

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Aplicación de Casos de Producción más Limpia en una
Embotelladora de Bebidas Gaseosas”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Carlos Luis Zambrano Leal

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios. A mis padres, a mi novia, hermanos, familiares, compañeros de trabajo y a todas las personas que han colaborado de alguna u otra manera para la realización de ésta tesis.

En especial al Ing. Ignacio Wiesner por todo su apoyo y consejos brindados.

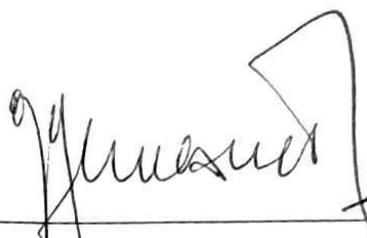
DEDICATORIA

A mis padres: Jorge y Graciela por todo el amor, paciencia y apoyo brindado en todo momento. A mi compañera incondicional: Mónica que supo alentarme y darme las fuerzas necesarias en momentos difíciles. A mis hermanos: Jorge, Freddy, Patricia y Jenny a mis familiares, seres queridos y amigos por ayudarme a terminar esta etapa tan importante en mi carrera profesional.

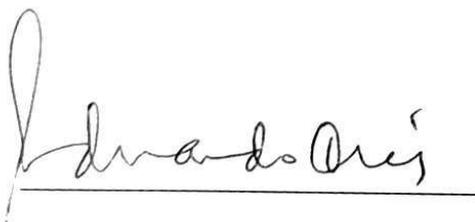
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



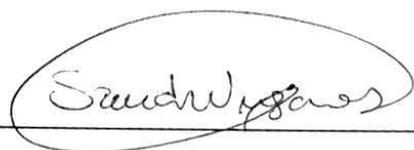
Ing. Jorge Duque R.
DELEGADO POR EL
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Eduardo Orcés P.
VOCAL



Ing. Sandra Vergara G.
VOCAL



BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS G."
F. I. M. C. P.



BIBLIOTECA 'GONZALO ZEVALLOS G.'
F. I. M. C. P.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de graduación de la ESPOL).

Carlos Zambrano Leal

Carlos Luis Zambrano Leal

RESUMEN

La presente tesis trata sobre la aplicación de Casos de Producción más limpia en una fábrica de bebidas gaseosas, con esta metodología se ha reducido el índice de desperdicios de preformas en parte de la línea de producción de envases plásticos PET, hechos con la máquina Estiradora Sopladora de botellas Krones Contiform S10, dando solución a un problema, actual y futuro de la organización.

En el capítulo uno se describe el problema, proporcionando un conocimiento previo sobre la empresa, desarrollando flujogramas de los procesos involucrados y analizando los problemas que se producen en la máquina, se realizó un estudio de tiempos y movimientos que permitió obtener los equipos o componentes en los que se presentan los principales inconvenientes. Una vez identificados se procedió a realizar un plan de inversión y mano de obra para su posterior reemplazo.

En el capítulo dos se describen las soluciones implantadas para los problemas, con la aplicación de mantenimientos preventivo y correctivo para las lámparas de calefacción y sistema de aire comprimido, respectivamente. Adicionando como parte de la solución se hizo la capacitación técnica del personal involucrado en este proceso, se evalúan los costos de producción en una determinada fecha, punto de inicio para la aplicación de las soluciones escogidas.

El capítulo tres trata de evaluaciones técnicas, económicas y de producción de las soluciones implantadas, con el fin de obtener los resultados de balances másicos y energéticos, y así se calculó el ahorro y la disminución del índice de desperdicios en términos de producción.

Finalmente se provee de las conclusiones sobre el estudio realizado y las recomendaciones necesarias, para aplicar la mejora continua como técnica de trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE PLANOS	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción de la Empresa.....	3
1.2. Flujograma del Proceso de Soplado.....	9
1.3. Análisis de Problemas de la Sopladora Krones.....	19
1.4. Estudio de Tiempos y Movimientos.....	30
1.5. Plan de Inversión en materiales y mano de Obra.....	34

CAPÍTULO 2

2. SOLUCIÓN IMPLANTADA.....	36
2.1. Programa de Mantenimiento Preventivo para Lámparas Halógenas de Calentamiento del Horno.....	40
2.2. Programa de Mantenimiento Correctivo para Optimizar el Sistema de Aire Comprimido.....	45
2.3. Capacitación Técnica a Operadores de Sopladora Krones.....	54
2.4. Costos de Producción Actual.....	59

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN IMPLANTADA.....	64
3.1. Evaluación Técnica.....	64
3.2. Evaluación Económica.....	71
3.3. Evaluación de la Productividad.....	76

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
4.1. Conclusiones.....	80
4.2. Recomendaciones.....	82

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

<i>Km.</i>	Kilómetro
<i>Kg/mes</i>	Kilogramo por mes
<i>Kg.</i>	Kilogramo
<i>GAL.</i>	Galones
<i>Unid.</i>	Unidades
<i>Litros</i>	Lt.
<i>° C</i>	Grado centígrado
<i>ppm</i>	Partes por millón
<i>mm</i>	Milímetro
<i>bar.</i>	Bar o Bares de presión.
<i>%</i>	Porcentaje
<i>pulg.</i>	Pulgada
<i>m³/h</i>	Metros cúbicos por hora
<i>bph</i>	Botellas por hora
<i>KW</i>	Kilowatios
<i>V/Hz</i>	Voltios por Hertz
<i>V/DC</i>	Voltios por Corriente directa
<i>KVA</i>	Kilovoltios amperios
<i>A</i>	Amperios
<i>mg/m³</i>	Miligramo por metro cúbico
<i>\$</i>	Dólar
<i>\$/m</i>	Dólar por metro
<i>\$/día</i>	Dólar por día
<i>rpm</i>	Revoluciones por minuto
<i>m³</i>	Metro cúbico
<i>\$/m³</i>	Dólar por metro cúbico
<i>\$/mes</i>	Dólar por mes
<i>gramos</i>	gr.
<i>KWh</i>	Kilowatio-hora
<i>h</i>	horas
<i>KWh/Kg</i> <small>preforma</small>	Kilowatio-hora por Kilogramo de preforma
<i>\$/KWh</i>	Dólar por Kilowatio-hora
<i>mL</i>	Mililitro
<i>#</i>	Número

SIMBOLOGÍA

<i>PET</i>	Tereftalato de polietileno o Polietilentereftalato
<i>S.A.</i>	Sociedad Anónima
<i>CO₂</i>	Dióxido de Carbono
<i>DIN</i>	Deutsche Normen (Normas Alemanas)
<i>ISO</i>	International Standards Organization
<i>mín.</i>	Mínimo
<i>máx.</i>	Máximo
<i>LN</i>	Línea
<i>TOLER.</i>	Tolerancia
<i>ONU</i>	Organización de las Naciones Unidas
<i>P+M+L, PML</i>	Producción más limpia
<i>Pot.</i>	Potencia
<i>x</i>	Eficiencia energética
<i>y</i>	Eficiencia de producción

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN ..	7
FIGURA 1.2. PREFORMA	9
FIGURA 1.3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES PET ^[1]	11
FIGURA 1.4. FLUJOGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DE ENVASES ^[1]	12
FIGURA 1.5. SÍMBOLO PARA IDENTIFICAR ENVASES PET ^[1]	13
FIGURA 1.6. MÁQUINA ESTIRADORA-SOPLADORA KRONES CONTIFORM S10 ^[2]	14
FIGURA 1.7. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA MÁQUINA ESTIRADORA-SOPLADORA KRONES CONTIFORM S10 ^[3]	15
FIGURA 1.8. MANEJO DE PREFORMAS ^[3]	16
FIGURA 1.9. CALENTAMIENTO Y COMPENSACIÓN ^[3]	17
FIGURA 1.10. ESTIRADO Y SOPLADO ^[3]	18
FIGURA 1.11. MANEJO DE BOTELLAS ^[3]	19
FIGURA 1.12. MÓDULO DE CALEFACCIÓN ^[3]	20
FIGURA 1.13. MÓDULO DE REFRIGERACIÓN ^[3]	21
FIGURA 1.14. PIRÓMETRO ^[3]	21
FIGURA 1.15. SOPORTE DEL MOLDE ^[3]	22
FIGURA 1.16. MOLDE DE SOPLADO ^[3]	23
FIGURA 1.17. UNIDAD DE ESTIRADO ^[3]	24
FIGURA 1.18. CALIDAD DEL AGUA PARA CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN Y REGULACIÓN DE LA TEMPERAT. ^[3]	27
FIGURA 2.1. FLUJOGRAMA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	41
FIGURA 2.2. FALLO EN LÁMPARA INFRARROJA - CASO 1	42
FIGURA 2.3. FALLO EN LÁMPARA INFRARROJA - CASO 2	42
FIGURA 2.4. MANTENIMIENTO DE LA CAJA DE CALEFACCIÓN - VENTILADOR.....	43
FIGURA 2.5. DESMONTAJE DEL MÓDULO DE CALEFACCIÓN	44
FIGURA 2.6. FLUJOGRAMA DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	46
FIGURA 2.7. COMPRESOR DE CUATRO ETAPAS PARA AIRE COMPRIMIDO DE ALTA PRESIÓN.....	46
FIGURA 2.8. FILTRO DE ALTA PRESIÓN.....	47
FIGURA 2.9. APERTURA DEL GRIFO DE DESCARGA Y REMOCIÓN DEL FILTRO DE ALTA PRESIÓN.....	48
FIGURA 2.10. TUBERÍA DE AIRE COMPRIMIDO DE ALTA PRESIÓN	48
FIGURA 2.11. IMPUREZAS ENCONTRADAS	49
FIGURA 2.12. LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE ESTIRADO	49

FIGURA 2.13. LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MOLDE	50
FIGURA 2.14. MANTENIMIENTO DEL FILTRO PROTECTOR DE FLUJO REVERSIBLE	51
FIGURA 2.15. ESQUEMA ORGANIZATIVO DEL PERSONAL	55
FIGURA 2.16. CANTIDAD DE DESPERDICIO DE PREFORMAS	60
FIGURA 2.17. CHILLER KLC 63 - SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	61
FIGURA 2.18. CONSUMO DE AGUA MENSUAL	62
FIGURA 3.1. BALANCE DE CANTIDAD DE PREFORMAS PRODUCIDAS EN UN DÍA DE TRABAJO	65
FIGURA 3.2. BALANCE DE MASA.....	65
FIGURA 3.3. BALANCE ENERGÉTICO DE UN DÍA DE PRODUCCIÓN.....	68
FIGURA 3.4. BALANCE DE CANTIDAD DE PREFORMAS PRODUCIDAS EN UN MES DE TRABAJO	69
FIGURA 3.5. BALANCE DE MASA.....	69
FIGURA 3.6. BALANCE ENERGÉTICO DE UN MES DE PRODUCCIÓN...	70
FIGURA 3.7. COSTOS DE PRODUCCIÓN MENSUAL.....	72
FIGURA 3.8. ÍNDICE DE DESPERDICIO DE PREFORMAS AÑO 2006	78
FIGURA 3.9. ÍNDICE DE DESPERDICIO DE PREFORMAS AÑO 2007	78
FIGURA 3.10. ÍNDICE DE DESPERDICIO DE PREFORMAS PRIMEROS MESES - AÑO 2008	79

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
TABLA 1	MATERIA PRIMA	4
TABLA 2	INSUMOS.....	5
TABLA 3	PRODUCCIÓN MENSUAL PROMEDIO	5
TABLA 4	PROCESOS PARA ELABORACIÓN DE BEBIDAS	8
TABLA 5	DATOS DE ACOMETIDA Y CONSUMO DE MÁQUINA ESTIRADORA SOPLADORA KRONES CONTIFORM S10	26
TABLA 6	ANÁLISIS DE PROBLEMAS DETECTADOS.....	29
TABLA 7	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.....	31
TABLA 8	PROBLEMAS MÁS COMUNES EN TIEMPOS Y MOVIMIENTOS ESTUDIADOS.....	33
TABLA 9	INVERSIÓN EN MATERIALES Y MANO DE OBRA	35
TABLA 10	MANTENIMIENTO PERIÓDICO O SEMANAL DE COMPONENTES	38
TABLA 11	MANTENIMIENTO MENSUAL O MAYOR DE	39
TABLA 12	PRODUCCIÓN DE ENVASES DE PLASTICO PET	59
TABLA 13	DATOS DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS EQUIPOS INVOLUCRADOS.....	66
TABLA 14	AHORRO DE PREFORMAS EN TÉRMINOS DE PRODUCCIÓN Y MONETARIO	74

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Aire de Alta Presión de servicio
Plano 2	Panel neumático y acometimiento de baja presión
Plano 3	Aire de alta presión y parte giratoria
Plano 4	Distribución de aire de Rueda de consola
Plano 5	Preparación de agua lado posterior
Plano 6	Distribuidor rotativo de la rueda de Soplado

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las empresas que se dedican a la elaboración de bebidas gaseosas, han reemplazado en un gran porcentaje el uso de envases de vidrio por el de plástico (PET), por los elevados costos y pérdida de tiempo que representa el lavado y reutilización de botellas de vidrio. El mercado global de este tipo de recipientes ha crecido aceleradamente, de ahí que se deduce la importancia de producir las botellas plásticas de la manera más rentable posible.

El objetivo general del presente trabajo es obtener un mejoramiento en la eficiencia de producción de toda la línea Krones, para lo cual se aplicarán los conceptos de Producción Más Limpia a los principales problemas encontrados en la sopladora de botellas, de donde se derivan nuestros objetivos específicos, los mismos que se convierten en los casos a resolver con P+M+L:

- Análisis y soluciones a problemas encontrados en el Sistema de horno de calentamiento, mediante la aplicación de un programa de mantenimiento.

- Análisis y soluciones a problemas encontrados en el sistema de aire comprimido, mediante la aplicación de un programa de mantenimiento.
- Ejecutar un programa de capacitación técnica destinada a todo el personal involucrado en la operación del proceso.

Y como objetivo final se realizará la evaluación técnica-económica con el fin de que la empresa estudiada obtenga altos niveles de competitividad, eficiencia y minimice gradualmente los residuos o desechos producidos, además de que use adecuadamente la energía y la materia prima con la consigna de evitar la contaminación y producir con calidad.

CAPITULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

1.1. Descripción de la Empresa.

Bebidas del Pacífico S.A., es una empresa dedicada a la elaboración de bebidas gaseosas, agua mineral y jugos. Esta empresa tiene sus instalaciones en la ciudad de Guayaquil en el Km. 9.5 vía a Daule y sus actividades industriales las inició desde los años 50, siendo su primera razón social "Bebidas Gaseosas". Cuenta con toda la infraestructura básica como: energía eléctrica, agua potable, servicio telefónico, sistema de alcantarillado y recolección de desechos sólidos.

En nuestro país llega a ser uno de los mayores productores de bebidas y concentrados con representación de la compañía PEPSICO INTERNACIONAL, que hoy en día es uno de los líderes del mercado de bebidas gaseosas en Sur América. Teniendo como objetivos y retos comprometerse con el cuidado del medio ambiente y la mejora continua, se ha decidido contribuir con este estudio, objetivo principal de esta tesis, para obtener resultados que ayuden a mejorar eficientemente la producción y al mismo tiempo contribuir al desarrollo industrial ecuatoriano.

Las principales materias primas e insumos, nacionales e importados empleados para la elaboración de las bebidas carbonatadas, no carbonatadas y jugos son detalladas con valores de acuerdo al consumo promedio por mes a continuación en las *Tablas 1 y 2*.

TABLA 1
MATERIA PRIMA

INGREDIENTES	CONSUMO
	Kg./mes
Azúcar	21.273,86
Concentrado	5.064,00
Pulpa de frutas	6.835,20
Acidulante (ácido Cítrico)	1.370,30
Preservante (benzoato de sodio)	78,70
Citrato de sodio	6,20
Gas carbónico	38.588,30
Agua	11.696 m ³

FUENTE: datos proporcionados por el personal de la empresa Pepsico

TABLA 2
INSUMOS

MATERIALES UTILIZADOS	PROMEDIO MENSUAL
Carbón activado (polvo)	361,7 Kg.
Tierra hyflo	262,8 Kg.
Tierra estándar	275,4 Kg.
Sal común	1.033,3 Kg.
Fosfato trisódico	166,5 Kg.
Hidróxido de sodio	6.579,9 Kg.
Hipoclorito de sodio	321.846,0 Kg.
Goma	85.125,0 Kg.
Plástico para termoencogible	4.761,9 Kg.
Detergente clorado	35 Kg.
Lubricantes y aditivos	1.207,5 Kg.
Bunker	12.300,0 GAL
Diesel	5.757,0 GAL
Fajillas	921.239,5 unid
Etiquetas	73.499,7 unid
Tapas plásticas	469.798,0 cajas
Tapas corona	551.728,0 cajas
Energía Eléctrica	Ver APÉNDICE D

FUENTE: Bodega de materias primas y materiales auxiliares

TABLA 3
PRODUCCIÓN MENSUAL PROMEDIO

		CAJAS	UNIDADES	LITROS	SUB- TOTAL
ENVASES PET	LÍNEA 1	180.000	12	3	6.480.000
		140.000	12	2.25	3.780.000
	LÍNEA 3	90.000	24	0.6	1.296.000
		145.000	12	1.6	2.784.000
ENVASES VIDRIO Y SACHETS	LÍNEA 2	10.000	24	0.6	144.000
		75.000	24	0.237	426.600
		20.000	24	0.3	144.000
		70.000	24	0.25	420.000
	25.000	24	0.2	120.000	
TOTAL (Lt.)					14.484.000

FUENTE: Departamento de Producción

En la *Tabla 3*, se muestra la producción mensual promedio de los productos elaborados como son: Pepsi Cola, Seven-up, Mas (Naranja, fresa, manzana), Jugos deli (mango, durazno), Agua mineral (linda) con gas y sin gas.

Dentro de las operaciones industriales que se llevan a cabo para la obtención de estos productos tenemos la fabricación de envases para el posterior llenado de las bebidas, que se realiza en Polietilentereftalato (PET), para lo cual se cuenta con la máquina sopladora estiradora de botellas de la marca KRONES, la misma que será descrita en el *inciso 1.2*, que sirve para la producción del envase a partir de la preforma, integradas en cada una de las líneas; y para el envase de vidrio, o el producto retornable, se requiere de lavadoras de envase con tanques de inmersión en soluciones de soda cáustica a diferentes concentraciones.

El proceso de embotellado inicia con la fabricación de los envases de PET en las sopladoras, donde en una tolva es dosificada la preforma y de aquí pasa al sistema de soplado de envase, el cual mediante aire comprimido da la forma al mismo (botella). Posteriormente pasa al proceso de etiquetado, y a la sala de embotellado, donde primeramente se enjuaga, esto permite cumplir con las características de calidad y asegurar que no se tengan residuos en su interior. Para el caso del envase de vidrio retornable, éste es sometido a un lavado por inmersión en una lavadora provista de tanques de inmersión, con solución

cáustica a diferentes concentraciones y posteriormente se enjuaga a chorros de agua. El envase ya limpio y escurrido entra a la llenadora, en donde se inyecta el producto y al contener en su interior la cantidad adecuada, es sellado con las taparroschas o hermetapas según sea el caso; el producto pasa por un codificador y después por un inspector electrónico, el cual verifica que esté dentro de especificaciones de calidad, de no ser así el producto es rechazado automáticamente. Todo el producto aprobado se conduce hacia la empaquetadora, la cual agrupa el número de botellas (cavidades) correspondientes y forma los paquetes, mismos que son envueltos con una película de plástico termoencogible, o para el caso del envase de vidrio es empaquetado en las cajas de plástico. Los paquetes o cajas formados se dirigen a la estiba en tarimas las cuales son transportadas al almacén. Todo el proceso descrito se detalla esquemáticamente en la *Figura 1.1*.

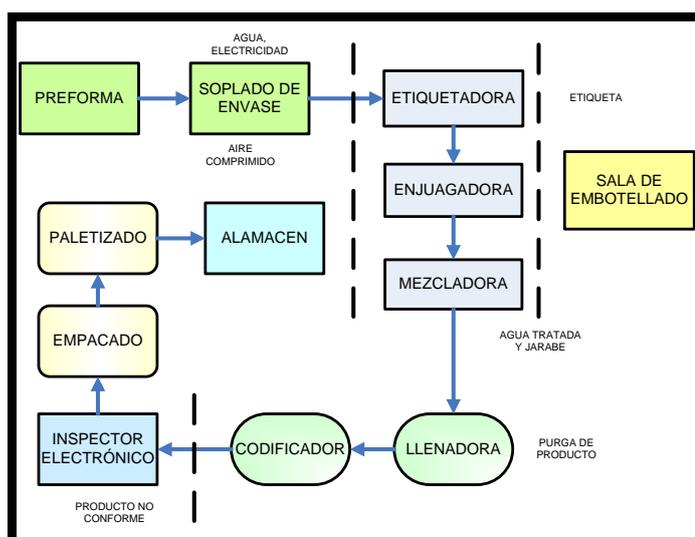


FIGURA 1.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

TABLA 4
PROCESOS PARA ELABORACIÓN DE BEBIDAS

TRATAMIENTO DEL AGUA	ELABORACIÓN DE BEBIDA CARBONATADA	ELABORACION DE JUGOS NATURALES	LAVADO DE BOTELLAS
			VIDRIO
Recepción de agua potable en cisterna	Recepción de materia prima (concentrados, preservantes, saborizantes y colorantes, CO ₂)	Recepción de materia prima	Ingresan a maquina lavadora
Bombeo a tanque reactor para cloración.	Tratamiento de agua y purificación	Cocción	Se lavan inicialmente con soda cáustica entre 60-70°C por 10 min.
Paso del agua clorada al tanque de equilibrio	Elaboración de jarabe simple cocción	Filtración	Enjuague con agua blanda a temperatura ambiente.
Paso por filtros de arena para retención de sólidos y otros.	Filtración del jarabe simple	Mezclado	Inspección automática de botellas para verificar: limpieza, picos rotos, oxidados, objetos extraños, etc.
			PLÁSTICAS
Recepción de agua en tanque pulmón y dirigida a filtración con carbón activado para su respectiva deodorización.	Enfriamiento (intercambiador de calor)	Enfriamiento	Son lavadas en una maquina denominada "rinseadora"
Finalmente pasa a través de filtros pulidores.	Elaboración de jarabe terminado.	Pasteurización	
Control de calidad del agua	Mezclado en el carbocooler (Jarabe agua)	Embotellado y coronado	
	Carbonatación	Encajonado	
	Embotellado	paletizado	
	Coronado		
	Encajonado		
	Paletizado		

En la *Tabla 4*, se detalla más específicamente los procesos involucrados como son: Tratamientos de agua, preparación de jarabe simple, preparación del jarabe terminado, carbonatación de la bebida, operación de envasado que incluye el lavado de las botellas.

1.2. Flujograma del Proceso de Soplado.

Refiriéndose a la *Figura 1.1* del inciso 1.1, es necesario acotar que sólo se analizará y estudiará una parte de todo el proceso de fabricación de bebidas, ésta parte incluye lo que concierne al proceso de Soplado, es decir desde que se obtiene la preforma hasta que se fabrica el envase plástico para luego dirigirse al proceso de Etiquetado.

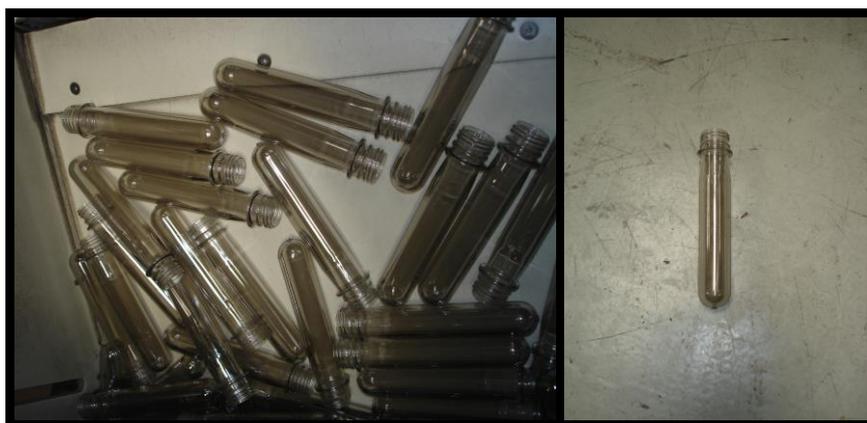


FIGURA 1.2. PREFORMA

La *Figura 1.2*, muestra a la Preforma, que constituye una resina PET (Tereftalato de polietileno o Polietilenterftalato), que es uno de los materiales comúnmente utilizados en la industria embotelladora de bebidas y del embalaje por sus características muy particulares que favorecen la distribución, el almacenaje y la presentación de algunos productos. Derivado de los altos niveles de consumo de estos productos, se tiene también grandes cantidades de residuos que constituyen una problemática a nivel ambiental.

La resina PET cuya fórmula química es: $[-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O-]$, se forma de la mezcla de los ácidos tereftálico y etilén glicol (derivados del petróleo) al vacío usando catalizadores (*Ver Figura 1.3*). Adicionalmente se incorporan pequeñas cantidades de copolímeros para impartir ciertas propiedades de la resina. El PET es posteriormente polimerizado en estado sólido para lograr cadenas más largas que ayudarán en las propiedades funcionales del envase. Finalmente, los gránulos se empacan en bolsas de polipropileno para distribuirse al suplidor de la preforma. Estos gránulos están compuestos por PET en estado amorfo (50%) y cristalino (50%), conteniendo aproximadamente entre 2000 y 3000 partes por millón (ppm) de agua.

La resina se presenta en forma de pequeños cilindros o chips, los cuales, secos, se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples

(16", 32", 64", etc.); de las que se producen las *preformas*, que son recipientes aún no inflados y que sólo presentan la boca del envase en forma definitiva. [1]

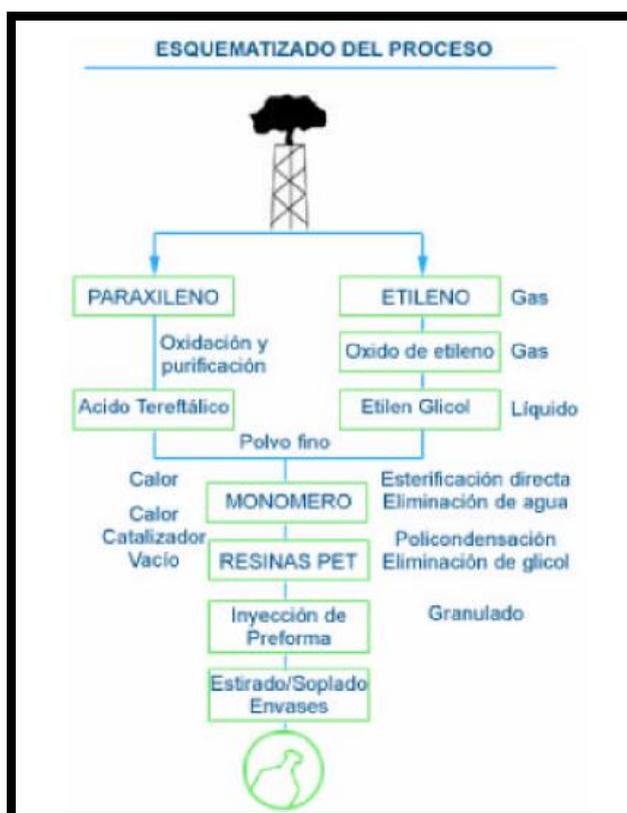


FIGURA 1.3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES PET [1]

Después, las preformas son sometidas a un proceso de calentamiento preciso y gradual, posteriormente se colocan dentro de un molde y se les estira por medio de una varilla o pistón hasta alcanzar su tamaño definitivo, entonces se les infla con aire a presión hasta que toman la forma del molde y se forma el envase típico. Gracias a este proceso, las moléculas se acomodan en forma

de red; esta disposición da al material propiedades de alta resistencia mecánica y baja permeabilidad a gases y vapores. Son estas características las que lo han convertido en un material ideal para el empaque y embalaje de algunos productos, ya que no requieren de cuidados especiales para su distribución.

A continuación (Ver Figura 1.4), mediante un diagrama de flujo, se describe el proceso completo de producción de un envase de PET, considerando desde la materia prima hasta el producto terminado. [1]

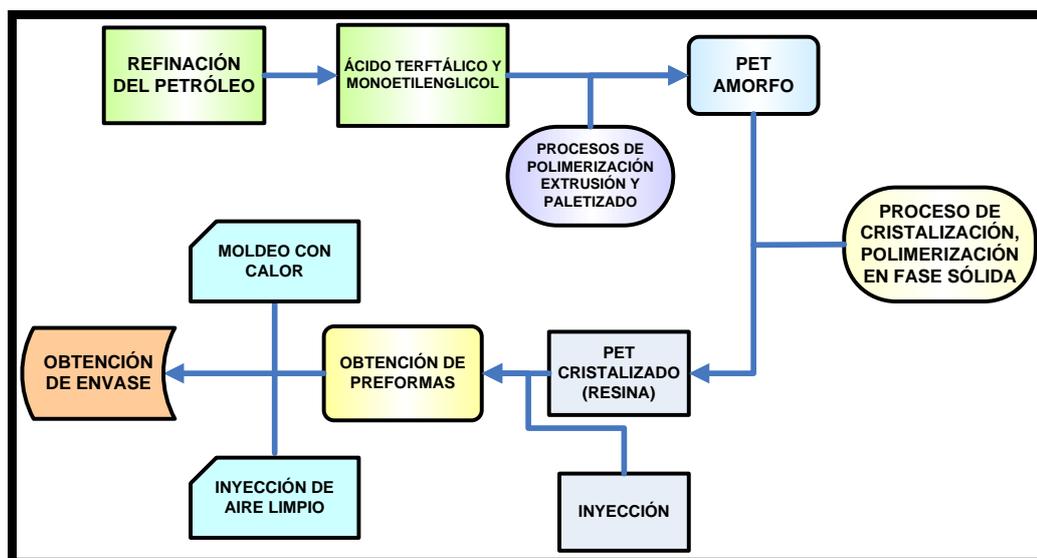


FIGURA 1.4. FLUJOGRAMA PARA LA OBTENCIÓN DE ENVASES [1]

La simpleza de procedimientos y las relativamente bajas temperaturas ($250\text{ }^{\circ}\text{C} > \text{PET} < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$) a las cuales debe ser sometido el PET para ser transformado en nuevos productos, estos también reciclables, son propiedades

determinantes por las cuales este material ha crecido dentro de la industria del embalaje.

La manera más fácil de saber si un envase está fabricado con resina PET, es buscar en el fondo un símbolo de un triángulo formado por flechas con el número "1" en el centro y bajo este, las siglas "PET" o "PETE" (en inglés) (Ver *Figura 1.5*). Este símbolo se forma en el proceso de fabricación y algunas veces se imprime en la etiqueta o se encuentra en el fondo de la botella, que es el resultado del punto de inyección en la fabricación de la preforma.



FIGURA 1.5. SÍMBOLO PARA IDENTIFICAR ENVASES PET [1]

La *Figura 1.6*, muestra los componentes principales de la Máquina marca KRONES Modelo Contiform S10, utilizada en la planta para el proceso de obtención de envases desde la preforma. La designación S10, significa que su relación entre el Tamaño constructivo de la máquina por estaciones de soplado es de 10, el rendimiento mecánico máximo es de 18000 (botellas/hora), rendimiento mecánico máximo por molde es de 1800 (botellas/hora), Volumen máximo 3 litros y sus dimensiones son 6900 mm de

Largo por 4400 mm de ancho sin considerar la sección de alimentación, según se muestra en la **Tabla B-1** del **APÉNDICE B**. [2]

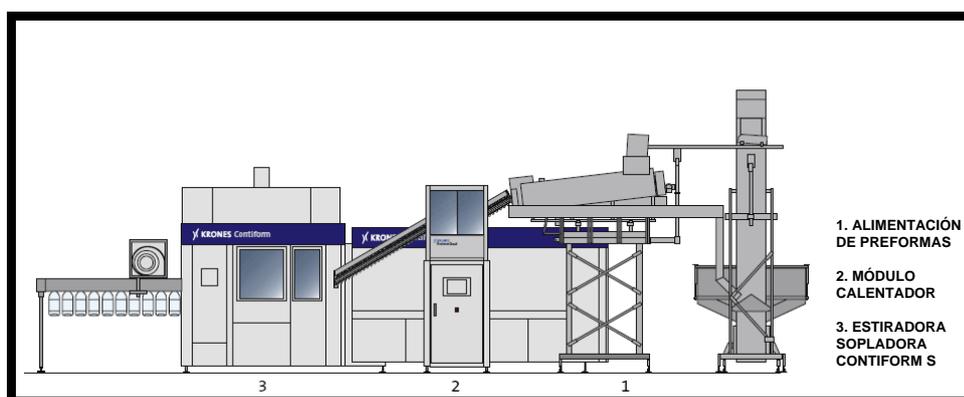
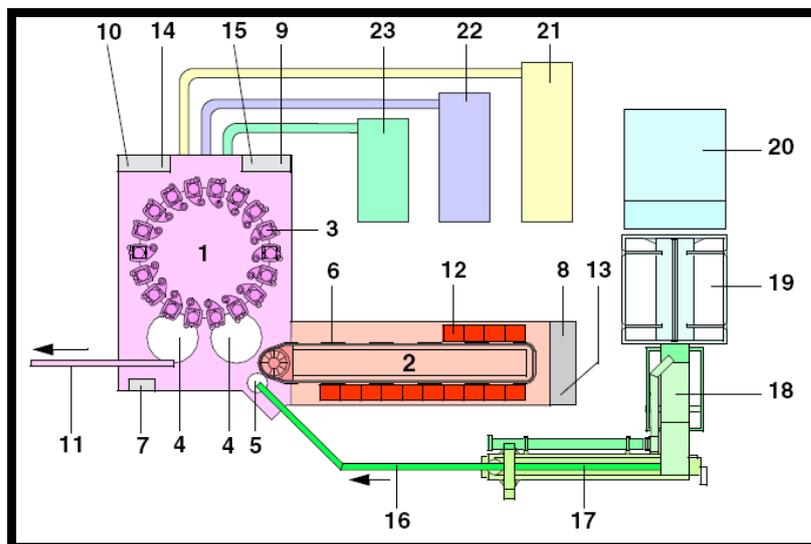


FIGURA 1.6. MÁQUINA ESTIRADORA-SOPLADORA KRONES CONTIFORM S10 [2]

La *Figura 1.7* indica un diagrama esquemático con una vista en planta de la máquina, para facilitar la descripción de sus componentes involucrados en el proceso. La KRONES Contiform S 10, ofrece todas las condiciones previas para una producción económica de botellas PET y con un nivel tecnológico muy alto. La máquina ha sido concebida para el proceso en dos fases y está compuesta de una rueda de soplado mandada por leva y un horno lineal colocado a su lado. La construcción modular permite adaptar ambos componentes de forma que la máquina trabaje con un óptimo grado de efectividad.



- | | |
|--|---|
| 1 Módulo de soplado | 16 Carril de alimentación de preformas |
| 2 Módulo calentador | 17 Clasificador con rodillos de preformas |
| 3 Estación de soplado | 18 Transportador vertical de preformas |
| 4 Estrella de entrada/salida rueda soplado | 19 Almacén de reserva de preformas |
| 5 Estrella de entrada | 20 Volcador de preformas |
| 6 Cadena con mandriles | |
| 7 Tablero de mando | Sólo en la versión Hotfill |
| 8 Armario de distribución | 21 Equipo de regulación de temperatura para mitades del molde |
| 9 Panel hidráulico | 22 Equipo de regulación de temperatura para fondo del molde y zona del cuello |
| 10 Panel neumático | 23 Equipo de regulación de temperatura para soporte del molde |
| 11 Transportador asistido por aire | |
| 12 Calefacción | |
| 13 Conexión de electricidad | |
| 14 Alimentación de aire | |
| 15 Alimentación de agua entrada/retorno | |

FIGURA 1.7. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA MÁQUINA ESTIRADORA-SOPLADORA KRONES CONTIFORM S10 [3]

El modo de funcionamiento de la máquina es descrito a continuación, iniciando con el manejo de las preformas (*Ver Figura 1.8*) que llegan a través de un vertedero y del transportador vertical a la parte superior del clasificador, luego son separadas y van deslizándose con la boca hacia arriba dentro del carril de alimentación inclinado. Detrás de la estrella de

entrada, las preformas son transferidas a un mandril de transporte giratorio en la calefacción lineal.

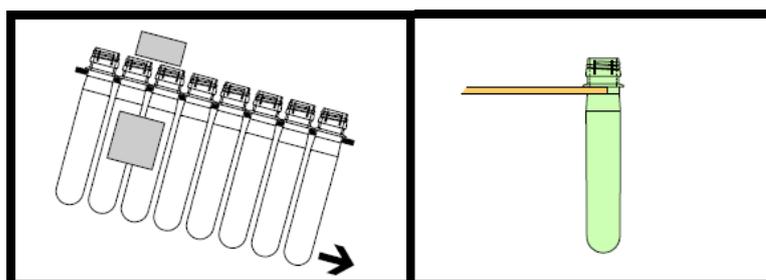


FIGURA 1.8. MANEJO DE PREFORMAS [3]

Las preformas pasan por el trayecto de calentamiento, a una temperatura entre 90-115°C. (Esto se realiza con ayuda de varillas de calefacción infrarrojas, que están dispuestas en nueve niveles y se pueden regular individualmente). Este perfil térmico asegura la distribución del material previamente definida, o bien la futura calidad de la botella.

Para evitar un sobrecalentamiento, se refrigera la superficie exterior de la preforma con ventiladores.

La zona crítica de la boca se cubre por una pantalla protectora refrigerada con agua, para evitar deformaciones; además se realiza un soplado de la zona de la boca con aire refrigerado. El proceso de calentamiento dura aproximadamente 20 segundos y a continuación, las preformas pasan por

una zona de compensación para la distribución óptima del calor por la pared de la preforma. (Ver Figura 1.9)

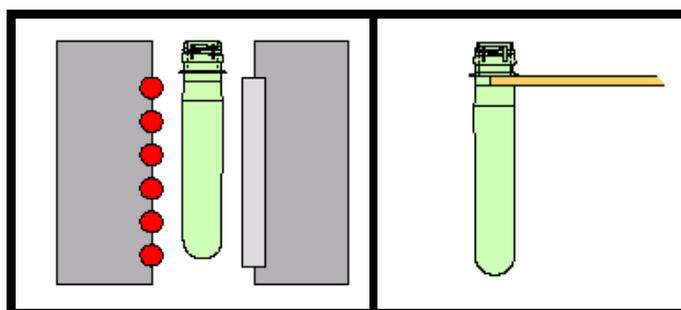


FIGURA 1.9. CALENTAMIENTO Y COMPENSACIÓN [3]

Finalmente, una estrella de transferencia entrega las preformas a la estación de soplado; después de la entrada de la preforma en la estación de soplado se eleva el fondo del molde, y a continuación se cierra y se bloquea el molde. Las preformas calentadas se sostienen con el anillo portador dentro del molde, y se fijan; de esta forma se evita una deformación de la boca y mientras se va cerrando el molde, la tobera de soplado desciende, la varilla de estirado entra debajo de la cabeza de la preforma para el estirado, y después de un breve retardo se conecta el aire de presoplado (Ver Figura 1.10). La duración del retardo determina el grosor del material en el fondo de la botella, ésta presión de presoplado está entre 7 y 16 bares según la preforma y la botella, y dura entre 0.2 y 0.7 segundos, según el tamaño de la botella.

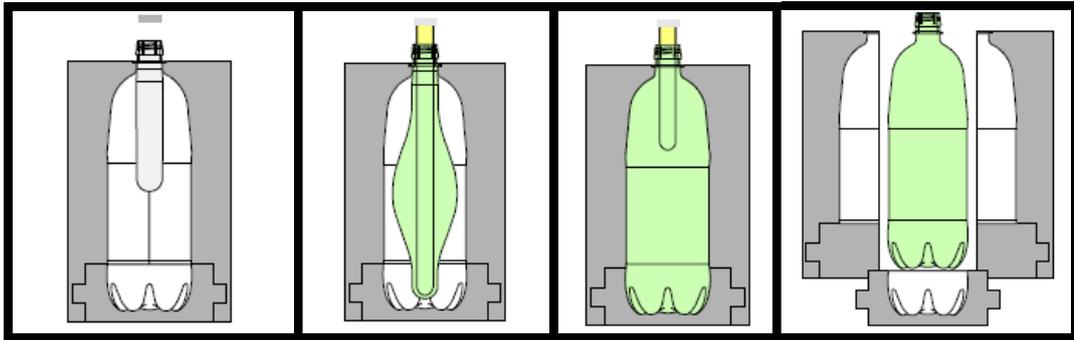


FIGURA 1.10. ESTIRADO Y SOPLADO [3]

Al final del presoplado la botella ya está moldeada y la distribución del material ha finalizado; ahora comienza el soplado final, con el que se moldean los contornos finos de la botella y se aprieta el material contra la pared fría del molde (aprox. 10°C), para que se enfríe. Cuanto más alta sea la presión, tanto mejor será el efecto refrigerante y tanto más corto el tiempo de refrigeración; la presión varía entre 30 y 40 bares y es aplicada durante unos 2 segundos; después se retira la varilla de estirado. Antes de abrir el molde, hay que reducir la presión en la botella, esto dura entre 0.2 y 0.6 segundos, dependiente de la presión y del tamaño de la botella, y se realiza de forma insonorizante.

Después de salir del molde, la botella se contrae dentro de 72 horas por un 1% - 2%. Es posible reducir este proceso a 5 hasta 15 minutos, utilizando paredes del molde calientes (60 a 70°C).

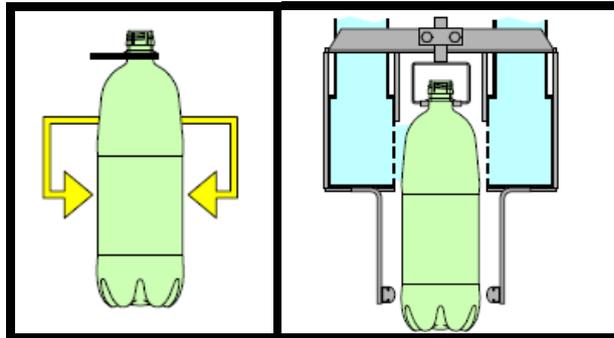


FIGURA 1.11. MANEJO DE BOTELLAS [3]

La botella es recogida por la estrella de salida y son entregadas al sistema de transporte. (Ver Figura 1.11)

1.3. Análisis de Problemas de la Sopladora Krones.

Se procederá a describir los componentes considerados más críticos en la máquina, esta denominación se la opta por que son elementos muy importantes y porque la mayor parte de problemas son originados en los mismos.

La máquina está equipada con 9 cajas de calefacción en el tipo S10, tal como lo muestra la *Figura 1.12*. Cada caja de calefacción, está provista de 9 radiadores infrarrojos (lámpara de calefacción) dispuestos horizontalmente para el calentamiento de las preformas. Estos se pueden conectar o desconectar, o bien son regulables; el

ajuste de la temperatura de los diferentes niveles de calentamiento puede efectuarse en la pantalla táctil.

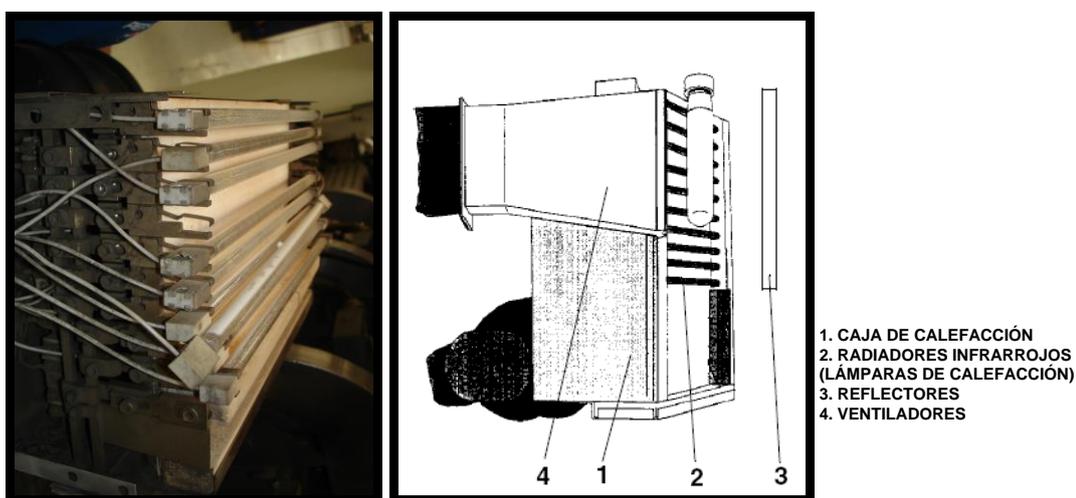


FIGURA 1.12. MÓDULO DE CALEFACCIÓN [3]

Enfrente de las cajas de calefacción y sobre el fondo se han montado reflectores de cerámica, para un mejor aprovechamiento de la radiación; a lado de cada caja de calefacción hay un ventilador para la refrigeración de la superficie de la preforma.

Encima de los reflectores de cerámica, se han instalado segmentos de refrigeración enfriados por agua con placa de protección térmica (Ver *Figura 1.13*), y en el lado opuesto una placa de protección térmica, para proteger la boca de las preformas del calor. Durante el período de compensación se produce la refrigeración del vástago de

las preformas, las preformas se refrigeran con aire en la zona entre la rosca y el anillo portador.

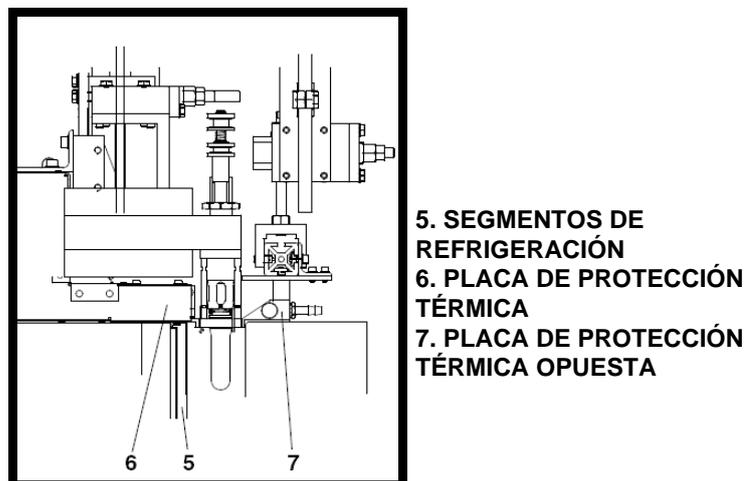


FIGURA 1.13. MÓDULO DE REFRIGERACIÓN [3]

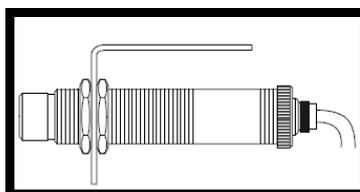
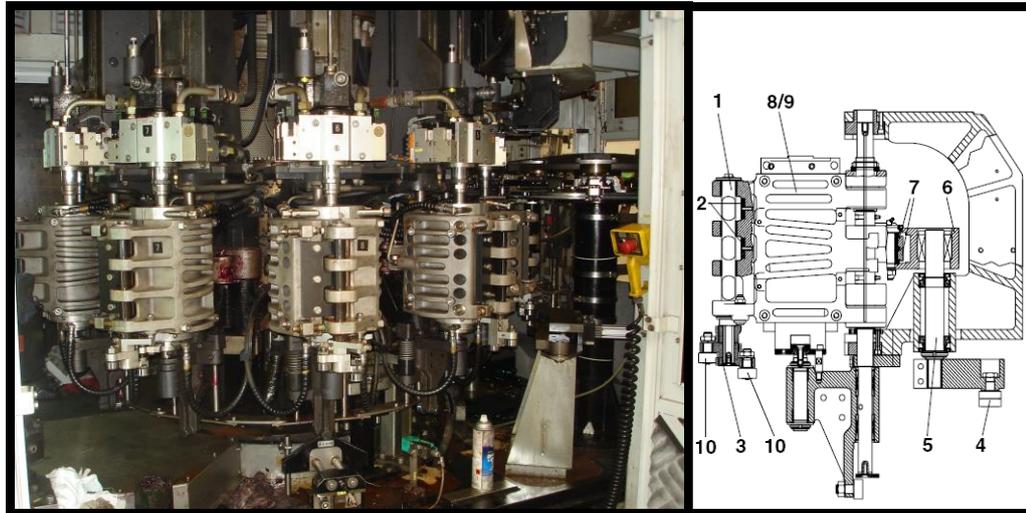


FIGURA 1.14. PIRÓMETRO [3]

A la salida de la calefacción se realiza la medición de temperatura sin contacto de las preformas por medio del pirómetro (*Ver Figura 1.14*). La medición se realiza en el centro de la preforma y el valor medido es indicado en la pantalla táctil.

La apertura, el cierre, el bloqueo y el desbloqueo del molde se accionan a través de levas mecánicas.



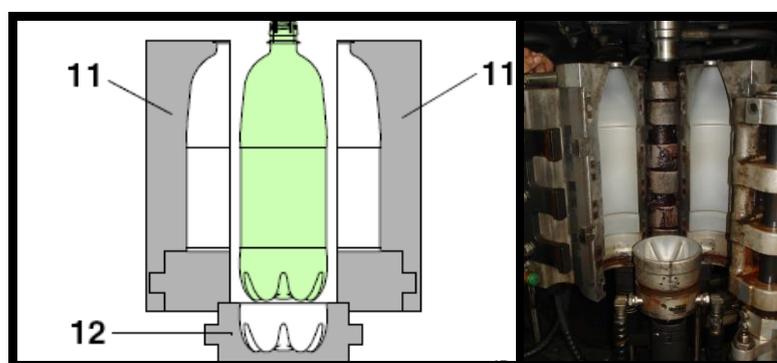
1. ÁRBOL DE BLOQUEO GIRABLE
2. PLACAS DE SUJECIÓN
3. BRAZO DE BLOQUEO
- 4 Y 10. RODILLOS DE LEVA
5. PALANCA DE LEVA
- 6 Y 7. PALANCAS DE ACCIONAMIENTO
8. MITADES DEL SOPORTE DEL MOLDE
7. PLACA DE PROTECCIÓN TÉRMICA OPUESTA

FIGURA 1.15. SOPORTE DEL MOLDE [3]

El sistema de bloqueo consiste en un árbol de bloqueo girable, un martillo de bloqueo y dos placas de sujeción. Al abrir y cerrar el molde, el brazo de bloqueo es sostenido por medio de imanes; mediante el accionamiento del rodillo de leva, se transmite un movimiento de giro a través del árbol de la palanca de leva a la palanca de accionamiento, ésta transmite a su vez el movimiento de giro a través de las palancas de accionamiento a las mitades del soporte del molde, que se abren o se cierran, respectivamente. Después de cerrarse el molde, se gira el brazo de bloqueo y el árbol de bloqueo a

través de los rodillos de leva de la leva de bloqueo, y se enclava el martillo de bloqueo por medio del árbol de bloqueo. Durante el desbloqueo, el brazo de bloqueo y el árbol de bloqueo se retiran hacia atrás, de modo que el martillo de bloqueo se queda libre de nuevo y puede pasar por las escotaduras del árbol de bloqueo.

El molde de soplado se compone de dos mitades de molde y del fondo del molde rebajable como se muestra en la *Figura 1.16*, que se refrigeran con ayuda de un circuito de agua conectado. Cada molde está fijado en un soporte del molde girable. Los soportes del molde están montados en un eje principal común.



11. MITAD DEL
MOLDE
12. FONDO DEL
MOLDE REBAJABLE

FIGURA 1.16 MOLDE DE SOPLADO [3]

La unidad de estirado (Ver *Figura 1.17*) consiste en: Émbolo de soplado, Tobera de soplado, un carril de guía, Varilla de estirado, Cilindro de estirado,

Carro de soplado, Carro de estirado, Amortiguador de choques/tope de estirado. Durante el procedimiento de estirado, el cilindro de estirado empuja el carro de estirado con ayuda de la varilla de estirado hacia abajo.

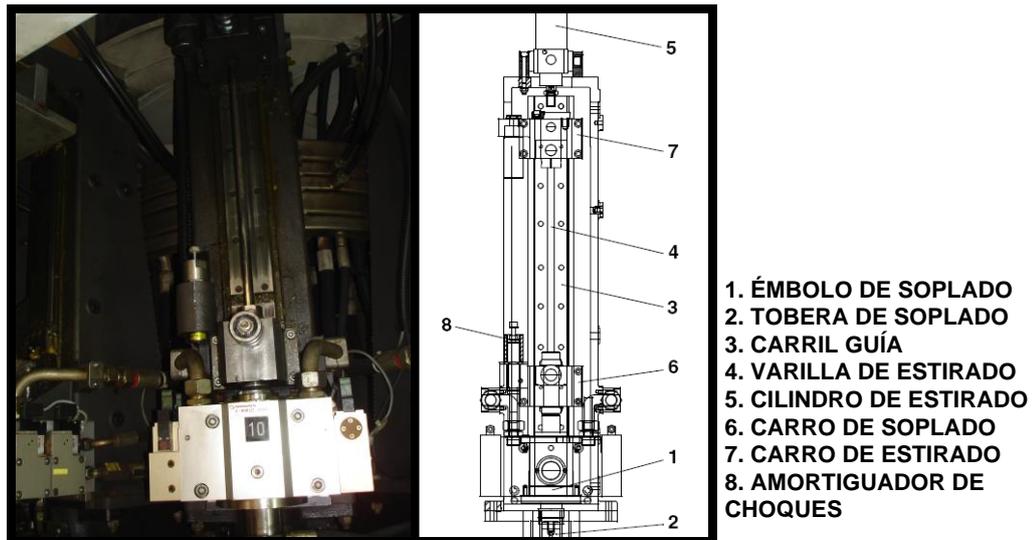


FIGURA 1.17 UNIDAD DE ESTIRADO [3]

La carrera efectuada está limitada abajo por un tope, y depende del tipo de botella a trabajar; el desarrollo de este movimiento es mandado por leva. El movimiento ascendente de la varilla de estirado se realiza por medio de la conmutación de la válvula, y es amortiguado por el dispositivo de amortiguación de fin de carrera del cilindro de estirado; si no hay ninguna preforma en el molde, no se inicia el procedimiento de estirado y soplado.

Después de la transferencia de la prefoma al soporte del molde, la tobera de soplado avanza hasta la boca de la prefoma y la cierra.

El desarrollo de este movimiento es mandado por leva; la varilla de estirado entra en la preforma, empieza a estirar y luego comienza el presoplado. Cuando la varilla de estirado haya alcanzado la posición final, comienza el soplado final; este procedimiento es mandado en dependencia del tiempo; después de finalizar el procedimiento de soplado, la tobera de soplado es elevada en dos etapas de la boca de la preforma.

La Sopladora Kronos Contiform S10, posee las siguientes acometidas de alimentación para el proceso normal y eficiente de producción:

- Gases de servicio: Aire de servicio y Aire estéril.
- Agua de servicio: Agua fría (refrigeración del molde) y Agua caliente (regulación de temperatura del molde).
- Preforma (sistema de alimentación).
- Lubricantes (sistema de lubricación central).

La calidad del aire comprimido es de máxima importancia para el funcionamiento de la máquina sin perturbaciones; los tres ensuciamientos principales del aire comprimido son sustancias sólidas (polvo), agua y aceite; definidas en la norma DIN ISO 8573-1 (Ver **Tablas B-2, B-3 y B-4 del APÉNDICE B**). Los planos detallados de los sistemas de aire comprimido involucrados se muestran en el **APÉNDICE A**.

La *Tabla 5*, muestra los datos de acometida y consumo bajo la cual operaría la máquina con su máxima eficiencia.

TABLA 5
DATOS DE ACOMETIDA Y CONSUMO DE MÁQUINA ESTIRADORA
SOPLADORA KRONES CONTIFORM S10

DATOS GENERALES		
AIRE COMPRIMIDO ALTA PRESIÓN (LIMPIO, SECO, SIN ACEITE)		
Conexión de alimentación	pulg.	1.5
Presión máx. de aire de soplado	bar	40
Consumo de aire de soplado (0 m sobre el nivel del mar, 20°C)	m³/h	1520
Consumo con bot. de 0.5 l, 36 bar	bph	18000 (variable)
AIRE COMPRIMIDO, BAJA PRESIÓN (LIMPIO, SECO, SIN ACEITE)		
Conexión de alimentación	pulg.	1.5
Presión mín. de aire de servicio	bar	6
AGUA DE REFRIGERACIÓN CON ANTICORROSIVO		
Potencia refrigerante con ambiente 32°C	KW	40
CONEXIÓN DE ALIMENTACIÓN		
entrada/retorno	pulg.	2
Presión del agua	bar	4
Temperatura del agua-entrada	°C	10
Tasa del caudal	m³/h	10
DATOS ELECTRICOS		
Tensión de alimentación, Conductor de 3 fases + conductor, neutro + conductor de protección	V/Hz	400/50
Tensión de mando interna	V/DC	24
Potencia de conexión total	kVA	184
Fusible requerido (400 V)	A	630
Especificación	VDE	113
CALEFACCIÓN LINEAL		
Número total de cajas de calefacción estándar		9
Lámparas por caja de calefacción		9
Potencia de caldeo por lámpara zona 1	KW	3
Potencia de caldeo por lámpara zona 2	KW	2.5

El sistema neumático de la máquina, y especialmente los filtros de aire, se han proyectado para esta calidad de aire; un ensuciamiento mayor del aire comprimido alimentado, puede dañar los filtros y provocar la formación de agua de condensación en el sistema neumático y como consecuencia pueden surgir daños en la máquina y ensuciamientos del producto.

Datos hidrológicos	Unidad	Agua de refrigeración hasta 30°C máx.	Sistemas de regulación de la temperatura más de 30°C	
			mín.	máx.
Valor pH	--	7,7 - 7,8		7,7 - 7,8
Dureza de carbonatos	°dH	8 - 10		3 - 5
Ácido carbónico libre	mg/m ³	8 - 15		8 - 15
Ácido carbónico correspondiente	mg/m ³	8 - 15		8 - 15
Ácido carbónico agresivo	mg/m ³	0		0
Índice Langelier	--	0		0
Iones de cloro	mg/m ³	50		15
Iones de sulfato	mg/m ³	100		50
Nitratos y nitritos	mg/m ³	50		10
Amoniaco	mg/m ³	0,5		
Hierro	mg/m ³	0,2		0,1
Manganeso	mg/m ³	0,1		0,05
Conductibilidad	µS/cm	1.000	500	1.000

FIGURA 1.18 CALIDAD DEL AGUA PARA CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN Y REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA [3]

La calidad del agua de refrigeración y de regulación de la temperatura sólo deberá diferir muy poco de los datos hidrológicos de la *Figura 1.18*.

El filtro fino integrado en la distribución del agua sirve para proteger al sistema de ensuciamientos mecánicos finísimos, este filtro no es apropiado

para la limpieza de agua de refrigeración sucia; por consiguiente, el llenado y el relleno del sistema se deben efectuar a través de un filtro, cuando sea necesario. Las especificaciones del fabricante del equipo de refrigeración para el empleo de anticongelantes y anticorrosivos se deben observar según instalación y modo de operación del sistema.

Los desperdicios que se producen al funcionar la máquina durante la producción son:

- Preformas y envases que no corresponden a las dimensiones determinadas.
- Gases de servicio: aire - estándar, estéril, aire deservicio.
- Agua de servicio.

Durante trabajos de mantenimiento:

- Piezas usadas (piezas de repuesto).
- Lubricantes y sus envases.
- Detergentes.
- Baterías y Plásticos

En la *Tabla 6*, se describen los principales problemas detectados en los elementos anteriormente descritos con sus causas, orígenes y efectos que

producen en la máquina y por ende en el proceso de fabricación de los envases.

TABLA 6
ANÁLISIS DE PROBLEMAS DETECTADOS

PROBLEMAS DETECTADOS	SÍNTOMAS	CAUSA	EFEECTO	ORÍGEN
Trabamiento de Preforma en turnela de transporte	Accionamiento del número de seguridad	Sobrecalentamiento en el cuello de la preforma	Parada de emergencia, desperdicio de 164 preformas quemadas a lo largo del horno de calentamiento.	Mal estado y distribución de lámpara de calentamiento
Falla de una lámpara de calefacción	Alarma en pantalla de fallo de caja de calefacción	Lámpara sopladora daño de filamento	Preformas no alcanzan temperaturas mínimas dentro del horno.	Mal estado y distribución de lámpara de calentamiento
Falla de Pistón de Estirado de Preforma	Preforma mal soplada, botella con acumulación de material o mal distribuido	Desgaste interior del pistón o suciedad del sistema neumático	Botella defectuosa	Mala calidad del aire, por problemas en filtros, tuberías y secador.
Falla por presión de varilla de estirado demasiada baja o alta	Falla de presóstato digital por presión fuera de rango de trabajo	Desgaste interno o suciedad dentro del regulador de presión.	Parada de emergencia de la máquina desperdicio de 164 preformas quemadas a lo largo del horno de calentamiento	Mala calidad del aire, por problemas en filtros, tuberías y secador.
Falla de electro válvula de soplado o presoplo	Parada de emergencia de máquina por sobrepresión dentro del molde	Desgaste interno o suciedad dentro del electro válvula	Parada de emergencia de la máquina desperdicio de 164 preformas quemadas a lo largo del horno de calentamiento	Mala calidad del aire, por problemas en filtros, tuberías y secador.
Falla por molde no cerrado por preforma mal ubicada	Parada de emergencia por sensor inductivo de molde no cerrado	Sobrecalentamiento en el cuello de la preforma	Parada de emergencia de la máquina desperdicio de 164 preformas quemadas a lo largo del horno de calentamiento.	Mal estado y distribución de lámpara de calentamiento.
Rotura de la banda de transporte de Preformas	No avanza la preforma	Rotura de la Banda	Sopladora sin materia prima	Mal estado del elemento.
Fallo en rodamientos de ventiladores de lámparas	Ruido diferente al normal de funcionamiento	Fin del tiempo de vida	Mal calentamiento de la preforma	Inadecuado mantenimiento preventivo y correctivo

1.4. Estudio de Tiempos y Movimientos.

El diseño de Métodos es el análisis de diversas maneras en las que se puede llevar a cabo una tarea de modo que se establezca cuál es la mejor y en cual se tiene problemas. En este se incluye el *análisis de movimientos* (Estudio de las acciones que puede poner en práctica el operador y las ventajas o desventajas, o ambas, de cada variación y la *estandarización del procedimiento* (Selección del registro de los métodos de trabajo seleccionados y autorizados). Para realizar adecuadamente el estudio, seguiremos el procedimiento en cuatro etapas [4]:

1. Desarrollo de los métodos: utilizaremos las especificaciones del equipo y estableceremos, desarrollaremos y analizaremos las operaciones del proceso de fabricación de envases.
2. Estandarización: analizaremos las condiciones de trabajo, adiestramiento del operador y las hojas de instrucciones.
3. Observaciones del estudio de tiempos: Elección del operador, subdivisión de la operación, lecturas de cronómetro y calificación del rendimiento.
4. Cálculo estándar: Resumen, Comprobación, Cálculo e Información.

TABLA 7
RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

FECHA	ELEMENTOS	CARGA DE PREFORMAS		ARRANCAR LA MÁQUINA		TRANSPORTE Y ASCENDENTE Y DESCENDENTE		MÓDULO DE CALEFACCIÓN		ESTIRADORA SOPLADORA		SALIDA DE ENVASE			
12/02/2008		1		2		3		4		5		6			
ESTUDIO		LN	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	1	50	63	3	66	4	70	5	75	6	81	7	88		
	2					5	93	6	99	7	106	8	114		
	3					4	118	5	123	8	131	6	137		
	4					6	143	7	150	8	158	5	163		
X	5			5	168	360	528	7	535	6	541	6	547		
	6					4	551	6	557	7	564	6	570		
	7					5	575	7	582	8	590	7	597		
X	8			4	601	5	606	720	1326	8	1334	6	1340		
	9					4	1344	5	1349	8	1357	7	1364		
X	10			5	1369	4	1373	7	1380	2700	4080	7	4087		
	11					5	4092	5	4097	7	4104	6	4110		
RESUMEN															
TOTALES T		50		17		406		780		2773		71			
No. OBSERV.		11		11		11		11		11		11			
T PROMEDIO		50		4,25		36,90		70,91		252,1		6,45			
T MINIMO		50		3		4		5		6		6			
T MÁXIMO		50		5		5		7		2700		8			
% DE TOLER.		15		15		15		15		15		15			
		R	LN	OBSERVACIONES											
	A	163	5	TRABAMIENTO DE PREFORMA EN TURNELA											
	B	597	8	FALLA EN LÁMPARA DE CALEFACCIÓN											
	C	1364	10	FALLA EN PISTÓN NEUMÁTICO											
CALIFICACIÓN	DESTREZA					ESFUERZO					EL ESTUDIO SE REALIZÓ 12/FEB/2008 INICIÓ:19:13 TERMINÓ:20:22 TIEMPO GLOBAL : 1HORA Y 9 MINUTOS				
		A1	EXTRAORDINARIO				A1	EXTRAORDINARIO							
		A2					A2								
		B1	EXCELENTE				B1	EXCELENTE							
		B2					B2								
	X	C1	BUENA			X	C1	BUENA							
		C2					C2								
		D	PROMEDIO				D	PROMEDIO							
		E1	REGULAR				E1	REGULAR							
		E2					E2								
		F1	MALA				F1	MALA							
		F2					F2								
		CONDICIONES					ESTABILIDAD								
		A	IDEALES				A	PERFECTA							
	B	EXCELENTES				B	EXCELENTES								
	C	BUENAS				C	BUENAS								
X	D	PROMEDIO			X	D	PROMEDIO								
	E	REGULARES				E	REGULARES								
	F	MALAS				F	MALAS								

NOTA:
T=TIEMPO
TRABAJO (SEG)
R=TIEMPO
CRONOMETRADO
(SEG)

La *Tabla 7* muestra los resultados del estudio de tiempos y movimientos realizados bajo las condiciones descritas anteriormente y éstos reflejan los problemas más comunes en el proceso de soplado de envases en la máquina, la calificación obtenida de buena y promedio nos llevan a otros problemas que serán analizados y descritos en los incisos posteriores como son: Fallas producidas por la falta de un deficiente mantenimiento y falta de capacitación del operario que se analizará en el *inciso 2.3*.

En las condiciones analizadas, se observó que no hay un debido mantenimiento preventivo y predictivo, sino solo existe un mantenimiento correctivo que provoca el paro de la máquina y por ende el paro de la producción.

En resumen la *Tabla 7* indica el tiempo que lleva la fabricación de envases con sus diferentes etapas, desde la preforma en donde se inicia la toma del tiempo con un cronómetro para una población determinada de preformas hasta su salida en forma de envases, con el objetivo de detectar en cual de ellos se producen problemas para su posterior corrección.

La *Tabla 8*, muestra un resumen de los problemas más comunes y el tiempo promedio de parada de la máquina, para detectar en que posibles elementos ocurren las fallas y de esta manera realizar un mantenimiento adecuado.

TABLA 8
PROBLEMAS MÁS COMUNES EN TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
ESTUDIADOS

PARADAS MAS COMUNES	FALLA EN EL PROCESO	TIEMPO ESTÁNDAR DE PARADA	PROBLEMAS SECUNDARIOS ASOCIADOS A LA PARADA	TIEMPO DE PARADA DE PROBLEMAS SECUNDARIOS	TIEMPO DE PARADA TOTAL
Trabamiento de preforma en túnel de transporte	Problema a la entrega de la preforma al molde de soplado	6 minutos	Pinzas de entrega de preforma descalibrado o resorte roto	10 minutos	16 minutos
Falla de una lámpara de calefacción	Botellas mal sopladas con acumulación de material.	12 minutos			12 minutos
Falla de pistón neumático de estirado de preforma	Botellas mal sopladas con acumulación de material.	35 minutos	Rotura de Perno de soporte de rodillo seguidor de leva de subida y bajada de varilla de estirado.	30 minutos	65 minutos
Falla por presión de aire de varilla de estirado demasiado baja o alta	Falla de Regulador de presión, fuera de rango en presóstato digital.	45 minutos			45 minutos
Falla de electro válvula de soplo o presoplo	Falla de electro válvula se queda trabado y no cierra por sobrepresión en el molde	30 minutos	Rotura de empaque de compensación en coquilla de soporte del molde	30 minutos	60 minutos
Falla por molde no cerrado por preforma mal ubicado.	Choque entre caras de moldes y preforma mal posicionada	6 minutos	Descalibración de sensor inductivo de seguridad, placa de soporte doblada	10 minutos	16 minutos

1.5. Plan de Inversión en materiales y mano de Obra.

En la máquina estiradora sopladora Kronos Contiform S10, tenemos los siguientes equipos y procedimientos involucrados que debemos tener en cuenta para un adecuado mantenimiento industrial.

1. Equipos de Proceso: Molde de Soplado, lámparas de calefacción, Intercambiador de calor, Bombas, Compresores, Motores, Ventiladores.
2. Equipos de seguridad: Válvulas de presión, válvulas de alivio, presóstatos, válvulas de seguridad, Fusibles.
3. Tanques y equipos auxiliares: Tanques de almacenamiento, Tuberías, drenajes, Instrumentos de medición.
4. Tener presente en la capacitación de los operadores como objetivo principal, obtener un mayor grado de talento y habilidad de adiestramiento en los equipos y controles electrónicos.

Una vez analizados y detectados los principales problemas de la máquina podemos resumir que los elementos más críticos son:

1. Módulo de calefacción (lámparas de calefacción).
2. Sistema de aire comprimido.
3. Capacitación técnica y adecuada para operadores.

TABLA 9
INVERSIÓN EN MATERIALES Y MANO DE OBRA

MÓDULO DE CALEFACCIÓN DE PREFROMAS		PRECIO (\$)	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	P. TOTAL
60	LAMPARAS HALÓGENAS 2.5 KW	86.45	5,185.00
20	LAMPARAS HALÓGENAS 3 KW	92.20	1,844.00
5	MOTORES VENTILADORES DE REFRIGERACIÓN	350.60	1,753.00
10	RODAMIENTOS PARA VENTILADORES	49.96	499.60
SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO		P. UNIT.	P. TOTAL
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN		
30 m	TUBERIA SCH 40 Ø 3" ACERO INOX.	472.94\$/6m	2,364.70
2	FILTROS DE AIRE DE ALTA PRESIÓN	253.20	506.40
1	REGULADORES DE AIRE 10 BAR	710.15	710.15
1	REGULADORES DE AIRE 40 BAR	2,533.00	2,533.00
5	KIT DE REPARACIÓN DE VÁLVULAS NEUMÁT. DE SOPLO Y PRESOPLO	350.25	1,751.25
10	KIT DE REPARACIÓN CILINDROS NEUMAT. VARILLA DE ESTIRADO	152,75	1,527.50
CAPACITACIÓN DE OPERADORES DE SOPLADORA		P. UNIT.	P. TOTAL
	ASISTENCIA TÉCNICA DE INGENIERÍA EN PROCESO DE SOPLADO	1,000 \$/DIA	3,000
	CAPACITACIÓN A CARGO DE EXPERTOS DE KRONES	1,300 \$/DIA	3,900
TOTAL			25,574.60

La *Tabla 9*, muestra el plan de inversión en materiales y mano de obra, de acuerdo a los equipos en los que se presenta la mayor cantidad de problemas, analizados en el *inciso 1.3*.

CAPITULO 2

2. SOLUCIÓN IMPLANTADA.

Según Newrough, las Fábricas de bebidas gaseosas son de tipo complejo y según la ONU son Industrias de transformación, de cualquier manera son proyectadas para albergar cierta maquinaria o equipos para fabricar productos sometidos a una serie de productos complejos.

Estas empresas requieren edificios funcionales para albergar la línea de embotellado o envasado, es decir ocuparán un gran espacio y será necesario efectuar ciertas adaptaciones que corresponderán al departamento de Mantenimiento.

Antes de proceder con los programas de Mantenimiento Preventivo y correctivo debemos tener bien claro cuáles son los objetivos de los servicios de mantenimiento, estos son:

1. Minimizar los costos debido a las paradas por averías de la maquinaria o equipos que producirían pérdidas de producción, teniendo también en cuenta, lógicamente los costos de mantenimiento.
2. Limitar la degradación de la maquinaria a fin de evitar una manufactura de productos defectuosos o rechazados.
3. Asesorar en el desarrollo e implementación de mejoras en el diseño de maquinaria y equipo, con el propósito de disminuir la probabilidad de daños; y de idear métodos más fáciles de reparación y alargamiento del ciclo de vida de la maquinaria y equipos.

A continuación se muestran en las *Tablas 10 y 11*, los intervalos de tiempo en los que se debe hacer el mantenimiento a los componentes de la Máquina estiradora-sopladora Krones Contiform S10, de acuerdo a las condiciones del fabricante, con los debidos utensilios o herramientas y las tareas a efectuarse.

Cabe indicar que de acuerdo a lo analizado en el *Capítulo 1*, los componentes en los que se debe poner más énfasis son el módulo de

calefacción y el Sistema de aire comprimido, por lo que a continuación se los analizará detalladamente en los *incisos 2.1 y 2.2.*

TABLA 10
MANTENIMIENTO PERIÓDICO O SEMANAL DE COMPONENTES

INTERVALO	DESIGNACIÓN/PUNTO DE CONTROL	UTENSILIOS Y PRODUCTOS PARA EL MANTENIMIENTO	TRABAJOS A EJECUTAR
DIARIAMENTE O ANTES DEL COMIENZO DE LA PRODUCCIÓN	Elementos de seguridad	-----	Comprobar ensuciamiento, daños y funcionamiento
	Separador de agua con filtro	-----	Comprobar estanqueidad, estado, cantidad de agua de condensación
	Filtros de aire comprimido	-----	Controlar el funcionamiento
SEMANALMENTE O CADA 150 HORAS DE SERVICIO	Distribuidor del aire: Empaquetaduras	-----	Comprobar la estanqueidad.
	Molde: Acoplamiento de cierre rápido	-----	Comprobar la estanqueidad y el funcionamiento.
	Filtro de alta presión para aire de soplado (estándar)	-----	Descargar el agua de condensación.
	Filtro del aire comprimido: Agua de condensación	-----	Controlar, si hay agua de condensación.
	Moldes	Paño suave que no se deshilache, etanol	Limpiar.
	Lámparas infrarrojas	-----	Comprobar.
	ventilador y Filtro	Agua caliente, lejía jabón	Controlar el grado de suciedad del filtro, cambiar
	Puertas del revestimiento protector: Ventanillas	Paño suave, agua caliente, lejía de jabón	Controlar el grado de limpieza y deterioro
	Pirómetro	Pincel, alcohol, bastoncillos de algodón	Limpiar.
	Barreras de luz y reflectores	Paño suave que no se deshilache	Controlar el grado de limpieza y deterioro
	Armarios de distribución: Filtros	-----	Recambiar los filtros.

TABLA 11
MANTENIMIENTO MENSUAL O MAYOR DE COMPONENTES

INTERVALO	DESIGNACIÓN/PUNTO DE CONTROL	UTENSILIOS Y PRODUCTOS PARA EL MANTENIMIENTO	TRABAJOS A EJECUTAR
MENSUALMENTE O CADA 500 HORAS DE SERVICIO	Filtros del aire comprimido: Cartuchos filtrantes	-----	Recambiar los cartuchos filtrantes.
	Componentes neumáticos: Conexiones, conductos, válvulas, cilindros	-----	Comprobar su estanqueidad, porosidad, fijación y estado. SI ES NECESARIO: Recambiar.
	Filtro de alta presión para aire de soplado (estándar): Elemento filtrante	-----	Controlar el grado de suciedad del filtro. SI ES NECESARIO: Recambiar el elemento filtrante.
	Filtro protector de flujo reversible	Paño suave que no se deshilache, lejía	Enjuagar el filtro y limpiarlo.
	Unidad de estirado: Carro de estirado, carro de soplado	-----	Comprobar.
	Accionamientos: Correas de accionamiento	-----	Controlar la tensión y el desgaste.
TRIMESTRALMENTE O CADA 1500 HORAS DE SERVICIO	Cojinete principal: Unión de rotación sobre bolas	-----	Comprobar.
	Codificador: Consola	-----	Control visual de las ruedas de accionamiento.
	Accionamiento: Ruedas dentadas	-----	Comprobar el alojamiento, el desgaste, la lubricación.
	Todos los engranajes	-----	Comprobar la estanqueidad.
ANUALMENTE O CADA 5000 HORAS DE SERVICIO	Distribuidor rotativo de agua: Empaquetaduras, cojinete	-----	Comprobar la estanqueidad de distribuidor.
	Filtros del aire comprimido: Cartuchos filtrantes	-----	Recambiar los cartuchos filtrantes
CADA 6 AÑOS O 30000 HORAS DE SERVICIO	Componentes neumáticos: Tuberías flexibles	-----	Recambiar las tuberías flexibles.

2.1. Programa de Mantenimiento Preventivo para Lámparas Halógenas de Calentamiento del Horno.

Empezaremos definiendo el *Mantenimiento Preventivo*, como aquel que se aplica antes de que ocurra una avería y empieza desde el instante en que se instala la maquinaria o equipo. Dado que no podemos realizarlo porque la máquina se encuentra ya instalada, procederemos a realizar un Mantenimiento Planificado progresivo en base de a la frecuencia de falla de los componentes.

La planificación se llevará a cabo en base de información existente, proporcionada por el fabricante como es el manual de instrucción y en base a la experiencia del uso de la maquinaria.

El objetivo principal del mantenimiento progresivo es eliminar el tiempo muerto o el tiempo en el que el equipo está fuera de servicio y en el que debemos tener en cuenta los siguientes criterios:

1. La máquina Contiform S10, es grande y tiene muchos componentes.
2. La frecuencia de fallas de los componentes y la forma en que están dispuestos o armados.

3. La necesidad de intercambio de componentes de acuerdo a la necesidad de piezas de repuesto.

Se tendría que tener establecido cuáles son la piezas más débiles de las maquinarias, con lo que se podría planificar el pedido de repuestos con la debida antelación para así disminuir el tiempo de paro de la maquinaria; sabiendo que pieza falla podemos buscar el mejor repuesto del mercado.

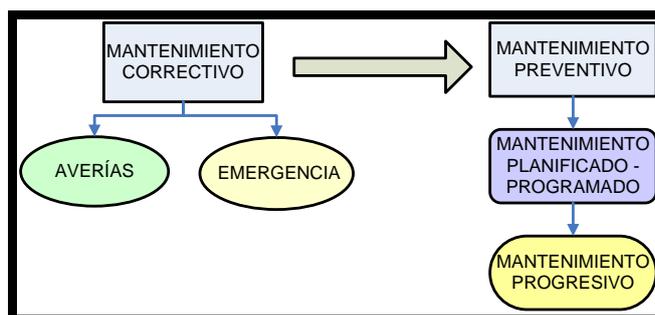


FIGURA 2.1. FLUJOGRAMA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La *Figura 2.1*, resume en sí lo que en la actualidad ocurre con la máquina analizada y hasta donde se pretende llegar con este estudio, es decir no existe un adecuado mantenimiento preventivo sino sólo correctivo, ya que sólo la máquina se para cuando existe alguna avería o daño en algún componente del sistema. Se tendrá entonces que llegar a un adecuado mantenimiento preventivo Planificado o Programado y progresivo.

La Caja de calefacción tiene un intervalo de mantenimiento semanal o cada 150 horas, el punto de control son las lámparas infrarrojas, no se necesita de utensilios y productos para el mantenimiento y los trabajos a efectuar son el de llevar un control visual de las lámparas infrarrojas. Las *Figuras 2.2 y 2.3*, muestran las fallas comunes detectadas en las lámparas.



FIGURA 2.2. FALLO EN LÁMPARA INFRARROJA - CASO 1

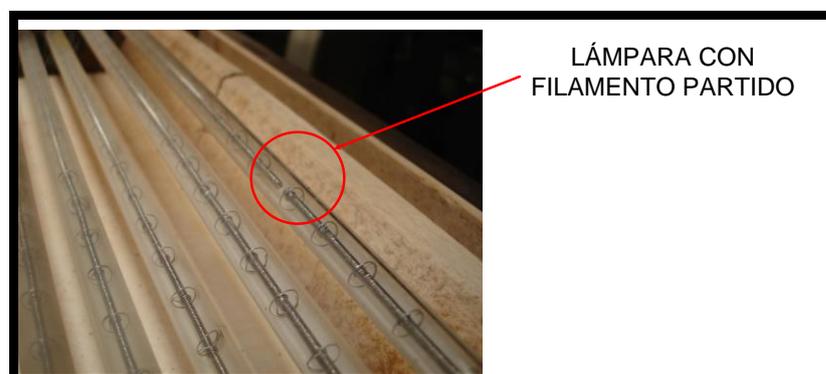
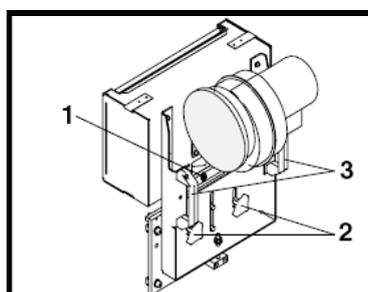
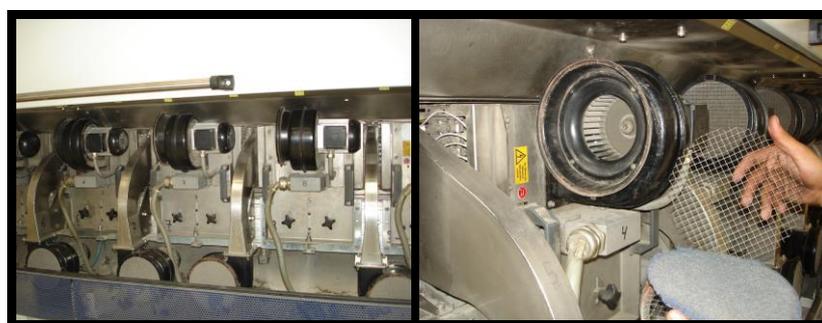


FIGURA 2.3. FALLO EN LÁMPARA INFRARROJA - CASO 2

Para el recambio de piezas de desgaste o de cambio por tiempo de vida limitado se deben seguir las instrucciones de seguridad recomendadas por el fabricante, en el caso en particular para el módulo calentador, se debe

desconectar la máquina, además como los radiadores infrarrojos están bajo tensión existe un riesgo eléctrico en caso de rotura de los radiadores infrarrojos, aunque la máquina esté desconectada, hay que desconectar adicionalmente el interruptor principal y cerrarlo con llave, para que no se pueda poner en marcha la máquina.



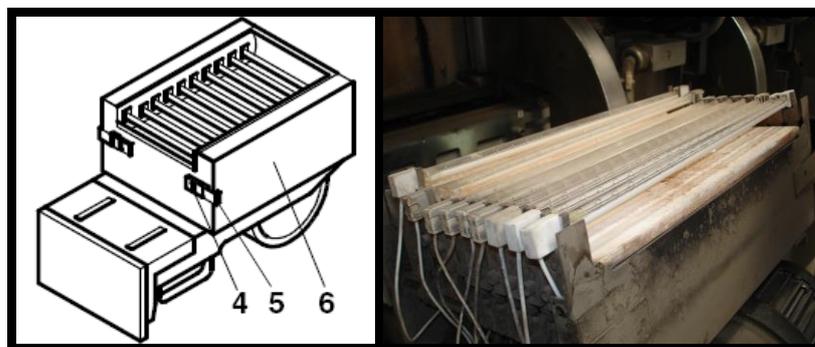
1. CONECTOR MÚLTIPLE
2. MANDOS ESTRELLADOS
3. ASIDEROS

FIGURA 2.4. MANTENIMIENTO DE LA CAJA DE CALEFACCIÓN - VENTILADOR

Para el desmontaje del módulo de calefacción de debe primero sacar el conector múltiple, luego soltar los mandos estrellados, a continuación retirar la caja de calefacción hacia delante de la guía, cogiéndola por los dos asideros (Ver *Figura 2.4*). El montaje de la caja de calefacción se realiza en

orden inverso, y se lo debe realizar solamente, después de haberse enfriado todas las piezas ya que existe el peligro de lesionarse por quemaduras.

A continuación se quita el revestimiento protector de la caja de calefacción para lo cual se debe soltar las placas de protección de la forma siguiente: primero se aprieta el saliente, luego hacia dentro apretar la brida y finalmente hacia arriba retirar la placa. (Ver *Figura 2.5*)



- 4. SALIENTE
- 5. BRIDA
- 6. PLACA

FIGURA 2.5. DESMONTAJE DEL MÓDULO DE CALEFACCIÓN

En el recambio de los radiadores infrarrojos se debe tocar los radiadores únicamente en los porta radiadores metálicos, si se toca el cuerpo de vidrio, se reduce la potencia de radiación. Seguido se sueltan las conexiones eléctricas en ambos lados con un destornillador, luego se desemborna y retira el radiador, para luego conectar el radiador nuevo apretando los tornillos.

2.2. Programa de Mantenimiento Correctivo para Optimizar el Sistema de Aire Comprimido.

La mejor definición de *Mantenimiento Correctivo*, es aquel que se emplea para reparar o corregir las averías sufridas por una máquina o equipo, se lo considera también como un mantenimiento de averías o de emergencia, en la actualidad se lo realiza en la empresa.

Este tipo de mantenimiento tiene su origen por las siguientes causas:

1. Por falta de capacitación técnica en materia de Mantenimiento preventivo que será analizado en el *apartado 2.3*.
2. Por falta de presupuesto para disponer de un departamento de mantenimiento preventivo.
3. Por negligencia en parte de la alta gerencia porque no consideran adecuado este tipo de mantenimiento.

La *Figura 2.6*, muestra un flujograma idealizado para mejorar o reparar un componente respecto a las condiciones originales de diseño, es decir se trata de pasar de un Mantenimiento Correctivo, que se hace en la actualidad, a un Mantenimiento Mejorative.

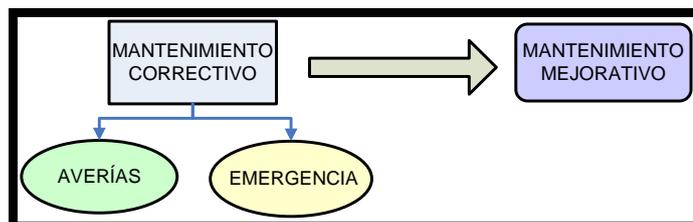


FIGURA 2.6. FLUJOGRAMA DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

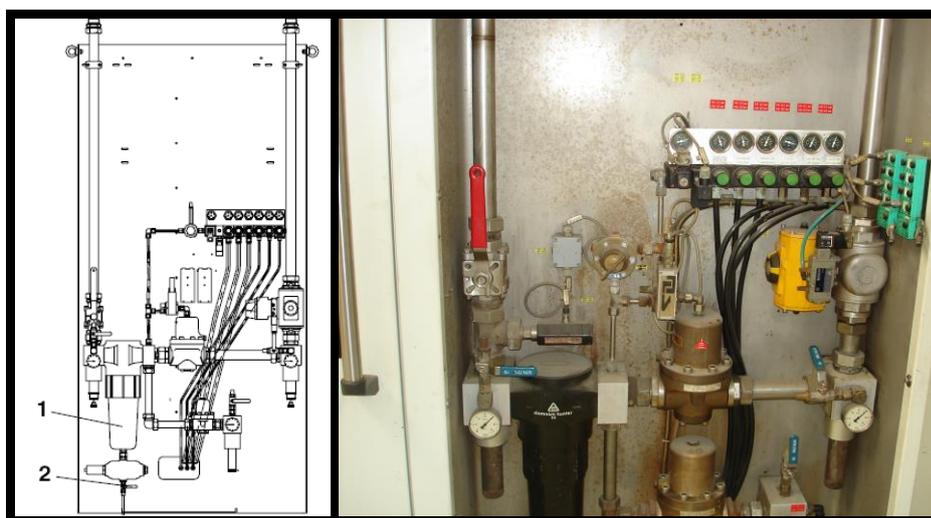


FIGURA 2.7. COMPRESOR DE CUATRO ETAPAS PARA AIRE COMPRIMIDO DE ALTA PRESIÓN

El aire de alta presión es obtenido con el compresor de cuatro etapas de la marca ABC España-Arízaga, modelo 4HP-4-L, fabricado en el año 2003, produce una presión de 42 bares y consume una potencia nominal del motor de 782 HP/575KW a una velocidad de 600 rpm para obtener un flujo de 1520 m³/hora (ver *Figura 2.7*).

El mantenimiento del filtro de alta presión (Ver *Figura 2.8*) para aire de soplado se lo hace mensualmente o cada 500 horas de servicio, cuyo punto de control es el elemento filtrante; por seguridad se debe realizar los trabajos

sólo si la instalación está sin presión, en todo caso de existir agua de condensación, aparece un mensaje de error en la pantalla táctil.



1. FILTRO DE ALTA PRESIÓN
PARA AIRE DE SOPLADO
2. GRIFO DE DESCARGA

FIGURA 2.8. FILTRO DE ALTA PRESIÓN

Los trabajos a ejecutar son abrir el grifo de descarga, para controlar si hay agua de condensación. Si hay agua de condensación, comprobar el secador del aire en el compresor (40 bares). Para el filtro se separa la parte inferior de la parte superior de la caja, se suelta el elemento filtrante y se lo retira, luego se instala el nuevo elemento filtrante y se engrasa las juntas roscadas.

Este procedimiento se realizó conforme lo indica el fabricante, sin embargo a parte de existir agua de condensación en la línea de presión, las impurezas

encontradas en el filtro corresponden a restos de herrumbre provenientes de la tubería de alta presión, por lo que estamos frente a un grave problema porque esto provoca la disminución de la eficiencia del compresor y por ende de la máquina estiradora sopladora, este punto es importante a considerar en el análisis posterior de P+M+L. Las *Figuras 2.9, 2.10 y 2.11*, muestran el procedimiento seguido y los problemas encontrados.



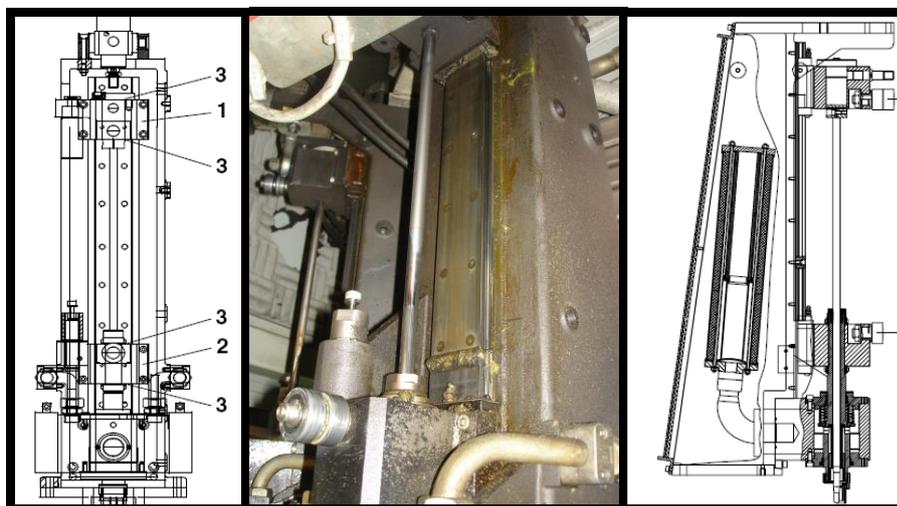
FIGURA 2.9. APERTURA DEL GRIFO DE DESCARGA Y REMOCIÓN DEL FILTRO DE ALTA PRESIÓN



FIGURA 2.10. TUBERÍA DE AIRE COMPRIMIDO DE ALTA PRESIÓN



FIGURA 2.11. IMPUREZAS ENCONTRADAS



1. CARRO DE ESTIRADO
2. CARRO DE SOPLADO
3. SEPARADOR LABIAL DE SUCIEDAD

FIGURA 2.12. LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDAD DE ESTIRADO

El mantenimiento de la unidad de estirado (ver *Figura 2.12*), se realiza cada 500 horas o mensualmente el punto de control es el carro de estirado y el carro de soplado. El trabajo a efectuar es comprobar, si el movimiento y la

velocidad del carro de estirado y del carro de soplado son uniformes luego realizar un control visual del desgaste del separador labial de suciedad, a continuación eliminar exceso de lubricante en el separador labial de suciedad. La lubricación de este elemento se la hace semanalmente o cada 150 horas de servicio con pistola de engrase y con un lubricante tipo 8, cuya especificación técnica se muestra en la **Tabla C- 4 del APÉNDICE C**.

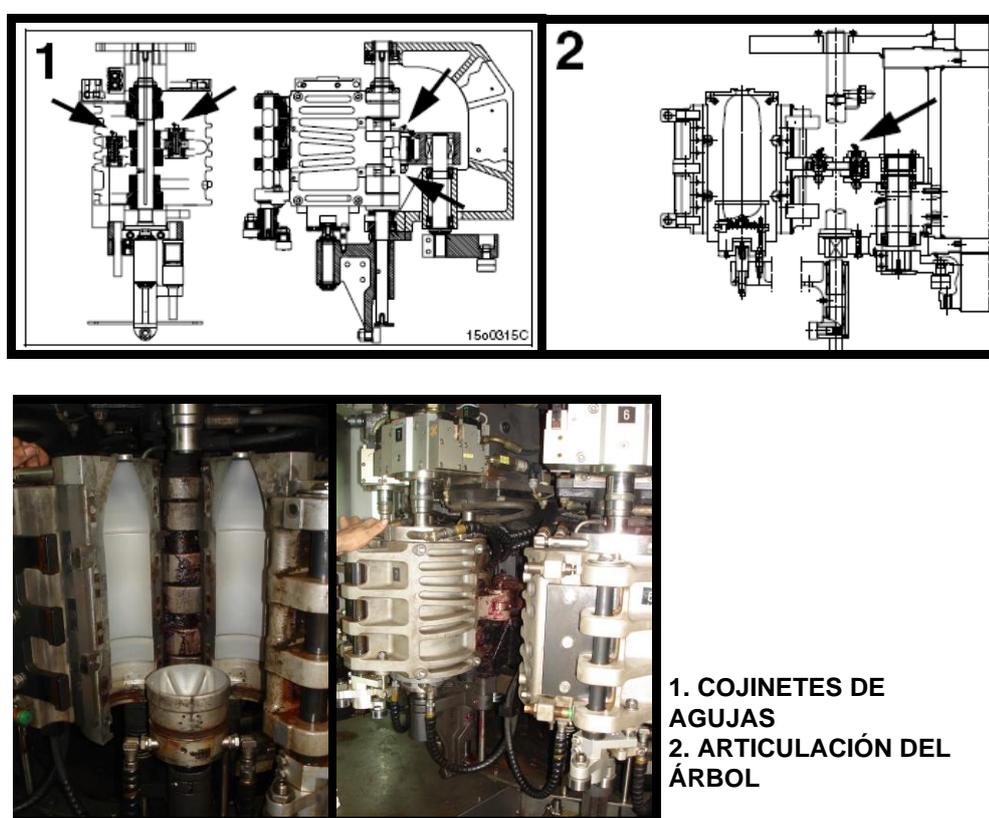


FIGURA 2.13. LUBRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MOLDE

El Mantenimiento del molde (ver *Figura 2.13*), se lleva a cabo semanalmente o cada 150 horas, el punto de control son los cojinetes de agujas y

articulación del árbol, la limpieza es con un paño suave que no se deshilache, no se debe utilizar detergentes disolventes de goma, el tipo de lubricante es de tipo 7, cuya especificación técnica se muestra en la **Tabla C-4 del APÉNDICE C**.

El Mantenimiento del Filtro protector del flujo reversible (ver *Figura 2.14*), se lleva a cabo mensualmente o cada 500 horas, el punto de control es el elemento filtrante, la limpieza es con un paño suave, agua caliente, lejía o jabón, se debe enjuagar el filtro y limpiarlo, para esto se abre el volante siete vueltas hacia la izquierda hasta el tope.

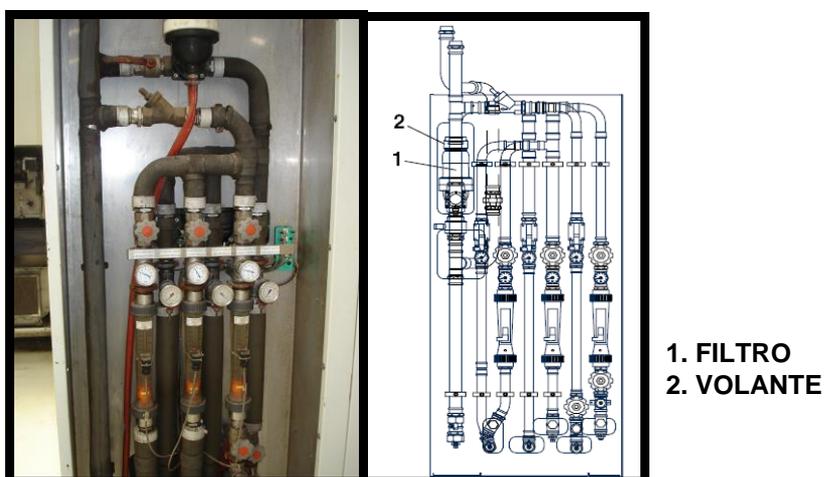


FIGURA 2.14. MANTENIMIENTO DEL FILTRO PROTECTOR DE FLUJO REVERSIBLE

A continuación se expone unas recomendaciones en los equipos adicionales del sistema. Para el control de fugas existentes se recomienda:

- Un programa de mantenimiento permanente sobre las empaquetaduras de las válvulas.
- Reemplazo de válvulas de corte que presenten fugas por deterioro.
- Utilizar acoples de manguera de muy buena calidad y en buen estado.
- Reducir la presión en sistema de soplado, al mínimo satisfactorio.
- Usar tuberías y mangueras de muy buena calidad para reducir quiebres y fugas en estas.
- Controlar la humedad en el sistema, instalando separadores de condensado y drenajes para evitar el soplado de líneas para desalojar el agua.

Para controlar la humedad remanente del sistema se recomienda:

- Las tomas de los ramales deben hacerse por encima de la línea principal.
- Dar una leve inclinación a los ramales principales.
- Colocar piernas de drenaje al final de los tramos inclinados dotados con drenajes automáticos y válvulas manuales de chequeo.
- Incorporar filtros y lubricadores en todos los sitios previos a los actuadores.

Si la máquina Contiform S10, es equipada posteriormente con un registro de curva de presión entonces se mejora la reproducibilidad del proceso de soplado en cada estación individual; esto permite detectar prematuramente eventuales desviaciones del proceso en una estación. Cuando una botella es soplada con desperfectos se puede apagar anticipadamente el proceso de soplado y así *reducir el número de botellas eliminadas*. Con este sistema de registro se detectan incluso agujeros pequeños y las válvulas de soplado o de descarga de presión gastadas son determinadas con facilidad; con un ajuste correcto de los valores límites se dispone así de una excelente herramienta de control de calidad de las botellas.

- Con la lubricación adicional en la leva principal se prolonga la vida útil de los rodillos de leva y de la leva principal.
- Un control temprano de la varilla de estirado aumenta la fiabilidad operacional de la máquina; con una detección temprana del desgaste y la de ahí resultante parada de emergencia de la máquina se evitan tiempos improductivos.
- Un automatismo inteligente de re arranque garantiza un proceso de calentamiento constante después de una fase de stand-by. De esta manera se evitan tanto preformas desechadas y calidades variables de botellas por temperaturas fluctuantes de las preformas.

- El sistema Temperature Wizard mantiene constante el proceso de calentamiento y la calidad de las botellas debido a espesores de pared constantes incluso cuando cambian las condiciones ambientales, con su instalación disminuyen también las exigencias en cuanto a calificación técnica del operador.
- El aire comprimido es un factor de costos decisivo en el proceso de soplado, para su reducción se ha desarrollado el paquete Air Wizard, para mejorar la rentabilidad y la eficiencia de la máquina.

2.3. Capacitación Técnica a Operadores de Sopladora Krones.

Es de gran importancia tener en cuenta que la eficiencia del servicio de mantenimiento dependerá del grado de conocimiento que tengan los operarios sobre la máquina y del recurso material, equipos, herramientas, repuestos que estén a disposición. Lógicamente dependerá también de la forma como el recurso humano (personal) utilice los recursos materiales.

Otro factor importante a considerar es el psicológico, es necesario definir las funciones y atribuciones que le competen a cada operario, tratando de evitar que se sienta que trabaja subordinado que es negativo para la calidad y economía del servicio; además que el

personal este pendiente de la línea de producción, lo cual hará que actúe con más iniciativa y más énfasis en la importancia de mantener operativa la maquinaria de producción de la empresa.

La máquina estiradora Sopladora Krones Contiform S10, funciona las 24 horas del día, por lo que necesita de operarios para que verifiquen su funcionamiento, en este caso sería 2 turnos de doce horas cada uno, con un relevo, por lo que necesita de tres operarios. Es necesario definir los niveles jerárquicos y la cantidad de personas que se involucran en el proceso.

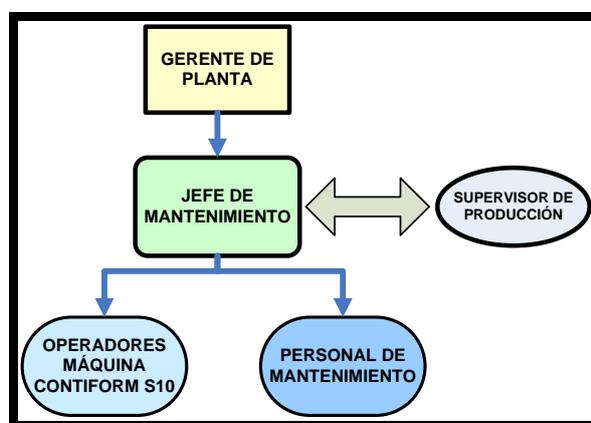


FIGURA 2.15. ESQUEMA ORGANIZATIVO DEL PERSONAL

La *Figura 2.15* muestra el esquema organizativo del personal involucrado, de acuerdo a las necesidades que involucren el paro de la máquina y como plan de contingencia estableceremos el número de personas que necesitan ser capacitadas en cuanto al funcionamiento de

la máquina en cuestión, de tal manera que tendríamos: 1 Gerente de Planta, 1 Jefe de Mantenimiento y 2 asistentes, 1 Supervisor de producción, 3 operadores de la Máquina y 5 operadores de Mantenimiento General.

La preparación y adiestramiento del personal es un factor muy importante a considerar por sus efectos en la densidad de supervisión y en las facilidades de formación. El objetivo principal es tratar de disponer de mano de obra calificada para evitar poseer mayor número de supervisores y un mayor seguimiento de las actividades por parte de éstos.

La empresa debe asumir el rol de adiestramiento a su personal y de acuerdo al nivel jerárquico y al nivel de formación se debe dar:

1. Adiestramiento continuo, indicando diariamente las instrucciones por parte de los superiores a sus colaboradores.
2. Transmisión de conocimientos prácticos, impartidos por los operarios de mayor experiencia hacia sus ayudantes.

3. Cursos periódicos, promovidos y ejecutados por la empresa, o también enviando a sus operarios y jefes a seminarios de capacitación Técnica. Los fabricantes Kronos facilitan el material y el personal técnico experto.

En estos cursos deberían incluirse los siguientes tópicos que involucran a la máquina estiradora sopladora de envases:

- Principios básicos de manejo de herramientas de mantenimiento industrial.
- Capacitación técnica sobre el proceso de soplado y manejo de parámetros adecuados para las diferentes preformas a usarse.
- Identificación y solución a problemas comunes en el proceso de soplado.
- Principios de aplicación de instrumentos de medición y tolerancias.
- Principios básicos sobre óleo-hidráulica y neumática.
- Nociones generales sobre prevención de accidentes y seguridad e higiene industrial.
- Nociones sobre interpretación de planos, diagramas y Tablas.
- Planificación y programación del mantenimiento.

Las Instrucciones de servicio solamente cumplen su propósito, si están constantemente a disposición del operario de la máquina; los trabajos dentro y en la máquina sólo se deben llevar a cabo por personal especializado y autorizado.

- Personal de servicio: especializado, adiestrado y autorizado para el manejo de la máquina.
- Personal de ajuste y mantenimiento: especializado, especialmente adiestrado y autorizado para el ajuste, el mantenimiento y la limpieza de la máquina.
- Ajuste: comprobaciones, cambios, selección/activación de modos de servicio, introducciones de parámetros.
- Mantenimiento: trabajos de mantenimiento/repación, eliminación de perturbaciones.

Todo el personal involucrado deberá regirse a las instrucciones proporcionadas por el fabricante y en el que se deberá tener adiestramiento en los siguientes puntos:

- Instrucciones e informaciones y disposiciones de seguridad.
- Uso de la máquina.
- Equipos de protección personal.
- Parar la máquina en casos de emergencia.

- Mantenimiento y lubricación.
- Limpieza.
- Puesta en marcha de la máquina antes y durante la producción.
- Trabajos de reparación.

2.4. Costos de Producción Actual.

TABLA 12
PRODUCCIÓN DE ENVASES DE PLASTICO PET

MES	PREFORMA			INDICE DESP. %
	INGRESADA	SOPLADA	DESPERDICIO	
May-06	5,031,384	4,962,792	68,592	1.36
Jun-06	4,771,844	4,709,607	62,237	1.30
Jul-06	2,494,692	2,461,273	33,419	1.34
Ago-06	3,916,394	3,879,587	36,807	0.94
Sep-06	3,772,076	3,737,185	34,891	0.92
Oct-06	4,210,856	4,163,286	47,570	1.13
Nov-06	3,407,589	3,368,252	39,337	1.15
Dic-06	4,782,483	4,732,523	49,960	1.04
Ene-07	4,160,335	4,101,867	58,468	1.41
Feb-07	3,714,369	3,658,389	55,980	1.51
Mar-07	4,033,580	3,969,741	63,839	1.58
Abr-07	3,863,605	3,801,638	61,967	1.60
May-07	4,533,735	4,454,220	79,515	1.75
Jun-07	3,137,903	3,073,874	64,029	2.04
Jul-07	3,139,410	3,054,720	84,690	2.70
Ago-07	3,738,524	3,627,648	110,876	2.97
Sep-07	3,035,323	2,968,891	66,432	2.19
Oct-07	3,110,748	3,050,316	60,432	1.94
Nov-07	3,500,787	3,439,078	61,709	1.76
Dic-07	3,081,571	3,021,340	60,231	1.95
Ene-08	3,521,863	3,448,390	73,473	2.09
TOTAL	65,744,102	64,725,493	1,018,609	34.67

De acuerdo a la *Tabla 12*, en la que se muestra la producción de envases plásticos PET, podemos observar la disminución de la cantidad de envases producidos de **4.962.792** en Mayo del 2006 a **3.448.390** en Enero del 2008, seguido de un aumento del índice de desperdicio de preformas de **1.36 %** a **2.09%**, en los mismos meses.

La eficiencia de la máquina se mide en términos de producción, es decir toda la materia prima y energía que necesita debe tener su justificación en el producto terminado. La *Figura 2.16*, muestra la cantidad de desperdicio de preformas hasta el mes de enero del 2008, fecha en donde se inició el estudio y se aplicaron las mejoras en los equipos involucrados en la producción en función del mantenimiento.



FIGURA 2.16. CANTIDAD DE DESPERDICIO DE PREFORMAS

Realizaremos un cálculo estimado, el mismo que será analizado de una manera mas detallada en el *inciso 3.1*; refiriéndonos a la *Tabla 13* de mismo

apartado, sumamos para obtener el valor total de consumo energético teórico de los equipos: Sopladora Estiradora Contiform S10, Chiller KLC 63, Compresores de aire de alta y baja presión, para obtener un total de **885 KW**.

Si consideramos que se consume:

$$885 \text{ KW} \times 30 \text{ dias} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 637200 \text{ KWh}$$

Refiriéndonos a la planilla de consumo energético mostrada en la **Figura D-1** del **APÉNDICE D**, el valor unitario del Kilowatio hora, sin considerar la Tarifa de transmisión y el peaje de potencia y energía es 0.0530 \$/KWh, en consecuencia tenemos:

$$637200 \text{ KWh} \times 0.0530 \text{ \$/KWh} = \$33771.6$$

Este valor es el que se paga actualmente en energía para la producción de los envases plásticos con en análisis considerado anteriormente.



FIGURA 2.17. CHILLER KLC 63 - SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

El Sistema de enfriamiento mediante el Chiller KLC 63 (ver *Figura 2.17*), no representa un mayor consumidor de agua por el volumen que necesita y por ser un sistema de recirculación, pero se hará de todas maneras el análisis de consumo de agua.

Si consideramos las dimensiones del Tanque reservorio de agua para el chiller (1m x 1.3 m x 1m), tendremos un volumen de 1.3 m³ y este necesita de 10 m³/h que es proporcionado por la bomba de agua de recirculación.

Refiriéndonos a la planilla de consumo de agua mostrada en la **Figura D-2** del **APÉNDICE D** y de acuerdo a la *Figura 2.18*, podemos estimar el costo de agua por metro cúbico para Enero del 2008:

$$67,693.34 \text{ \$} / 35989 \text{ m}^3 = 1.8 \text{ \$} / \text{m}^3$$

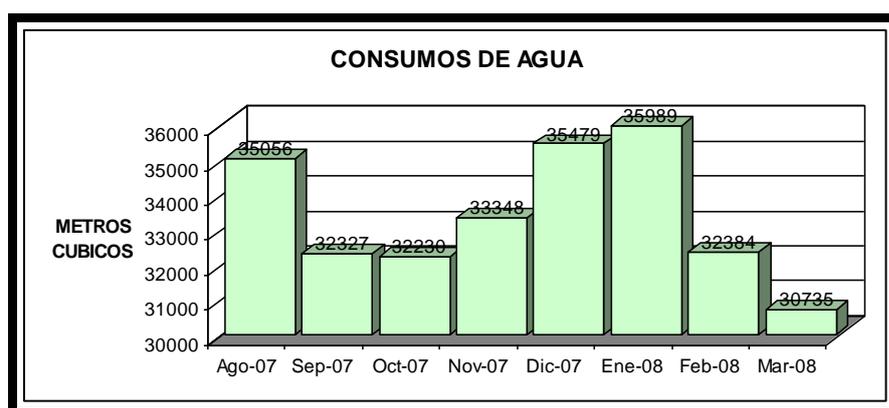


FIGURA 2.18. CONSUMO DE AGUA MENSUAL

Para un volumen de 1.3 m^3 que se necesita cambiar cada 2 veces por mes, entonces se necesitaría $2.6 \text{ m}^3/\text{mes} \times 1.8 \text{ \$/m}^3 = 4.68 \text{ \$/mes}$. Esta cantidad no es significativa en términos de producción por lo que no la consideraremos para efectos de cálculo.

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN IMPLANTADA.

3.1. Evaluación Técnica.

A continuación se muestran los resultados de la evaluación ambiental y del Producto final, siguiendo la metodología de producción más limpia, se muestra el balance de masa y energía de cada uno de los equipos involucrados para un día de trabajo, específicamente el 5 de Diciembre del 2007, los resultados del índice de desperdicio de preformas fueron proporcionados por el departamento de producción.

La *Figura 3.1*, muestra un balance en cantidad desde el ingreso de preformas hasta la salida en forma de envases plásticos con los correspondientes desperdicios generados



FIGURA 3.1. BALANCE DE CANTIDAD DE PREFORMAS PRODUCIDAS EN UN DÍA DE TRABAJO

Para realizar el *Balace de masa* (ver Figura 3.2), nos referimos a las pruebas realizadas en preformas PET para productos carbonatados, proporcionadas por el departamento de control de calidad, cuyo rango de peso es (56 – 60 gramos). Este peso es considerado de acuerdo a las dimensiones finales de la botella según su volumen final, es decir dependiendo si es para presentaciones de (2.25 – 3 Litros), para efectos de cálculo tomaremos el promedio es decir 58 gramos, por lo que tendríamos:

$$\frac{58 \text{ g} \times 170393 \text{ preformas}}{1000} = 9882.79 \text{ Kg}$$



FIGURA 3.2. BALANCE DE MASA

Ahora procederemos a realizar el *Balance Energético*; la *Tabla 13* indica los datos de consumo energético teórico y real de los equipos involucrados en el proceso de fabricación de botellas. La demanda real tiene su disminución frente a la proporcionada por el fabricante debido a factores tales como: Pérdidas normales de la eficiencia energética, por mala distribución, líneas de producción y equipos en mal estado. Cabe destacar que la información fue proporcionada por el departamento eléctrico a cargo de las subestaciones 1 y 2, existentes en la empresa.

TABLA 13
DATOS DE CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS EQUIPOS
INVOLUCRADOS

POTENCIA	TEÓRICA (KW)	REAL (KW)
SOPLADORA-ESTIRADORA KRONES CONTIFORM S10	230	147
CHILLER KLC 63	40	33
COMPRESOR DE AIRE DE ALTA PRESIÓN	575	541
COMPRESOR DE AIRE DE BAJA PRESIÓN	40	30

El procedimiento para calcular dicho balance es el siguiente: El consumo real energético de la máquina estiradora-sopladora Contiform S10 en Kilowatios hora es de:

$$147 \text{ KW} \times 24h = 3528 \text{ Kwh}$$

Refiriéndonos a la planilla de consumo energético mostrada en la **Figura D-1** del **APÉNDICE D**, el valor unitario del Kilowatio-hora, sin considerar la tarifa de transmisión y el peaje de potencia y energía es 0.0530 \$/KWh, en consecuencia tenemos:

$$3528 \text{ KWh} \times 0.0530 \frac{\$}{\text{KWh}} = \$186.98$$

Con estos datos podemos calcular el Kilowatio-hora por Kilogramo de preformas introducidas esto nos da:

$$\frac{3528 \text{ KWh}}{9882.79 \text{ Kg de preformas}} = 0.357 \text{ KWh/Kg preforma}$$

Luego multiplico este factor obtenido por el número de preformas desperdiciadas, de tal manera que:

$$0.357 \text{ KWh/Kg preforma} \times 189.54 \text{ Kg preforma} = 67.66 \text{ Kwh} \times 0.0530 \frac{\$}{\text{KWh}} = \$3.59$$

La eficiencia energética (x); es calculada en proporción directa, considerando que los equipos en condiciones de consumo energético del fabricante tienen una eficiencia del 85%.

$$x = \frac{\text{Pot. real} \times 85\%}{\text{Pot. Teórica}}$$

La eficiencia de producción (y); es calculada considerando

$$14000 \text{ bot/h} \times 24 \text{ h/día} = 336000 \text{ bot/día}; \text{ en donde } y = \frac{\text{preform produc.} \times 100}{336000}$$

A continuación se repite el procedimiento para los equipos restantes. La *Figura 3.3*, muestra el esquema de los balances energéticos con sus resultados.

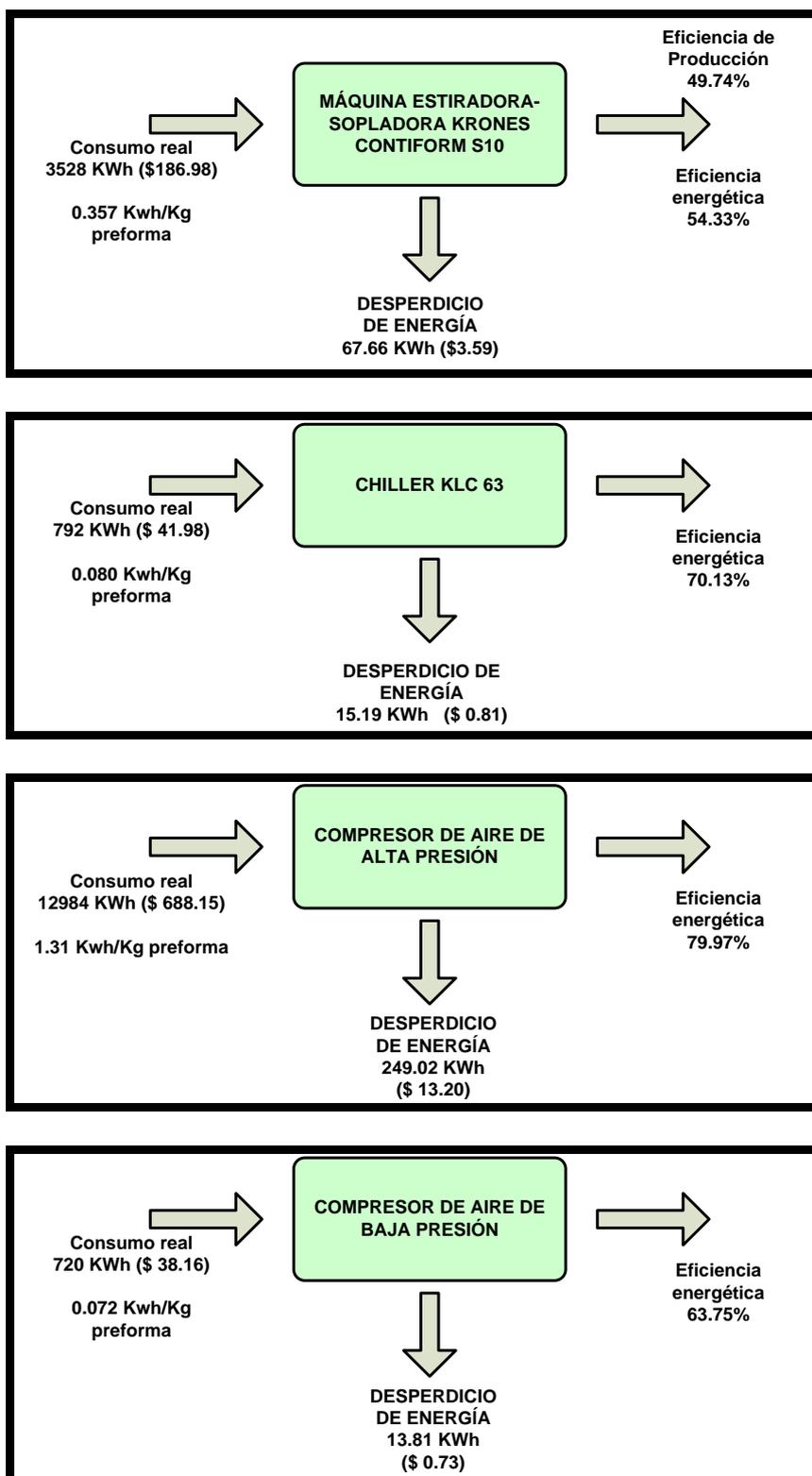


FIGURA 3.3. BALANCE ENERGÉTICO DE UN DÍA DE PRODUCCIÓN

Estos resultados son de un día de trabajo, por lo que la producción es sujeta a variaciones según la necesidad, la cantidad de desperdicios o para de la producción, depende del estado de la máquina estiradora sopladora.

Siguiendo el mismo procedimiento obtenemos los balances de producción y desperdicios, másico y energético para el mes de Diciembre del 2007. Los resultados se muestran en las *Figuras 3.4, 3.5 y 3.6*.



FIGURA 3.4. BALANCE DE CANTIDAD DE PREFORMAS PRODUCIDAS EN UN MES DE TRABAJO



FIGURA 3.5. BALANCE DE MASA

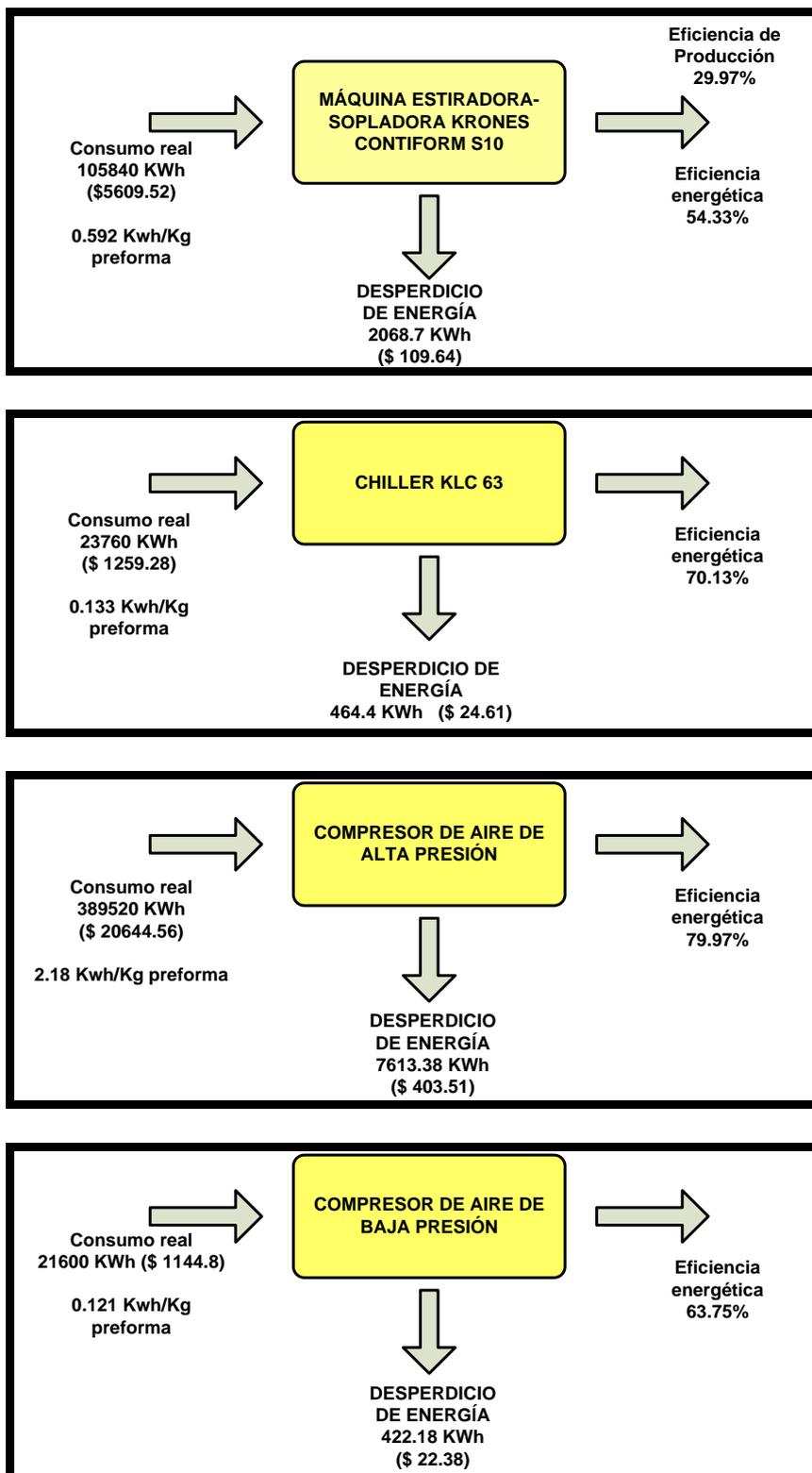


FIGURA 3.6. BALANCE ENERGÉTICO DE UN MES DE PRODUCCIÓN

3.2. Evaluación Económica.

El mercado global de los envases PET sigue creciendo, según analistas crece a una tasa del siete por ciento, se estima que alcanzará en el 2009 a nivel mundial casi 350 mil millones de unidades por año. En el 2005 la producción anual era de 278 mil millones, y a medida que aumenta la cantidad de unidades producidas aumenta también el mercado de bebidas envasadas en envases PET. De lo anterior se deduce la importancia de producir los envases plásticos de la manera más rentable posible.

Mediante una serie de medidas de optimización es posible mejorar el rendimiento de producción de la estiradora-sopladora Contiform S 10, por ejemplo con equipos adicionales y paquetes de actualización, los cuales se amortizan además rápidamente, contribuyendo así al aumento del grado de eficiencia de la máquina.

Refiriéndonos a la *Tabla 13* del apartado 3.1, sumamos para obtener el valor real de consumo energético teórico de los equipos: Sopladora Estiradora Contiform S10, Chiller KLC 63, Compresores de aire de alta y baja presión, para obtener un total de **751 KW**.

Si consideramos que se consume:

$$751 \text{ KW} \times 30 \text{ dias} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 540720 \text{ KWh}$$

Refiriéndonos a la planilla de consumo energético mostrada en la **Figura D-1** del **APÉNDICE D**, el valor unitario del Kilowatio-hora, sin considerar la Tarifa de transmisión y el peaje de potencia y energía es 0.0530 \$/KWh, en consecuencia tenemos:

$$540720 \text{ KWh} \times 0.0530 \frac{\$}{\text{KWh}} = \$28,658.16$$

Este valor es el que se paga realmente en la actualidad en energía para la producción de los envases plásticos.

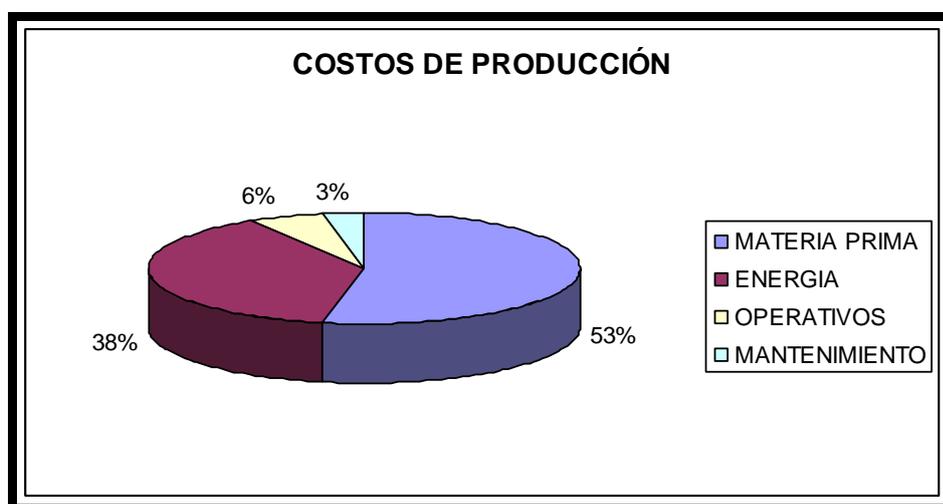


FIGURA 3.7. COSTOS DE PRODUCCIÓN MENSUAL

Los costos de producción en el mes de Diciembre del 2008 de envases de materiales PET, corresponden según muestra la *Figura 3.7*, a materia prima

53% (\$ 40,060.42), energía 38% (\$ 28,658.16), operativos 6% (\$ 4,560.10) y de mantenimiento 3% (\$ 2,280.05).

En Diciembre del 2007 según la *Figura 3.6* del inciso 3.1, se consumió en energía \$ **28.678,16**; ingresaron **3081571** preformas y se desperdiciaron **60231**, con un índice de desperdicio del **1.95 %**

En el mes de Abril del 2008 obtenemos un índice de desperdicio de preformas del **1.21%**, esto nos indica que ingresaron **4169752** preformas y resultaron dañadas **50454** preformas, para los mismos gastos de energía, por lo que tenemos un indicio de mejora por parte del plan de mantenimiento empleado, indicando además que la tubería de aire comprimido no es cambiada aún. Una vez que se realice este cambio se estima que se obtendrán mejores resultados.

Si cada preforma tiene un costo de \$ 0.013, entonces podría calcular el ahorro obtenido por ejemplo entre los meses de Marzo y Abril del 2008; en términos de producción y monetario; cuyos resultados se muestran en la *Tabla 14*; de tal manera que:

$$\text{Ahorro} = (4169752 - 3964297) - 56735 - 50454 = 98266 \text{ preformas}$$

$$98266 \text{ preformas} \times 0.013 \$ = \$ 1,277.46$$

TABLA 14
AHORRO DE PREFORMAS EN TÉRMINOS DE PRODUCCIÓN Y
MONETARIO

MES	PREFORMA			INDICE DESP.	AHORRO	
	INGRESADA	SOPLADA	DESPERDICIO		PREFORMAS	PRECIO (\$)
Dic-07	3,081,571	3,021,340	60,231	1.95	-----	-----
Ene-08	3,521,863	3,448,390	73,473	2.09	306,588	\$ 3,985.64
Feb-08	3,698,634	3,211,376	70,121	1.90	33,177	\$ 431.30
Mar-08	3,964,297	3,627,648	56,735	1.43	138,807	\$ 1,804.49
Abr-08	4,169,752	4,119,298	50,454	1.21	98,266	\$ 1,277.46
TOTAL	18,436,117	17,428,052	311,014	-----	576,838	\$ 7,498.89

Para la misma cantidad de energía, se ha obtenido un ahorro de \$ 7,498.89 en los tres primeros meses y también se ha logrado aumentar la producción. Según la *Tabla 9*, del inciso 1.5; el valor por la inversión total en materiales y mano de obra para realizar un mantenimiento adecuado es de \$ 25,574.46.

El cálculo del **Payback** indicará el tiempo que tardará la empresa en recuperar su inversión, que será en un año y dos meses.

$$PAYBACK = \frac{\text{Inversión}}{\text{Beneficio - medio (Ahorro)}} = \frac{\$25,574.46}{\$7,498.89} = 3.4 \times 4 \text{ meses} = 14 \text{ meses}$$

Se pone a consideración las siguientes recomendaciones según Krones para obtener un mayor ahorro:

Ahorro de energía durante la calefacción.

Se ha comprobado que las lámparas viejas (después de alrededor de 11.000 horas de servicio) consumen hasta un 30 por ciento más de energía que

lámparas nuevas. Por tal motivo es aconsejable controlar regularmente y cambiar las lámparas cuando sea necesario; el segundo factor de ahorro es la distancia de las lámparas; en la nueva caja de reflectores ha sido reducida la distancia entre las lámparas y las preformas. Con este nuevo diseño estándar del horno, el cual también es instalable posteriormente se consume aproximadamente un 10 por ciento menos de energía durante la calefacción.

Reducción de costos de consumo durante el soplado.

Durante el soplado también se pueden disminuir los costos de consumo con la reducción del volumen muerto; una reducción constructiva del volumen del bloque de válvulas y de las toberas de soplado de 500 ml a 250 ml no afecta el proceso técnico en sí, ya que las secciones transversales para el flujo del aire de soplado permanecen iguales. Esta reducción del volumen muerto constituye un estándar en las máquinas Contiform nuevas y para estiradoras-sopladoras ya instaladas está disponible como paquete de actualización. Al reducir el espacio que debe ser rellenado con aire de presión se puede lograr, dependiendo del tamaño del envase, un ahorro de más del 7 por ciento (en envases de 500 ml hasta un 25 por ciento) de los costos de consumo de aire.

3.3. Evaluación de la Productividad.

El objetivo desde el punto de vista de producción es disminuir el índice de desperdicios de preformas, de tal manera que esté por debajo del 1%, con esto obtenemos una producción eficiente y ahorro.

El método para llegar a la disminución de éste índice, es seguir adecuadamente las correcciones de mantenimiento preventivo los equipos del módulo de calefacción y sistema de aire comprimido, completando con una adecuada capacitación del personal involucrado. Realizando el correcto mantenimiento lograré que la potencia real llegue a un valor similar a la potencia teórica, es decir que aumente la potencia de los equipos deficientes, con esto aumentaría la eficiencia energética, disminuiría el índice del desperdicio de preformas y aumentaría la producción.

A continuación describiré un caso de ahorro energético y aumento de la eficiencia de la producción en uno de los equipos involucrados. La máquina posee 81 lámparas en sus módulos de calefacción, distribuidos de la siguiente manera:

5 módulos x 9 lámparas = 45 lámparas que consumen 2.5 KW cada una, entonces consumen en total 112.5 KW.

4 módulos x 9 lámparas = 36 lámparas que consumen 3 Kw cada una, entonces consumen en total 108 KW.

Sumamos ambos resultados y obtenemos **220.5 KW** que consume la máquina en forma ideal. Según el mantenimiento realizado nos encontramos con 18 lámparas dañadas, 6 de 3 KW de consumo y 12 de 2.5 KW de consumo, por lo que tendríamos de pérdida energética **48 KW**.

Con el mantenimiento preventivo, lograremos disminuir la cantidad de lámparas dañadas, por lo menos a 2, con lo que aumentaremos el consumo energético a **214.5 KW**, y con esto aumentar la producción disminuyendo el índice de desperdicio.

Las *Figuras 3.8, 3.9 y 3.10*, muestran los índices de desperdicio de preformas en forma detallada por mes para los años 2006, 2007 y parte del 2008, respectivamente. Los mismos indican que en el año 2006, se ha tenido una índice controlado en los meses de Agosto y Septiembre. Para el año 2007 se ha tenido un aumento sustancial del índice como mínimo de 1.41% y máximo de 2.97%.

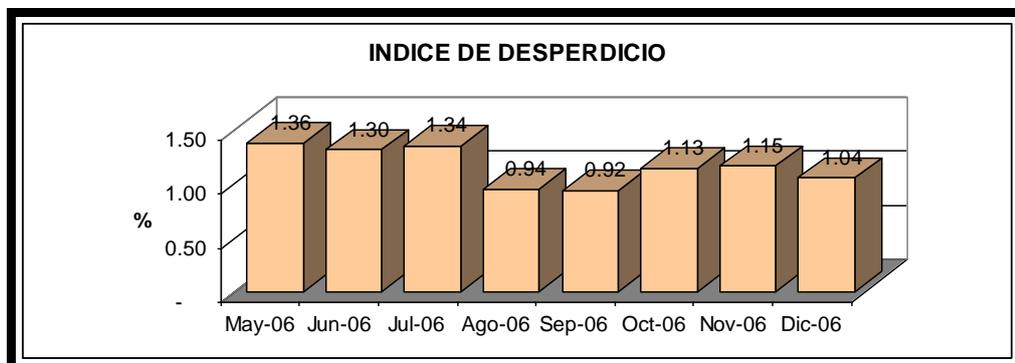


FIGURA 3.8. ÍNDICE DE DESPERDICIO DE PREFORMAS AÑO 2006

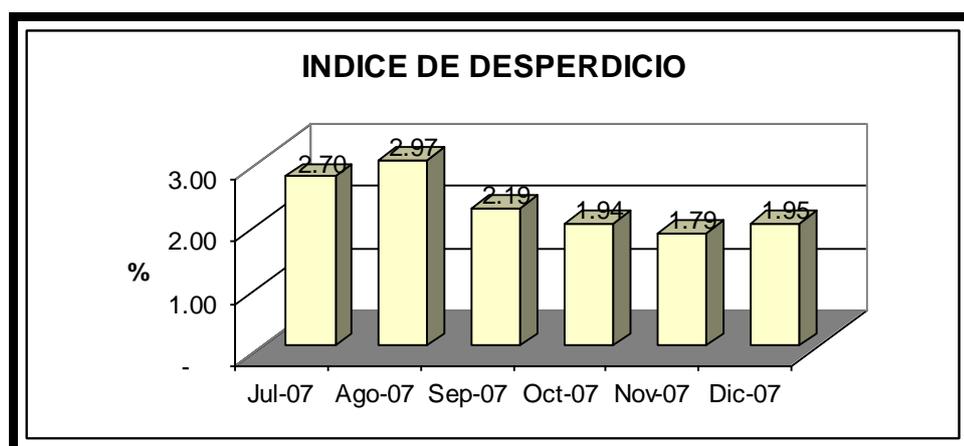
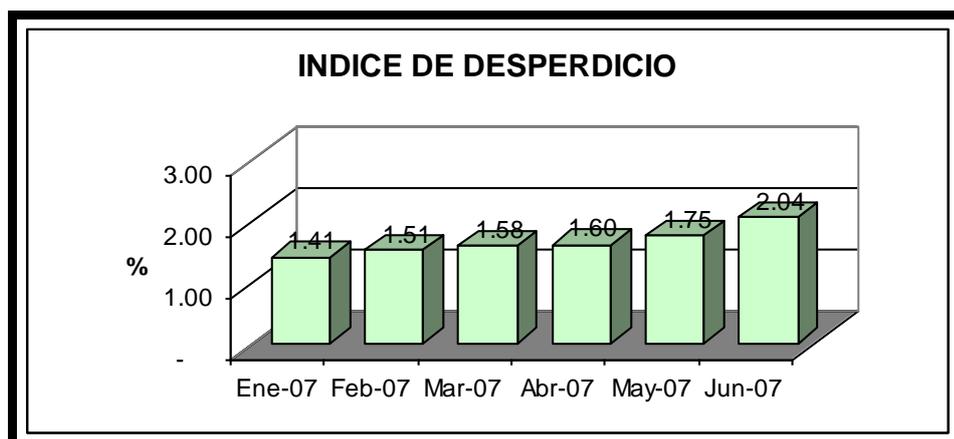


FIGURA 3.9. ÍNDICE DE DESPERDICIO DE PREFORMAS AÑO 2007

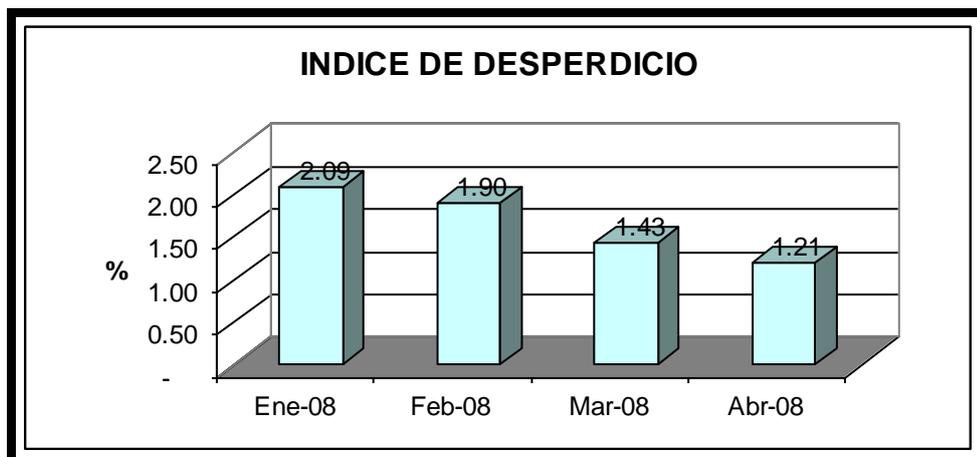


FIGURA 3.10. ÍNDICE DE DESPERDICIO DE PREFORMAS PRIMEROS MESES - AÑO 2008

En el año 2008 se empezó con un aumento del índice de desperdicio de preformas de 2.09%, cuando se aplicó parte del mantenimiento preventivo y correctivo se obtuvo resultados que reflejan las tasas inferiores en los meses de Marzo y Abril, 1.43 % y 1.21 %, respectivamente, se espera que se continúe con el mantenimiento siguiendo las indicaciones de este estudio para disminuir el desperdicio en una tasa menor al 1 %.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

1. Se comprobó que la metodología de Producción más Limpia es útil para empresas en la que los desperdicios constituyen un problema para su eficiencia productiva, cumpliéndose el principal objetivo planteado como era el de mejorar la eficiencia de producción en la máquina sopladora y por ende a toda la línea de producción Krones.
2. Se obtuvo una disminución en el porcentaje de desperdicio de preformas de **1.95%** a **1.21%** en los meses de Diciembre del 2007 hasta Abril del 2008.

3. En este mismo período se obtuvo aumento de producción de **3,021,340** preformas sopladas en el mes de Diciembre del 2007 a **4,119,298** preformas sopladas en el mes de Abril del 2008.
4. Los puntos más sensibles en los que se produjeron la mayor cantidad de problemas son el módulo de calefacción y en el sistema de aire comprimido, en los que se invirtieron **\$ 9,281.60** y **\$ 7,028.30**, respectivamente, con espera del cambio de tubería principal de aire comprimido por demora de importación.
5. Las medidas adoptadas en el mantenimiento preventivo de las lámparas de calefacción dieron los resultados esperados, en cuanto al mantenimiento correctivo, se estima que cuando se cambie la tubería de alta presión los índices de desperdicio de preformas disminuirán significativamente en menos del **1%**.
6. Según el ahorro obtenido en los cinco meses evaluados **\$ 7,498.89** y de acuerdo a la inversión realizada **\$ 25,574.46**, el PayBack o recuperación de la inversión se la obtendrá en 14 meses.

4.2. Recomendaciones.

1. Se recomienda realizar un estudio más amplio y detallado de producción más limpia que abarque primero a toda la línea Kronen, por ser la de mayor producción e ingresos y luego a toda la Empresa, para obtener mejores rendimientos de producción y una mayor capacidad de ahorro, adicionando a esto un estudio de reingeniería del sistema de aire comprimido.
2. En vista de que la organización tiene la capacidad de poseer tecnología, compromiso de calidad y respeto por el medio ambiente, por ser el segundo productor de bebidas gaseosas a nivel mundial, se recomienda implementar un Sistema de Gestión Ambiental que abarque el manejo de agua, sólidos, emisiones gaseosas y seguridad industrial; que junto con legislación ambiental ecuatoriana aseguren el mejoramiento continuo del sistema.

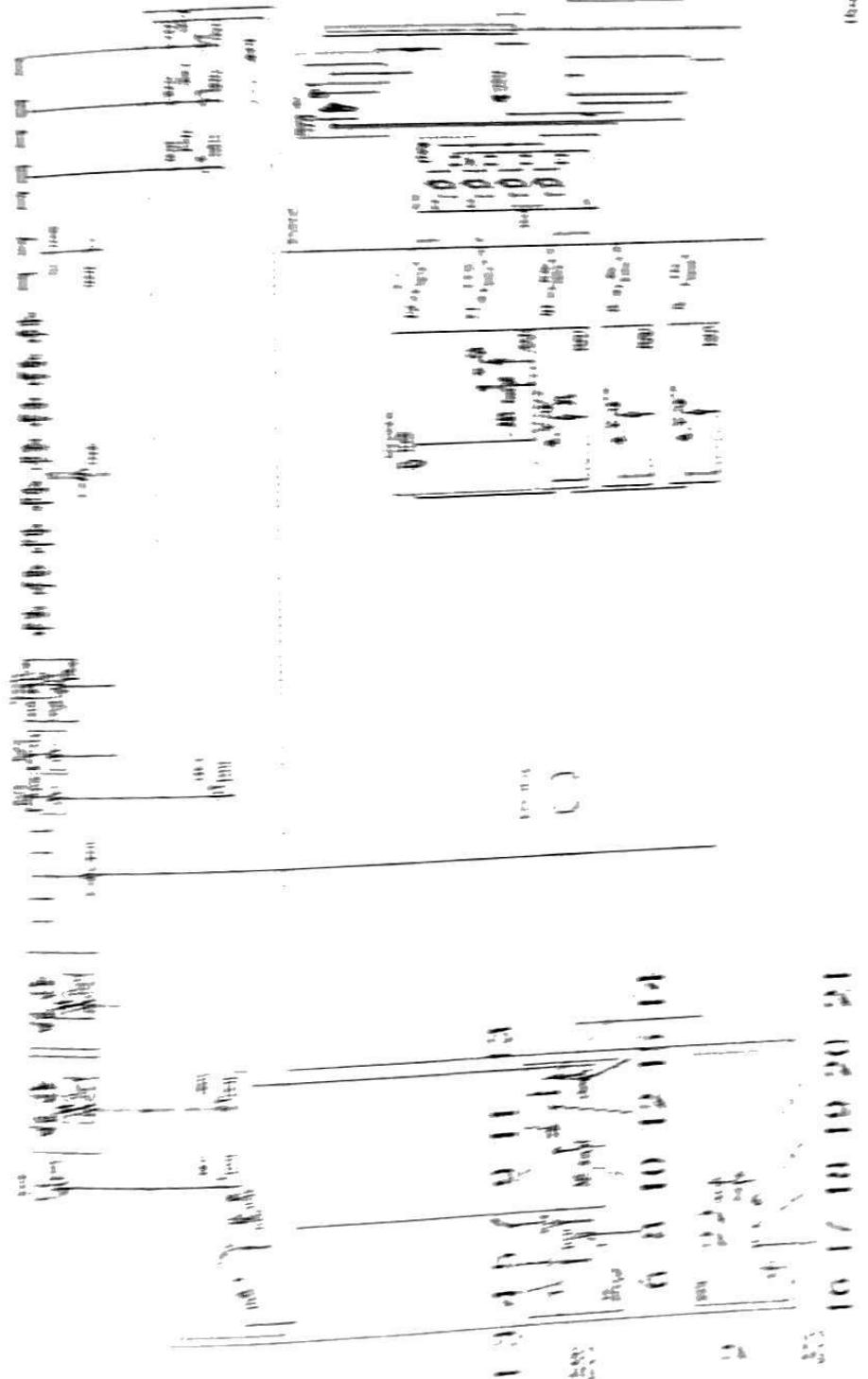
BIBLIOGRAFIA

1. Proyecto de Inversión en una Planta recicladora de PET en el estado de Puebla (México), Tesis Digital, Universidad de las Américas Puebla, Msc. Alfredo Agueta Amador.
2. www.krones.de
3. Manual de Instalación y Mantenimiento de la Máquina Estiradora Sopladora Contiform S/H KRONES AG Böhmerwaldstr. 5 D-93068 Neutraubling. No. doc.: D-15-S0-0-00-45
4. AVALLONE, BAUMEISTER III, MARKS, "Manual del Ingeniero Mecánico", Ed. Mc. Graw-Hill, 3ra. Edición, 1998.
5. Departamento de Producción. Empresa Bebidas del Pacifico S.A.

APÉNDICES

APÉNDICE A

PLANOS



- 10 Válvula proporcional alta presión
- 11 Válvula de seguridad 40 bar
- 12 Manómetro (0-60) bar
- 13 Purga de aire (globe valve) estrangulada, estrangulador del modelo 14 Globe esférico 2" con accesorios de ajuste manual
- 15 Válvula distribuidora 5/2 manual (accesorios de ajuste)
- 16 Válvula de cierre principal alta presión (con purga de aire)
- 17 Distribuidor múltiple
- 18 Filtro fino 3um con desaire automático de agua de condensación
- 19 Regulador de presión (0-16) bar
- 20 Válvula distribuidora 3/2 manual
- 21 Distribuidor múltiple
- 22 Presostato (0-16) bar

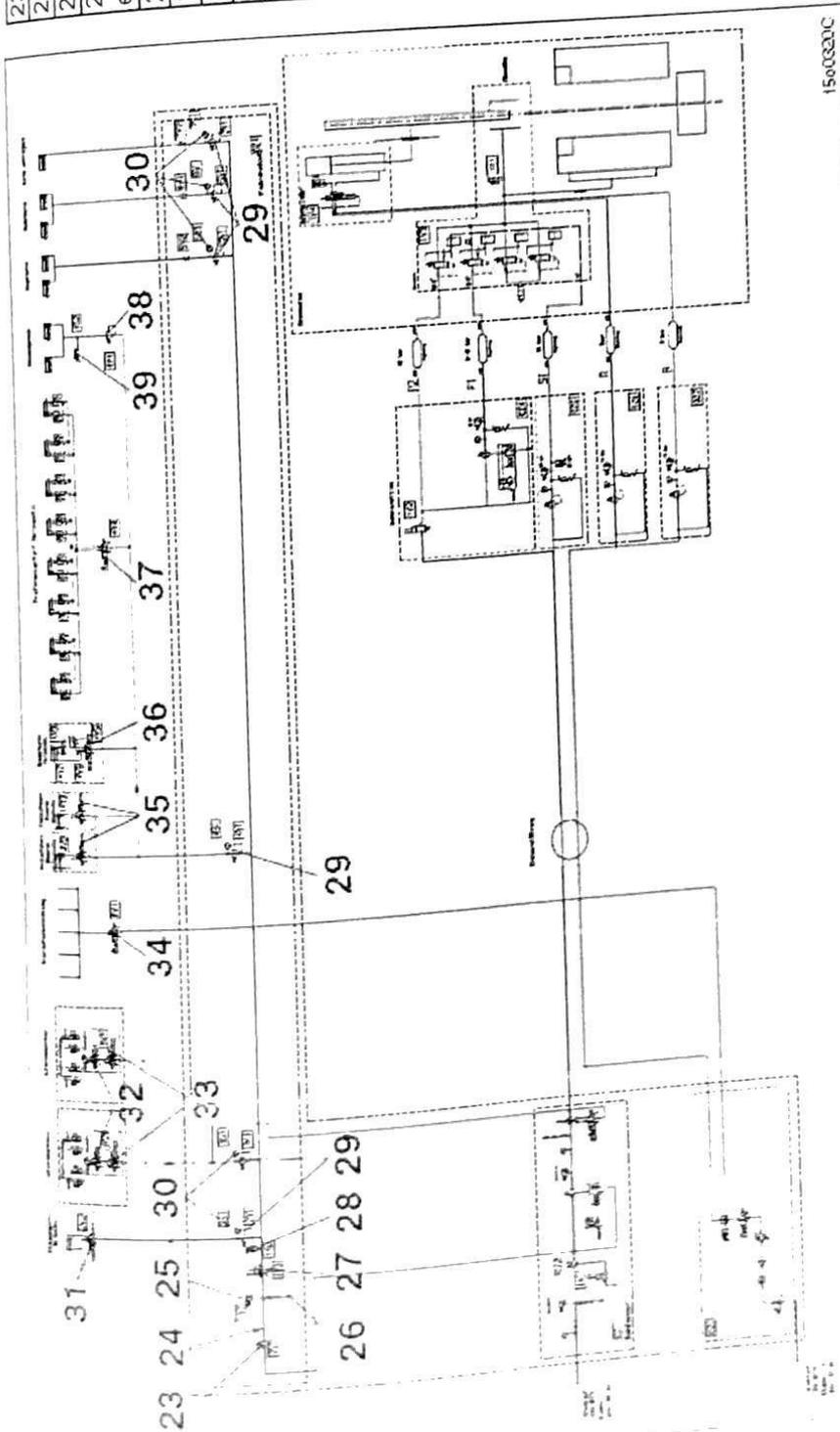
Elaborado por	Aprobado por	Fecha
C. ZAMBRANO	ING. WILBERT	29/07/2008

ALIRI DE ALTA PRESION Y DE SERVICIO

PLANO 1

FIMCP-ESPOL





23	Regulador de presión presión baja
24	Manómetro 0-16 bar
25	Válvula de seguridad 10.5 bar
26	Purga de aire (grfo esfenco, estrangulador, amortiguador del sonido)
27	Válvula distribuidora 3/2 magnética
28	Presóstato 0-16 bar
29	Regulador de presión
30	Manómetro 0-10 bar
31	Válvula distribuidora 5/2 de impulsos (bloqueador de entrada)
32	Válvula distribuidora 5/2 magnética (eliminación automática)
33	Válvula distribuidora 5/2 (eliminación manual)
34	Válvula distribuidora 5/2 magnética (transportador de aire)
35	Válvula distribuidora 5/2 magnética (eliminación punto de transferencia)
36	Válvula distribuidora 5/2 de impulsos (leva de mando módulo calentador)
37	Válvula distribuidora 5/2 magnética (rechazo de preformas módulo calentador)
38	Regulador de presión 0-10 bar (tensor de cadena)
39	Presóstato



BIBLIOTECA 'GONZALO ZEVALLOS G'
F. I. M. C. P.

Diseño de
C. ZAMBRANO

Revisado por
ING. WIESNER

Aprobado por
ING. WIESNER

Fecha
29/05/2008

PANEL NEUMATICO Y ACOM. BAJA PRESION

FIMCP-ESPOL

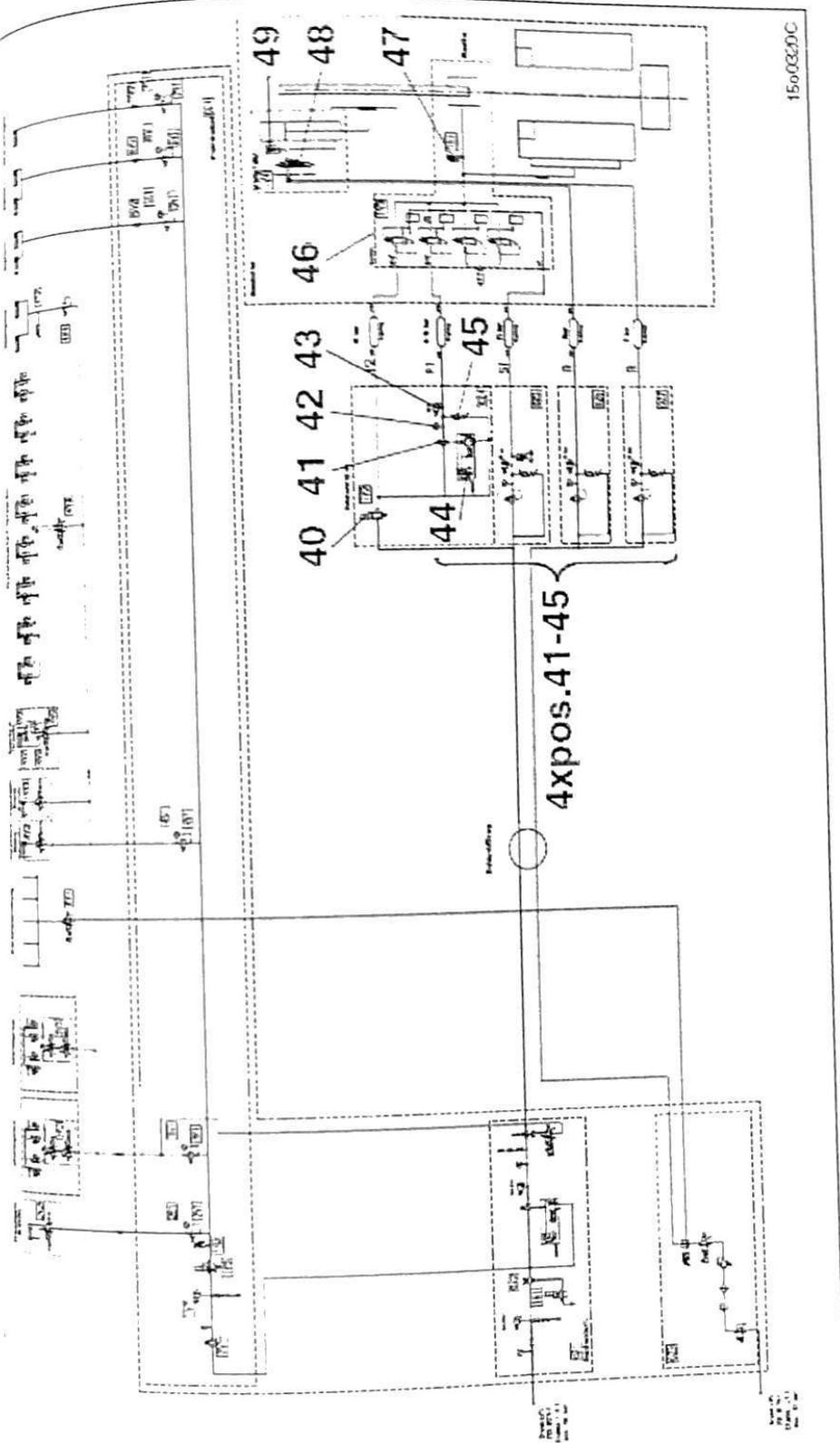
PLANO 2

Edición
1

Hoja
1 / 1



21



15o0320C

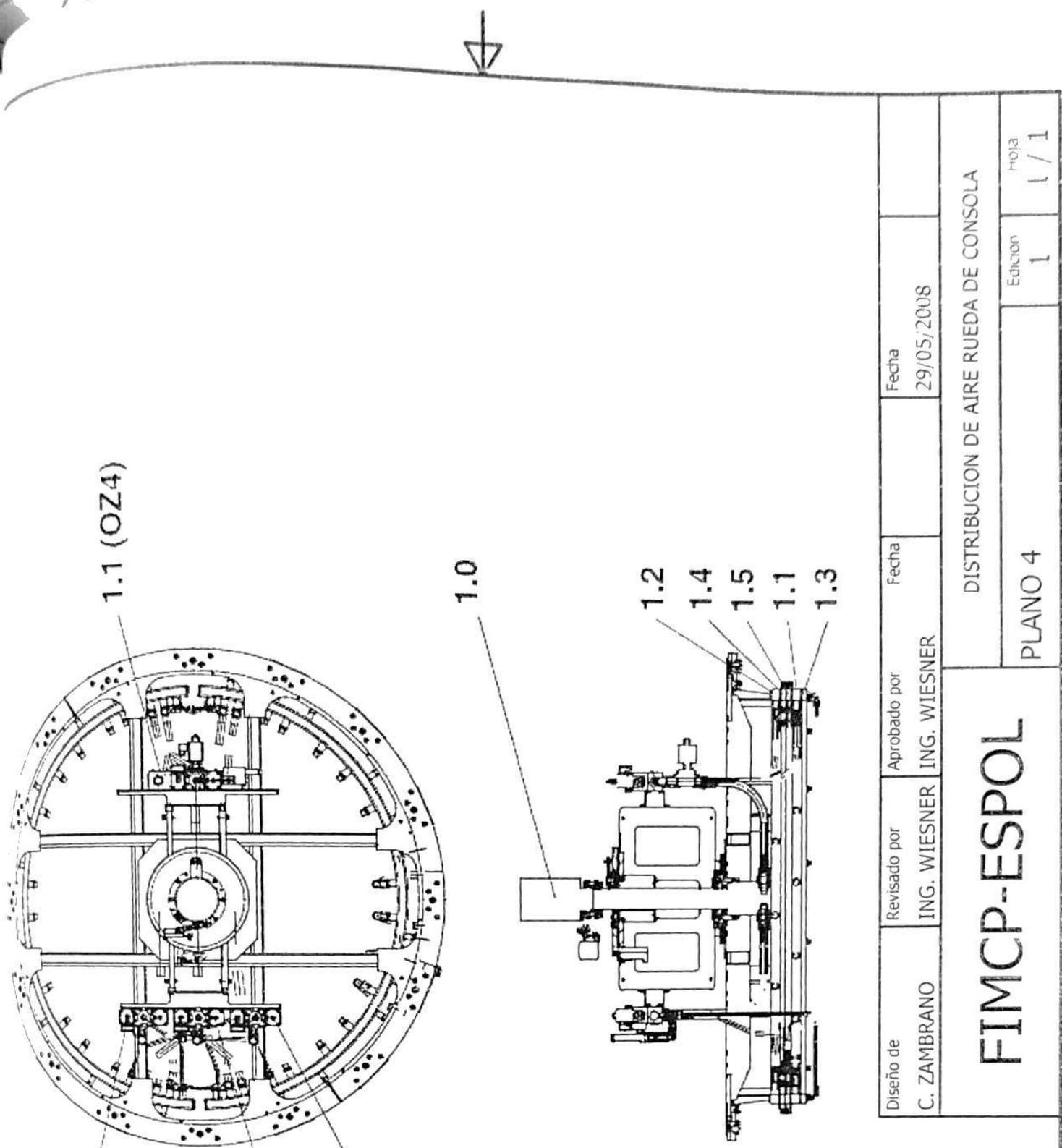
- 40 Válvula distribuidora 2/2 magnética
- 41 Regulador de presión abovedado presoplado
- 42 Manómetro
- 43 Válvula de seguridad
- 44 Válvula proporcional
- 45 Válvula de retención
- 46 Bloque de válvulas válvulas de soplado
- 47 Presostato
- 48 Válvula distribuidora 5/2 magnética (válvula de estirado)
- 49 Válvula de purga de aire rápida

Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha
C. ZAMBRANO	ING. WIESNER	ING. WIESNER	29/05/2008
FIMCP-ESPOL			Edición
AIRE ALTA PRESION Y PARTE GIRATORIA			1
PLANO 3			Hoja
4			1 / 1



WIESNER

WIESNER



(OZ6) 1.4
(OZ5) 1.3
(OZ7) 1.5

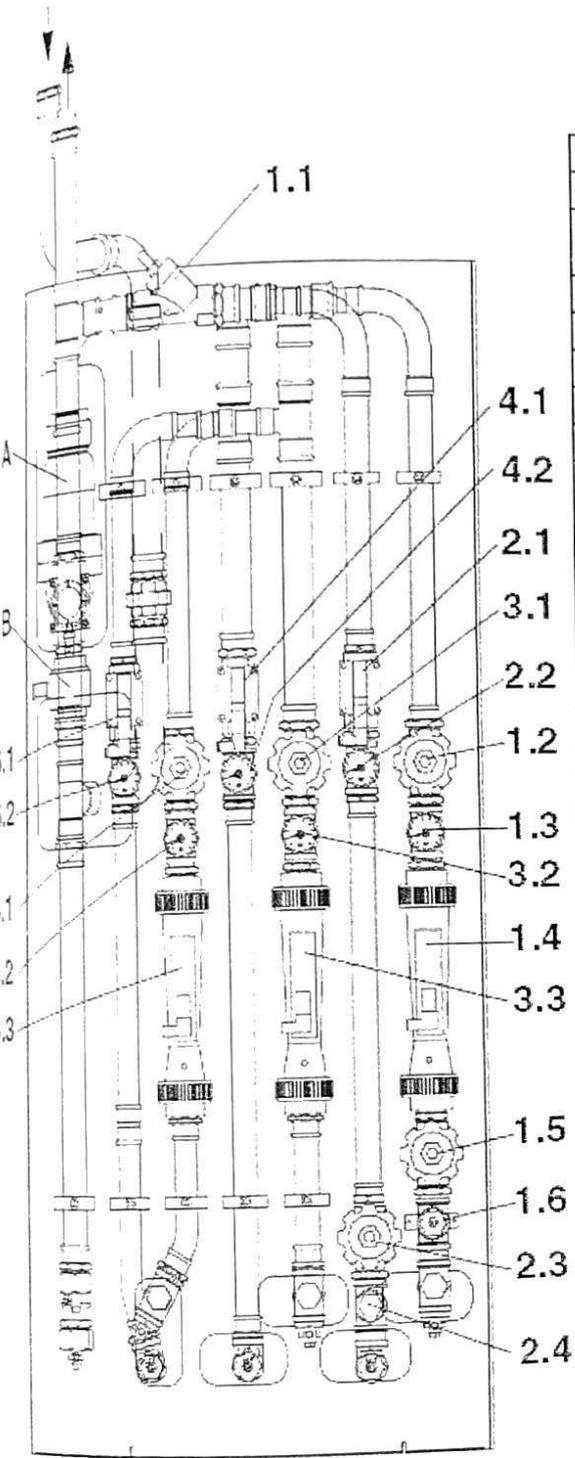
1.0

1.2
1.4
1.5
1.1
1.3

1 0 Distribuidor del aire
1 1 Aire de soplado presoplado (P1) máx 16 bar
1 2 Aire de soplado soplado final (P1) máx 40 bar
1 3 Aire de accionamiento (ST) 15 bar
1 4 Aire de estirado hacia abajo (R) máx 10 bar
1 5 Aire de estirado hacia arriba (R) 3 bar

Diseño de C. ZAMBRANO	Revisado por ING. WIESNER	Aprobado por ING. WIESNER	Fecha 29/05/2008
FIMCP-ESPOL			DISTRIBUCION DE AIRE RUEDA DE CONSOLA
			PLANO 4
			Edición 1
			Hoja 1 / 1



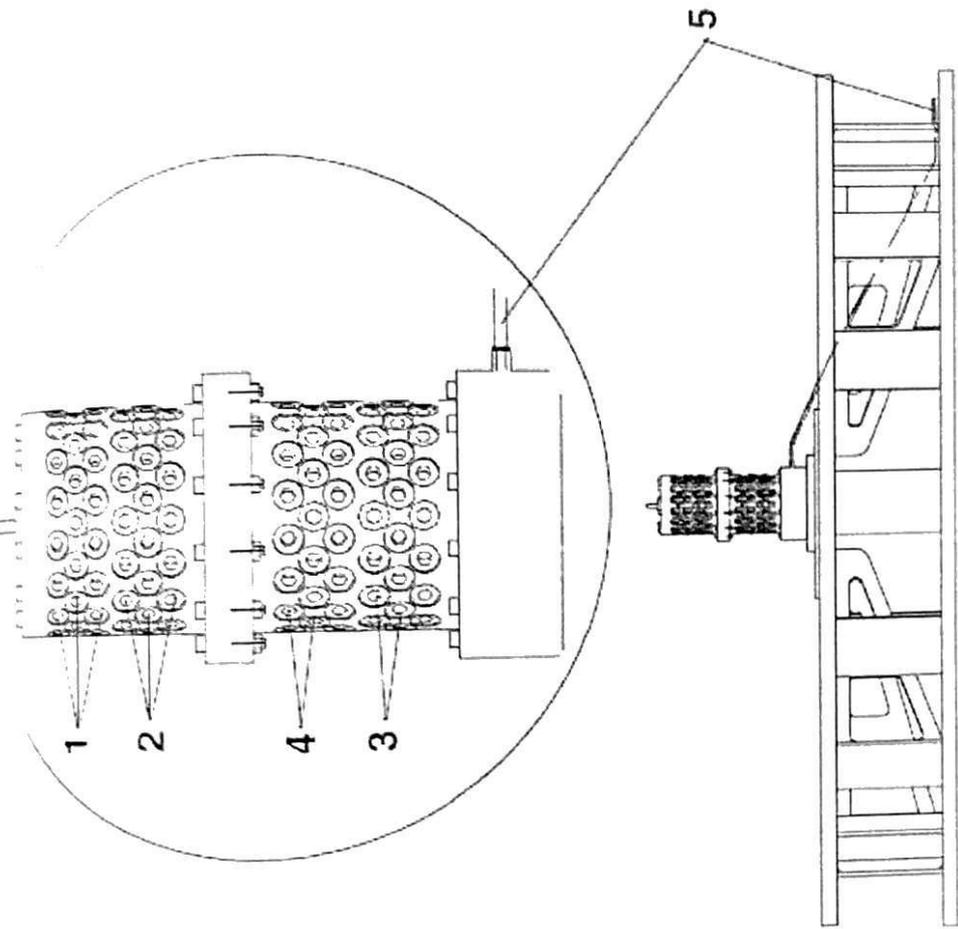


A	Filtro de flujo reversible 50 µm
B	Grifo de cierre principal para agua
1.	Refrigeración/precalentamiento retorno pared del molde
1,1	Válvula de retención
1,2	Grifo de cierre
1,3	Termómetro
1,4	Caudalómetro con transmisor del valor límite
1,5	Grifo de cierre para servicio Relax
1,6	Acometida para retorno regulador de temperatura en el servicio Relax
2.	Refrigeración/precalentamiento entrada pared del molde
2,1	Válvula magnética
2,2	Manómetro
2,3	Grifo de cierre para servicio Relax
2,4	Acometida para alimentación regulador de temperatura en el servicio Relax
3.	Refrigeración retorno fondo del molde
3,1	Grifo de cierre
3,2	Termómetro
3,3	Caudalómetro con transmisor del valor límite
4.	Refrigeración entrada fondo del molde
4,1	Válvula magnética
4,2	Manómetro
5.	Refrigeración retorno módulo calentador
5,1	Grifo de cierre
5,2	Termómetro
5,3	Caudalómetro con transmisor del valor límite
6.	Refrigeración entrada módulo calentador
6,1	Válvula magnética
6,2	Manómetro



Diseño de C. ZAMBRANO	Revisado por ING. WIESNER	Aprobado por ING. WIESNER	Fecha	Fecha 29/05/2008
FIMCP-ESPOL		PREPARACIÓN DE AGUA LADO POSTERIOR		
		PLANO 5	Edición 1	Hoja 1 / 1





- 1 Entrada de agua caliente para precalentamiento de la pared del molde
- 2 Retorno de agua caliente para precalentamiento de la pared del molde
- 3 Entrada de agua fría para refrigeración del fondo del molde
- 4 Retorno de agua fría para refrigeración del fondo del molde
- 5 Conducto de derrame de agua

Diseño de C. ZAMBRANO	Revisado por ING. WIESNER	Aprobado por ING. WIESNER	Fecha 29/05/2008
FIMCP-ESPOL			DISTRIBUIDOR ROTATIVO DE LA RUEDA DE SOPLADO
PLANO 6			Edición 1
			Hoja 1 / 1



APÉNDICE B

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA ESTIRADORA CONTIFORM S10 Y CLASES DE ENSUCIAMIENTOS SÓLIDOS PERMITIDOS

- ☞ Tabla B-1 Clasificación de la Máquina Estiradora Sopladora Contiform. [3]
- ☞ Tabla B-2 Clases de ensuciamientos de sólidos en agua de enfriamiento. [3]
- ☞ Tabla B-3 Clases del contenido de agua. [4]
- ☞ Tabla B-4 Clases para el contenido total de aceite. [4]

Tabla B-1 Clasificación de la Máquina Estiradora Sopladora Contiform. [4]

Contiform S				
Tamaño constructivo/ estaciones de soplado	Rendimiento mecánico máximo (b/h)*	Rendimiento mecánico máximo/molde (b/h)	Volumen máximo (l)**	Largo x ancho (sin alimentación) (mm)
8	14.400	1.800	3,0	6.900 x 4.400
10	18.000	1.800	3,0	6.900 x 4.400
12	21.600	1.800	3,0	7.600 x 4.800
14	25.200	1.800	3,0	7.600 x 4.800
16	28.800	1.800	3,0	8.900 x 5.200
18	32.400	1.800	3,0	8.900 x 5.200
20	36.000	1.800	3,0	11.700 x 6.500
24	43.200	1.800	3,0	11.700 x 6.500
28	44.800	1.600	3,0	14.800 x 7.600
Contiform G				
12	14.400	1.200	5,0	7.600 x 4.800
Contiform SK				
30	54.000	1.800	0,6	12.300 x 5.300
40	72.000	1.800	0,6	16.200 x 6.400

* El rendimiento depende del volumen, de la geometría de la botella, de las preformas y de las exigencias formuladas para la botella.
 ** A partir de un volumen de botella de 2,25 l se necesita una aclaración técnica.

Tabla B-2 Clases de ensuciamientos de sólidos en agua de enfriamiento. [4]

Clase	Tamaño máximo de partículas μm	Densidad máxima de partículas mg/m^3
1	0,1	0,1
2	1	1
3	5	5
4	15	8
5	40	10

Tabla B-3 Clases del contenido de agua. [4]

Clase	Punto de rocío máximo en presión $^{\circ}\text{C}$
1	- 70
2	- 40
3	- 20
4	+ 3
5	+ 7
6	+ 10
7	no definido

Tabla B-4 Clases para el contenido total de aceite. [4]

Clase	Concentración máxima ¹⁾ mg/m ³
1	0,01
2	0,1
3	1
4	5
5	25

¹⁾ Con 1 bar de presión absoluta, +20°C y una presión relativa de vapor de 0,6. Hay que observar que en caso de presiones por encima de la presión atmosférica la concentración del ensuciamiento es más alta.

Tipo del ensuciamiento	Clase	Valores límite	
Ensuciamiento sólido	1	Tamaño máx. partículas 0,1 µm	Densidad máx. partículas 0,1 mg/m ³
Contenido de agua	4	Punto de rocío máx. en presión +3°C	
Contenido total de aceite	1	Concentración máx. 0,01 mg/m ³	

APÉNDICE C

DATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA ESTIRADORA SOPLADORA CONTIFORM S10, SISTEMA DE REFRIGERACIÓN, ALIMENTACIÓN DE PREFORMAS Y LUBRICANTES UTILIZADOS

- ☞ Tabla C-1 Datos Técnicos Máquina Estiradora Sopladora Contiform. [4]
- ☞ Tabla C-1 Datos Técnicos del Sistema de Refrigeración. [4]
- ☞ Tabla C-1 Datos Técnicos de alimentación de preformas. [4]
- ☞ Tabla C-4 Tipos de lubricantes utilizados. [3]

Tabla C-1 Datos Técnicos Máquina Estiradora Sopladora Contiform. [4]

KRONES Estiradora-sopladora CONTIFORM S 10 Número de equipo K784012	
Construcción de la máquina	
Clase de máquina	Estiradora-sopladora
Tipo de máquina	CONTIFORM
Modelo de máquina	Máquina rotativa con 10 estaciones de soplado
Módulo de calentamiento	HZM06
Número de cajas de calentamiento para el módulo de calentamiento	9 Unidad
Tipo de proceso de la máquina	Para la fabricación de botellas PET estándares para bebidas con y sin CO2 y para otros productos líquidos que se deben llenar
Cálculo del consumo de aire de la estiradora-sopladora	Con aire de trabajo: El compresor de alta presión está calculado de tal forma que el aire de trabajo necesario en la estiradora-sopladora puede ser derivado. La derivación es realizada en la máquina sopladora mediante una reducción de presión.
Necesidad de aire de trabajo (constantemente 7 bares); 0 m sobre el nivel del mar, 20 °C	131 m³/h
Necesidad de aire de trabajo (40 bares); 0 m sobre el nivel del mar, 20 °C	1.520 m³/h
Rendimiento compresor (0 m sobre el nivel del mar, 20 °C)	1.651 m³/h
Juego completo de piezas formato	1
Tipo de transportador a la salida	Transporte asistido por aire
Moldes para soplado	
Número de funcionamientos de recepción centrados en la técnica de procesos. Con un máximo de tres juegos de moldes se realiza respectivamente un funcionamiento de dos horas, con todos los demás moldes tan solo un funcionamiento de media hora.	2
Control de los envases según	las normas de KRONES.
Juegos de moldes para soplado	2 Unidad
Moldes para soplado en el juego de formato 1	11
Volumen nominal de llenado del juego de moldes 1	2,250 l
Concepto de moldes de soplado, juego de moldes 1	Moldes completos
Tipo de proceso en el juego de moldes 1	El molde funciona refrigerado.
Grado de dificultad para la fabricación del juego de moldes 1	Contorno redondo de paredes lisas (generic bottle)
Moldes para soplado en el juego de formato 2	11
Volumen nominal de llenado del juego de moldes 2	3,000 l
Concepto de moldes de soplado, juego de moldes 2	Moldes completos
Tipo de proceso en el juego de moldes 2	El molde funciona refrigerado.
Grado de dificultad para la fabricación del juego de moldes 2	Contorno redondo de paredes lisas (‘generic bottle’)

KRONES Estiradora-sopladora CONTIFORM S 10
Número de equipo K784012

Equipamientos eléctricos

Adaptación local de Contiform	Adaptación externa
Tensión nominal de operación para la alimentación de las máquinas y de los mandos de la línea	400 V
Barreras de luz	Para todas las funciones autorizadas se emplean barreras de luz/sensores ópticos de la marca: Leuze De marca Pepperl & Fuchs
Para aplicaciones especiales se emplean barreras de luz/sensores ópticos	
Para aplicaciones especiales se emplean sensores de proximidad	De marca: IFM
Sistema de operación	La operación de la máquina/de los transportadores se realiza mediante pantalla tactosensible. Para las funciones de seguridad y las funciones de conexión principal se utilizan además dispositivos de mando y de aviso.
Tamaño a tipo de pantalla tactosensible utilizada	Pantalla de color de 10,4''
Tipo del sistema de mando con ordenador personal	Disco Flashdisk 3 serial
Tipo del sistema de mando con disco FD	Flashdisk 32 MB
Número de elementos de iluminación	1 unidad
Elemento luminoso 1	Luz amarilla permanente
Función del elemento luminoso 1	Perturbación
Ejecución del freno de la máquina	Eléctrico
Técnica de automatización	Mando lógico programable (PLC)
CPU-tipo del mando libremente programable (PLC)	CPU 318-2 DP
Sistema de almacenado	Memoria FLASH-EPROM
Mantenimiento a distancia del mando de la máquina	Sin
Lugar de montaje del sistema eléctrico	En la caja de distribución montada en la máquina
Climatización de la caja de mando, de la caja de distribución y del pupitre de operación	Según ejecución de KRONES. Dependiendo de la pérdida de energía en los cárteres y de la situación de montaje la climatización se realiza como sistema de aire circulante dentro del cárter o con alimentación de aire desde fuera mediante ventilador/filtro o con climatizador.
Ejecución del climatizador	Según ejecución de KRONES. El montaje es determinado, dependiendo de la aplicación, por KRONES.
Climatizador para caja de distribución	Marca: Seifert
Material del climatizador de la caja de distribución	Chapa de acero
Climatizador de la caja de distribución	Montado en la puerta
Color de los climatizadores barnizados de la caja de distribución	RAL 9018 (blanco papiro)
Ejecución de la caja de mando	Fijamente instalada

KRONES Estiradora-sopladora CONTIFORM S 10
Número de equipo K784012

Barnizado/lubrificación

Barnizado de las máquinas de	RAL 9018 (blanco papiro)
Barnizado del blindaje de	RAL 5013 (azul cobalto)
Lubrificación	Lubrificación central

Datos técnicos

Datos técnicos	Módulo de calentamiento
Marca de la línea para esquema de distribución	HMI
Corriente nominal	331 A
Prefusible admisible como máximo	400 A
Potencia aparente de la conexión nominal	229,5 kVA
Potencia aparente de la conexión nominal	229,50 kW
Factor de rendimiento coseno ϕ	1,00
Datos técnicos	Módulo de soplado
Marca de la línea para esquema de distribución	BMI

KRONES Estiradora-sopladora CONTIFORM S 10
Número de equipo K784012

Material de la caja de mando	Chapa de acero
Color de los armarios eléctricos separados barnizados	RAL 9018 (blanco papiro)
Color de las cajas de bornes barnizadas	RAL 9018 (blanco papiro)

KRONES Estiradora-sopladora CONTIFORM S 10
Número de equipo K784012

Material de la caja de mando	Chapa de acero
Color de los armarios eléctricos separados barnizados	RAL 9018 (blanco papiro)
Color de las cajas de bornes barnizadas	RAL 9018 (blanco papiro)

Tabla C-2 Datos Técnicos del Sistema de Refrigeración. [4]

Instalación de refrigeración para CONTIFORM KCF 56T Número de equipo K904463	
Construcción de la máquina	
Distancia en relación con la Contiform	hasta 15 m
Lugar de implantación de la instalación de refrigeración	dentro del edificio
Temperatura mínima en el lugar de implantación	5,0 °C
Temperatura máxima en el lugar de implantación	38,0 °C
Tipo de refrigeración	Refrigeración por aire
Rendimiento refrigerador	40,0 kW
Variación máxima de la temperatura	2 °C
Temperatura de alimentación del refrigerador	10,0 °C
Medio refrigerante	Agua
Presión del agua en el refrigerador	4,0 bar
Caudal volumétrico del refrigerador	10,0 m³/h
Aptitud para implantación en los trópicos (medio refrigerante R 134a)	Equipamiento de la instalación de refrigeración para una temperatura máxima de implantación de 43 °C
Barnizado/sistema neumático/lubrificación	
Barnizado de	RAL 5013 (azul cobalto)
Datos generales	
Tipo de embalaje	Estándar para transporte por camión
Componentes eléctricos	Según el estándar del suministrador

Tabla C-3 Datos Técnicos de alimentación de preformas. [4]

Alimentación de preformas ZA CF13/16L	
Número de equipo K917N31	
Construcción de la máquina	
Rendimiento nominal de transportador de preformas	16.000
Paso CONTIFORM	16
Tipo de proceso en la máquina	Estándar (molde refrigerado)
Altura de entrada de preformas	1.470 mm
Tamaño sistema de tratamiento con rayos ultravioletas	0
Posición del clasificador con rodillos:	Versión de derecha a izquierda (en el transportador alto el clasificador con rodillos sale con un ángulo de 90° hacia la izquierda)
Emisión de ruido	Debido al choque entre las preformas durante el proceso de vuelco se genera una mayor emisión de ruido por un intervalo corto.
Barnizado/sistema neumático/lubricación	
Barnizado de	RAL 9018 (blanco papiro)
Datos generales	
Componentes eléctricos	Según el estándar del suministrador

Tabla C-4 Tipos de lubricantes utilizados. [3]

Símbolo: Lubricantes especiales	Clase de lubricante:	Proveedor/ fabricante:	Designación:	Número de pedido KRONES:	Recipiente/ contenido:
1	sintético ⁰	KRONES	KRONES - FL 10 Aceite especial	6-104-66	Botella, 1 ltr.
2	parcialmente sintético USDA H1 ¹	Klüber Lubrication	Paraliq GTE 363 Grasa lubricante	6-137-42 6-137-43	Lata, 1 kg Barril, 25 kg
3	parcialmente sintético ⁰	Optimol	Viscofluid PD 300 Grasa fluida	6-558-6	Tubo, 100 ml
4	parcialmente sintético ⁰	Kent Industries	Ceramic 1200 Grasa lubricante	6-188-78	Bote pulverizador, 400 ml
5	sintético USDA H1 ¹	Optimol	Obeen UF 3 Grasa lubricante	6000000509	Bote pulverizador, 400 ml
6	mineral USDA H2 ²	Optimol	Optitemp MT Grasa para altas presiones	6-320-2 6-558-2	Cartucho, 400 g Barril, 50 kg
7	mineral ⁰	Fuchs	Gleitmo 585 M Grasa lubricante	6000000047 6000000046	Cartucho, 400 g Barril, 25 kg
8	mineral ⁰	Klüber Lubrication	Staburags NBU 12 Grasa lubricante	6-271-0 6-552-0 6-194-05	Cartucho, 400 g Lata, 1 kg Barril, 25 kg
9	mineral ⁰	Klüber Lubrication	Staburags NBU 8 EP Grasa lubricante	6-102-13	Barril, 25 kg
10	parcialmente sintético ⁰	Esso	Grease LT 2 Grasa lubricante	_____	_____

APÉNDICE D

PLANILLAS DE CONSUMO ENERGÉTICO Y DE AGUA POTABLE

- ☞ Figura D-1 Planilla de Consumo de Energía eléctrica – Marzo /2008. [5]
- ☞ Figura D-2 Planilla de Consumo de Energía eléctrica – Abril /2008. [5]
- ☞ Figura D-3 Planilla de Consumo de Energía eléctrica – Mayo/2008. [5]
- ☞ Figura D-4 Planilla de Consumo de Agua potable – Enero /2008. [5]
- ☞ Figura D-5 Planilla de Consumo de Agua potable – Febrero /2008. [5]
- ☞ Figura D-6 Planilla de Consumo de Agua potable – Marzo /2008. [5]

Figura D-1 Planilla de Consumo de energía eléctrica – Marzo/2008. [5]

HIDROABANICO S. A.
RUC: 1791902572001
FACTURA S001-001
0003464
AUT. S.R.I. # 1105332777

0003464



OK JLA
[Signature]

13/03/2008

FECHA: DELISODA S.A.
CLIENTE: Km 9.5 vía a Daule
DIRECCION: 0992518359001
RUC/c.i.: TELF.: 00421110330000

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR DE VENTA
786,542.89	kw/h Energia	\$ 0.0530	\$ 41,686.77
786,542.89	kw/h Peaje Energia	\$ 0.0014	\$ 1,101.16
1,639.08	kw/m Peaje Potencia	\$ 2.7400	\$ 4,491.08
1,639.08	kw/m Tarifa Transmision	\$ 2.8100	\$ 4,605.81
1	CARGOS TERCEROS - Alumbrado publico 6.00%	\$ 335.5350	\$ 335.54
1	CARGOS TERCEROS - Ferum 10.00%	\$ 559.2250	\$ 559.23
1	CARGOS TERCEROS - Tasa basura 12.50%	\$ 699.0313	\$ 699.03

Estamos exentos del Imp Renta según Ley 2005-20 R.O. #16 del 6-II-07 (Suplemento)

Favor realizar los pagos mediante transferencias a nombre de:
FIDEICOMISO HIDROABANICO FLUJOS
Cta. Cte. 3271545104 Bco. del Pichincha

Dujo y pagué incondicionalmente a la orden de Hidroabanico S.A., en el lugar que se me reconviene, el valor expresado en este documento, el que devengará el máximo del interés legal y a la tasa que por esa concepto está vigente a la fecha de pago, sin protesto. Eximase de su presentación para el pago, así como de todo por falta de este hecho. Acepto que Hidroabanico S.A. cede y transfiere en cualquier momento los derechos que emanan del presente documento, sin que sea necesaria notificación alguna, ni nuestra aceptación de mi parte. Renuncio a toda acción y me someto a los jueces competentes con sede en la ciudad de Quito y al juicio verbal sumario o ejecutivo, a elección del actor. El incumplimiento en el pago de los valores establecidos en este documento, genera el derecho a dar por vencido al mismo y a demandar el pago de la obligación conforme lo dispuesto por el Código de Procedimiento Civil.

SUBTOTAL \$	\$ 53,478.62
SUBTOTAL I.V.A. 0%	\$ 0.00
I.V.A. 12%	\$ 0.00
TOTAL A PAGAR \$	\$ 53,478.62

FIRMA AUTORIZADA	RECIBÓ CONFORME
<i>[Signature]</i>	

Creación Publicidad Impresión
Juan Alexander Guerrero Espinosa,
RUC: 1713654362001, N° Aut. 2732,
Fecha impresión: Enero 2008,
del 00032711 al 0004270.

**VÁLIDA SU EMISIÓN HASTA:
ENERO DEL 2009**

av. amazonas N41-55 c Isla floreana, edf. amazonas, piso 4, tel. 593.2.244.5707 / 243.8228, fax: 593.2.244.5708, casilla: 171200200
e-mail: hidroabanico@gne.com.ec / quito.ecuador

CLIENTE

Figura D-3 Planilla de Consumo de energía eléctrica – Mayo/2008. [5]

ROABANICO S. A.
 RUC: 1791902572001
FACTURA S001-001
0003656
 AUT. S.R.I. # 1105332777



0003656
hidroabánico
 nueva energía
 J. Andraujo

FECHA: 13/05/2008
 CLIENTE: DELISODA S.A.
 DIRECCION: Km 9.5 vía a Daule
 RUC/C.I.: 0992518359001 TELF.: 00421110330000

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR DE VENTA
821,973.66	kw/h Energía	\$ 0.0530	\$ 43,564.60
821,973.66	kw/h Peaje Energía	\$ 0.0014	\$ 1,150.76
1,598.67	kw/m Peaje Potencia	\$ 2.7400	\$ 4,380.36
1,598.67	kw/m Tarifa Transmision	\$ 2.8100	\$ 4,492.26
1	CARGOS TERCEROS - Alumbrado publico 0.00%	\$ 0.0000	\$ 0.00
1	CARGOS TERCEROS - Ferum 10.00%	\$ 553.1113	\$ 553.11
1	CARGOS TERCEROS - Tasa basura 0.00	\$ 0.0000	\$ 0.00

Estamos exentos del Imp Renta según Ley 2005-20 R.O. #16 del 6-II-07 (Suplemento)

ABRIL 2008
 Favor realizar los pagos mediante transferencias a nombre de:
FIDEICOMISO HIDROABANICO FLUJOS
 Cla. Cte. 3271545104 Bco. del Pichincha

Opto y pago incondicionalmente a la orden de Hidroabánico S. A. en el lugar que se me reconozca, el valor expresado en este documento, el que devengará el día de la emisión del mismo legal y a la tasa que por ese concepto está vigente a la fecha de pago, así como el interés de tu presentación para el pago, así como los derechos que emanan del presente documento, sin que sea necesaria notificación alguna, ni nueva aceptación de su parte. Fianción domiciliada y me someto a los jueces competentes con sede en la ciudad de Quito y al juicio verbal sumario o ejecutivo, a elección del actor. El incumplimiento en el pago de los valores establecidos en este documento genera el derecho a dar por vencido el monto y a demandar el pago de la obligación conforme lo dispuesto por el Código de Procedimiento Civil.

SUBTOTAL \$	\$ 54,141.09
SUBTOTAL I.V.A. 0 %	\$ 0.00
I.V.A. 12 %	\$ 0.00
TOTAL A PAGAR \$	\$ 54,141.09

FIRMA AUTORIZADA	RECIBÓ CONFORME
	

Creación Publicidad Impresa
 Juan Alexander Guerra Espinoza
 RUC: 1713654562001, N° Aut. 2732
 Fecha Impresión: Enero 2008
 del 0003271 al 0004270

**VÁLIDA SU EMISIÓN HASTA:
 ENERO DEL 2009**

av. amazonas N41-56 e isla floreana, edf. amazonas, piso 4, tel. 593.2.244.5707 / 243.8228, fax: 593.2.244.5708, casilla: 171200200
 e-mail: hidroabánico@gne.com.ec / quito.ecuador

CLIENTE

Figura D-4 Planilla de Consumo de agua potable – Enero/2008. [5]



International Water Services
(Guayaquil) Interagua C.Ltda.
R.U.C.: 0992153563001



Mes
ENE/2008

Factura No.
003-004-1480478

Cuenta N°
9912062

Dirección de Entrega:
VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA.
PEPSI COLA"
Código: 72-34-018-3710-00-01

Datos del Beneficiario:
BEBIDAS GASEOSAS S.A.
RUC/C.I.: 0990004692001

Dirección del Predio:
VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA. PEPSI COLA"

Datos del Propietario:
EMBOGAS EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSA

Código: 72-34-018-3710-00-01 Cod. Cat: 60-0007-006-000-000-000-01
Guía: 6" Sector: Q Grupo: T

Número de Medidor	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento	Meses de Deuda	Periodo de Consumo
C07WI0000729	31-ENE-2008	20-FEB-2008	1	13-12-2007 14-01-2008

Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo del Mes	Promedio 6 Meses Anteriores	Consumo Promedio del Sector
169,641 m3	205,630 m3	35,989 m3	34,050 m3	

CONCEPTO	VALOR US \$
Consumo del mes:	67,693.34
Agua Potable	67,488.26
Cargo Fijo	205.08
Interés Sobre Deuda:	55.83
Cargos del mes:	219.54
CEM Drenaje Pluvial	219.54
Subtotal Tarifa 0%	67,968.71
Subtotal Tarifa 12%	0.00
IVA Tarifa 0%	0.00
IVA Tarifa 12%	0.00
Valor Total Facturado	67,968.71

ESTADO DE CUENTA	VALOR US \$
DETALLE	
Deuda Anterior	67,213.64
Interés Acumulado	389.23
Créditos del mes	0.00
Pagos y/o débito bancario	67,284.15
Deuda de Convenio	0.00
Valor Total Factura	67,968.71
Deuda Total:	68,287.43

¡TENGA MUCHO CUIDADO! INTERAGUA NO ENVÍA PERSONAL A SU DOMICILIO PARA COBRAR VALOR ALGUNO, NO SE DEJE ENGAÑAR. PARA SU TRANQUILIDAD CANCELE SÓLO EN LAS VENTANILLAS DE LAS INSTITUCIONES AUTORIZADAS, LAS CUALES ESTÁN DETALLADAS AL REVERSO DE ESTA FACTURA.

"Cualquier enmendadura sobre el sello liberará a Interagua de reclamos sobre el pago realizado".

Contribuyente Especial Resolución #345 del 7 de julio de 2004

Autorización S.R.I. No. 1104420501

Válida hasta Febrero/2008



International Water Services
(Guayaquil) Interagua C.Ltda.
R.U.C.: 0992153563001



Mes
ENE/2008

Factura No.
003-004-1480478

Cuenta N°
9912062

Dirección de Entrega:
VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA.
PEPSI COLA"
Código: 72-34-018-3710-00-01

Datos del Beneficiario:
BEBIDAS GASEOSAS S.A.
RUC/C.I.: 0990004692001

CONCEPTO	VALOR US \$
Consumo del mes:	67,693.34
Interés Sobre Deuda:	55.83
Cargos del mes:	219.54
Subtotal Tarifa 0%	67,968.71
Subtotal Tarifa 12%	0.00
IVA Tarifa 0%	0.00
IVA Tarifa 12%	0.00
Valor Total Facturado	67,968.71
Deuda Total	68,287.43

Consumo del mes	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento
35,989 m3	31-ENE-2008	20-FEB-2008

Contribuyente Especial Resolución #345 del 7 de julio de 2004

Autorización S.R.I. No. 1104420501

Válida hasta Febrero/2008

Figura D-5 Planilla de Consumo de agua potable – Febrero/2008. [5]

Mes:
FEB/2008

Factura No.:
003-004-0240672

Cuenta N°:
9912062

Dirección de Entrega:
VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA. PEPI BEBIDAS GASEOSAS S.A. COLA"

Datos del Beneficiario:
RUC/C.I.: 0990004692001

Datos del Propietario:
EMBOGAS EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSA

Mes:
FEB/2008

Factura No.:
003-004-0240672

Cuenta N°:
9912062

Dirección de Entrega: VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA. PEPI COLA"

Datos del Beneficiario: RUC/C.I.: 0990004692001

Datos del Propietario: EMBOGAS EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSA

Número de Medidor	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento	Meses de Deuda	Periodo de Consumo
C07WI0000729	29-FEB-2008	20-MAR-2008	0	14-01-2008 14-02-2008

Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo del Mes	Promedio 6 Meses Anteriores	Consumo Promedio del Sector
205,630 m ³	238,014 m ³	✓ 32,384 m ³	34,072 m ³	

CONCEPTO	VALOR US \$
Consumo del mes:	60,497.76
Agua Potable	60,292.68
Cargo Fijo	205.08
Interés Sobre Deuda:	71.48
Cargos del mes:	219.54
CEM Drenaje Pluvial	219.54
Subtotal Tarifa 0%	60,788.78
Subtotal Tarifa 12%	0.00
IVA Tarifa 0%	0.00
IVA Tarifa 12%	0.00
Valor Total Facturado	60,788.78

ESTADO DE CUENTA	VALOR US \$
Deuda Anterior	68,231.60
Interés Acumulado	55.83
Créditos del mes	0.00
Pagos y/o débito bancario	- 68,287.43
Deuda de Convenio	0.00
Valor Total Factura	60,788.78
Deuda Total:	60,788.78

Consumos facturados en metros cúbicos

¡TENGA MUCHO CUIDADO! INTERAGUA NO ENVÍA PERSONAL A SU DOMICILIO PARA COBRAR VALOR ALGUNO, NO SE DEJE ENGAÑAR.

PARA SU TRANQUILIDAD CANCELE SÓLO EN LAS VENTANILLAS DE LAS INSTITUCIONES AUTORIZADAS, LAS CUALES ESTÁN DETALLADAS AL REVERSO DE ESTA FACTURA.

Contribuyente Especial Resolución #345 del 7 de Julio de 2004

Autorización S.R.I. No. 1105447316

Válida hasta Febrero/2009

Mes:
FEB/2008

Factura No.:
003-004-0240672

Cuenta N°:
9912062

Dirección de Entrega:
VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA. PEPI BEBIDAS GASEOSAS S.A. COLA"

Datos del Beneficiario:
RUC/C.I.: 0990004692001

Datos del Propietario:
EMBOGAS EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSA

Mes:
FEB/2008

Factura No.:
003-004-0240672

Cuenta N°:
9912062

Dirección de Entrega: VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA. PEPI COLA"

Datos del Beneficiario: RUC/C.I.: 0990004692001

Datos del Propietario: EMBOGAS EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSA

CONCEPTO	VALOR US \$
Consumo del mes:	60,497.76
Interés Sobre Deuda:	71.48
Cargos del mes:	219.54
Subtotal Tarifa 0%	60,788.78
Subtotal Tarifa 12%	0.00
IVA Tarifa 0%	0.00
IVA Tarifa 12%	0.00
Valor Total Facturado	60,788.78
Deuda Total	60,788.78

Consumo del mes	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento
32,384 m ³	29-FEB-2008	20-MAR-2008

Consumos facturados en metros cúbicos

¡TENGA MUCHO CUIDADO! INTERAGUA NO ENVÍA PERSONAL A SU DOMICILIO PARA COBRAR VALOR ALGUNO, NO SE DEJE ENGAÑAR.

PARA SU TRANQUILIDAD CANCELE SÓLO EN LAS VENTANILLAS DE LAS INSTITUCIONES AUTORIZADAS, LAS CUALES ESTÁN DETALLADAS AL REVERSO DE ESTA FACTURA.

Contribuyente Especial Resolución #345 del 7 de Julio de 2004

Autorización S.R.I. No. 1105447316

Válida hasta Febrero/2009

Figura D-6 Planilla de Consumo de agua potable – Marzo/2008. [5]



International Water Services
(Guayaquil) Interagua C.Ltda.
R.U.C.: 0992153563001

Mes
MAR/2008

Factura No.
003-004-0610423

Cuenta N°
9912062

Dirección de Entrega:
VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA. PEPSI COLA"
Código: 72-34-018-3710-00-01

Datos del Beneficiario:
BEBIDAS GASEOSAS S.A.
RUC/C.I.: 0990004692001

Dirección del Precio:
VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA. PEPSI COLA"
Código: 72-34-018-3710-00-01 Cod. Cat: 60-0007-006-000-000-0000-01
Guía: 6" Sector: Q Grupo: T

Datos del Propietario:
EMBOGAS EMBOTELLADORA DE BEBIDAS GASEOSA

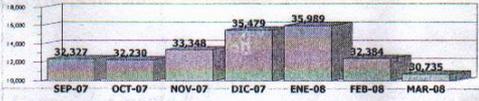
Número de Medidor	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento	Meses de Deuda	Periodo de Consumo
C07WI0000729	02-ABR-2008	21-ABR-2008	0	14-02-2008 15-03-2008

Lectura Anterior	Lectura Actual	Consumo del Mes	Promedio 6 Meses Anteriores	Consumo Promedio del Sector
238,014 m ³	268,749 m ³	30,735 m ³	33,626 m ³	

CONCEPTO	VALOR US \$
Consumo del mes:	59,737.39
Agua Potable	59,529.26
Cargo Fijo	208.13
Interés Sobre Deuda:	89.90
Cargos del mes:	219.54
CEM Drenaje Pluvial	219.54
Subtotal Tarifa 0%	60,046.83
Subtotal Tarifa 12%	0.00
IVA Tarifa 0%	0.00
IVA Tarifa 12%	0.00
Valor Total Facturado	60,046.83

ESTADO DE CUENTA		VALOR US \$
DETALLE		
Deuda Anterior		60,717.30
Interés Acumulado		71.48
Créditos del mes		0.00
Pagos y/o débito bancario		60,788.78
Deuda de Convenio		0.00
Valor Total Factura		60,046.83
Deuda Total:		60,046.83

Consumos facturados en metros cúbicos



¡TENGA MUCHO CUIDADO! INTERAGUA NO ENVÍA PERSONAL A SU DOMICILIO PARA COBRAR VALOR ALGUNO, NO SE DEJE ENGAÑAR.

PARA SU TRANQUILIDAD CANCELE SÓLO EN LAS VENTANILLAS DE LAS INSTITUCIONES AUTORIZADAS, LAS CUALES ESTÁN DETALLADAS AL REVERSO DE ESTA FACTURA.

Contribuyente Especial Resolución #345 del 7 de julio de 2004

Autorización S.R.I. No. 1105447316

Válida hasta Febrero/2009



International Water Services
(Guayaquil) Interagua C.Ltda.
R.U.C.: 0992153563001

Mes
MAR/2008

Factura No.
003-004-0610423

Cuenta N°
9912062

Dirección de Entrega:
VIA A DAULE LADO IZQUIERDO KM. 9.00 REF: "FCA. PEPSI COLA"
Código: 72-34-018-3710-00-01

Datos del Beneficiario:
BEBIDAS GASEOSAS S.A.
RUC/C.I.: 0990004692001

CONCEPTO	VALOR US \$
Consumo del mes:	59,737.39
Interés Sobre Deuda:	89.90
Cargos del mes:	219.54
Subtotal Tarifa 0%	60,046.83
Subtotal Tarifa 12%	0.00
IVA Tarifa 0%	0.00
IVA Tarifa 12%	0.00
Valor Total Facturado	60,046.83
Deuda Total	60,046.83

Consumo del mes	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento
30,735 m ³	02-ABR-2008	21-ABR-2008

10/04/08
Recibido 11:30 am
[Signature]

Contribuyente Especial Resolución #345 del 7 de julio de 2004

Autorización S.R.I. No. 1105447316

Válida hasta Febrero/2009