacitación, tales como:

- Ayuda a los trabajadores a tomar decisiones y solución de problemas.
- Contribuye positivamente en el manejo de conflictos y tensiones.
- Forja líderes y mejora las aptitudes comunicativas.
- Aumenta el nivel de satisfacción en el puesto.
- Permite el logro de metas individuales.

### **6.3.2. Jefatura y personal operativo del área de mantenimiento**

La capacitación en la estructura jerárquica, es lograr la mejora del desempeño del gerente de mantenimiento y así tener mayores posibilidades de enfrentar los nuevos desafíos.

El tema pasa por un programa de cursos, talleres, convivencias, que permitan alcanzar nuevos niveles de conocimiento y un cambio en las actitudes y posturas personales frente a los problemas, con el objetivo de mejorar la capacidad de la organización en cuanto a su desempeño futuro.

Para lograr esto se requiere tener en claro las necesidades actuales y futuras, conocer la capacidad y talento con que se cuenta y un detallado

análisis del recurso humano disponible que desee asumir una nueva responsabilidad.

La capacitación a impartir al área de mantenimiento, consiste de 2 formas esto dependiendo de las exigencias:

- Teórica

Este tipo de capacitación, consiste básicamente en transmitir la información de forma escrita, verbal y a través de otras herramientas, las cuales son de mucha utilidad para tener éxito y lograr cumplir los objetivos que se previeron antes de capacitar al personal, estas herramientas son:

- Conferencias o charlas.
- Documentos de apoyo.

- Práctica

Este tipo de capacitación, es el método más común y eficiente para preparar al empleado en nuevas tareas, o bien mejorar las que ya realiza.

Las rutinas de mantenimiento, tienen un papel muy importante para la buena realización de cualquier proceso de producción, conservación de las instalaciones y maquinaria. Estas son básicamente un plan funcional que consiste en inspecciones programadas, dependiendo de las políticas de la empresa o de la necesidad que exista.

Todo esto se puede realizar si se cuenta con una efectiva planificación y programación, complementada con una correcta ejecución y control.



#### **6.4. Actividades de monitoreo y seguimiento**

Con la implementación de rutinas de monitoreo y seguimiento, se logran minimizar las reparaciones, paro de labores por causas inesperadas, se logra la prolongación del tiempo de vida útil de la maquinaria, instalaciones, así como garantizar su funcionamiento.

Las rutinas de monitoreo se pueden llevar a cabo en diferentes períodos de tiempo, dependiendo de las necesidades que se tengan, estos períodos pueden ser, diarios, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales, anuales.

Se establecerán indicadores de generación de los desechos sólidos: kilogramo por día y kilogramo de desecho sólido por la semana y tratar de separar cada desecho si son tóxicos o no tóxicos y lo más esencial si se pueden reciclar o no.

Los desechos deben ser clasificados y separados inmediatamente después de su generación, en el mismo lugar en el que se originan.

Los residuos sólidos de vidrio, papel, cartón, madera, plásticos y otros materiales reciclables, de características no patógenas, serán empacados para su comercialización y enviados al área de almacenamiento designada para estos desechos.

Se dispondrá de drenajes apropiados, capaces de asegurar la eliminación efectiva de todos los desechos líquidos, con sifones hidráulicos para evitar inundaciones o emanaciones de olores desagradables.

Todos los profesionales, técnicos, auxiliares y personal de cada área, son responsables de la separación y depósito de los desechos en los recipientes específicos.

#### **6.4.1.1. Desechos sólidos**

Para Frycia los desechos producidos en las áreas de trabajo se clasifican en:

- Desechos generales: son aquellos que no representan un riesgo adicional para la salud del personal. Ejemplo: papel, cartón, plástico, desechos de alimentos.
- Desechos infecciosos: son aquellos que tienen gérmenes patógenos que implican un riesgo inmediato o potencial para la salud del personal y que no han recibido un tratamiento previo, antes de ser eliminados.
- Desechos especiales: son aquellos que por sus características físicas químicas, representan un riesgo o peligro potencial para el personal dentro de la empresa.
- Desechos químicos peligrosos: sustancias o productos químicos con características tóxicas, corrosivas, inflamables y/o explosivas.

#### **6.4.1.2. En los efluentes**

Los efluentes se denominan a las descargas residuales derivadas del procesos, así también los vertidos originados por distintos usos del agua en los procesos industriales, como los provenientes de las purgas de circuitos

cerrados o semicerrados de la refrigeración, de producción de vapor, de recirculación de aguas de proceso, aguas de condensados, de limpieza de equipos, evacuados a cualquier destino fuera de la planta farmacéutica.

En la planta, la composición de los líquidos residuales varía con el tipo de procesos que se llevaran a cabo. En la planta, el agua se utiliza como materia prima, como medio de producción, para enfriamiento o para el lavado. A medida, que el agua utilizada recorre el proceso de producción, se va cargando de contaminantes que pueden ser incompatibles con el destino final que se dará al líquido residual.

Hay dos tipos de medidas que pueden ser tomadas en la planta para reducir considerablemente, el volumen del efluente.

- Contempla la reutilización del agua de un proceso a otro; por ejemplo, utilizar la purgación de las calderas de alta presión como alimento para las calderas de baja presión, o emplear el efluente tratado como agua de complemento, donde sea posible.
- Enfoque, es el de diseñar los sistemas que reciclan el agua, repetidamente, para el mismo propósito. Entre los ejemplos se tienen: el uso de torres de enfriamiento o la utilización de condensación de vapor como alimento para las calderas.

#### **6.4.1.3. Reciclado del agua**

La eficiencia en el consumo del agua, se logra reutilizando la misma a través del reciclado. El reciclado, en un medio en el cual el agua que ha sido utilizada como elemento principal en un proceso industrial (agua industrial), es

tratada para neutralizar o quitar los contaminantes que pueden ser sólidos, químicos o físicos, así como la eliminación de los sabores y olores desagradables, en donde el proceso de reciclado cambiará dependiendo de la calidad de la fuente del agua y del tipo de proceso de donde provenga.

En la actualidad la planta busca dedicar parte de sus esfuerzos al reciclado y aprovechamiento del agua que se utiliza en los procesos industriales. Este factor indica un aporte al mejoramiento del medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales.

De manera más continua y con mayor compromiso se debe de obtener la calidad del agua reciclada, con el propósito de alcanzar dos objetivos: el primero es comparar los análisis del agua de entrada con el agua de reciclado del equipo instalado, el segundo objetivo es probar que el agua de reciclado se encuentra por debajo del límite máximo aceptable y que su consumo no implicará cambios en la calidad del producto terminado.

#### **6.4.1.4. En el entorno de la planta**

Con la implementación del reciclaje del agua, se vuelve una parte clave del mantenimiento y del suministro sostenible en la planta, el agua reciclada es muy importante y valiosa.

El reciclaje del agua refuerza la fiabilidad en los suministros, para el entorno y el desarrollo, y reduce la cantidad de efluente.

Una vez libre de minerales el agua entrará a eliminar cualquier rastro de bacteria y demás minerales que pudiese tener.

#### **6.4.1.5. En los procesos de la planta**

El agua será utilizada especialmente para el lavado, llevando un control adecuado de cuantos litros se utilizan, este es un factor muy importante en este proceso de producción, ya que la mayor parte de actividades previas se mantienen en constante contacto con el agua para quitar el exceso de químicos y para evitar que tengan una reacción, y pierda la calidad de los productos.

#### **6.4.2. Auditoría interna y externa**

Mientras que la finalidad primordial de la auditoría externa es expresar una opinión profesional independiente sobre las cuentas de una entidad, el objetivo principal de la auditoría interna es verificar y evaluar el cumplimiento, adecuación y aplicación de normas y procedimientos de control interno.

Interna

Este proceso lo realizará un comité de calidad, integrado por un representante de cada departamento, presidido por la alta gerencia, en este caso el gerente administrativo y financiero.

Se deberá auditar

- Cumplimiento de procedimiento de supervisión del proceso.
- Vestimenta adecuada sin bolsas ni botones visibles.
- Uso de redcilla, mascarilla y zapatos blancos en el área de jarabes.
- Documentación y registros del proceso.
- Limpieza y eliminación de microorganismos del área y equipo.
- Empaque primario y secundario.

- Estibado adecuado de los productos.
- Etiquetado del producto.

#### Externa

La realiza un inspector del Ministerio de Salud Pública, quien evaluará los siguientes puntos del equipo, operarios, áreas y producto que se ven involucrados en la producción, basándose en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Las auditorias en materia de seguridad aplicadas a la empresa complementan el ciclo de planificación y control en sus gastos a nivel empresarial. El concepto es similar a la auditoria de un sistema de gestión ambiental o de gestión de calidad, que trata por lo tanto, de proporcionar una valoración sobre la validez y fiabilidad de los sistemas de planificación y control de gestión implementados por las gerencias. Al implementar este sistema, se mantiene un mejor control en todo trabajo sobre la red de la distribuidora de energía por medio del vapor, aumentando la efectividad de los planes y procedimientos, así como también mejorando el estado de los equipos utilizados para el desarrollo de los trabajos y los métodos utilizados por el personal.

La detección de fallos y la elaboración de un informe, es el objetivo principal de una auditoría de seguridad en trabajos en la planta.

La implantación de un sistema de auditorías de seguridad, proporciona resultados en el aseguramiento de que los riesgos encontrados en los trabajos desarrollados en las redes de distribución de vapor.

#### **6.4.2.1. Mensuales**

Es la fase inicial de la auditoria y tiene como objetivo obtener conocimiento del marco de referencia de los procesos y la operación realizada por la empresa, sus indicadores y objetivos generales de control para eliminar los accidentes de trabajo.

En esta fase se debe informar al auditado formalmente por medio de un memorando, utilizado con el objetivo de obtener el apoyo y disponibilidad de la entidad auditada, el tiempo a utilizar en la actualización o conocimiento de las actividades, elaboradas, administrativas como del proceso de producción, pues cuando no se han elaborado auditorias o se han dejado de hacer durante un largo período de tiempo, se debe contar con una actualización del proceso para obtener información nueva de los procesos a auditar; este debe ser validado con los responsables de cada área de la empresa para poder elaborar un listado de chequeo y obtener la información requerida.

Si en esta etapa de conocimiento, se revelase que el sistema descrito por el auditado no es adecuado para cumplir con los requisitos indispensables, no deberá continuarse la auditoria hasta que se hayan resuelto las cuestiones suscitadas a satisfacción del auditor y en su caso, del auditado.

En la tabla XIX se muestra la hoja de control que se realizará en auditoria mensual y trimestral:

Tabla XIX. **Control de auditoría mensual y trimestral**

Area Crítica:	
Objetivo:	
Estrategia:	
Responsable:	
Frecuencia de medición:	Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/>

Resultados Factores	(f) TOTALES**	ESTATUS	UMBRAL	MINIMO	ACEPTA	SATISFA.	SOBRES.	MÁXIMO	Valor obtenido	Cumplimiento. nto. *
EFICACIA										
EFICIENCIA										
EFFECTIVIDAD										
RELEVANCIA / RESULTADOS										
PRODUCTIVIDAD										
DISPONIBILIDAD DE RECURSOS										

Fuente: elaboración propia.

#### 6.4.2.2. Trimestrales

La implantación de un sistema de auditorías trimestral, proporciona resultados en el aseguramiento de que los riesgos encontrados en los trabajos desarrollados en las redes de distribución de vapor, dando una eficiencia al ahorro de energía.

Si se han solucionado o se están llevando a niveles controlables indicando que el sistema de control propuesto por el contratista está en su lugar, operando y produciendo los resultados esperados, por lo que se puede decir que se identifican los problemas y se identifican las condiciones a tomar en cuenta en una solución necesaria para el control de riesgos.



### **6.4.2.3. Semestrales**

La implantación de un sistema de auditorías semestral, proporciona resultados en el aseguramiento de los riesgos encontrados en los trabajos desarrollados en las redes de distribución de vapor y minimizarlos.

Por lo que interpreta que sus niveles son controlables, indicando que el sistema de control propuesto por el contratista está en su lugar, operando y produciendo los resultados esperados, mejorando la administración del mismo a efecto de entender e interpretar las normas, identificación problemas, definición de medidas costo/efectivas para lograr en el cumplimiento del sistema ahorros potenciales a largo plazo, adiestramiento del personal en materia de gestión de riesgos, legislación, seguridad, panoramas de riesgos y procedimientos de trabajo en donde se identifican condiciones peligrosas y se evalúa el riesgo asociado a la condición y actos peligrosos así como también se determinan las acciones necesarias para el control de riesgos.

Tabla XX. Control de auditoría semestral

Depto. Auditoria Frycia C.A.

**Evaluaciones Semestrales**

<b>Categoría</b>	<b>Elemento</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Selección</b>	<b>Distinguir entre lo necesario y lo que no lo es.</b>					
	Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?					
	Están todos los artículos restantes correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?					
	Los corredores y áreas de trabajo son lo suficientemente limpias y señaladas?					
	Los artículos innecesarios están siendo almacenados en el almacén de tarjetas rojas y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura					
	Existe un procedimiento para disponer de los artículos innecesarios?					
<b>Ordenamiento</b>	<b>Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar</b>					
	Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					
	Esta todo en su lugar específico y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					
	Son los estándares y límites fáciles de reconocer?					
	Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?					
	Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?					
<b>Limpieza</b>	<b>Limpieza y buscando métodos para mantenerlo limpio</b>					
	Son las áreas de trabajo limpias, y se usan detergentes y limpiadores aprobados?					
	El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?					
	Es fácil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores aprobados?					
	Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?					
	Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?					
<b>Estandarización</b>	<b>Mantener y monitorear las primeras 3's</b>					
	Esta toda la información necesaria en forma visible					
	Se respeta consistentemente todos los estándares?					
	Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?					
	Están los basureros y los compartimientos de desperdicio vacíos y limpios?					
	No están los contenedores de productos y/o ingredientes en contacto directo con el piso?					
<b>Auto Disciplina</b>	<b>Apegarse a las reglas, escrupulosamente</b>					
	Los trabajadores observan los procedimientos estándar de BPM y Seguridad?					
	Esta siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?					
	Todo el personal se involucra en el nítido almacenamiento?					
	Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?					
	Se respetan las áreas de no fumar y no comer?					
	La basura y desperdicio están bien localizados y ordenados?					

Fuente: elaboración propia.

#### **6.4.2.3.1. Personal de la planta**

Esta es la parte de la auditoría en donde se evalúa, mediante la ejecución de las actividades determinadas en busca de evidencias que puedan referirse a los elementos del sistema y la capacidad del mismo. Durante la auditoria se pueden hacer cambios en las tareas de los auditores y en el plan de la auditoria, si son necesarios, para asegurar la óptima consecución de los objetivos de la misma.

El equipo auditor deberá elaborar en forma coordinada las actividades contempladas en el programa, así como también documentar que tipo de actividad será desarrollada. Al obtener esta información se analizan los resultados obtenidos en las pruebas realizadas para poder determinar cuáles de estos serán considerados como no conformidades, identificando las causas raíces que las originan y proponiendo alternativas de control. Toda esta información obtenida deberá ser consignada en el informe adecuado para la presentación de resultados.

Con el responsable de cada proceso o área, se debe validar toda la información anterior, con el objeto de ratificar los hallazgos identificados y las causas. Además se debe concretar la viabilidad de las recomendaciones generadas y definir el plan de acción que se desarrollará, tomando en cuenta la acción a realizar, fecha límite de finalización y responsable. Se deberá consignar los comentarios del responsable del proceso con su respectiva firma e igualmente, las acciones de mejoramiento que se logren concretar en ese momento. Toda esta información quedara registrada en un formato en donde se llevará un control de los compromisos.

Conforme se avance en esta fase en el desarrollo de actividades auditadas se deberá verificar la efectividad y eficiencia de los controles evaluados y realizar un seguimiento y actualización del plan de trabajo.

#### **6.4.2.3.2. Tecnología**

Esta nueva tecnología puede ser utilizada en cualquier laboratorio, pero para que su utilización sea efectiva y práctica, es muy importante que se lleve a cabo a nivel de los canales de distribución, quienes tendrán la función de implementar el mandato a los laboratorios.

Si se logran entender los beneficios de la tecnología, y la misma es aplicada a todas las bocas de distribución, la amortización del sistema sería más rápida. Lo más importante es la información que se podría obtener del mercado y del movimiento de los medicamentos para poder manejar una rotación del *stock* y de la producción, acorde a las distintas temporadas.

También podría realizar acciones de *marketing* directo en base a la información que brinden las farmacias, las consultas de los visitantes médicos y los promotores.

Sintetizando, se puede agregar que hoy se cuenta con la forma de realizar una trazabilidad sumamente detallada de los medicamentos, que se realiza a nivel producto. Sólo queda definir hasta donde se desea trazar esa mercadería, -es decir, hasta la salida del centro de distribución, hasta el ingreso en la farmacia o hasta la compra por parte del paciente. En la gestión de la facturación para cada una de estas alternativas, existe una solución que puede ser determinada acorde a cada necesidad.

#### **6.4.2.3.3. Cronograma y costos del programa de manejo ambiental**

El informe de resultados tiene como objetivos fundamentales exponer el alcance de resultados y el manejo ambiental como proporcionar la información a la alta dirección de la empresa por lo que se realizara el grado de cumplimiento y los avances observados en los trabajos y demostrar la necesidad de adoptar medidas correctivas cuando resulte apropiado en la siguiente tabla se presenta el cronograma de actividades.

Tabla XXI. Cronograma de Actividades

Cronograma de Actividades FRYCIA CENTRO AMERICA S.A.					
Mes: _____			Fecha y hora: _____		
Semestre: _____			Responsable: _____		
Actividad a supervisar	PCC:	Proceso cumplió (Si/No)	Se cumplieron las BPM	Operario llenó registro	Observaciones:
Pesaje y Entrega de ingredientes					
Verificación de análisis de agua					
Formulación					
Temperatura y tiempo de proceso térmico					
Entrega y lavado de envases					
Envasado					
Etiquetado					
Empaquetado					
Estibado					
Indumentaria adecuada de trabajadores					
Verificación de codificado					
Mitigacion					
Compensacion					
Indicadores					
Contingencia					
Seguimiento					
Auditoria					
Estudio del Caso					

Fuente: elaboración propia.

La segunda clasificación de informe que puede utilizarse, es el informe detallado, este deberá contener toda la información relevante para los niveles tácticos y operativos de la empresa. Este tipo de informe facilita el entendimiento de los resultados del proceso y el futuro seguimiento a las acciones de mejoramiento que deben ser implantadas por los responsables de las áreas. Esta clase de informes deberá contener los siguientes elementos:

- Introducción
- Objetivo u objetivos
- Alcance
- Metodología del trabajo de auditoría
- Descripción general del proceso
- Opinión o conclusión general de la auditoría
- Resultados: hallazgo, riesgo, causa y recomendación
- Anexos: compromisos o plan de compromisos, seguimientos.

Todos los informes deben reflejar fielmente el contenido de la auditoría y debería ir sellado y firmado por el responsable. Si el informe no pudiera emitirse en el plazo previsto, deberá comunicarse a los responsables de recibir los informes o cronogramas, las razones del retraso y debe fijarse una nueva fecha de emisión.

La inversión del programa de manejo ambiental es de Q. 192 200,00 el costo operación del equipo es de Q. 180 170,92 anuales y de mantenimiento de Q.120 000 anuales y los gastos en materia prima y costos indirectos equivalen a Q 2 589 856,00 anuales se espera que la vida útil del equipo sea de 10 años.

Nótese que en caso de un préstamo se podría conseguir a una tasa del 22por ciento.

El programa de manejo ambiental, una vez instalada, se podrá buscar la forma de producción durante las 24 horas será de Q 548 000,00 en productos terminado al mes y que se venden a un aproximado de Q 8,00 por unidad, equivalente a Q 4 384 000,00 millones al año.

Si se utiliza el método CAUE para obtener los beneficios netos, se debe analizar la ganancia de ventas es una ventaja, pero los gastos son, por decirlo así, una desventaja.

Por lo tanto, los beneficios netos serán:

Beneficios netos =

$$Q\ 4\ 384\ 000,00 - Q\ 192\ 200,00 - Q\ 180\ 170,92 - Q\ 120\ 000,00 - Q\ 2\ 589\ 856,00$$

$$\text{Beneficios netos} = Q\ 1\ 301\ 773,10$$

Ahora se procede a obtener el costo anual, dividiendo los Q 322,000.00 en una serie infinita de pagos:

$$\text{Anualidad} = R / i$$

Dónde:

R = tasa de descuento

A =Capital

i = Tasa de interés

B/C = beneficio/costo

$$R = A \cdot i$$

$$R = 322000,00 \cdot 0,22$$

$$R = 70\ 840,00$$



$$B/C = 178\,790\,238,00 / 70840,00$$

$$B/C = 2\,523,85$$

#### Análisis:

A primera vista se puede observar que es un negocio de muy alto rendimiento, en el cual el CAUE indica una relación beneficio/ costo muy alto, y que por lo tanto se debe realizar la inversión de inmediato, pero, en la práctica varía bastante.

La variación se debe a que una producción alta de este tipo de productos, casi siempre termina almacenada por muy largo tiempo, engrosando el inventario y dejando a la empresa sin efectivo, ya que el mercado es pequeño y altamente competitivo, en el cual una rebaja en el precio no aumenta las ventas si no, causa desconfianza de calidad y efectividad en el consumidor final, por ello al igual que otras líneas de producción de la empresa, ésta se irá desarrollando por etapas y responderán a la reacción que tenga el mercado del producto, o por lo menos, mientras pasa la recesión mundial y permite a la empresa continuar con la política de crecimiento agresivo.

## CONCLUSIONES

1. Al implementar el equipo de reciclado de agua, se disminuye la cantidad de agua residual proveniente de las líneas de producción hacia la planta de tratamiento, trayendo como resultado la disminución de los químicos para tratamiento del agua, logrando así una disminución en los costos en la compra de los mismos.
2. El agua proveniente del reciclado, se puede utilizar en la planta de producción, para las áreas de lavado de los frascos, así como para realizar lavado de equipo, lavado de piso, o lavado de los alrededores de la empresa.
3. Al reutilizar el agua, la empresa puede lograr disminuir el riesgo de contaminación, posicionándose en el mercado como una industria que se preocupa por el entorno social y el mejoramiento del medio ambiente y sus recursos.
4. Hoy en día es importante contar con programas de conservación de energía, esto tiene influencia en el proceso de producción, así como con la reducción de los costos de operación.
5. La implementación de programas de conservación de energía en los sistemas de vapor, ventilación y aire comprimido, darán como resultado una notable reducción de los consumos por la utilización de los mismos dando como resultado una producción eficiente.

6. La propuesta de mejora en la línea de producción de los productos fármacos, aumentó la productividad, ya que redujo la cantidad de operarios de 19 a 8, logrando un ahorro 57,89por ciento de personal; asimismo, con las modificaciones del proceso, se redujo el consumo de bunker de las calderas que alimentan las autoclaves de vapor de 3000 galones/mes a 2000 galones por mes, significando un 33por ciento de ahorro. El cuello de botella del llenado de frascos que no permitía un llenado de más de 840 frascos por hora fue modificado lográndose una capacidad de hasta 2 400 frascos por hora.
7. El sistema de horario para operar las líneas de producción las veinticuatro horas del día, iniciará con un primer grupo de las cinco a las trece horas, en jornada diurna; el segundo grupo, de las trece a veintiuna horas en jornada diurna también; el tercer y último turno lo hará de las veintiuna horas a tres de la mañana, más dos horas extras para llegar a las cinco de la mañana.
8. Las dos mejoras que facilitaran el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura son:
  - El uso de acero inoxidable grado alimenticio en el equipo fabricado o modificado en la misma planta, el cual facilitará la sanitización y limpieza del mismo.
  - Automatización del proceso de lavado, llenado y taponado en los productos que serán envasados, reduciendo prácticamente a cero la posibilidad de contaminación física, química o biológica por contacto humano.

9. Con la nueva implementación del uso de autoclaves en el proceso de esterilización y el traslado de la codificadora al área de empaque, se reduce el área de producción en un 50 por ciento.
  
10. El análisis de gráficas de consumos de energía en el sistema de vapor, muestra claramente que con la implementación de programas de conservación, se pueden alcanzar resultados bastante importantes, los cuales se ven reflejados en un proceso de producción mucho más eficiente.



## RECOMENDACIONES

1. El mayor problema de contaminación en los productos de la empresa Frycia, se resume a la falta de supervisión en los puntos críticos del proceso, debido en gran manera, a la indiferencia de la Jefatura de Producción y a la negligencia del Departamento de Control de Calidad en involucrarse en la producción y no sólo en los procesos administrativos; por tanto, la Jefatura de Producción debe tomar parte activa en la supervisión y el Departamento de Calidad debe hacer auditorías internas periódicas del seguimiento de los procedimientos de producción.
2. Es necesaria la reestructuración total del Departamento de Control de Calidad, debido a que su personal está totalmente enfocado a procesos puramente administrativos y de análisis de muestras. La jefatura debe estar ocupada por un ingeniero químico, o mecánico industrial, especializado en normas de calidad, con experiencia en procesos de producción. Dentro de las atribuciones del personal, estará la verificación del cumplimiento de los procedimientos de calidad en cada parte del proceso de forma diaria
3. Eliminar el sistema de revisión de unidad por unidad que se hace después que el producto es secado, y el de revisión final que se hace en la bodega de producto terminado, ya que consume demasiado personal y tiempo, elevando notablemente los costos y sustituirlos por un sistema de muestras basado en el análisis estadístico, donde se revise uno de cada diez en promedio.

4. Eliminar del sistema de tuberías de vapor, todas aquellas tuberías menores de una pulgada y media. Insular todo el sistema con cilindros de fibra de vidrio de dos pulgadas de diámetro, ya que las pérdidas de calor son inmensas a simple vista, por lo que al reducir la pérdida de presión en la tubería estrecha y aislarla en su totalidad, desde la caldera hasta sus respectivas terminales, se reflejará el ahorro en la factura mensual de bunker en la caldera.
5. Cambio de proveedor de bunker, ya que el combustible actual provoca un titileo constante en la llama de la caldera, haciendo que el sensor óptico de esta la apague, teniendo como consecuencia las pérdidas constantes de presión de vapor en todo el sistema. La causa de tal titileo obedece a que el bunker está mezclado con sustancias grasas similares en color y consistencia, pero distintas en densidad e inflamabilidad, siendo el diferencial de densidad e inflamabilidad lo que provoca la variabilidad de la llama y hollín excesivo en los espejos de la caldera, observados cuando se le da mantenimiento, reduciendo en gran manera su eficiencia y tiempo de vida útil.
6. Duplicar el tamaño de las autoclaves de vapor con lámina de acero inoxidable de  $\frac{3}{4}$  pulgadas, ya que una de menor calibre podría provocar la deformación completa de esta con una presión poco mayor a las 15 libras por pulgada cuadrada agregarle una exoarmadura compuestas de barras de acero de una pulgada de diámetro, para eliminar todo riesgo de deformación por presión y peso.

7. Monitorear el trabajo de la planta de tratamiento para verificar si: la cantidad de agua proveniente de las líneas de producción ha disminuido en un porcentaje bastante significativo. Así como reconocer las deficiencias que se pueda encontrar en el equipo de reciclado del agua.
8. Realizar los estudios pertinentes del agua de reciclado y compararlos con la calidad del agua que requiere el producto para realizar el lavado, y estudiar si influye de alguna manera en la calidad del mismo. Ya que de ser así se puede buscar un equipo adicional al propuesto para cumplir con los requerimientos establecidos.
9. Que se lleven a cabo las rutinas de mantenimiento preventivo en los sistemas de vapor e iluminación, esto para el perfecto funcionamiento de los equipos, así como para alargar el tiempo de vida útil de los mismos.
10. Instalar medidores de energía eléctrica en secciones específicas de la planta, particularmente donde los consumos de energía sean elevados o sean de uso permanente.
11. Reemplazar o adecuar el funcionamiento de motores y otros equipos sobredimensionados, por equipos con más alta relación de eficiencia energética, los cuales ayudarán a que el proceso de producción sea más productivo.





## BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO MOLINA, Gustavo Adolfo. *Tipos, selección y mantenimiento de Trampas de Vapor*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala 1986. 155 p.
2. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. *Manual de Introducción a la Producción más Limpia*. Tiempo Real [en Línea] [www.aquienguate.com/perfil/centro-de-produccion-mas-limpia](http://www.aquienguate.com/perfil/centro-de-produccion-mas-limpia). [Consulta 25 junio del 2011]
3. CHARLEY, H. *Tecnología de alimentos: procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos*. México: Limusa 1989. 285p.
4. CHEFTEL, J.C., et al *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia 1989. 2 vol.
5. GARCÍA, Ana Leticia. *Manual de procedimientos internos de Frycia Centro América S.A*. Madrid: McGraw Hill. 1998. 395 p.
6. GONZALEZ, E. *Prácticas de Tecnología de Alimentos: planta piloto y laboratorio*. Logroño: Servicio de publicaciones de la Universidad de La Rioja, 1999. 345 p.

7. HERNÁNDEZ GALINDO, Zaida Liseth. *Principios de producción más limpia en alimento Kerns* / Trabajo de graduación en Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 177 p.
8. MONASTERIO LARRINAGA, Román. *Compresión mecánica del vapor: técnica innovadora para el ahorro de energía*. España: McGraw-Hill 1985. 450 p.
9. MURALLES CÁRCAMO, Mario Moisés. *Disminución de desperdicio de materiales de empaque en envases*/ Trabajo de graduación de Ing. Industrial Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2004. 114 p.
10. PARRY, R.T. *Envasado de los alimentos en atmósfera modificada*. Madrid: AMV, 1995 220 p.
11. ROSADA GRANADOS, Mario René. *Introducción al Estudio de los Generadores de Vapor*. Trabajo de Graduación Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1969.155 p.
12. SATIN, M. *La irradiación de alimentos*. Zaragoza: Acribia: 2000. 355 p.
13. SINTASCOLL, John., *Control de Generadores de Vapor*, Tiempo Real, [en línea] Barcelona 1992.<http://privero.webs.ull.es/Paginas/Bibliografia/bibliografiaGV.htm>[Consulta 25 julio del 2011]

14. SETT OLIVA, Oscar Rolando. *Conducción de Vapor a través de tubería*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977 102 p.
  
15. SHARMA, S.K; Mulvaney, S.J., RI 7 VI, S:S:H: Ingeniería de alimentos: *operaciones unitarias y prácticas de laboratorio*. México Limusa, 2003. 348 p.



## ANEXOS

<b>PROCEDIMIENTO PARA PRODUCCION DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS EN ESPECIAL EL SUERO ORAL LEVUSOL SPORT</b>	<b>PROCEDIMIENTO No. DP-01</b>	<b>SUSTITUYE A N/E</b>
Elaborado por: Orlando Castañeda	Revisado por: Ing. Alberto Saldarriaga	Autorizado por: Ing. Alberto Saldarriaga
Mayo 2012	FRYCIA C.A.S.A.	

### I. Objetivo

Garantizar una producción en los productos, especialmente en el suero oral aséptico, estéril y de larga duración de los productos terminados en anaquel.

### II. Responsabilidad

La responsabilidad es del Jefe de Producción de implementar y supervisar el cumplimiento de los procedimientos. Deberá velar porque los operarios tengan el equipo e instrumentarias necesarias para el área aséptica o química, coordinará con el Jefe de Taller los días de mantenimiento del equipo. Es el responsable de instruir a su personal, así como inspeccionar y verificar el registro.

### III. Procedimiento

Operario 1 (llenador):

- Llenar el reactor 1 con agua acondicionada hasta 300 litros.
- Agregar el químicos hasta la disolución completa.
- Agregar las materias primas en el siguiente orden:
  - Cloruro de sodio
  - Cloruro de potasio
  - Citrato trisódico  $2H_2O$
  - Esencia
  - Ácido Láctico 80por ciento
  - Colorante.
- Encender motor de agitador hasta la disolución completa durante 10 minutos.
- Aforar con agua acondicionada hasta llegar a 400 litros.
- Solicitar el aprobado de control de calidad.
- Encender bomba de filtrado que filtrará y llevará los químicos al tanque pulmón.
- Abrir la llave de vapor hasta lograr la temperatura de ebullición (20 minutos aproximadamente) y dejarlo hervir por 10 minutos.
- Encender llenadora de frascos que bombeará y llenará los envases.

Operario 2 (lavador): toma los frascos PET y los introduce de cabeza de dos en dos en la lavadora de frascos.

Operario 1 (llenador): Supervisa el nivel al que llegará el suero en el envase con respecto al frasco patrón, si es necesario, graduará los niveles en el tablero de control de la llenadora de frascos por medio de los *timers* y válvula de paso.

Operario 3: programar y operar la codificadora y asegurar que todos los envases estén bien identificados.

Alimentar taponadora y verificar que a las máquinas no es falte materia prima ni tenga fallas técnicas que pongan en peligro el proceso.

Operario 4 (revisor): tomar un envase de cada diez y revisar frente a una lámpara de contraste para asegurarse que esté libre de partículas e hilos desprendidos de los filtros, los aprobados los pondrá en la mesa de trabajo al alcance del operario 6 (etiquetador) y los que contengan partículas los dejará en el cajón de los reprobados para su posterior reproceso.

Operario 5 y 6 (etiquetadores): poner etiqueta termoencogible a cada producto y con una secadora industrial ajustarlas.

Operario 7 y 8 (Cargadores): envolver en plástico termoencogible los productos realizados en grupos de doce y llevarlos a la bodega de producto terminado.



IV. Registro

<b>Departamento de producción</b>					
<b>Frycia centro América S.A.</b>					
<b>Producto:</b>			<b>N. de orden:</b>		
<b>Supervisor:</b>					
<b>Fecha</b>	<b>N. de Orden</b>	<b>Hora de inicio</b>	<b>Hora de finalización</b>	<b>Operario responsable</b>	<b>Observaciones:</b>

Continuación de registro

PROCEDIMIENTO PARA SUPERVISIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN	PROCEDIMIENTO No.: DP-01	SUSTITUYE A N/E:
Elaborado por: Orlando Castañeda	Revisado por: Ing. Alberto Saldarriaga	Autorizado por: Ing. Alberto Saldarriaga
Mayo 2009	FRYCIA C.A.S.A.	

I. Objetivo

Garantizar la producción de los productos esencialmente el suero oral aséptico, estéril y de larga duración en anaquel por medio de una supervisión adecuada y responsable.

II. responsabilidad

La responsabilidad de la supervisión será del Jefe de Producción. Deberá velar por el cumplimiento del procedimiento de producción de los productos (dp-01), a su vez del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura en su producción y deberá prestar principalmente atención en los Puntos Críticos de Control. Es el responsable de verificar y llenar el registro de este procedimiento.

III. Procedimiento

- Jefe de producción debidamente identificado y vestido conforme a las Buenas Prácticas de Manufactura y con registro en mano supervisará el

pesaje de la materia prima además de revisar el nombre y fecha de vencimiento en las etiquetas de la materia prima y lo registrara.

- Verificación de los análisis del agua acondicionada.
- Se cambiará en el vestidor del área aséptica e ingresará a ésta donde supervisará el mezclado de materia prima y la temperatura del reactor, verificará que los operarios llenen el registro y luego el llenará el propio.
- El Jefe nuevamente se cambia y viste debidamente para el área de empaque y supervisa que las máquinas funcionen correctamente, en caso de presentarse un desperfecto menor, revisa la máquina y hace la reparación en caso de necesitar una reparación mayor llamará al Departamento de Taller. Llenar registro.
- Al final de la producción ingresa a la bodega de producto terminado y verifica el correcto estibado del suero. Llena el registro.

#### IV. Registros

El registro que llenará para la supervisión será el siguiente:

Departamento de producción FRYCIA CENTRO AMÉRICA S.A.					
Producto:			Fecha y hora:		
Batch:			Responsable:		
Actividad a supervisar	PCC:	Proceso se cumplió (Sí/No)	Se cumplieron las BPM	Operario llenó registro	Observaciones:
Pesaje y entrega de ingredientes					
Verificación de análisis de agua	PCC				
Formulación					
Temperatura y tiempo de proceso térmico	PCC				
Entrega y lavado de envases					
Envasado					

<b>Departamento de producción</b>					
<b>FRYCIA CENTRO AMÉRICA S.A.</b>					
<b>Producto:</b>			<b>Fecha y hora:</b>		
<b>Batch:</b>			<b>Responsable:</b>		
<b>Actividad a supervisar</b>	<b>PCC:</b>	<b>Proceso se cumplió (Sí/No)</b>	<b>Se cumplieron las BPM</b>	<b>Operario llenó registro</b>	<b>Observaciones:</b>
Etiquetado del producto					
Empaquetado					
Estibado de los productos					
Indumentaria adecuada de trabajadores					
Verificación de codificado					

Tabla XXII. **Ganancia instantánea de calor por transmisión directa y difusión o radiación solar para ventanas no sombreadas de vidrio común.**

LATITUD	TIEMPO SOLAR A.M.		Ganancia instantánea de calor (Btu por hora pie cuadrado)								
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Horiz.
30° Norte	6 A.M.	6 P.M.	25	98	108	52	5	5	5	5	17
	7	5	23	155	190	110	10	10	10	10	71
	8	4	16	148	205	136	14	13	13	13	13
	9	3	16	106	180	136	21	15	15	15	135
	10	2	17	54	128	116	34	17	16	16	241
	11	1	18	20	59	78	45	19	18	18	267
	12		18	19	19	35	49	35	19	19	276
40° Norte	5 A.M.	7 P.M.	3	7	6	2	0	0	0	0	1
	6	6	26	116	131	67	7	6	6	6	25
	7	5	16	149	195	124	11	10	10	10	77
	8	4	14	129	205	156	18	12	12	12	137
	9	3	15	79	180	162	42	14	14	14	188
	10	2	16	31	127	148	69	16	16	16	229
	11	1	17	18	58	113	94	23	17	17	252
12		17	17	19	64	98	64	19	17	259	
50° Norte	5 A.M.	7 P.M.	20	54	54	20	3	3	3	3	5
	6	6	25	128	149	81	8	7	7	7	34
	7	5	12	139	197	136	12	10	10	10	80
	8	4	13	107	202	171	32	12	12	12	129
	9	3	14	54	176	183	72	14	14	14	173
	10	2	15	18	124	174	110	15	15	15	206
	11	1	16	16	57	143	136	42	16	16	227
12		16	16	18	95	144	96	18	16	234	
	P.M.		N	NO	O	SO	S	SE	E	NE	Horiz.

Fuente: JENNINGSBURGUASS H. Aire Acondicionado y Refrigeración, en Ahorro de energía.  
México: Compañía Editorial Continental, S.A.

Tabla XXIII. **Ganancia instantánea de calor por convección y radiación para ventanas no sombreadas de vidrio común**

Tiempo Solar	Bulbo Seco (F)	Latitud Norte grados	Ganancia instantánea de calor (Valor X)									
			(Btu. Por hora pie cuadrado)									
			N	NE	E	SE	S	SO	G	NO	Horiz.	
5. A.M.	74		-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
6	74		-5	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-6	-6	-5
7	75		-5	-2	-2	-3	-5	-5	-5	-5	-5	-3
8	77		-3	0	1	0	-2	-3	-3	-3	-3	0
9	80		0	2	4	3	1	0	0	0	0	3
10	83		3	4	6	6	5	3	3	3	3	8
11	87		8	8	10	11	10	9	9	9	9	13
12	90	30, 40, 50	12	12	12	13	14	13	13	12	12	16
1. P.M.	93		15	15	15	16	17	17	17	15	15	20
2	94		16	16	16	16	18	19	19	17	17	21
3	95		17	17	17	17	19	21	21	19	19	21
4	94		16	16	16	16	17	20	20	19	19	19
5	93		15	15	15	15	15	18	18	18	18	17
6	91		13	13	13	13	13	14	14	15	15	13
7	87		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
8	85		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	83		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente: JENNINGSBURGUASS H. Aire Acondicionado y Refrigeración, en Ahorro de energía. México: Compañía Editorial Continental, S.A.

Tabla XXIV. **Factores de conversión utilizados**

MEDIDAS	CONVERSIÓN
1 Litro de Bunker	39.2 MJ
1 Litro de Diesel	35.9 MJ
1 Litro de Gas	2.4 MJ
1 KWH	3.6 MJ
1 Galón	3.785 MJ

Fuente: JENNINGSBURGUASS H. Aire Acondicionado y Refrigeración, en Ahorro de energía. México: Compañía Editorial Continental, S.A.