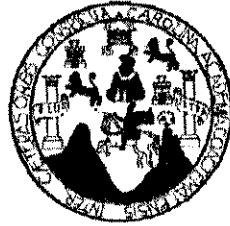


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO POR SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO,  
INTRODUCIENDO CONTROL ESTADÍSTICO (SPC)  
EMBOTELLADORA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

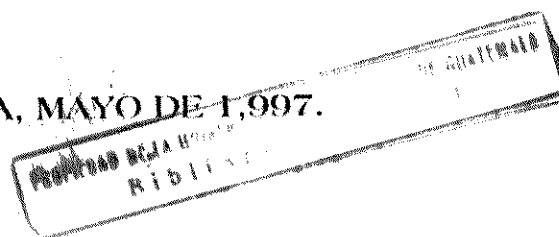
POR

EDDY JONATHAN AXEL CHÁVEZ MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 1,997.



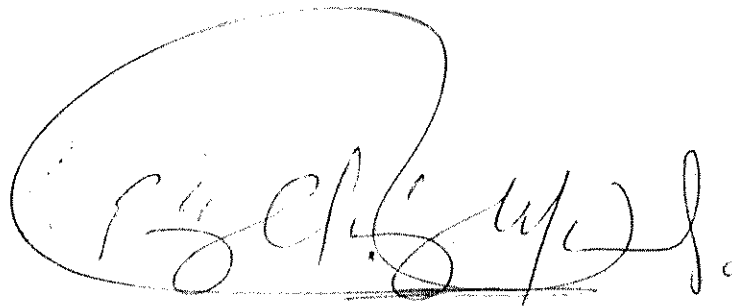
08  
+ (3938)  
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

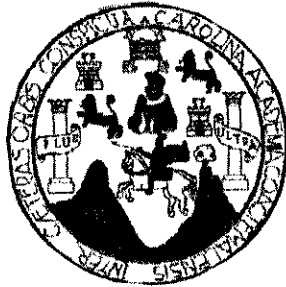
DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO, INTRODUCIENDO CONTROL ESTADISTICO (SPC) EMBOTELLADORA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 14 de julio de 1,996.



Eddy Jonathan Axel Chávez Morales

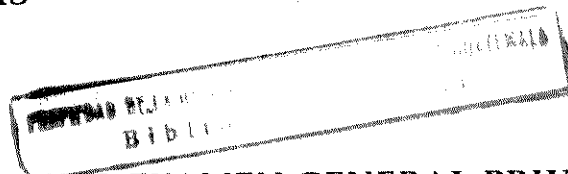
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS
VOCAL 1°:	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL 2°:	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORIZANO
VOCAL 3°:	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL 4°:	BR. VICTOR RAFAEL LOBOS ALDANA
VOCAL 5°:	BR. WAGNER GUSTAVO LOPEZ CACERES
SECRETARIA:	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS



TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
EXAMINADOR:	ING. EDWIN ANTONIO ALVARADO CARIO
EXAMINADOR:	ING. RAYMOND LUDWIN TAYLOR
EXAMINADOR:	ING. CESAR MOLINA ZALDAÑA
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

Quetzaltenango, 17 de Febrero de 1,997.

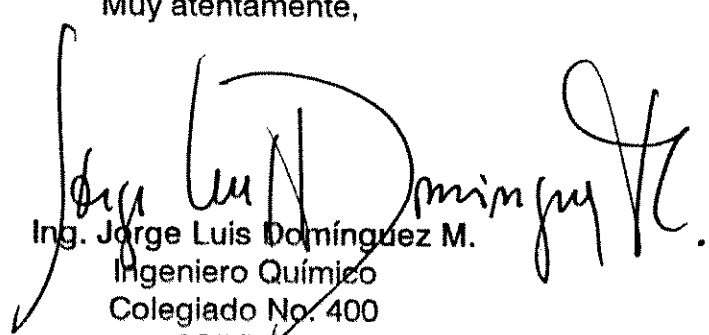
Señor  
Ing. Juan Merck Cos  
Coordinador de la Unidad de  
Prácticas de Ingeniería y E.P.S.  
Presente

Señor Coordinador:

Por este medio informo a usted, que como Asesor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica, EDDY JONATHAN AXEL CHAVEZ MORALES; procedí a revisar el Informe Final de la Práctica de EPS, realizada en EMBOTELLADORA DE LOS ALTOS (PEPSI) ; cuyo título es DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO, INTRODUCIENDO CONTROL ESTADISTICO (SPC). EMBOTELLADORA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO, el cual a mi criterio cumple con los requisitos establecidos para su aprobación.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy atentamente,

  
Ing. Jorge Luis Domínguez M.  
Ingeniero Químico  
Colegiado No. 400  
ASESOR



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Unidad de Prácticas de Ingeniería  
Ejercicio Profesional Supervisado  
**E.P.S.**

Ciudad Universitaria, Zona 12  
01012 Guatemala, Centroamérica

REF. EPS.G.054.97

Guatemala, 03 de abril de 1,997.-

Señor  
Ing. Juan Merck Cos  
Coordinador de la Unidad  
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.  
presente

Señor Coordinador:

Por medio de la presente, informo a usted que, como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Mecánica, **EDDY JONATHAN CHAVEZ MORALES**; procedí a revisar el Informe Final de la práctica de EPS, realizada en la "Embotelladora de los Altos", Quetzaltenango, cuyo título es: **DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO, INTRODUCIENDO CONTROL ESTADISTICO (SPC)**; el cual cumple con los requisitos de Ley, así como con los objetivos planteados.

Los resultados plasmados en este trabajo, producto del EPS, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad, a uno de los problemas que padece el país en el Sector Industrial.

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

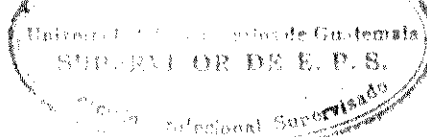
Sin otro particular, me es grato suscribirme de Usted.

Muy Atentamente,

" ID Y ENSEÑANZA TODOS "

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda  
SUPERVISOR DE E.P.S.  
AREA DE INGENIERIA MECANICA

EESZ/eesz  
c.c. : Archivo





FACULTAD DE INGENIERIA  
Unidad de Prácticas de Ingeniería  
Ejercicio Profesional Supervisado  
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12  
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.072.97

Guatemala, 8 de abril de 1,997

Señor

Ing. Carlos Humberto Pérez  
Director de la Escuela  
de Ingeniería Mecánica  
Presente

Señor Director:

Por este medio envío a usted, el Informe Final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO INTRODUCIENDO CONTROL ESTADISTICO (SPC). EMBOTELLADORA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica, **EDDY JONATHAN AXEL CHAVEZ MORALES**, quien fue debidamente asesorado por el Ingeniero **Jorge Luis Domínguez M.**, y supervisado por el Ingeniero **Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.**

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, y existiendo la **APROBACION** del mismo, por parte del Asesor y Supervisor, **esta COORDINACION TAMBIEN APRUEBA SU CONTENIDO**; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS  
COORDINADOR DE E.P.S.

JMC/lgg.

cc.: Archivo

Anexo: El Informe Final mencionado.



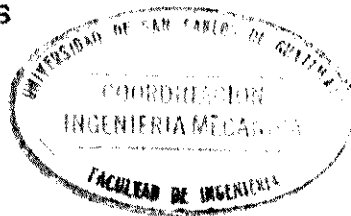
**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador de E. P. S. al trabajo de tesis titulado DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO, INTRODUCIENDO CONTROL ESTADISTICO (SPC). EMBOTELLADORA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO, desarrollado por el estudiante EDDY JONATHAN AXEL CHAVEZ MORALES, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Inq. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

DIRECTOR DE ESCUELA

Guatemala, mayo de 1, 997

/behdei



**FACULTAD DE INGENIERIA**

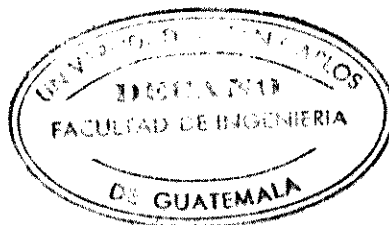
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica y Regional de Post-grado de Ingeniería Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

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, al trabajo de tesis titulado **DESARROLLO DE UN PROGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO, INTRODUCIENDO CONTROL ESTADISTICO (SPC). EMBOTELLADORA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO**, presentada por el estudiante universitario Eddy Jonathan Axel Chávez Morales, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

  
Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, Mayo de 1,997.



## AGRADECIMIENTO A:

DIOS

Por brindarme sabiduría e inteligencia y ser mi guía en el camino de la vida.

MIS PADRES

Por su cariño, orientación y esfuerzo para lograr mi superación.

FACULTAD DE INGENIERIA USAC

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por el apoyo recibido durante la elaboración de este trabajo de tesis.

ING. JORGE LUIS DOMINGUEZ M.

Por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

EMBOTELLADORA DE LOS ALTOS

Por haber sido el centro de aplicación de mis conocimientos, y otra escuela de mi carrera profesional.

**ACTO QUE DEDICO A:**

**MIS PADRES**

Lic. César Eduardo Chávez M.  
Martha Shirley Morales de Chávez

**MIS HERMANOS**

Eduardo, Patricia, Pamela y Erick

**MI FAMILIA EN GENERAL**

**MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS**

# ÍNDICE GENERAL

- I. LISTA DE SIMBOLOS
- II. LISTA DE ILUSTRACIONES
- III. LISTA DE TABLAS
- IV. GLOSARIO

PAGINA

INTRODUCCIÓN

1

## CAPÍTULO 1

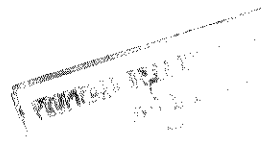
### TEORIA DEL MANTENIMIENTO

1.1	Mantenimiento preventivo	3
1.2	Mantenimiento predictivo	5
1.3	Mantenimiento correctivo	6
1.4	Mantenimiento proactivo	6
1.5	Selección de personal	9
1.6	Preparación de personal	11
1.7	Momento y tiempo oportunos	11
1.8	Análisis de los recursos	11

## CAPÍTULO 2

### SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO

2.1	Ciclo de refrigeración con amoníaco	12
2.1.1	Ciclo de agua	14
2.1.2	Ciclo de Glycol	14
2.2	Sistema neumático	14
2.3	Sistema de vapor	15
2.3.1	Caldera piro-tubular	15
2.3.2	Líneas de vapor	16
2.4	Sistema de Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	16
2.5	Sistema de agua	18
2.5.1	Agua cruda	19
2.5.2	Agua para embotellado	19
2.5.3	Agua suavizada	20
2.6	Sistema de jarabe	21
2.7	Sistema de Sosa cáustica	27



## CAPÍTULO 3

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EMBOTELLADO

3.1	Sala de embotellado	23
3.2	Desempacado de botellas	23
3.3	Lavado de cajilla	23
3.4	Lavado de botellas	25
3.5	Inspección de botellas vacías	25
3.6	Llenado de botellas	26
3.7	Sellado de botellas	26
3.8	Codificación de botellas	26
3.9	Inspección de botellas llenas	27
3.10	Empacado de botellas	27
3.11	Entarimado de cajillas	28
3.12	Mezclador de agua, jarabe y CO <sub>2</sub> (Intermix)	28

## CAPÍTULO 4

### DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1	Programa de visitas y revisiones	31
4.2	Mantenimiento en el ciclo de refrigeración con Amoníaco	31
4.2.1	Mantenimiento de condensadores evaporativos	31
4.2.2	Mantenimiento de compresores de amoníaco	33
4.2.3	Mantenimiento al banco de hielo	35
4.2.4	Mantenimiento al Chiller	36
4.2.5	Mantenimiento de tubería y conexiones	37
4.3	Mantenimiento al Sistema de aire comprimido	37
4.3.1	Mantenimiento a los compresores recíprocos	37
4.3.2	Mantenimiento al compresor de tornillo	38
4.3.3	Mantenimiento al secador de aire	39
4.3.4	Mantenimiento a las tuberías	40
4.4	Mantenimiento al Sistema de Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	40
4.4.1	Mantenimiento al depósito de CO <sub>2</sub>	40
4.4.2	Mantenimiento al Sistema de enfriamiento (refrigeración)	42
4.5	Mantenimiento al Sistema de Sosa Cáustica	42

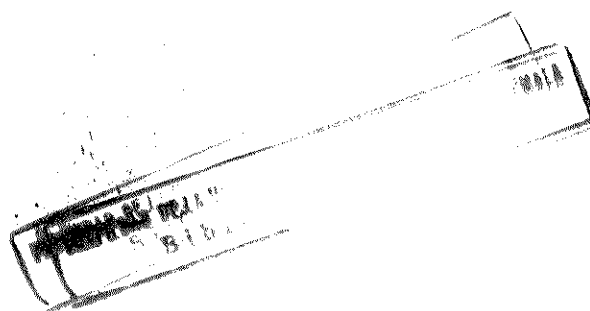
4.6	Mantenimiento al Sistema de vapor	43
4.7	Mantenimiento del Sistema de tratamiento de agua	46
4.8	Mantenimiento al Sistema de azúcar	48
4.9	Mantenimiento de la desempacadora	49
4.10	Mantenimiento a la lavadora de cajilla	52
4.11	Mantenimiento a la lavadora de botellas	53
4.12	Mantenimiento a la llenadora de botellas	55
4.13	Mantenimiento a la empacadora	56
4.14	Mantenimiento a los transportadores de botella/cajilla	59
4.15	Mantenimiento al Intermix	62
4.16	Mantenimiento al codificador de botella	64

## CAPÍTULO 5

### CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

5.1	Atributos y variables	66
5.1.1	Atributos	66
5.1.2	Variables	67
5.2	Variación de eficiencia en los sistemas	67
5.3	Causas aleatorias y asignables de la variación	69
5.3.1	Causas aleatorias de la variación	69
5.3.2	Causas asignables de la variación	70
5.4	Métodos estadísticos para el control de los sistemas	70
5.4.1	Recopilación de datos	70
5.4.2	Ordenación y cálculo de datos	71
5.4.3	Tabulación y graficado de datos	71
5.5	Presentación e interpretación de datos	71
5.6	Programación del trabajo	72
5.6.1	Programa diario de trabajo	72
5.7	Asignación del trabajo	72

V.	CONCLUSIONES
VI.	RECOMENDACIONES
VII.	BIBLIOGRAFÍA



## LISTA DE SIMBOLOS

CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
SPC	Control estadístico del proceso
psi	Libras por pulgada cuadrada
No.	Número
°C	Grados centígrados

## LISTA DE ILUSTRACIONES

No.	FIGURA	PAGINA
1	Condensador evaporativo	13
2	Máquina empacadora de botellas	24
3	Diagrama de operaciones del proceso de embotellado	29
4	Chumacera, utilizada en el soporte de los ejes de los sprocket de los transportadores y ventiladores	61
5	Gráfica de consumo de CO <sub>2</sub>	68

## LISTA DE TABLAS

1	Consumo de CO <sub>2</sub> .	68
---	------------------------------	----

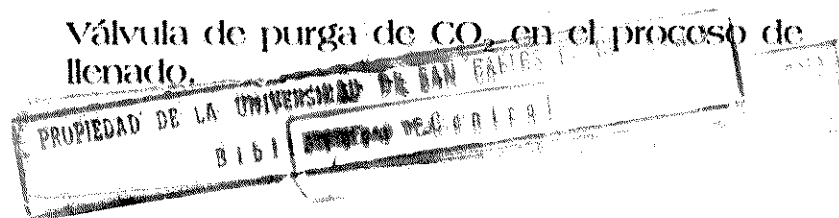
## GLOSARIO

AGUA SUAVE	Agua a la cual se le removieron los minerales de Calcio y Magnesio.
AGUA TRATADA	Agua para ser embotellada.
AMONÍACO	Refrigerante o medio de trabajo utilizado en sistema de refrigeración industrial.
BANCO DE HIELO	Depósito de agua refrigerada utilizada para enfriar el jarabe por medio de un intercambiador de placas.
CANGILÓN	Vasija de metal en el que entra la botella para ser lavada.
CARBONATACIÓN	Inyección de CO <sub>2</sub> a la bebida. Proceso realizado con el jarabe a 4°C.
CARBÓN ACTIVADO	Carbono amorfo que ha sido tratado con vapor y con calor hasta tener una afinidad muy grande de absorber muchos materiales. Lo contienen los purificadores para eliminar olor, sabor y color del agua y el jarabe.
CHILLER	Intercambiador de calor del tipo de concha y tubos.
CIUMACERA	Elemento mecánico de rodamiento que soporta un eje.

CONTACTOR	Dispositivo electro-magnético, que da paso de corriente a la energización de una bobina.
EFICIENCIA	Relación entre lo producido y lo que se debe producir basado en normas establecidas.
ENGRANAJE	Elemento mecánico que tiene en su entorno dientes de medida normalizada.
ESCU德里ÑADOR	Ojo eléctrico de la caldera. Detecta si hay llama.
FLOCULOS	Reacción de los aditamentos químicos en el agua, consistente en la precipitación de impurezas en forma de pequeños copos.
GRAVA	Conjunto de pequeñas piedras que contiene el filtro para agua.
INCRUSTACIONES	Capa de magnesio y silicio que se acumula en las paredes de las calderas y tubos donde fluye agua.
INTERMIX	Equipo utilizado para realizar los procesos de dosificación, carbonatación y desaireación.
JARABE	Solución compuesta por azúcar cocida con agua tratada.
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Serie de actividades con el fin de prolongar la vida útil de los equipos a un costo mínimo.



MICROSWITCH	Dispositivo que recibe una señal mecánica y la transmite como señal eléctrica.
PRODUCTIVIDAD	Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, materia prima y tiempo. Relación entre lo obtenido y lo invertido.
PROPILEN GLYCOL	Sustancia química que soporta temperaturas de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ antes de su punto de congelación.
PULIDORES	Filtros del tipo de colador, elaborados de acero inoxidable para retener partículas mayores de 3 micrones.
PULMÓN	Tanque de almacenamiento de agua acondicionada.
REACTOR	Tanque de eliminación de impurezas del agua, consta de los tanques de dosificación, reacción y agua clara.
SALMUERA	Solución de agua y Cloruro de sodio (sal sin yodo).
SENSOR	Dispositivo electrónico que opera por el reflejo de un rayo de luz.
SERPENTÍN	Elemento metálico de alta conductividad térmica, utilizado en intercambiadores de calor.
SNIFF	Válvula de purga de $\text{CO}_2$ en el proceso de llenado.



SPROCKET

Rueda dentada para transmisión de potencia por medio de una cadena de rodillos o eslabones.

TARIMA

Plataforma móvil de madera sobre la cual se estiban 50 cajillas con envases.

TULIPAS

Diafragmas de aire para sujeción de las botellas de la empacadora y desempacadora.

VÁLVULA SOLENOIDE

Válvula accionada por una bobina eléctrica.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial de Guatemala, se ha enfocado en tal forma que, básicamente, sólo ha tratado los problemas que se refieren a la organización del proceso productivo, descuidando en muchos casos, los aspectos complementarios que son tan importantes, tales como: control de calidad, mantenimiento y otros.

Por otro lado, la tecnología crece cada año, de donde resulta necesario exponer la importancia de desarrollar e implementar un sistema programado de mantenimiento preventivo de los sistemas que componen el proceso de embotellado y, así, aumentar la productividad y eficiencia a través de la máxima disponibilidad de su maquinaria y equipo en condiciones de operación, a un costo total mínimo.

El presente trabajo fue realizado en Embotelladora de los Altos, embotellador autorizado por PEPSICO, localizada en el cantón Las Tapias, zona 8, en la ciudad de Quetzaltenango. Se hace una descripción general de los sistemas que componen el proceso de embotellado, así como, también, se describe el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas, haciendo énfasis en la forma de operación y características principales de los diferentes equipos que forman parte de la línea de producción.

Se describen los diferentes tipos de mantenimiento, haciendo hincapié en el mantenimiento preventivo; luego, se presentan algunos factores que afectan al Departamento de Mantenimiento, como lo son selección de personal, momentos y tiempos oportunos y otros.

Seguidamente, se incluyen las actividades de mantenimiento preventivo que deben realizarse, periódicamente, a cada equipo de los

sistemas que componen el proceso de embotellado y a la maquinaria del proceso en sí.

Finalmente, se describen los conocimientos básicos del control estadístico del proceso (SPC) y su aplicación al mantenimiento preventivo; se dan a conocer aspectos generales a considerar en la organización de mantenimiento como la generación de información y la programación de actividades.

# CAPÍTULO I

## TEORÍA DEL MANTENIMIENTO

### 1.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A principios de siglo se mostraron los primeros indicios de este sistema de mantenimiento, su principal objetivo, es detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Para lograr esto, hay dos factores que juegan un papel importante en la tarea de mantenimiento: calidad y costos.

En la implementación del mantenimiento preventivo se requiere un alto grado de conocimientos y organización eficiente, que hace necesario la participación de personal capacitado (Ingenieros de Mantenimiento).

Una buena organización de mantenimiento que aplica el mantenimiento preventivo, logra experiencia en determinar la causa de fallas repetitivas o el tiempo de operación segura de algunos componentes o, bien, llega a conocer puntos débiles de las instalaciones, equipos, máquinas y otros.

Estas posibilidades son las que han contribuido en grado mayor, al desarrollo del mantenimiento preventivo.

Sin embargo, la implementación de un programa de mantenimiento preventivo es difícilmente aceptada, debido a que, inicialmente, refleja una elevación de costos. Por eso, es de vital importancia la decisión de cómo y dónde empezar, pero, más esencial es convencerse del valor del nuevo sistema.

Es necesario distinguir, desde el principio, los beneficios o ventajas que pueden alcanzarse directamente por este sistema contra lo que arroja en comparación con otras técnicas o procedimientos.

El no hacer esta distinción ha conducido a discusiones injustas en contra del procedimiento y ha causado una confusión considerable en el uso del término preventivo.

Los resultados directos de este mantenimiento ofrecen conveniente programación y ejecución de trabajos, funcionamiento más eficiente, aumento de la productividad y permite estimular la moral de los trabajadores.

A continuación se describen otras ventajas del mantenimiento preventivo.

**Confiabilidad:** las propiedades sujetas a mantenimiento operan en mejores condiciones de seguridad puesto que se conoce su estado físico y sus condiciones de funcionamiento.

**Disminución del tiempo muerto:** el tiempo que los equipos e instalaciones permanecen fuera de servicio llega a ser menor cuando se aplica el mantenimiento preventivo, en comparación con el correspondiente a mantenimiento correctivo (comúnmente llamado mantenimiento curativo).

**Mayor vida útil:** los equipos e instalaciones sujetas a mantenimiento preventivo tendrán vida útil mayor que la que tendrían sujetos a mantenimiento correctivo.



Costo de reparación: se puede reducir el costo de reparación de los equipos cambiando el sistema de mantenimiento correctivo a otro de mantenimiento preventivo.

Organización de bodega: tener un inventario muy elevado de materiales y repuestos no es bueno, debe existir un sistema de inventarios bien organizado para obtener un nivel óptimo de inventario total y, así, surtir en forma rápida las requisiciones incluidas en un cierto período.

Uniformidad en la carga de trabajo: la carga de trabajo para el personal de mantenimiento en un sistema de mantenimiento preventivo es más uniforme que en un sistema de mantenimiento correctivo.

## 1.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se basa, fundamentalmente, en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjudicar al servicio; se usan para ello instrumentos de diagnóstico tal como medidores de vibración, equipo para análisis de aceite lubricante, maquinaria para ensayos de dureza, equipo de análisis de gases de combustión, pruebas no destructivas, etc.

Antes de empezar el programa de mantenimiento predictivo, es necesario asegurarse de que la institución esté en condiciones de aprovechar, al máximo, sus ventajas, tomando en cuenta, sobre todo, el costo que representa un paro inesperado en el servicio.

Otro factor importante para determinar las conveniencias de aplicar el sistema de mantenimiento predictivo es el estado de conservación del equipo; es evidente que resultaría un desperdicio de tiempo y dinero al

aplicar las técnicas más modernas a equipos que deberían haber tenido una reparación general hace mucho tiempo, a diferencia del mantenimiento preventivo, que debe aplicarse en conjunto.

De hecho, en muchas instituciones, se utilizan instrumentos de diagnóstico sin tener implementado un sistema de mantenimiento predictivo y es muy conveniente ir adquiriendo esos instrumentos de diagnóstico, que se pueden justificar económicamente, para ir creando la base de un programa de mantenimiento predictivo.

### 1.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este mantenimiento se divide en dos aplicaciones:

- a) interviene cuando el mantenimiento preventivo indica que se impone una reparación del equipo para volverlo a poner en correcto estado de funcionamiento. Dichas reparaciones deberán efectuarse inmediatamente para prevenir mayor y más serios desperfectos que puedan provocar el reemplazo del equipo, antes de la expiración contemplada del período de vida útil, promedio del mismo,
- b) por otro lado, el mantenimiento correctivo también abarca remodelaciones y/o montajes de instalaciones o equipos.

### 1.4 MANTENIMIENTO PROACTIVO

El mantenimiento proactivo es más una filosofía que un método de trabajo; su objetivo es la obtención de la información más completa que se puede utilizar para la toma de decisiones respecto de la programación de las actividades del mantenimiento preventivo.

Al igual que el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo realiza un análisis del equipo e instalaciones, pero, a diferencia del



predictivo, éste lo hace antes de que el mantenimiento preventivo ejecute las órdenes de trabajo.

Los resultados obtenidos del mantenimiento proactivo son fundamentales en la programación y ejecución de los trabajos, teniendo éste un mayor alcance que el mantenimiento predictivo porque en la realización del estudio, no sólo se pueden detectar fallas sino que de acuerdo con el análisis los insumos pueden contener, aún, vida útil aprovechable.

El mantenimiento predictivo y proactivo optimizan al mantenimiento preventivo, pero, éstos tienen altos costos debido a los instrumentos que se requieren para diagnóstico (mencionados anteriormente).

#### EJEMPLO

Para una mejor comprensión de los diferentes tipos de mantenimiento, se ilustrarán con el siguiente ejemplo.

**ENUNCIADO:** se obtiene un automóvil de marca reconocida, según el manual de mantenimiento, durante los primeros 1,000 km no debe correrse a más de 80 kph, debe realizarse el cambio de aceite a los 1,500 km recorridos. Analizar el cambio de aceite del automóvil, según los distintos tipos de mantenimiento que se describieron.

#### SOLUCION

a) Mantenimiento preventivo.

Según la definición, anteriormente dada, el mantenimiento preventivo es un mantenimiento programado o, sea, que debe realizarse según lo indique el manual del fabricante. Por lo anterior, el cambio de aceite se debe realizar a los 1,500 km recorridos del automóvil.

b) Mantenimiento predictivo.

De acuerdo con la definición, el mantenimiento predictivo es la realización de un análisis para la detección de fallas. Por lo que con base en este mantenimiento, el aceite se revisa periódicamente (cada mes) esta Revisión puede hacerse teniendo aceite entre los dedos pulgar e índice y comprobar su viscosidad, su color y su olor. De acuerdo con este análisis, cuando el aceite no tenga el color, olor ni la viscosidad adecuada, se le realiza el cambio independientemente, de los kilómetros recorridos.

c) Mantenimiento proactivo.

La definición de este mantenimiento, dice que cada vez que la programación del mantenimiento preventivo lo indique, se realice un estudio para examinar los insumos; en este caso, se analiza el aceite del automóvil a los 1,500 km recorridos, obteniendo resultados de viscosidad del aceite, cantidad de carbón, lodo o barnices (oxidación).

De acuerdo con estos resultados se puede concluir si el aceite lubricante necesita que sea reemplazado o puede seguir utilizándose.

d) Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo entra en acción cuando el mantenimiento preventivo así lo programe y se requiera de reparación. Siguiendo esta definición, el automóvil se utilizaría sin revisarle el aceite y hacer los análisis del lubricante, hasta que el motor sufra una avería (representada por sobrecalentamiento, pérdida de potencia, internamente por desgaste y rayaduras de los cilindros). Cuando son detectadas estas fallas, se realiza una reparación al motor debido a las averías sufridas siendo de mayor costo que los otros tipos de mantenimiento.

## 1.5 SELECCION DE PERSONAL

Al efectuarse la evaluación de la maquinaria y equipo disponible, también debe indicarse la lista de personal necesario tanto para operación como mantenimiento. Éstos deben estar calificados y poseer las aptitudes de acuerdo con el ámbito de trabajo a efectuar. Para ello, es necesario que se disponga de un equipo de personal en el área de producción (operadores y técnicos de mantenimiento) debidamente instruidos.

El personal de operación debe conocer todos los procesos que se realizan en la máquina o equipo que esté a su cargo, así como también, el personal de mantenimiento debe conocer perfectamente todas y cada una de las partes de instalación, sometidas a su control y vigilancia. Lo mismo es válido para el Ingeniero o Jefes que tienen el equipo a su cargo o prestan sus servicios en la instalación.

Es evidente que este problema es difícil de solucionar, puesto que el número de personas disponibles suele ser muy variado. En todo caso convendrá que:

- el personal posea aptitudes para comprender y seguir las instalaciones a las que está adscrito,
- tenga conocimiento de los procesos, esquemas e instructivos,
- conozca la situación de las protecciones y la forma de reestablecerlas, en caso de intervención,
- tenga presente los circuitos eventuales de emergencia,
- conozca la situación exacta de las herramientas, instrumentos necesarios y piezas de cambio.

La experiencia ha demostrado que lo mejor es que todo el personal de producción y mantenimiento se capacite para colaborar en la operación

y mantenimiento de otras máquinas o equipos. Obteniendo con esto que el personal tenga un mayor conocimiento y, por ende, una mejor visualización del proceso de embotellado.

#### 1.6 PREPARACION DE PERSONAL

Se hace necesario la capacitación del personal de producción (tanto a los operadores como a los técnicos de mantenimiento) de la operación y funcionamiento de los sistemas utilizados en el proceso de embotellado, así como, también, de la maquinaria utilizada en la producción de bebidas carbonatadas.

#### 1.7 MOMENTOS Y TIEMPOS OPORTUNOS

Se recabarán las programaciones semanales de producción para planear, debidamente, el momento y el tiempo en que deberá efectuarse el mantenimiento, pues, cabe notar que, por lo general, el mantenimiento debe hacerse precisamente cuando el equipo no esté en operación.

Es de suma importancia llenar las fichas de mantenimiento de los equipos con el objeto de llevar un historial del equipo o instalaciones. Deberá tomarse, invariablemente, la precaución de comprobar que quede funcionando correctamente el equipo al haber terminado el mantenimiento.

#### 1.8 ANÁLISIS DE LOS RECURSOS

Para realizar el programa de Mantenimiento preventivo, es de primordial importancia contar con listas, relaciones, índices o inventarios de maquinaria y equipos; teniendo el inventario se estará en condiciones de determinar y conocer los equipos o conjuntos a los cuales se dará mantenimiento.

Una vez levantado el inventario deberá hacerse el análisis del

mismo, es decir, considerar qué maquinaria y equipo o conjuntos se pueden reparar con los recursos técnicos y herramientas con que cuenta la unidad en cuestión. Esto deberá determinar la lista de maquinaria y el equipo al que sí se pueda ofrecer mantenimiento preventivo y correctivo. Por otro lado, la lista de maquinaria y equipo que no se podrá atender por falta de recursos, se deberá entender que es por falta de recursos de mano de obra altamente especializada, capacidad técnica, herramienta apropiada, equipo de medición, repuestos y dinero.

Deberá considerarse el caso del equipo como calderas, compresores de Amoníaco, compresor de tornillo, plantas generadoras, los cuales requieren de una alta especialización en mano de obra e instrumentación. Se deberá solicitar el servicio a empresas que se especialicen en los mantenimientos de estos equipos.

Los catálogos, manuales, planos, diagramas y folletos de los fabricantes deben considerarse como una ayuda técnica de gran importancia y deben estar siempre al alcance de técnicos de mantenimiento y personal de operación.

## CAPÍTULO 2

### SISTEMAS EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO

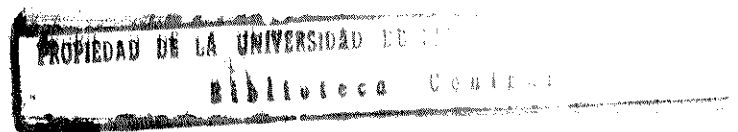
#### 2.1 CICLO DE REFRIGERACIÓN CON AMONÍACO

La refrigeración es la ciencia de producir y mantener temperaturas por debajo de la temperatura atmosférica o, sea, la remoción del calor de la sustancia a enfriar.

La refrigeración mecánica está basada en el principio de que un líquido refrigerante absorbe calor cuando se evapora y entrega ese calor cuando se licúa. El evaporador (Chiller y banco de hielo) se enfría cuando el refrigerante hierve; la circulación de calor continúa del líquido refrigerante hacia la sustancia a enfriar. El gas que se ha formado en el evaporador es, entonces, forzado por los compresores hacia el condensador (del tipo evaporativo) donde se licúa, entregando ese calor al aire y agua que pasa en el serpentín. Luego, el líquido fluye hacia el tanque receptor donde será recirculado en el sistema.

El sistema de refrigeración se utiliza en los procesos de preparación de jarabe (solución de azúcar y agua) y carbonatación de las bebidas.

Debido a que el Amoníaco es tóxico, éste no es utilizado como agente refrigerante en los procesos ya mencionados. Se utilizan sistemas indirectos de refrigeración, es decir, se utilizan otros agentes refrigerantes para dichos procesos, aunque el Amoníaco es el que enfría estos agentes.



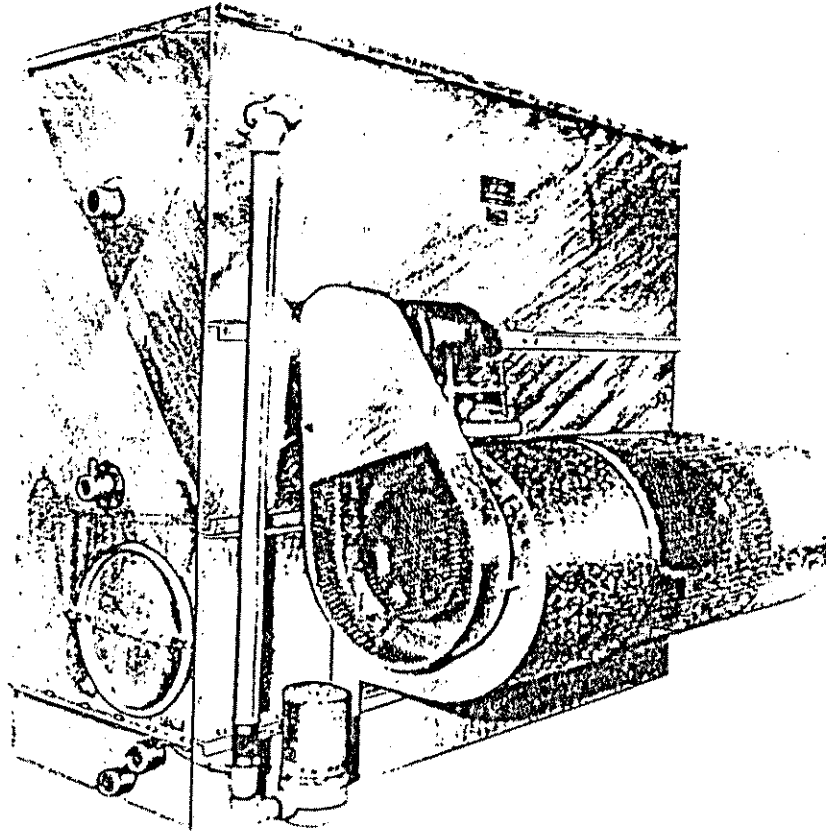


FIGURA No. 1: Condensador evaporativo,  
obtenido del manual Vilter.

### 2.1.1 Ciclo de agua

Como se dijo, anteriormente, se utilizan sistemas indirectos de refrigeración en algunos procesos. El agua es uno de los agentes utilizados o, sea, el agua es un ciclo de refrigeración, aunque ésta no se evapora, únicamente eleva y baja su temperatura.

En el proceso de preparación de jarabe, se utiliza el agua para descender su temperatura. El agua es enfriada por medio de un serpentín en un depósito (banco de hielo) a aproximadamente, 5 grados centígrados, luego, se hace circular por medio de una bomba hacia un intercambiador de calor del tipo de placas en el cual enfría el jarabe para su filtrado. Por último, el agua se regresa al banco de hielo para su recirculación.

### 2.1.2 Ciclo de glycol.

Al igual que el agua, el Propilen glycol también es utilizado en un ciclo de refrigeración indirecto.

En el proceso de carbonatación, se utiliza este agente, donde es enfriado por medio de un intercambiador de calor del tipo de concha y tubos (Chiller) a, aproximadamente, -10 grados centígrados. El glycol se hace circular por medio de bombas centrífugas hacia un intercambiador de calor del tipo de placa en el cual enfría el jarabe, previo a la carbonatación.

## 2.2 SISTEMA NEUMÁTICO

El sistema de aire comprimido es indispensable en el proceso de embotellado debido a que todo el equipo utilizado contiene de un 70 a 80 % de sistemas neumáticos, así como, también, en algunos procesos de tratamiento de agua, se requiere de aire comprimido.



Las técnicas neumáticas se basan en el aprovechamiento de la energía de la sobrepresión previamente generada, respecto de la presión atmosférica. El portador de la energía es el aire comprimido.

La neumática ha hecho factible la automatización a bajo costo del equipo utilizado en el proceso de embotellado.

La producción de aire comprimido se realiza por medio de compresores reciprocantes y de tornillo. Para evitar problemas de aire sucio o con demasiada humedad, éste es conducido a través de filtros de papel, separadores de humedad y por un secador de aire, posteriormente es conducido hacia producción.

## 2.3 SISTEMA DE VAPOR

El vapor se requiere para el calentamiento del agua de los tanques de la lavadora de botellas, en la lavadora de cajillas, para regeneración del carbón activado en el filtro de  $\text{CO}_2$  y en la realización del retrolavado en el purificador de carbón activado para tratamiento del agua. El vapor requerido por los equipos es vapor saturado a una presión de 90 psi.

### 2.3.1 Caldera piro-tubular.

La generación de vapor es por medio de una caldera de tubos de humo o, sea, los gases de combustión, se hacen pasar dentro de los tubos, en tanto que el agua se encuentra en la parte externa de los tubos y dentro de la cámara de agua. La caldera es de una cámara de combustión de construcción de acero soldado y consiste en un receptáculo de presión, quemador, controles de quemador, ventilador de aire a presión, bomba de aire, refractario y componentes asociados.

La caldera utiliza como combustible aceite pesado No. 6 (Bunker C). El quemador de aceite es del tipo de baja presión, de atomización de aire (inyector) y es encendido por la llama de un piloto de gas.

### 2.3.2 Líneas de vapor.

Desde el momento que la caldera adquiere la presión de trabajo (90 psi) se abren lentamente las válvulas de salida de vapor para conectar la caldera con la red de distribución y el vapor es distribuido hacia las lavadoras de botella, lavadora de cajilla, tratamiento de agua y purificador de CO<sub>2</sub>.

Una vez que el vapor ha suministrado su energía calorífica en cualquiera de los diversos equipos, pasa al estado líquido (condensado). Este condensado vuelve a la caldera ya que contiene valiosas calorías y, además, es superior al agua cruda. Para este fin se utiliza la llamada tubería de retorno que conduce el condensado hasta el tanque de agua de alimentación de la caldera y deberá tener una pendiente mínima del 1 % en la dirección del flujo.

Para reducir al mínimo las pérdidas de calor, las tuberías están cubiertas con un material aislante (mal conductor del calor compuesto, generalmente, de fibras de vidrio, asbestos, magnesia y otros materiales).

## 2.4 SISTEMA DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)

El Dióxido de carbono es uno de los insumos de la bebida, de ahí el nombre de bebidas carbonatadas. Es un factor muy importante en las bebidas carbonatadas ya que las hace atractivas en apariencia y sabor. El CO<sub>2</sub>, también actúa como preservante de la bebida, ya que por la falta de

oxígeno, los microorganismos no se pueden reproducir.

El CO<sub>2</sub> es un gas que se encuentra a altas presiones a la temperatura ambiente por lo que los depósitos de almacenamiento de CO<sub>2</sub> deben estar aislados para reducir, al máximo, la transferencia de calor hacia el gas y elevar su presión. También para reducir al máximo esta transferencia de calor, el depósito debe estar en un lugar donde haya buena ventilación y debajo de un techo (evitando así calor debido a los rayos solares).

En la planta, la presión de almacenamiento del CO<sub>2</sub> debe permanecer dentro del rango de 250 y 300 psi. Si la presión disminuye debido a la condensación del CO<sub>2</sub> se corre el riesgo (debido a la depresión) de que se agriete el cilindro de CO<sub>2</sub> y debido a la diferencia de presiones entre el cilindro y su exterior, éste explotaría. Si la presión aumenta (debido a la evaporación del CO<sub>2</sub>) se corre el riesgo de que la alta presión en el cilindro no resista y éste explote.

Para que la presión de almacenamiento de CO<sub>2</sub> permanezca dentro de los rangos establecidos, se utiliza un sistema de refrigeración por freón para condensar el CO<sub>2</sub> cuando este aumenta su presión. Cuando el CO<sub>2</sub> tiene un decremento de presión ya sea por pérdida de calorías o por demanda de producción, se cuenta con un sistema de calentamiento que consiste en hacer circular el CO<sub>2</sub> líquido por una resistencia, el cual calienta el CO<sub>2</sub> (evaporándolo) y eleva su presión.

Como medida de seguridad para que la presión nunca llegue a los 350 psi se cuenta con una válvula de seguridad calibrada a 325 psi.

El  $\text{CO}_2$  es distribuido hacia la llenadora y el intermix<sup>1</sup> por medio de tubería galvanizada y la circulación se lleva por la presión del  $\text{CO}_2$  (aproximadamente, 275 psi) que se obtiene con el dispositivo de calentamiento. Cuenta con válvulas de paso y, principalmente, con válvulas reguladoras de presión, para que la presión se mantenga y no se pierda la calibración de las válvulas y controles del intermix.

Para mantener el  $\text{CO}_2$  dentro de los parámetros establecidos por PEPSICO el  $\text{CO}_2$  se hace pasar por un filtro de Sílice gelatinado para remover la humedad que pudiera contener y por un purificador de carbón para eliminar color, olor y sabor.

## 2.5 SISTEMA DE AGUA

El agua al igual que el aire es uno de los componentes que pueden ser tomados del medio-ambiente, pero, a diferencia del aire, el agua es utilizada como medio portador de energía (vapor) o como materia prima en la producción de bebidas carbonatadas.

Sin embargo, el agua, químicamente pura, es un líquido muy escaso, difícil de obtener, ya que frecuentemente se contamina con sustancias con las que entra en contacto por ser un solvente casi universal en el que, prácticamente, todas las sustancias son solubles, hasta cierto grado.

Las impurezas en el agua dependen de su fuente de origen, ya sea aguas superficiales o aguas subterráneas.

Debido a las impurezas contenidas en el agua, se requiere de tratamientos para obtener una agua adecuada para cada una de las

<sup>1</sup> El intermix es un equipo automatizado que realiza la mezcla del jarabe, agua y  $\text{CO}_2$ .

aplicaciones.

### 2.5.1 Agua cruda.

El agua cruda es aquella que no tiene tratamiento alguno, excepto cloración para eliminación de los microorganismos originales. En Embotelladora de los Altos, se cuenta con pozo propio para el abastecimiento, el agua cruda es almacenada en un tanque cisterna y de allí es bombeada a los distintos puntos de consumo.

El agua cruda únicamente se utiliza en el riego de jardines, sanitarios, cafetería y para lavado de los pisos de producción.

### 2.5.2 Agua para embotellado.

Agua tratada (para embotellado) se denomina a tal líquido cuando se encuentra entre los parámetros (establecidos por PEPSICO) para ser utilizada en la producción de bebidas gaseosas.

Según los análisis obtenidos de las impurezas contenidas en el agua cruda, se requiere de Cloruro de calcio, Cal hidratada, Hipoclorito de calcio y Sulfato de aluminio para que el agua se encuentre dentro de los parámetros establecidos por PEPSICO.

El tratamiento de agua se realiza mezclando el agua cruda con los reactivos mencionados y, luego, ingresarlos hacia un tanque de tratamiento llamado reactor. El reactor contiene interiormente tres tanques independientes, el tanque de dosificación que es donde se realiza una mezcla homogénea de los reactivos con el agua por medio de agitadores. Luego, por rebalse, pasan al tanque de reacción, que es donde las impurezas debido a los reactivos tienden

a crear flóculos. Por último, también por rebalse, el agua pasa al tanque de agua clara, donde ésta no contiene ningún tipo de impureza (únicamente Cloro y cal).

El agua clara sale del tanque reactor y es conducida hacia un tanque de almacenamiento (llamado tanque pulmón).

Posteriormente, el agua pasa por un filtro de arena para retener todas las impurezas en suspensión (cal). Luego, es pasado por un purificador de carbón activado para la eliminación del Hipoclorito de calcio y, por último, por filtros pulidores que retienen cualquier otra impureza.

### 2.5.3 Agua suavizada.

El agua suavizada es aquella que es utilizada para Calderas, Condensadores evaporativos, lavadoras de botellas, banco de hielo, enfriamiento compresores de Amoníaco.

Ha sido suavizada, para evitar la incrustación y corrosión en los equipos.

El agua suave al igual que el agua tratada se debe mantener dentro de ciertos parámetros de dureza, alcalinidad y suspensión de sólidos. También se le agregan reactivos químicos para la eliminación de algas (en los condensadores evaporativos) eliminación del oxígeno y desincrustantes (para las calderas).

El tratamiento para suavizar el agua consiste en un Tratamiento de Zeolita (intercambio iónico).

## 2.6 SISTEMA DE JARABE

La bebida gaseosa tiene como uno de sus componentes el jarabe (solución agua y azúcar).

Por medios manuales, se dosifica un volumen de azúcar de caña hacia un tanque de acero inoxidable, este volumen es de acuerdo a su concentración, pureza y cantidad de producto demandado, luego se mezclan partes iguales en volumen de agua tratada y carbón activado y se aplica calor al tanque hasta una temperatura determinada por medio de un serpentín colocado dentro, el cual lo toma del flujo de vapor de agua generado por las calderas. Dicho tanque está provisto de un agitador para obtener una mezcla uniforme. Luego, se realizan pruebas de laboratorio de control de calidad comparando los parámetros con los patrones de PEPSICO. Seguidamente, el jarabe de azúcar es bombeado hacia un filtro especial, dotado de un juego de cedazos de diferentes permeabilidades en el cual se eliminan los sólidos y el carbón activado que funcionó como clarificador del jarabe.

El jarabe es enfriado por medio de un ciclo de refrigeración de agua, a través de un intercambiador de calor del tipo de placa, en el cual se baja la temperatura hasta, aproximadamente, 25 grados centígrados, con el objetivo de que cuando se le agreguen las bases, (formulaciones propias de PEPSICO) éstas no se evaporen con el calor del jarabe y, así, lograr la concentración necesaria para satisfacer los patrones de control de calidad.

El jarabe pasa a la sección de almacenaje, por medio de bombas centrífugas hacia diversos tanques de acero inoxidable de distintas capacidades. Seguidamente, se agregan las bases que le dan olor, color y sabor al jarabe, con la ayuda de un agitador se obtiene una mezcla uniforme, luego, se deja reposar varias horas. Por medio de una tubería

de acero inoxidable, se bombea el jarabe hacia el internix que realiza la carbonatación, enfriamiento y mezcla del jarabe con el agua previamente tratada.

## 2.7 SISTEMA DE SOSA CAUSTICA

El sistema de sosa cáustica, se utiliza para la limpieza de las botellas vacías que vienen del mercado, ésta remueve el sucio y elimina los hongos y bacterias que pudiera tener la botella. Las botellas vacías pasan por tres tanques de la lavadora de botellas con diferentes porcentajes de sosa cáustica en cada uno.

La sosa cáustica es almacenada en un tanque elevado con lo cual su distribución hacia los tanques de la lavadora de botellas se consigue por medio de la fuerza de gravedad.



## CAPITULO 3

### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EMBOTELLADO

#### 3.1 SALA DE EMBOTELLADO

El envase vacío proviene del mercado a través de los camiones vendedores que tienen asignadas rutas diferentes, las tarimas de cajillas con envases vacíos se descargan por medio de montacargas y se colocan en la bodega de almacenamiento. Posteriormente, con montacargas, se coloca enfrente a la máquina desempacadora, donde se inicia el recorrido del envase para su llenado.

#### 3.2 DESEMPACADO DE BOTELLAS

Las cajillas de envases vacíos se colocan en los transportadores (los cuales son movidos por motores eléctricos). Las botellas son llevadas a la máquina desempacadora, donde ésta, por medio de tulipas coloca las botellas en la mesa de descarga. La mesa de descarga está compuesta por cadenas planas de acero inoxidable, que conduce a las botellas hacia transportadores y éstos hacia el frente de la máquina lavadora.

#### 3.3 LAVADO DE CAJILLA

Las cajillas ya vacías son llevadas por transportadores (de cadenas plásticas de paso) hacia la máquina lavadora de cajilla. La cajilla es lavada con agua suavizada y con vapor, con el fin de remover toda suciedad en la cajilla. Luego, es llevada por transportadores de cadena hacia la máquina empacadora de botellas.

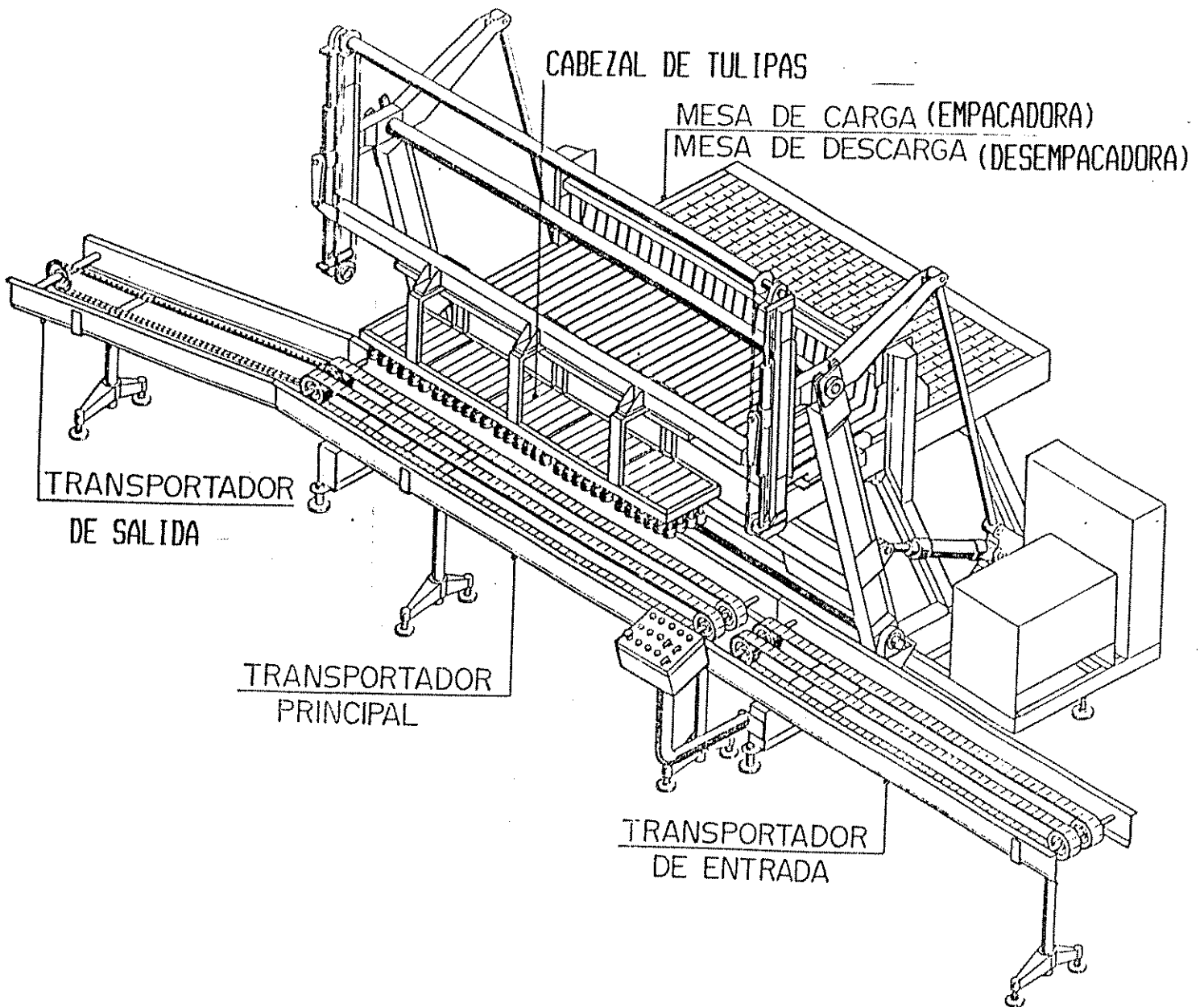


FIGURA No. 2: Máquina empacadora/desempacadora de botellas,  
obtenida del manual de las máquinas Austral.

### 3.4 LAVADO DE BOTELLAS

La máquina lavadora tiene un tamaño de 4 metros de ancho por 8 metros de largo; dotada de 436 grupos de 36 cangilones entre dos cadenas paralelas que recorren los tanques de la lavadora.

Las botellas se introducen en forma continua, treinta y seis botellas por grupo, es decir, una botella por cada cangilón, empujadas por un peine movido por el motor principal de la lavadora.

Al entrar a la lavadora, las botellas son inyectadas con chorros de agua suavizada a presión con el fin de extraer todos los sólidos que contenga dentro. Posteriormente, las botellas pasan por inmersión dentro de cuatro tanques de agua a distintas temperaturas y porcentajes de sosa cáustica, siendo éstas las siguientes: 47.5 °C y 2%, 72.5 °C y 3% 62.5 °C y 2% respectivamente. El último tanque contiene cierta cantidad de sosa cáustica que proviene del arrastre de las botellas y agua a, aproximadamente, 42.5 °C. Seguidamente, las botellas pasan por el tanque de enjuague que contiene únicamente agua suavizada a 25 °C. Finalmente, pasan por un lavado final realizado por chorros de agua a temperatura ambiente con un paso de escurrimiento.

Las botellas son descargadas a un transportador de cadenas planas que son movidas por un motorreductor para su inspección visual.

### 3.5 INSPECCIÓN DE BOTELLAS VACIAS

Al salir las botellas de la lavadora, son conducidas por los transportadores hacia varias pantallas lumínicas donde se encuentra personal de control de calidad para retirar toda botella que tenga cierta deficiencia (quebrada, rajada, contenga basura, etc.) sea de otro sabor, otra marca o botella sucia.

La inspección de botellas vacías es de suma importancia ya que éstas se conducen hacia la máquina llenadora y por ser ésta de alta velocidad es perjudicial un paro.

### 3.6 LLENADO DE BOTELLAS

La llenadora es una máquina rotativa de alta velocidad de embotellado. Esta máquina consta de 80 válvulas de llenado, colocadas alrededor del tazón o campana, donde es introducida la bebida a baja presión y 6 °C, que proviene del Intermix. Las botellas entran a la máquina por un transportador donde cada botella es levantada verticalmente por un pistón neumático hacia la válvula de llenado, formando un sello entre botella y válvula, luego, por medio de la bomba de vacío se extrae aire y agua que contiene la botella (aproximadamente, entre 7 y 8 pulg. de vacío), en ese instante, un mecanismo acciona la válvula y la bebida fría entra a la botella por gravedad, debido a la diferencia de presiones entre la campana y la botella. Este proceso continúa hasta que el nivel de la bebida alcanza el extremo de la caña. Luego, el CO<sub>2</sub> excedente en la botella es evacuado por medio del purgador de la válvula (sniffs). Las botellas salen de la máquina llenadora por medio de un juego de espaciadores giratorios en forma de estrellas, para ser llevadas hacia el equipo coronador.

### 3.7 SELLADO DE BOTELLAS

El coronador está equipado de una tolva, un alimentador de corona o tapita y un juego de martillo de presión y rotativos, para formar el sello que requiere la botella con la tapita, el coronador es un equipo integrado a la máquina llenadora.

### 3.8 CODIFICACION DE BOTELLAS

Luego de sellar las botellas llenas, pasan por el codificador, el cual

consiste en colocar los datos (fecha de producción de la bebida, fecha de vencimiento del producto, lugar de origen de la bebida y hora de embotellado) sin contacto alguno con la superficie por medio de un chorro de tinta.

La codificación se realiza con una impresora EXCEL, con el software Sureprint. Es una impresora de chorro de tinta de una sola cabeza. El codificador puede ser programado para imprimir desde casi cualquier ángulo, con todo tipo de mensaje y puede operar a altas velocidades de producción. Se puede utilizar una amplia gama de tintas con base de agua, acetona o alcohol.

### 3.9 INSPECCION DE BOTELLAS LLENAS

Luego de codificar las botellas que constituyen el producto terminado, se realizan pruebas de laboratorio de control de calidad, por medio de un muestreo estadístico en forma aleatoria y se analizan los parámetros obtenidos en las pruebas y sirven de comparación con los patrones de PEPSICO, así como, también, se realiza una inspección visual donde se retiran las botellas que no fueron llenadas a su nivel por mal accionamiento de la válvula de llenado, las que contienen pequeñas impurezas (de observación por la cantidad de burbujas que se aprecian en la bebida).

### 3.10 EMPACADO DE BOTELLAS

Esta operación se hace por medio de una máquina automática, diseñada para recibir las botellas llenas y colocarlas por medio de las tulipas del cabezal en sus respectivas cajillas de plástico, es decir, llena, a la vez, seis cajillas (144 botellas) por cada ciclo; las cajillas son alimentadas por cadenas transportadoras que provienen de la máquina lavadora de cajilla. La máquina empacadora trabaja, automáticamente,

por medio de sistemas hidráulico, neumático, eléctrico y electrónico.

### 3.11 ENTARIMADO DE CAJILLAS

Esta operación se refiere a realizar una tarima o estibamiento de 50 cajillas. Luego, por medio de un montacargas se recoge la tarima para colocarla en la bodega de producto terminado y, posteriormente, a los camiones vendedores.

### 3.12 MEZCLADOR DE AGUA, JARABE Y CO<sub>2</sub> (INTERMIX)

El Intermix es un equipo totalmente automatizado, el cual opera por medio de válvulas neumáticas y toberas de inyección que son gobernadas por un cerebro electrónico. Éste equipo es programado de acuerdo con las condiciones de uso. En la planta se cuenta con programas de saneamiento, refrescos carbonatados y aguas minerales.

Los procesos del Intermix consisten, básicamente, en desaireación, dosificación y carbonatación de mezclas y, por ser un equipo donde el factor humano no interviene en los procesos de dosificación y carbonatación, la calidad de la bebida la hace competitiva, internacionalmente.

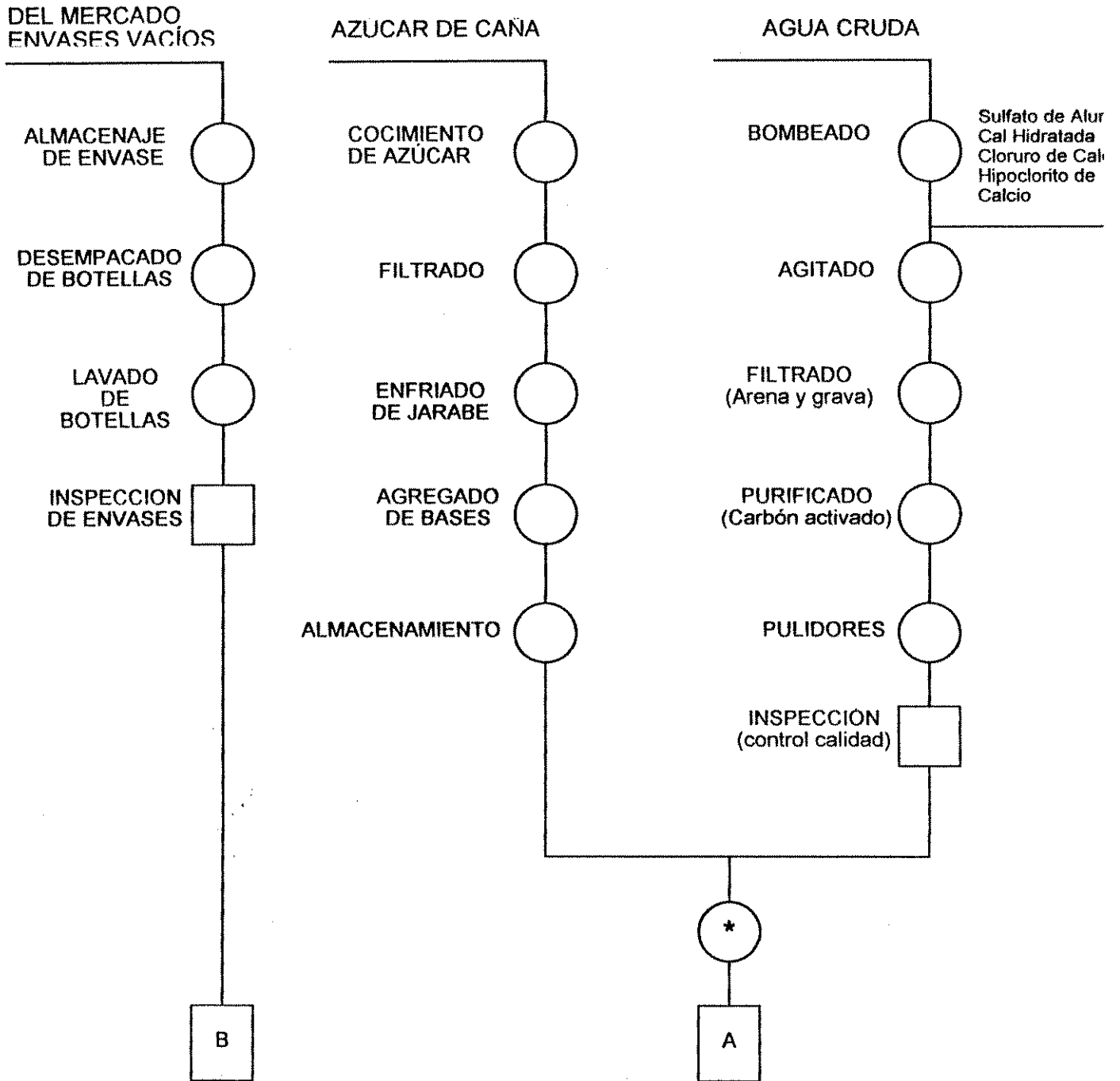
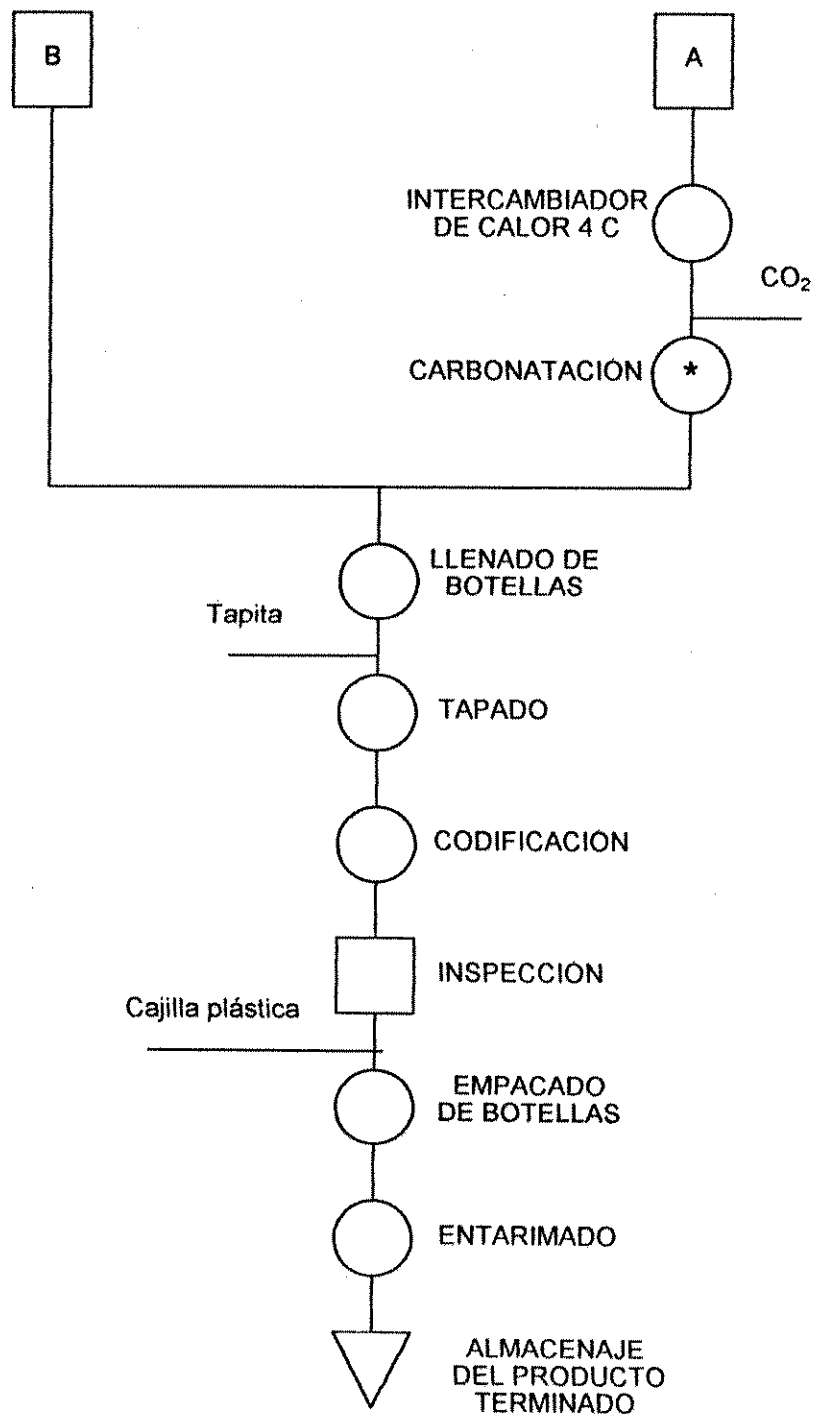


FIGURA No. 3: Diagrama de operaciones del proceso de embotellado.



\* Los procesos marcados con asterisco, se refieren a que los procesos son realizados en el intermix.



## CAPITULO 4

### DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### 4.1 PROGRAMA DE VISITAS Y REVISIONES

Éste programa incluye las actividades de mantenimiento que se deben realizar en cada sistema y máquina del proceso de embotellado, basándose en el historial del equipo y en las instrucciones precisas y completas de los fabricantes de cada equipo. Con base en lo anterior, a continuación se presenta una lista de las actividades de inspección que se realiza a cada máquina, indicando la frecuencia y la forma de llevarlas a cabo.

#### 4.2 MANTENIMIENTO EN EL CICLO DE REFRIGERACION CON AMONIACO

##### 4.2.1 Mantenimiento de condensadores evaporativos.

- a) Inspección diaria,
  - Revisar el nivel de agua.
  - Revisar si hay circulación de agua.
  - Revisar si los ventiladores se encuentran funcionando.
  - Realizar purga de lodos.
  - Agregar al agua agente contra algas.
- b) Inspección semanal.
  - Agregar al agua dos veces por semana agentes desincrustantes y agentes anticorrosivos.
  - Inspección de fugas en la batea de agua.
- c) Inspección mensual.
  - Revisión de la tensión de bandas trapezoides.
  - Revisión de desgaste en las bandas trapezoidales.
  - Revisión de sellos mecánicos en las bombas de agua.

- Revisión de fugas en la tubería exterior de agua.
- Medición de voltaje y amperaje en los motores eléctricos de las bombas y ventiladores.

d) Inspección trimestral.

- Revisión del correcto funcionamiento de los controles de operación.
- Apretar los tornillos y tuercas que se encuentren flojos.
- Revisión de motores eléctricos por calentamiento o ruido.
- Revisión de las chumaceras, revisando calentamiento y ruido.
- Engrasar las chumaceras de los motores eléctricos de las bombas de agua.
- Limpieza de las poleas de transmisión de potencia de los ventiladores y los motores eléctricos.

e) Inspección semestral.

- Revisión y limpieza de los rociadores de agua.
- Limpieza de los deflectores de agua (pintar, si es necesario).
- Drenar la batea de agua y limpiarla manualmente.
- Revisión del correcto funcionamiento del flotador.
- Revisión del funcionamiento adecuado de las válvulas de agua.
- Revisión exterior de la tubería por incrustaciones y corrosión.
- Revisión de funcionamiento de la tubería de rebalse.
- Revisión de fugas en la tubería de Amoníaco.
- Revisión del alineamiento correcto de los motores y los ventiladores.
- Limpieza de los ventiladores (pintar si es necesario).
- Engrase a los motores eléctricos de los ventiladores.
- Engrase a los motores eléctricos de las bombas de agua.
- Engrase a las chumaceras de soporte de los ventiladores.
- Revisión del eje de los ventiladores, estado y apriete de los castigadores y tornillos fijadores.

- Apretar los tornillos que se encuentren flojos.
- En las partes donde haya indicios de corrosión se debe pintar, con pintura anticorrosiva.
- Revisión interno de las bombas. Alineación de la bomba, chequeo por incrustación en el rodete y carcasa. Cambio de estopas.

#### 4.2.2 Mantenimiento de compresores de Amoníaco.

##### a) Inspección diaria.

- Inspección de nivel de aceite.
- Inspección de circulación del agua de enfriamiento por los compresores.
- Lectura de la presión de succión.
- Lectura de la presión de descarga.
- Lectura de la presión de aceite.
- Lectura de la temperatura del aceite en el cárter.

##### b) Inspección semanal.

- Revisar el nivel de Amoníaco en el depósito de Amoníaco.
- Revisar funcionamiento del desagüe del agua de enfriamiento.

##### c) Inspección mensual.

- Revisión de la alineación de las poleas.
- Revisión de tensión y desgaste en las fajas trapezoidales.
- Purgar el depósito de Amoníaco.
- Purgar la trampa de Amoníaco.
- Inspección de indicios de corrosión en el enfriador de aceite.
- Apretar los tornillos del cimiento, cobertor de las poleas y del panel de control.
- Limpieza y Revisión del panel de control.
- Medición de voltaje y amperaje en los compresores de Amoníaco.

- Revisar funcionamiento de la resistencia de aceite.

d) Inspección trimestral.

- Revisión de fugas de Amoníaco.
- Limpieza del filtro de aceite.
- Revisión de válvulas de paso, retención y válvulas solenoides.
- Prueba de las válvulas de seguridad.
- Revisión y limpieza de los controles de presión.
- Revisión de la tubería de agua de enfriamiento.
- Revisión de la condición del aceite.
- Limpieza de las poleas del compresor y del motor eléctrico.

e) Inspección semestral.

- Limpieza del intercambiador de calor del aceite con aditamentos químicos.
- Limpieza del sistema de enfriamiento de las culatas con aditamentos químicos.
- Cambio del filtro de aceite.
- Lubricación de chumaceras.
- Revisión por fugas en las válvulas de succión y las válvulas de descarga.
- Revisión del filtro de retorno de aceite.

f) Inspección anual.

- Limpieza a los compresores de Amoníaco exteriormente y pintarlos, si es necesario.
- Revisión del estado de los cobertores de las fajas trapezoidales.
- Revisión por la operación de los compresores.
- Revisión de los controles de operación y los controles de seguridad.
- Revisión de las poleas de los compresores y los motores.
- Revisión y limpieza del filtro de succión.

#### 4.2.3 Mantenimiento al Banco de hielo.

##### a) Inspección diaria.

- Aplicación de agentes eliminadores de algas.
- Revisión de circulación de agua.
- Inspección de nivel de agua.
- Realizar purga de agua.

##### b) Inspección semanal.

- Aplicación de agentes anticorrosivos y desincrustantes.
- Cambio de agua en el Banco de hielo.
- Revisión por fugas de agua.
- Revisión por presencia de algas.
- Revisión por puntos de corrosión.
- Revisión por el funcionamiento de los termostatos.
- Revisión por el funcionamiento de los controles de nivel.
- Aplicación de removedor de humedad a los termostatos.
- Aplicación de removedor de humedad a válvulas solenoides.
- Revisión por fugas en las bombas de agua.

##### c) Inspección mensual.

- Realizar purga en la tubería de refrigeración.
- Revisión por fugas de Amoníaco en los serpentines.
- Revisión por el correcto funcionamiento de las válvulas de agua y de Amoníaco.
- Medición de voltaje y amperaje en las bombas de agua.
- Revisión de estopas en bombas de agua.
- Revisión por fugas de agua.

##### d) Inspección trimestral.

- Revisión del funcionamiento de controles de operación y controles de seguridad.
- Revisión del funcionamiento de las válvulas de seguridad.
- Lubricación de motores y bombas.

- Apretar los tornillos y tuercas que se encuentren flojos.
  - Revisión por el soporte del depósito de Amoníaco.
- e) Inspección semestral.
- Reemplazo de filtros de Amoníaco en la tubería de succión y en la tubería de descarga.
- f) Inspección anual.
- Vaciar el tanque de agua y pintarlo.
  - Revisión interno de las bombas. Alineación de la bomba, chequeo por incrustaciones en la carcasa y rodete. Cambio de estopas.

#### 4.2.4 Mantenimiento al Chiller.

- a) Inspección diaria.
- Lectura de presión de Amoníaco en el Chiller.
  - Revisión del funcionamiento de las bombas de Propilen glycol.
  - Revisión por fugas de Amoníaco, por medio del olfato.
  - Revisión del funcionamiento de válvula reguladora en el intercambiador de calor.
  - Lectura de presión de Propilen glycol.
- b) Inspección semanal.
- Revisión del nivel de Propilen glycol.
  - Revisión de fugas en bombas de Propilen glycol.
  - Revisión por válvula de paso del Propilen glycol.
- c) Inspección mensual.
- Revisión de sellos mecánicos en bombas.
  - Realizar purga al tanque de Propilen glycol.
  - Realizar purga de aceite al Chiller. Antes, dejar reposar el Amoníaco, por lo menos 48 horas.
- d) Inspección trimestral.
- Revisión de válvula reguladora de Amoníaco de la tubería de

descarga.

- Revisión de la tubería de Propilen glycol.
- Lubricación de los motores de las bombas de Propilen glycol.
- Limpieza exterior del intercambiador de calor.
- Lubricación de los motores eléctricos de las bombas de Propilen glycol.

e) Inspección anual.

- Limpieza de Chiller con aditamento químicos tanto del lado de Propilen glycol como del lado de Amoníaco.
- Revisión de las propiedades del Propilen glycol.
- Calibración y chequeo de las válvulas reguladores y las válvulas solenoides.
- Revisión y calibración de la válvula de expansión.
- Revisión del aislante exterior del Chiller.
- Revisión interno de las bombas. Alineación de rodete, chequeo por incrustaciones en carcasa y rodete. Cambio de estopas.

#### 4.2.5 Mantenimiento de tubería y conexiones.

a) Inspección anual.

- Revisión del aislante de la tubería de succión.
- Revisión por fugas en la tubería de succión y la de líquido, principalmente donde se encuentren accesorios.
- Revisar que las válvulas de paso, reguladores y solenoides funcionen correctamente.

### 4.3 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

#### 4.3.1 Mantenimiento a los compresores reciprocantes.

a) Inspección diaria.

- Revisar nivel de aceite.



- Realizar purga manual en los depósitos de aire.
  - Tomar lectura de la presión de los depósitos de aire.
- b) Inspección semanal.
- Revisar y limpiar los filtros de aire. Reemplazarlo si es necesario.
- c) Inspección mensual.
- Revisar estado de las bandas trapezoidales.
  - Revisar funcionamiento de las válvulas de seguridad.
  - Verificar anomalías como vibración, ruido y calor.
  - Limpieza exterior del compresor y depósito.
  - Medición de voltaje y amperaje de operación.
- d) Inspección trimestral.
- Limpieza filtro de aceite.
  - Revisión y limpieza de las válvulas de seguridad.
- e) Inspección semestral.
- Revisión y limpieza de válvulas de admisión y de escape.
  - Reemplazo aceite y filtro de aceite.
  - Revisión de los dispositivos de seguridad.
- f) Inspección anual.
- Revisión de alineación de poleas.
  - Revisión de anclajes de la cimentación.
  - Revisión interna del compresor, revisando, pistones, cigüeñal, anillos, válvulas. En caso de que una pieza se encuentre defectuosa debe cambiarse.

#### 4.3.2 Mantenimiento a compresor de tornillo.

- a) Inspección diaria.
- Revisar nivel de refrigerante.
  - Lectura de la temperatura del aire de descarga.
  - Revisión del separador de humedad



- Revisar filtro de aire a máxima carga.
- Revisar filtro de aceite.
- b) Inspección mensual.
  - Revisar sensor de temperatura.
  - Limpieza del filtro de fibra de entrada de aire.
  - Limpieza exterior del equipo con solventes.
- c) Inspección trimestral.
  - Lubricación del motor.
- d) Inspección semestral.
  - Cambio del filtro del refrigerante.
  - Limpieza y chequeo de la tubería del refrigerante.
- e) Inspección anual.
  - Cambio del filtro de aire.
  - Limpieza de la pantalla separadora y los orificios.
  - Inspección y limpieza de los controles eléctricos.
  - Revisar cimentación del compresor.
- f) Inspección a las 48,000 horas de operación.
  - Cambiar el refrigerante de enfriamiento de aire.

#### 4.3.3 Mantenimiento al secador de aire.

- a) Inspección diaria.
  - Al encender el equipo, revisar el buen funcionamiento de la purga automática.
  - Revisar por el funcionamiento del ventilador.
- b) Inspección semanal.
  - Lectura de la presión de refrigerante.
  - Revisar termostato que se encuentra calibrado entre 5 y 8 ° centígrados.
- c) Inspección mensual.
  - Medición de amperaje de operación.

- Medición de voltaje de operación.
  - Limpieza de los serpentines con detergentes industriales y agua.
  - Medición de las presiones de trabajo.
- d) Inspección trimestral.
- Revisión y limpieza del sistema eléctrico.
  - Revisión por fugas en el sistema de refrigeración.

#### 4.3.4. Mantenimiento a las tuberías.

a) Inspección diaria.

- Realizar purgas en los filtros y separadores de humedad.

b) Inspección semanal.

- Inspección de los filtros de aire.
- Inspección de los separadores de humedad.
- Inspección de los lubricadores de aceite.
- Inspección de los reguladores de aire.

c) Inspección mensual.

- Revisar por fugas en la tubería.

d) Inspección cada dos años.

- Limpieza y chequeo de la tubería.

### 4.4 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE DIOXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)

#### 4.4.1 Mantenimiento al depósito de CO<sub>2</sub>.

a) Inspección diaria.

- Lectura de la presión en el depósito.
- Lectura de la cantidad de CO<sub>2</sub>.
- Revisar funcionamiento de la resistencia.
- Revisar funcionamiento del sistema de refrigeración.
- Revisar por fugas.

b) Inspección semanal.

- Revisar funcionamiento del termostato.
- Revisar funcionamiento del presostato.
- Purgar el filtro de CO<sub>2</sub>.

c) Inspección mensual.

- Aplicar removedor de humedad a controles.
- Aplicar removedor de polvo a controles.
- Revisar las válvulas reguladoras.

d) Inspección trimestral.

- Revisar funcionamiento de las válvulas de seguridad.
- Revisar por fugas de CO<sub>2</sub> en la tubería.
- Inspeccionar aislante del depósito de almacenamiento. En caso de estar deteriorado, aplicar poliuretano en espuma.
- Revisión y reemplazo del carbón activado.
- Revisión y reemplazo de la silica gel.

e) Inspección anual.

- Vaciar el depósito de CO<sub>2</sub>.
- Limpieza interna del depósito con aditamentos anticorrosivos.
- Revisar por grietas en las partes críticas del depósito (soldaduras).
- Revisar el sello de la puerta de hombre. Reemplazar si es necesario.
- Limpieza manual con jabón y agua del depósito de CO<sub>2</sub>.
- Secado manual del depósito de CO<sub>2</sub> con toallas limpias.
- Prueba de fugas en el sistema de refrigeración.
- Revisar soportería del evaporador dentro del depósito.
- Revisar sello y funcionamiento de las válvulas de paso.
- Limpieza y Revisión de las válvulas reguladoras.
- Limpieza y chequeo de las válvulas de seguridad.
- Revisar manómetros de presión y de capacidad.

#### 4.4.2 Mantenimiento al sistema de enfriamiento (Refrigeración).

##### a) Inspección mensual.

- Limpieza del condensador con aditamentos químicos (detergentes industriales).
- Limpieza del compresor con aditamentos químicos (detergentes industriales).
- Revisar por fugas en la tubería.
- Revisar por fugas en el compresor.
- Revisar tensión en las fajas.
- Medición de presión del lado de baja.
- Apretar tornillos que se encuentren flojos.
- Medición de voltajes de operación.
- Medición de amperaje de operación.
- Aplicar removedor de humedad a los contactores.
- Revisión de los presostatos.

##### b) Inspección trimestral.

- Lubricación del motor.
- Revisar alineación de las poleas.
- Limpieza de las poleas.

#### 4.5 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE SOSA CAUSTICA

##### a) Inspección diaria.

- Lectura del nivel de sosa cáustica.

##### b) Inspección semanal.

- Realizar purga para extracción de lodos.

##### c) Inspección mensual.

- Revisión por fugas en el depósito de sosa cáustica.

##### d) Inspección trimestral.

- Revisión de fugas en la tubería.
- Revisar operación de las válvulas de paso.

- Revisar operación de las válvulas reguladoras.
  - Revisión y limpieza del medidor de nivel del depósito.
- e) Inspección anual.
- Vaciar el tanque y lavar con agua caliente y aditamentos químicos desincrustantes.
  - Revisar revestimiento. Si es necesario, pintar
  - Lavado de la tubería con agua caliente y aditamentos químicos desincrustantes, para evitar taponeamiento.

#### 4.6 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE VAPOR

a) Inspección diaria.

- Revisar el nivel del tanque de combustible.
- Revisar nivel de agua de la caldera.
- Inspeccionar las uniones flexibles.
- Inspeccionar el ventilador circulación de aire en la caldera.
- Abrir y cerrar los grifos de control de nivel.
- Abrir y cerrar purga de control de nivel.
- Revisar sistema de alarma y desconexión por bajo nivel.
- Revisar funcionamiento de bomba de agua de alimentación.
- Realizar purga a la columna de medición de nivel de agua.
- Realizar purga de fondo.
- Revisar prensa-estopa de bomba de agua de alimentación.
- Revisar parada de la caldera por presión.
- Revisar arranque de la caldera por presión.
- Verificar presiones de gas propano.
- Purgar tanque de condensado (aproximadamente, 5 segundos).

b) Inspección semanal.

- Revisar y limpiar el ojo eléctrico (escudriñador) de la caldera.
- Realizar purga de lodos en los filtros de bunker.

- Revisión de la correcta circulación del bunker para calentamiento.
- Revisión nivel de aceite de la bomba de aire.
- Revisión del funcionamiento de la leva reguladora de aire y bunker.

c) Inspección mensual.

- Revisar los interruptores de mercurio de control de presión.
- Revisar los interruptores de mercurio de control de agua de alimentación.
- Limpieza del quemador (electrodo, inyector) y la turbina de aire.
- Inspección de los contactos y accesorios eléctricos.
- Limpieza del cristal del ojo electrónico y verificar su posición.
- Inspeccionar y limpiar, de ser necesario, el sistema de control de nivel de agua.
- Inspeccionar funcionamiento del flotador de la caldera.
- Lubricación de motores eléctricos de las bombas de circulación de bunker.
- Lubricación de motores eléctricos de la bomba del agua de alimentación.
- Verificar la tensión y desgaste de las fajas del ventilador y bomba de aire.
- Inspeccionar el funcionamiento de las trampas de vapor en la sala de calderas.
- Revisar la empaquetadura del eje de la bomba de agua de alimentación. Reemplazar si es necesario.
- Limpieza e inspección del ventilador.
- Prueba de las válvulas de seguridad.
- Revisión de las válvulas solenoides.
- Inspección del resorte de la leva reguladora de bunker y aire.

- Lubricación del resorte de la leva.

d) Inspección semestral.

- Inspeccionar los rodamientos de la bomba de combustible, de ser necesario desarmar y verificar las condiciones de los mismos (lubricar o reemplazar).
- Inspeccionar los rodamientos del motor de la bomba de combustible, de ser necesario, desarmar y verificar las condiciones de los mismos.
- Limpiar el impulsor de la bomba de combustible.
- Verificar el ajuste de los tornillos de montaje de los rodamientos.
- Limpieza de las partes mecánicas de la bomba de aire.
- Revisión del funcionamiento de las válvulas de paso de vapor.

e) Inspección anual.

El servicio de mantenimiento anual, requiere que la caldera se encuentre fuera de servicio y a temperatura ambiente para las siguientes actividades:

- desarmar y limpiar el control de nivel de agua,
- abrir la caldera, quitar tapones de la boca de visita y de los registros de mano y cambiar empaquetaduras correspondientes,
- remover las incrustaciones por medios mecánicos o por medios químicos,
- lavar la parte interior de la caldera,
- limpieza de los tubos lado de fuego,
- limpiar tapas anterior y posterior del lado de fuego,
- aplicar capa de refractario,
- revisión y limpieza de las válvulas de retención,
- revisión de las válvula de purga,
- abrir y limpiar el tanque de condensado,

- revisión y limpieza de las bombas de Bunker,
  - realizar prueba hidrostática a la caldera.
  - revisión por fugas en la tubería de distribución.
  - inspeccionar condiciones de aislante en la tubería de distribución de vapor y la de retorno de condensado.
- Reemplazar si es necesario.

#### 4.7 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

##### a) Inspección diaria.

- Revisión de funcionamiento de la bomba sumergible.
- Revisión funcionamiento bombas de agua cruda.
- Revisión funcionamiento bombas de agua suave.
- Revisión funcionamiento bombas de tanque pulmón.
- Revisión funcionamiento de las bombas dosificadoras.
- Revisión funcionamiento bomba de cal.
- Revisión funcionamiento agitador de cal.
- Revisión funcionamiento agitador de reactor.
- Realizar retrolavado de filtro de arena a boca cerrada con aire comprimido.
- Realizar retrolavado de purificador de carbón a boca cerrada con vapor.
- Revisión nivel de Sulfato de Aluminio.
- Revisión nivel de Hipoclorito de Calcio.
- Verificar nivel de cisterna de agua cruda.
- Verificar nivel de cisterna de agua suave.

##### b) Inspección semanal.

- Realizar retrolavado a boca abierta de filtro de arena con aire comprimido.
- Realizar retrolavado a boca abierta de purificador de carbón con vapor.



- Realizar regeneración de la zeolita para agua suave, recirculación por la zeolita con salmuera.
- Inspección en las llaves por fugas.

c) Inspección mensual.

- Revisión de sellos mecánicos en las bombas de agua.
- Revisión por fugas en la tubería exterior de agua.
- Medición de voltaje y amperaje en los motores eléctricos de las bombas centrífugas y de los agitadores.
- Medición de voltaje y amperaje en el motor eléctrico de la bomba vertical.
- Revisión interno de las bombas de los reactores. Realizar alineación, chequeo por incrustación en la carcasa y rodete. Reemplazo de sellos mecánicos.
- Revisar niveles estáticos y dinámicos del pozo.

d) Inspección trimestral.

- Revisión por el correcto funcionamiento de los controles de operación.
- Apretar los tornillos y tuercas que se encuentren flojos.
- Revisión de motores eléctricos por calentamiento o ruido.
- Revisión de las chumaceras, revisando calentamiento y ruido.
- Engrasar las chumaceras de los motores eléctricos de las bombas de agua.
- Revisar cierre total de las válvulas de paso del tipo de mariposa.

e) Inspección semestral.

- Revisión del correcto funcionamiento del flotador, en el tanque pulmón.
- Revisión alineamiento correcto de los motores y los agitadores.
- Engrase a las chumaceras del agitador del tanque reactor.

- Apretar los tornillos que se encuentren flojos.
  - Revisión estado de las candelas en los pulidores. Reemplazar si es necesario.
  - Revisar cisterna de Agua suave y agua tratada por indicios de algas o grietas.
- f) Inspección anual.
- Extraer bomba vertical del pozo. Revisión general a la bomba, revisando rodetes, uniones, motor eléctrico, eje.
  - Reemplazo del Carbón activado del purificador de carbón.
  - Reemplazo de la arena y grava del filtro de arena.
  - Revisión interior del filtro de arena.
  - Revisión interior del purificador de carbón activado.

#### 4.8 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE AZUCAR

a) Inspección diaria.

- Revisión por el funcionamiento de las bombas centrífugas.
- Revisión por el funcionamiento de los agitadores de los tanques.
- Inspección de los tanques de almacenamiento por fugas de jarabe.
- Inspección de los tanques de cocción por fugas de jarabe y/o vapor.

b) Inspección semanal.

- Inspección en las llaves de paso por fugas.
- Limpieza y lavado de las placas de los intercambiadores de calor.
- Limpieza y lavado de la tubería de los intercambiadores de calor.

c) Inspección mensual.

- Limpieza y Revisión de los paneles de control.

- Revisión de las llaves de paso múltiple.
  - Revisión funcionamiento de la válvula reguladora de vapor.
  - Revisión funcionamiento de la válvula de paso de vapor del tanque de cocción.
- d) Inspección trimestral.
- Reemplazo de los sellos de las bombas centrífugas.
  - Reemplazo de los sellos de los ejes de los agitadores de los tanques.
  - Lubricación de los motores eléctricos de los agitadores.
  - Lubricación de los motores eléctricos de las bombas de distribución y recirculación de jarabe.
  - Revisión de las fajas de los agitadores.
  - Revisión de las hélices de los agitadores.
- e) Inspección anual.
- Revisión general de las bombas centrífugas.
  - Revisión general de los tanques de almacenamiento.
  - Revisión general de los tanques de recirculación.
  - Revisión general del tanque de cocción.

#### 4.9 MANTENIMIENTO DE LA DESEMPACADORA

- a) Inspección antes de cada turno de producción.
- Limpieza y ajuste de los espejos de los sensores.
  - Limpieza y calibración de los sensores.
  - Ajuste y chequeo del microswitch contador de cajilla.
  - Revisar guías en la entrada de cajilla.
  - Revisar correcta lubricación de cadenas de acero inoxidable.
  - Revisar correcta lubricación de cadena plásticas.
  - Revisión por flujo de agua por el intercambiador de Calor del sistema hidráulico.
  - Revisión y regulación de la presión de aire.

- Realizar purga de condensado en el filtro de aire.
  - Revisión y regulación del nivel de aceite.
  - Realizar calentamiento de la máquina.
  - Realizar purga de condensado del equipo neumático a la entrada de la máquina.
- b) Inspección después de cada turno de producción.
- Revisar tulipas y diafragmas.
  - Revisar castigadores y cuña en eje del cabezal.
  - Revisión tensión de cadenas de acero inoxidable.
  - Revisión tensión cadenas de paso.
- c) Inspección semanal.
- Revisión general a soldaduras, tuercas, tornillos, sprockets, etc.
  - Lubricación de cadena del cabezal.
  - Lubricación de chumaceras del eje del cabezal.
  - Lubricación de la cadena transportadora de paso.
  - Lubricación de la chumacera de los ejes de los sprockets.
  - Tensión en cadenas de transportadores de entrada de cajilla.
  - Tensión en cadenas de transportadores de salida de cajilla.
  - Revisión del nivel de aceite del sistema hidráulico.
  - Revisión del nivel de aceite del sistema neumático.
- d) Inspección mensual.
- Revisión nivel de aceite de motoredutores.
  - Revisar alineación y estado de sprockets.
  - Revisar estado general de cadenas transportadoras.
  - Revisión de tuberías de aire comprimido.
  - Revisión de tuberías de aceite.
  - Medición de amperaje de motores eléctricos.
  - Medición de voltaje de entrada a paneles de control.
  - Limpieza y chequeo de paneles de control.

- Limpieza de tubería de lubricante.
  - Revisión voltaje de entrada y salida de la fuente de poder.
  - Limpieza general de la máquina.
  - Revisión de guías y cadenas de acero inoxidable de mesa de carga.
  - Revisión de guías y cadenas de acero inoxidable de mesa de descarga.
  - Revisión de rodillos (locos) de cadenas de acero inoxidable.
- e) Inspección trimestral.
- Lubricación de los motores eléctricos de los transportadores.
  - Revisión de las guías de los transportadores de entrada de cajilla.
  - Revisión de las guías de los transportadores de salida de cajilla.
  - Nivelación de transportadores.
  - Tensión y Revisión de cadena de cabezal.
  - Revisión general de sprockets, ejes y cadenas.
  - Limpieza del filtro de aceite de la bomba hidráulica.
  - Revisión por fugas de aire y/o aceite en válvulas de aire.
- f) Inspección anual.
- Revisión de la operación de los motoredutores.
  - Limpieza y chequeo de chumaceras.
  - Revisión y limpieza de las válvulas solenoides de paso de agua.
  - Revisión de válvula reguladora de presión de aire.
  - Revisión de válvulas múltiple de aire.
  - Revisión de las válvulas de aire. Sellos.
  - Revisión de estado de las mangueras de conducción de aire.

#### 4.10 MANTENIMIENTO A LA LAVADORA DE CAJILLA

##### a) Inspección diaria.

- Purga de condensado de vapor.
- Revisión y limpieza de los filtros de cartucho.

##### b) Inspección semanal.

- Limpieza de los chorros de agua.
- Revisión de los transportadores.
- Limpieza general en interior y exterior de la máquina.
- Lubricación de las cadenas.
- Revisión y ajuste del sensor de hotella.
- Revisión de las guías de la entrada y salida de cajilla.
- Revisión correcto funcionamiento de las bombas.

##### c) Inspección mensual.

- Revisión por fugas de agua en tubería.
- Medición de amperaje en los motores eléctricos de las bombas de agua.
- Medición de amperaje en los motores eléctricos de los transportadores.
- Medición de voltaje de entrada a los motores eléctricos.

##### d) Inspección trimestral.

- Revisión y alineación de sprockets.
- Lubricación de las chumaceras de los motores eléctricos.
- Lubricación de las chumaceras de los ejes de los transportadores.
- Revisión y limpieza de las botoneras.
- Revisión de castigadores, cuñas y estado de los ejes.

##### e) Inspección anual.

- Mantenimiento mayor de las bombas. Revisando rodete, carcasa, difusor y cojinetes.

#### 4.11 MANTENIMIENTO A LA LAVADORA DE BOTELLAS

##### a) Inspección diaria.

- Realizar purga de condensado en tubería de vapor.
- Limpieza de los filtros de cartucho de circulación de agua.
- Revisión funcionamiento de las bombas de agua.
- Lubricación de las cadenas de los motoredutores.

##### b) Inspección semanal.

- Revisión y limpieza de los chorros de enjuague.
- Extracción de pajilla de los tanques 1, 2, y 3.
- Revisión funcionamiento de las válvulas macho de agua.
- Revisión funcionamiento de las válvulas globo de paso de agua.
- Revisión funcionamiento de las válvulas de diafragma de paso de agua.
- Revisión funcionamiento del termostato.
- Lavado del tanque No. 4.
- Drenar condensado en el filtro de aire.
- Revisión de levas empujadoras de botella.
- Revisión del peine de entrada de botella.

##### c) Inspección quincenal.

- Revisión por uñas empujadoras de botella. Sincronización.
- Engrase de las chumaceras de los mecanismos de entrada de botella. Tanto del lado de agua como de vapor.
- Engrase de las chumaceras de los mecanismos de salida de botella. Tanto del lado de agua como de vapor.
- Engrase de los rodamientos de bolas.

##### d) Inspección mensual.

- Lavado del tanque de lubricación de las cadenas de acero inoxidable de la mesa de carga.
- Revisión del nivel de aceite en los motorreductores dobles.

- Revisión del nivel de aceite en los motorreductores simples.
- Revisión del respiradero de los motorreductores.
- Limpieza y chequeo de los filtros de vapor en "Y".
- Revisión funcionamiento del presostato.
- Revisión por fugas en las bombas de agua.
- Limpieza del cuerpo del filtro de aire.
- Medición de amperaje de los motores eléctricos de las bombas.
- Medición de amperaje de los motores eléctricos de los motoreductores.
- Medición de voltaje de entrada a los motores eléctricos.
- Revisión y limpieza de los paneles de control, aplicando removedor de humedad.

e) Inspección trimestral.

- Limpieza y chequeo del filtro de aire.
- Revisión de tubería y conexiones del sistema de aire comprimido.
- Revisión y limpieza interna de las válvulas de retención de vapor.
- Revisión y limpieza interna de las válvulas reguladoras de vapor.
- Revisión y limpieza interna de las válvulas de globo de paso de vapor.
- Lubricación de las chumaceras de los motores eléctricos.
- Revisión general de la lavadora, inspeccionando y reparando soldaduras agrietadas, tornillos o tuercas flojas, cuñas, castigadores de ejes.

f) Inspección semestral.

- Limpieza y chequeo interno de las trampas de vapor.  
Remoción de incrustaciones.
- Engrase de las chumaceras de los motoreductores.



g) Inspección anual.

- Renovación de aceite de los motoreductores simples.
- Renovación de aceite de los motoreductores dobles.

h) Inspección cada 2 años.

- Revisión de los engranajes de los motoreductores simples.
- Revisión de los engranajes de los motoreductores dobles.
- Revisión, limpieza y renovación de grasa de las chumaceras de los ejes.
- Lubricación de los motoreductores de potencia.

#### 4.12 MANTENIMIENTO A LA LLENADORA DE BOTELLAS

a) Inspección diaria.

- Limpieza general de la mesa.
- Lubricación general de las partes.
- Tubos de venteo y sellos de botella.
- Campanas centradoras.
- Revisión y centrado de estrellas.
- Revisión de guía de entrada de botella.
- Revisión y centrado de estrellas coronadoras.
- Revisión de las guías de movimiento de caída de tapita.
- Revisión de la tolva de tapita.
- Limpieza del filtro de la bomba de vacío.

b) Inspección semanal.

- Revisión y apriete de tornillos.
- Revisión de las guías de la mesa.
- Revisión del sistema de tracción de la tolva.
- Revisión de reguladores de presión.

c) Inspección mensual.

- Revisión de levas, mariposas, bujes y empaques.
- Revisión de válvulas.

- Revisión de guías de sniff.
  - Revisión de pilotos de abertura y cierre.
  - Revisión de cilindros elevadores.
  - Revisión de engranajes helicoidales de tornillo sinfín.
  - Revisión de mangueras de presión de aire.
  - Revisión de engranajes de tracción.
  - Revisión nivel de aceite de caja reductora.
  - Revisión de poleas y fajas de motor.
  - Revisión del freno del motor.
  - Revisión de los motores eléctricos.
  - Revisión y limpieza de los tableros.
  - Revisión y limpieza de platinos en contactores.
  - Revisión de conexiones eléctricas.
- d) Inspección semestral.
- Revisión de leva de rodos.
  - Revisar cremallera.
  - Revisión del tubo central alimentador de jarabe al cubo.
  - Revisión del distribuidor, cubo distribuidor de jarabe.
  - Revisión del nivel de aceite de la máquina llenadora.
  - Lavado de motores eléctricos con dialéctrico.
- e) Inspección anual.
- Revisión de cojinetes de caja reductora.
- #### 4.13 MANTENIMIENTO A LA EMPACADORA
- a) Inspección antes de cada turno de producción.
- Limpieza y ajuste de los espejos de los sensores.
  - Limpieza y calibración de los sensores.
  - Revisar correcta lubricación de cadenas de acero inoxidable.
  - Revisar correcta lubricación de cadenas plásticas.
  - Revisión por flujo de agua por el intercambiador de calor del

sistema hidráulico.

- Revisión y regulación de la presión de aire.
  - Realizar purga de condensado en el filtro de aire.
  - Revisión y regulación del nivel de aceite.
  - Realizar calentamiento de la máquina.
  - Realizar purga de condensado del equipo neumático a la entrada de la máquina.
- b) Inspección después de cada turno de producción.
- Revisar tulipas y diafragmas.
  - Revisar castigadores y cuña en eje del cabezal.
  - Revisión tensión de cadenas de acero inoxidable.
  - Revisión tensión cadenas de paso.
- c) Inspección semanal.
- Revisión general de soldaduras, tuercas, tornillos, sprockets, etc.
  - Lubricación de cadena del cabezal.
  - Lubricación de chumaceras del eje del cabezal.
  - Lubricación de la cadena transportadora de paso.
  - Lubricación de la chumacera de los ejes de los sprockets.
  - Tensión en cadenas de transportadores de entrada de cajilla.
  - Tensión en cadenas de transportadores de salida de cajilla.
  - Revisión del nivel de aceite del sistema hidráulico.
  - Revisión del nivel de aceite del sistema neumático.
- d) Inspección mensual.
- Revisión nivel de aceite de motoreductores.
  - Revisar alineación y estado de sprockets.
  - Revisar estado general de cadenas transportadoras.
  - Revisión de tuberías de aire comprimido.
  - Revisión de tuberías de aceite.
  - Medición de amperaje de motores eléctricos.

- Medición de voltaje de entrada a paneles de control.
  - Limpieza y chequeo de paneles de control.
  - Limpieza de tubería de lubricante.
  - Revisión voltaje de entrada y salida de la fuente de poder.
  - Limpieza general de la máquina.
  - Revisión de guías y cadenas de acero inoxidable de mesa de carga.
  - Revisión de guías y cadenas de acero inoxidable de mesa de descarga.
  - Revisión de rodillos (locos) de cadenas de acero inoxidable.
- e) Inspección trimestral.
- Lubricación de los motores eléctricos de los transportadores.
  - Revisión de las guías de los transportadores de entrada de cajilla.
  - Revisión de las guías de los transportadores de salida de cajilla.
  - Nivelación de transportadores.
  - Tensión y Revisión de cadena de cabezal.
  - Revisión general de sprockets, ejes y cadenas.
  - Limpieza del filtro de aceite de la bomba hidráulica.
  - Revisión por fugas de aire y/o aceite en válvulas de aire.
- f) Inspección anual.
- Revisión de la operación de los motoredutores.
  - Limpieza y chequeo de chumaceras.
  - Revisión y limpieza de las válvulas solenoides de paso de agua.
  - Revisión de válvula reguladora de presión de aire.
  - Revisión de válvulas múltiples de aire.
  - Revisión de las válvulas de aire. Sellos.
  - Revisión de estado de las mangueras de conducción de aire.

#### 4.14 MANTENIMIENTO A LOS TRANSPORTADORES DE BOTELLAS/CAJILLA

a) Inspección diaria.

- Revisión de lubricación de las cadenas de acero inoxidable.
- Revisión funcionamiento correcto de los agitadores de botella.

b) Inspección semanal.

- Revisión de nivel de aceite de las válvulas de los agitadores de botella.
- Revisión de guías de las botellas a lo largo de los transportadores.
- Revisión tensión de cadenas de acero inoxidable.
- Revisión de rodillos (locos) de las cadenas de acero inoxidable.

c) Inspección mensual.

- Medición de amperaje de los motores eléctricos de los transportadores.
- Medición del voltaje de entrada de los motores eléctricos de los transportadores.
- Revisión de las guías de las cadenas de los transportadores de las cadenas de acero inoxidable.
- Revisión de las guías de las cadenas de los transportadores de las cadenas plásticas.
- Revisión lubricación de los tornillos de sujeción de los agitadores de botella. Revisar apriete de tuercas sujetadoras.
- Revisión del nivel de aceite de los motoredutores.
- Revisión de los sprocket de las cadenas.
- Revisión y limpieza de los paneles de control de los motores eléctricos de los transportadores.

d) Inspección trimestral.

- Lubricación de los rodamientos de los motores eléctricos de los transportadores.

- Lubricación de las chumaceras de los ejes de los transportadores.
  - Revisión de las cuñas, castigadores y ejes de los transportadores.
  - Revisión del estado de las cadenas de los transportadores de acero inoxidable.
  - Revisión del estado de las cadenas de los transportadores de plástico.
  - Limpieza con aditamentos químicos de la tubería de transporte de líquido lubricante.
  - Revisión de los soportes de los chorros de lubricante.
  - Revisión y lavado de los chorros de lubricante.
  - Revisión de los sellos de las válvulas neumáticas de los agitadores de botella.
  - Revisión funcionamiento de los motoreductores.  
Calentamiento o ruido.
- e) Inspección anual.
- Mantenimiento y cambio de aceite de los motoreductores.
  - Revisión nivelación de los transportadores.

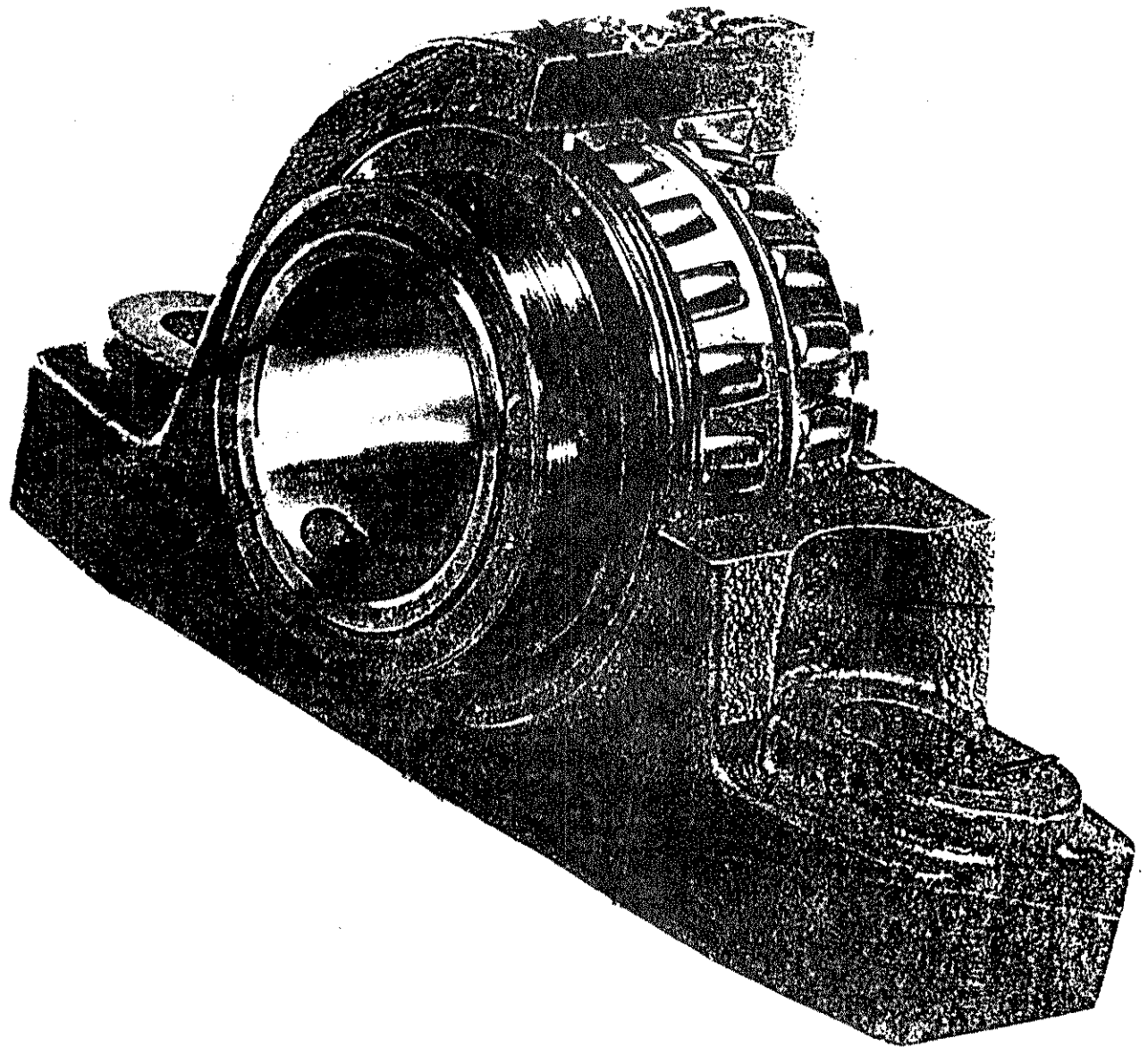


FIGURA No. 4: Chumacera para eje de los transportadores.

#### 4.15 MANTENIMIENTO AL INTERMIX

##### a) Inspección semanal.

- Revisar nivel de aceite para las válvulas neumáticas.
- Realizar purga de condensado en el filtro de aire.
- Regular la presión de aire comprimido.

##### b) Inspección mensual.

- Realizar y chequear válvulas de purga.
- Limpieza y chequeo del filtro de aire comprimido.
- Limpieza general al Intermix.
- Revisión y limpieza del filtro de agua.
- Revisión y limpieza del filtro de jarabe.
- Revisión y limpieza del filtro de CO<sub>2</sub>.

##### c) Inspección trimestral.

- Revisión funcionamiento correcto de las válvulas de cierre.
- Revisión funcionamiento correcto de las válvulas neumáticas.
- Revisión funcionamiento del interruptor de fin de carrera (sensor) de las válvulas neumáticas.
- Revisión de estopas de las válvulas neumáticas.
- Revisión funcionamiento de las válvulas neumáticas Concordia. Si hay fugas, reemplazar retén del macho, empaquetaduras, retén de la biela.
- Revisión de la bomba de sobrepresión (bombee producto a llenadoras).

##### d) Inspección semestral.

- Revisión de las bases del intermix. Revisando tornillos, tuercas.
- Realizar limpieza a electrodos del depósito de desaireación.
- Realizar limpieza a electrodos del depósito de dosificación de agua.
- Realizar limpieza a electrodos del depósito de dosificación de



jarabe.

- Realizar limpieza a electrodos del depósito de carbonatación.
  - Realizar limpieza a electrodos del depósito de reserva de mezcla.
  - Realizar limpieza a electrodos del depósito de alimentación de jarabe.
  - Realizar limpieza a cabeza de lavado del depósito de desaireación.
  - Realizar limpieza a cabeza de lavado del depósito de dosificación de agua.
  - Realizar limpieza a cabeza de lavado del depósito de dosificación de jarabe.
  - Realizar limpieza a cabeza de lavado del depósito de carbonatación.
  - Realizar limpieza a cabeza de lavado del depósito de reserva de mezcla.
  - Realizar limpieza a cabeza de lavado del depósito de alimentación de jarabe.
  - Revisar empaquetaduras de los sujetadores de los electrodos de los depósitos de desaireación, carbonatación, alimentación de jarabe, dosificación de agua, dosificación de jarabe y depósito de reserva.
  - Revisión de los indicadores de nivel de VC (vaso comunicante).  
Revisar vidrios, tensión y fugas.
  - Revisión funcionamiento de los rodamientos de los motores eléctricos.
- e) Inspección anual.
- Revisión de los empaques de las cabezas de limpieza de depósitos de desaireación, carbonatación, alimentación de jarabe, dosificación de agua, dosificación de jarabe y depósito

de reserva.

- Revisión por fugas en los indicadores de nivel VC.
- Revisión de toberas. Revisando la estructura interna, por inicios de abrasión.
- Revisión funcionamiento y alineación de las válvulas de mariposa.
- Revisión y calibración de las válvulas de sobrecarga del tipo de membrana.
- Revisión y calibración de las válvulas de seguridad del lado de 4 bar.
- Revisión y calibración de la válvula de seguridad del lado de 7 bar.
- Revisión y calibración de los reguladores de presión de aire.
- Revisión y calibración de los reguladores de presión de CO<sub>2</sub>.
- Revisión funcionamiento de la válvula de retención de escape de CO<sub>2</sub>.
- Revisión funcionamiento de la válvula de retención de aporte de CO<sub>2</sub>.
- Revisión funcionamiento de la válvula de retención de mezcla-carbonatación.

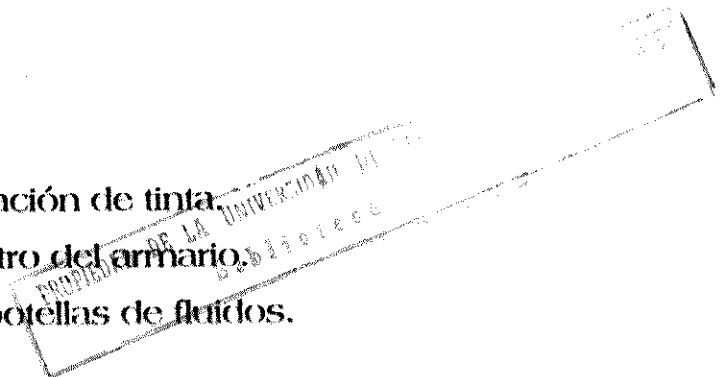
#### 4.16 MANTENIMIENTO AL CODIFICADOR DE BOTELLA

##### a) Inspección diaria.

- Limpieza del cabezal.
- Sangrado del filtro de aire.
- Purgar el cilindro de recuperación de tinta.
- Comprobación de fugas dentro del armario.
- Comprobación del nivel de botellas de fluidos.

##### b) Inspección cada 500 horas.

- Comprobación del filtro de vacío.



- Cambiar filtro de la botella de tinta.
  - Cambiar filtro de la botella de make up.
- c) Inspección cada 5,000 horas.
- Reemplazo del filtro de tinta.
  - Reemplazo del filtro de aire.
  - Reemplazo del filtro de salida de aire.

## CAPITULO 5

### CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO

Se sabe muy bien, que, estadística es una técnica cuyo objeto es interpretar una serie de datos numéricos. Los métodos estadísticos dentro de mantenimiento tienen por objeto la interpretación de las variaciones ocurridas en las eficiencias de los sistemas que componen el proceso de embotellado.

Con lo anterior, se puede definir el control estadístico del proceso como: aplicación de métodos estadísticos ordenados, a partir de un intervalo permitido, para controlar la estabilidad de funcionamiento de una cantidad de factores que afecta a los sistemas.

#### 5.1 ATRIBUTOS Y VARIABLES

Todos los sistemas que componen el proceso de embotellado, deben permanecer dentro de ciertos rangos de operación, ya sea, expresado o implícitos, y, una de las formas de identificar y clasificar los sistemas en relación con disminución de eficiencia es a través de atributos y variables. Su forma de presentación es por medio de gráficas.

##### 5.1.1 Atributos.

A los atributos también se les llama características verificables. La forma de establecer los atributos en los sistemas es a través de un proceso de evaluación; consiste en una clasificación de los puntos críticos del sistema.

Por lo general, los atributos se llevan en forma de registros, en los cuales, muestra solamente si un punto crítico se encuentra dentro de especificaciones o fuera de ellas.

### 5.1.2 Variables.

La forma de identificar o clasificar los puntos críticos por variables, es por medio de un proceso de inspección, igual que por atributos; con la diferencia de que en variables se anotan las mediciones reales en lugar, de simplemente, clasificar los puntos críticos. Esta diferencia en procedimiento cambia los detalles para determinar un plan que satisfaga los parámetros establecidos.

Para clasificar los sistemas por variables, se hace por medio de registros, sobre un rango real de aceptación de operación. Tal como un rango de temperatura, de presión de nivel y otros.

## 5.2 VARIACION DE EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS

Se ha podido comprobar que ningún sistema en el proceso de embotellado es lo suficientemente bueno para mantener una alta eficiencia de operación, cierta variación de la eficiencia es inevitable; la cantidad de esta variabilidad, dependerá de las combinaciones entre los factores de operación, inspección, mantenimiento y otros.

Para demostrar la variación en la fabricación, se presenta un cuadro tabular y su gráfica correspondiente, de los consumos de bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en libras.

Consumo de CO<sub>2</sub> en botellas de 12 onzas

	LUNES	MARTES	MIERCOL ES	JUEVES	VIERNES
CONSUMO REAL LB	650	780	1200	435	920
CONSUMO TEORICO LB	575	643	1100	390	790
EFICIENCIA % = R/T	88	82	92	89	86

TABLA 1

GRAFICA DE CONSUMO DIARIO DE CO<sub>2</sub>

CONSUMO DIARIO DE CO2

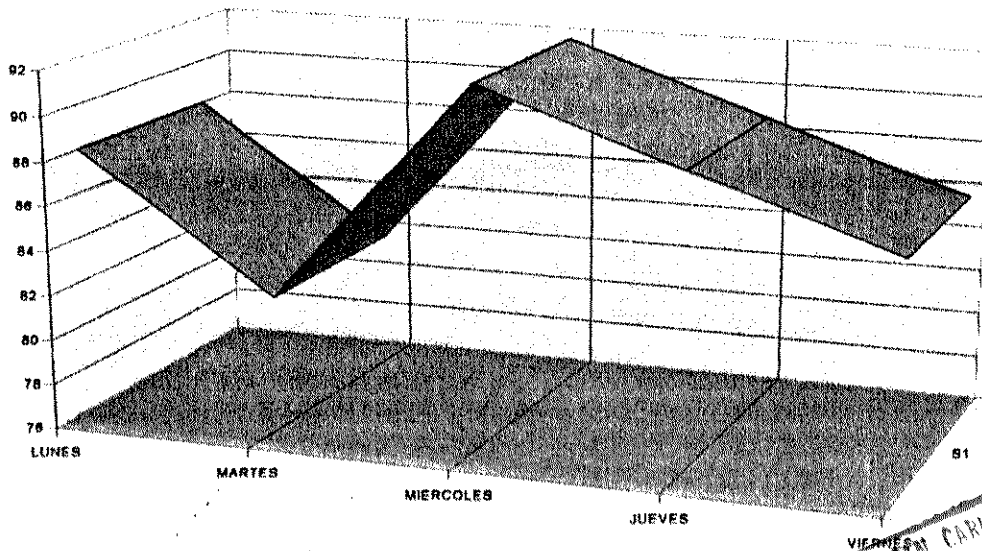


FIGURA No. 5: Ejemplo de gráfica de control

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Se determina en la Tabla No. 1, que, el consumo de CO<sub>2</sub> de cada día, muestra una variación en la eficiencia del sistema; como, también, en la Gráfica No. 5, que muestra un diagrama de desarrollo, se ve claramente la variación de cada una de las eficiencias.

### 5.3 CAUSAS ALEATORIAS Y ASIGNABLES DE LA VARIACION

Por lo general, las variaciones de eficiencia que ocurren en el sistema del proceso de embotellado, se dividen en dos grandes grupos: las variaciones aleatorias o accidentales y aquellas originadas por causas asignables. A continuación se presenta la diferencia de estas dos variaciones.

#### 5.3.1 Causas aleatorias de la variación.

Las causas aleatorias de la variación, son todas aquellas variaciones que surgen dentro del sistema, por casos fortuitos o accidentales. Pueden surgir por una combinación compleja de causas reales menores y ninguna de las cuales puede representar una parte significativa de la variación de eficiencia total. Por lo mismo, estas variaciones surgen de manera aleatoria y se tiene muy poca influencia en ellas en un sistema dado.

Cuando un sistema del proceso de embotellado está bajo control estadístico, las variaciones que ocurran, se debe a variaciones aleatorias; o, sea, que son producidas por el azar y difíciles de ser conocidas y eliminadas. Con las gráficas de control se establecen los patrones de variación standard esperado, debido a causas aleatorias. De esta forma estas variaciones sobresalen y se nota de inmediato, indicando que algo ocurre en el sistema y, por lo tanto, debe realizarse un plan de acción para eliminar el problema.

### 5.3.2 Causas asignables de la variación.

Las variaciones asignables son, relativamente, grandes y se pueden investigar y corregir con mayor facilidad; debido a que cuando se establecen los límites de control, estas variaciones sobresalen en forma frecuente; su corrección se puede realizar de manera inmediata. En general, se dice que las causas asignables se derivan por: diferencias entre los operadores, diferencias en la realización de mantenimiento, diferencias entre los proveedores de insumos (bunker, CO<sub>2</sub>, gas propano, sosa cáustica y otros), diferencias debidas a la interacción entre cualquiera de estos factores.

## 5.4 METODOS ESTADISTICOS PARA EL CONTROL DE LOS SISTEMAS

Los métodos estadísticos, dentro de los sistemas, tienden a considerar factores que afectan, directamente, a los puntos críticos y, por ende, la eficiencia total del sistema. La aplicación de estos métodos ayuda, generalmente a mantenimiento, para prevenir una falla en el sistema.

### 5.4.1 Recopilación de datos.

La recopilación de datos de los sistemas que componen el proceso de embotellado, comprende la obtención de información en la fuente deseada, sobre los factores inherentes en los puntos críticos de los sistemas

Para que la recopilación sea efectiva, debe tomarse muy en cuenta los factores que intervienen, así como los métodos a emplear; debido a que una mala recopilación de datos sobre los factores deseados en los puntos críticos, tendería a afectar el proceso de investigación.



#### 5.4.2 Ordenación y cálculo de datos.

La ordenación y cálculo de datos, consiste en determinar los parámetros teóricos que sean necesarios para ser comparados con los reales (como en el ejemplo presentado en la tabla No. 1). Así como, también, realizar los cálculos de la eficiencia de los puntos críticos y la eficiencia total del sistema.

#### 5.4.3 Tabulación y graficado de datos.

Con la información ya recopilada, se procede a tabular los datos, lo cual consiste en organizar cada uno de ellos, en relación a las lecturas y cálculos realizados.

Posteriormente a la tabulación, se procede a crear las gráficas de desarrollo con el fin de establecer una fácil interpretación del comportamiento de los sistemas.

### 5.5 PRESENTACION E INTERPRETACION DE DATOS

A pesar de la gran importancia que tiene la lectura y recopilación de datos, mayor es la importancia que tiene la interpretación de los mismos, debido a que, en este paso, es donde se pueden cometer errores de cálculo y lectura de instrumentos.

Los datos deben ser presentados en informes para los Departamentos de Mantenimiento y Producción, con el fin de que se encuentren informados sobre el comportamiento de los distintos sistemas del proceso de embotellado.

El Departamento de Mantenimiento realiza una interpretación a fondo de los datos presentados, con el fin de indagar algún punto crítico que se encuentre con una baja eficiencia. Se realizan inspecciones con el fin de hallar el motivo (s) de la variación de eficiencia. Hallando el origen del

problema, se realiza el plan de acción para la eliminación de los factores que originan dicho problema.

## 5.6 PROGRAMACION DEL TRABAJO

Partiendo de la definición de programación, que, no es más que la ubicación en el tiempo de lo establecido en los programas de mantenimiento preventivo y los planes de acción inoportunos.

Se ve ahora la importancia de que el solicitante pueda definir la prioridad de su trabajo solicitado, en función de lo que es emergencia, urgencia, trabajo corto, trabajo normal, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo; ya que de lo contrario, todo trabajo siempre sería urgente y, entonces, no funcionaría ningún sistema de mantenimiento programado.

### 5.6.1 Programa diario de trabajo.

En la elaboración de un programa diario de trabajo, va resumida toda la información de los trabajos que se deben hacer en una fecha establecida y el orden de los mismos para cumplir con las prioridades marcadas en las órdenes de trabajo.

El programa diario de trabajo es discutido y autorizado en una sesión, pues participan los supervisores de las áreas donde se realizará el mantenimiento, los supervisores y el jefe de mantenimiento, así como el programador quién realiza y hace ejecutar los planes de acción.

## 5.7 ASIGNACION DEL TRABAJO

Se define como la manera de impulsar, coordinar y vigilar las acciones de cada miembro y grupo de un mantenimiento específico, con

el fin de que el conjunto de todos ellos realice de modo más eficaz los planes señalados en un programa.

Una buena dirección de los supervisores de mantenimiento comprende los siguientes aspectos:

**Mando o autoridad:** para la dirección de la ejecución de los trabajos planificados y programados por el departamento de mantenimiento.

**Comunicación:** todas las órdenes de acción deben ser coordinadas y, en esto, la comunicación juega un papel muy importante en la asignación de los trabajos, ya que una mala interpretación de una orden por parte de un subordinado, repercutirá en el proceso de producción.

**Supervisión:** la función última de una buena dirección es la de ver que las órdenes se efectúen, tal como se ha planeado y programado.

## CONCLUSIONES

- 1) La implementación del programa de Mantenimiento Preventivo a los sistemas y maquinaria utilizada en el proceso de embotellado implica mayor vida útil de los equipos, costos de operación menores, confiabilidad y uniformidad en la carga de trabajo del departamento de mantenimiento.
- 2) El Mantenimiento Proactivo en la industria es aplicable, únicamente, en el equipo y maquinaria que utiliza repuestos e insumos de alto costo, debido a que los análisis que se requieren para diagnóstico son de costos elevados.
- 3) La selección y capacitación de personal de operación y mantenimiento del departamento de producción, es necesaria e indispensable ya que, de esta manera, las actividades del programa de mantenimiento preventivo se realizarán, adecuadamente, obteniéndose mayor confiabilidad de operación.

- 4) La calidad de la bebida la determina el proceso de dosificación y carbonatación realizado en el Intermix, siendo éste un equipo totalmente automatizado el cual hace que la bebida sea competitiva, internacionalmente.
- 5) El control estadístico aplicado al departamento de mantenimiento, viene a ser de suma importancia para mantener una auditoría de energía en los distintos equipos y maquinaria utilizada en el proceso de bebidas carbonatadas; así, también, permite la utilización de métodos y técnicas con el objeto de proporcionar bases para tomar decisiones respecto del desenvolvimiento de mantenimiento, mejorándolo y reduciendo los costos de horas-hombre.
- 6) Los sistemas de planeación y programación de mantenimiento alcanzarán su objetivo, si sus beneficios dan como resultado una reducción en los costos por reparaciones y un aumento en la productividad.

## RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones son para Embotelladora de los Altos, Departamento de Producción

- 1) Organizar programas de capacitación para el personal de operación y mantenimiento acerca de la operación, reparación y detección de fallas en los sistemas y maquinaria empleada en el proceso de bebidas carbonatadas.
- 2) Diseño de perfiles de personal para reclutamiento de mano de obra especializada en las diferentes actividades de mantenimiento.
- 3) Implementación de un proceso cuantitativo que permita determinar el lote óptimo de repuestos que tienen mayor incidencia de avería como, también, contar con un sistema eficiente de proveeduría.

- 4) En el desarrollo del mantenimiento preventivo no debe omitirse ninguna de las actividades del programa ya que esto provocaría inseguridad de funcionamiento y disminución de la vida útil de la maquinaria e incremento de los costos por reparación.
  
- 5) Realizar un inventario de todos los equipos y componentes que se encuentran en el proceso de embotellado, recabando, al mismo tiempo, características de los mismo, proveedor y frecuencia de mantenimiento preventivo, y, diseñar un programa de computadora que organice todos los datos recabados para agilizar el manejo de dichos equipos y componentes.
  
- 6) Aplicar el control estadístico en los puntos críticos de los sistemas y equipos del proceso de embotellado, con la finalidad de realizar los planes de acción de mantenimiento y, así, mantener dentro de los estándares determinados, la calidad del producto.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) ELONKA, Stephen Michael y ROBINSON, Joseph Frederick. Operación de plantas industriales: Preguntas y Respuestas. Segunda edición. México: Editorial Calypso S.A. 1,981.
- 2) ELONKA, Stephen Michael y MINICH, Quaid Walton. Refrigeración y acondicionamiento de aire: Preguntas y Respuestas. Tercera edición. México: Editorial Calypso S.A. 1,981.
- 3) ELONKA, Steve. Equipos Industriales: Guía práctica para reparación y mantenimiento. Tercera edición. México: Editorial McGraw-Hill, Inc., U.S.A. 1,981.
- 4) GARCIA M., Mario A. Sistemas de Planeación y Programación de Mantenimiento. Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1,981.
- 5) ICAPII, Sistemas de Vapor. Copias del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial.



- 6) MATAIX, Claudio. Mecanica de los fluídos y máquinas hidráulicas. Segunda edición. México: Editorial Harla. 1,982.
  
- 7) MOLINA N., Gonzalo A. Manual de mantenimiento de Instalaciones para Edificios. Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1,973.
  
- 8) VELASQUEZ Y V., Obed R. Estadística Aplicada al Control de Calidad en la Empresa. Tesis: División de Ciencias Económicas, Centro Universitario de Occidente, 1,978.