

**PLAN DE MANTENIMIENTO UTILIZANDO TECNICAS DE DIAGNOSTICO DE
ULTIMA TECNOLOGIA PARA UNA PLANTA PRODUCTURA DE BEBIDAS**

**DUVAN ALFONSO ZULUAGA GARCIA
JOSE WILLINGTON RUIZ MARTINEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2006**

**PLAN DE MANTENIMIENTO UTILIZANDO TECNICAS DE DIAGNOSTICO DE
ULTIMA TECNOLOGIA PARA UNA PLANTA PRODUCTORA DE BEBIDAS**

**DUVAN ALFONSO ZULUAGA GARCIA
JOSE WILLINGTON RUIZ MARTINEZ**

**Monografía presentada como requisito de grado para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: WILLIAM MARTINEZ CLEVES
Ingeniero Electricista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2006**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, colocarme en el camino correcto, darme la fe, salud y fuerza necesaria para lograr y cumplir esta meta.

A mi esposa Merly, que pacientemente confió, me apoyo, estimuló y luchó conmigo durante el período de estudio, irradiando de luz mi vida para mejorar mi condición personal, académica y profesional. Te amo mucho.

A mis lindos padres, por enseñarme principios y valores, por escucharme y apoyarme en los momentos cuando más los necesité.

A mi hermana porque de una manera u otra ha influido directamente en mi vida.
A mis sobrinos por ser motivo de inspiración.

A la familia de Merly por acogerme en su seno como a otro hijo.

A los Doctores Ivan Becerra Gerente de planta Bogotá, Carlos Barajas Jefe de Mantenimiento y Fernando Vianna Jefe de Recursos Humanos por el apoyo durante la especialización y permitir la realización de este proyecto en la planta productora Coca Cola FEMSA Bogotá"

A todos mil gracias, Dios los bendiga siempre. Los llevo en mi corazón.

Duván Alfonso Zuluaga

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios, por darme la vida y permitirme continuar mi formación profesional.

Al Dr. CARLOS RAMON GONZALEZ y al Dr. ISNARDO GONZALEZ JAIMES por su apoyo y conocimientos transmitidos.

Al Ingeniero WILLIAM MARTINEZ CLEVES, Director de la monografía, por su valiosa colaboración e invaluable aporte.

Willington Ruiz M.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	1
1. INDUSTRIA NACIONAL DE GASEOSAS	2
1.1 RESEÑA HISTORICA	2
1.1.1 The Coca Cola Company	2
1.1.2 Coca Cola FEMSA de CV	3
1.1.3 Ubicación	4
1.1.4 Marco geográfico	5
1.1.5 Descripción de la planta Bogotá	6
1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	8
1.2.1 Estructura general de la planta	8
1.2.2 Mantenimiento industrial	9
1.3 CULTURA ORGANIZACIONAL	10
1.3.1 Misión	10
1.3.2 Visión	10
1.3.3 Valores	10
1.4 DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION	11
1.4.1 Tratamiento de aguas	11
1.4.2 Elaboración de jarabe	11
1.4.3 Embotellado	12

1.4.4 Tratamiento de aguas residuales	16
1.5 DESCRIPCION GENERAL DE LOS EQUIPOS	18
1.5.1 Equipos auxiliares	18
1.5.2 Equipos de línea	25
1.5.3 Tratamiento de aguas	30
1.5.4 Preparación de jarabes	31
2. SITUACION ACTUAL DEL MANTENIMIENTO	32
2.1 SISTEMA DE INFORMACION	32
2.2 PROCESOS DE MANTENIMIENTO	33
2.2.1 Mantenimiento correctivo	33
2.2.2 Mantenimiento programado	34
2.2.3 Mantenimiento preventivo	34
2.2.4 Mantenimiento de mejora	34
2.2.5 Mantenimiento predictivo	35
2.3 PROBLEMATICA GENERAL DEL MANTENIMIENTO	35
3. HERRAMIENTAS DE INSPECCION DE ULTIMA TECNOLOGIA	36
3.1 ANALISIS DE CRITICIDAD	36
3.2 VARIABLES A MEDIR	38
3.2.1 Vibraciones mecánicas	38
3.2.2 Variable temperatura	39
3.2.3 Espesores	40
3.2.4 Estado de los aceites industriales	41

3.3	ANALISIS DE VIBRACIONES	41
3.3.1	Vibración simple	41
3.3.2	Vibración Compuesta	44
3.3.3	Transformada de Fourier	45
3.3.4	Análisis espectral	46
3.3.5	Patologías básicas	47
3.3.6	Fallas en engranajes	53
3.3.7	Fallas en rodamientos	56
3.3.8	Niveles de alarma y tendencia	59
3.4	ANALISIS TERMOGRAFICO	61
3.4.1	Termografía	61
3.4.2	Fenómenos básicos en la medición termográfica	61
3.4.3	El descubrimiento de los rayos infrarrojos	63
3.4.4	Toma de imagen térmica	65
3.5	ULTRASONIDO	67
3.5.1	Ultrasonido para la detección de fugas	70
3.5.2	Ultrasonido en la medición de espesores	73
3.6	ANALISIS DE ACEITE	74
3.6.1	Análisis físico químico del aceite	74
3.6.2	Tipos de aceites que se analizan	75
3.6.3	Norma ASTM	75

3.6.4 Pruebas de laboratorio según el tipo de aceite	76
3.7 BOROSCOPIA INDUSTRIAL	80
3.8 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	80
3.8.1 Factibilidad operativa	81
3.8.2 Factibilidad técnica	81
3.8.3 Factibilidad económica	81
4. PLAN PROPUESTO	82
5. DESARROLLO DEL PLAN PROPUESTO	84
5.1 IDENTIFICACION DE PROCESOS PRINCIPALES DE LA PLANTA	84
5.2 SELECCION DE EQUIPOS INCLUIDOS EN EL PROGRAMA	84
5.2.1 Análisis proceso tratamiento de aguas	84
5.2.2 Análisis proceso jarabes	85
5.2.3 Análisis proceso maquinaria auxiliar	86
5.2.4 Análisis proceso líneas retornables	87
5.2.5 Análisis proceso líneas no retornables	87
5.3 DETERMINACION DE LAS HERRAMIENTAS ADECUADAS PARA CADA INSPECCION ESPECIFICA	91
5.3.1 Análisis de vibraciones	91
5.3.2 Termografía	91
5.3.3 Ultrasonido	92
5.3.4 Análisis de aceite	93
5.4 PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA LA IMPLEMENTACION DE	

LAS DIFERENTES TECNICAS	94
5.4.1 Responsables	95
5.4.2 Condiciones generales	95
5.4.3 Valores de alarma	95
5.4.4 Frecuencia de inspección	99
5.4.5 Medición y reportes	100
6. ESTRATEGIA METODOLOGICA	114
6.1 ANALISIS DE FACTIBILIDAD	114
6.1.1 Proyecto con recurso interno	115
6.1.2 Proyecto tercerizando el servicio	122
6.2 IMPLEMENTACION	128
7. CONCLUSIONES	129
8. BIBLIOGRAFIA	130

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Presencia de Coca Cola FEMSA	5
Figura 2. Ubicación geográfica de plantas productoras en Colombia	5
Figura 3. Ubicación general planta Bogotá	7
Figura 4. Estructura general para la dirección de manufactura y logística	8
Figura 5. Organigrama general planta Bogotá	8
Figura 6. Organigrama mantenimiento industrial	9
Figura 7. Esquema básico proceso tratamiento de aguas	11
Figura 8. Esquema básico elaboración de jarabes	12
Figura 9. Línea de producción típica para productos retornables	13
Figura 10. Configuración típica de una lavadora de botellas de 4 tanques	14
Figura 11. Esquema general Carbo proporcionador tipo inundado	15
Figura 12. Zona calderas pirotubular	18
Figura 13. Caldera Cleaver Brooks 400BHP	19
Figura 14. Representación termodinámica del ciclo de refrigeración	20
Figura 15. Equipos del ciclo de refrigeración para la planta	21
Figura 16. Corte interno compresor de tornillo	22
Figura 17. Compresor aire Cooper TA 2000	24
Figura 18. Generador Cummins	24
Figura 19. Transformador 1000Kva	25
Figura 20. Depaletizador Krones	26
Figura 21. Desencajonador	27
Figura 22. Lavadora de botellas	28
Figura 23. Inspector de botellas Krones	28
Figura 24. Llenadota de botellas	29
Figura 25. Carbo – mezclador Monnijnier	30
Figura 26. Arreglo de tanque jarabe terminado	31
Figura 27. Modelo de integración de SAP	33
Figura 28. Matriz general de criticidad	38

Figura 29. Representación gráfica de la vibración de un cuerpo	39
Figura 30. Representación esquemática de una vibración simple	42
Figura 31. Principales componentes de una onda sinusoidal	42
Figura 32. Principales componentes de una onda sinusoidal	43
Figura 33. Desfase de 90 grados en dos señales sinusoidales similares	43
Figura 34. Representación gráfica de una señal compuesta	44
Figura 35a. Vibración por cavitación en bombas	44
Figura 35b. Vibración por golpeteo	45
Figura 36. Descomposición de ondas por transformada de Fourier	46
Figura 37. Señal vibracional en el dominio del tiempo y su correspondiente en el dominio de la frecuencia.	46
Figura 38. Esquema de la captura de información vibracional	47
Figura 39. Espectro típico de un desbalanceo estático	48
Figura 40. Espectro típico de un desbalanceo dinámico	48
Figura 41. Espectro típico de vibración por eje colgante	49
Figura 42. Espectro típico de vibración por rotor excéntrico	49
Figura 43. Espectro típico de vibración por eje pandeado	50
Figura 44. Espectro típico de vibración por desalineación angular	50
Figura 45. Espectro típico de vibración por desalineación paralela	51
Figura 46. Espectro típico de vibración por desalineación de rodamientos	51
Figura 47. Espectro típico de vibración por desalineación de chumaceras	52
Figura 48. Espectro típico de vibración por resonancia	52
Figura 49. Espectro típico de vibración por pulsaciones	53
Figura 50. Espectro característico de un engranaje en estado normal	54
Figura 51. Espectro característico de vibraciones por desgaste en dientes	54
Figura 52. Espectro característico de vibraciones por sobrecarga en engranajes	55
Figura 53. Espectro característico de vibraciones por backlash	55
Figura 54. Espectro característico de vibración por desalineación en engranaje	56
Figura 55. Espectro característico de vibración por falla en pista interna del rodamiento	57
Figura 56. Espectro característico de vibración por falla en pista externa del rodamiento	57

Figura 57. Espectro característico vibración falla en elemento rodante	58
Figura 58. Espectro característico de vibración por falla en jaula del rodamiento	58
Figura 59. Niveles de alarma	59
Figura 60. Niveles de tendencia	60
Figura 61. Principios de la transferencia de calor	61
Figura 62. Espectro electromagnético	62
Figura 63. Descomposición de la luz blanca	63
Figura 64. Experimento de Herschel con termómetros para medir la temperatura del espectro de luz	64
Figura 65. Termograma en conexiones eléctricas	65
Figura 66. Cámara termográfica	66
Figura 67. Longitudes de onda del espectro de rayos infrarrojos	67
Figura 68. Fuga a presión y a vacío	70
Figura 69. Detección de fugas por ultrasonido	71
Figura 70. Equipo de medición de espesores	73
Figura 71. Matriz general de criticidad planta Bogotá	90
Figura 72. Toma de termografía a tablero eléctrico	91
Figura 73. Imagen térmica a componentes eléctricos	92
Figura 74. Diagrama de criterio de la desviación estándar para la medición de espesores.	99
Figura 75. Ejemplo gráfico de tendencia de valor global	100
Figura 76. Ejemplo de espectro de vibración para un punto	101
Figura 77. Grafico de diagnostico de fallas mediante la medición de valores de velocidad vibratorial	103
Figura 78. Comparación del punto caliente	104
Figura 79. Informe de análisis térmico	105
Figura 80. Pérdidas de aire comprimido	107
Figura 81. Fugas de aire por zonas	107
Figura 82. Plano de la red medida	111
Figura 83. Integración técnicas de diagnostico especializado	112
Figura 84. Diagrama de flujo implementación del proyecto	118

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Datos generales operación Colombia 2005	6
Tabla 2. Características básicas generadores de vapor	19
Tabla 3. Factores ponderados a ser evaluados	37
Tabla 4. Guess – Timator chart for the up 10000 (db Vs CFM)	72
Tabla 5. Pruebas de laboratorio a aceites usados de acuerdo con el tipo de servicio	77
Tabla 6. Contaminantes de aceite y sus orígenes	78
Tabla 7. Causa de variación de las características físico – químicas del aceite	78
Tabla 8. Análisis de criticidad tratamiento de aguas	85
Tabla 9. Análisis de criticidad jarabe simple	85
Tabla 10. Análisis criticidad jarabe terminado	86
Tabla 11. Análisis criticidad maquinaria auxiliar	86
Tabla 12. Análisis criticidad equipos no retornables	88
Tabla 13. Análisis criticidad equipos retornables	89
Tabla 14. Consolidación equipos críticos	90
Tabla 15. Herramientas a utilizar en equipos de líneas retornables	93
Tabla 16. Herramientas a utilizar en equipos de líneas no retornables	94
Tabla 17. Herramientas a utilizar en equipos de maquinaria auxiliar	94
Tabla 18. Rangos de severidad de vibración global	96
Tabla 19. Clasificación de fallas eléctricas según NETAL	98

Tabla 20. Datos técnicos de los compresores de aire de planta Bogotá	95
Tabla 21. Consolidado de resultados en tubería	109
Tabla 22. Consolidado de los resultados en accesorios	110
Tabla 23. Detalle de los resultados	110
Tabla 24. Tendencias de estado del aceite	113
Tabla 25. Calculo valor hora de parada por línea	115
Tabla 26a. Calculo del margen operativo bruto proyecto con recurso interno de la compañía, del año 0 al año 3	116
Tabla 26b. Calculo del margen operativo bruto proyecto con recurso interno de la compañía, del año 4 al año 10	117
Tabla 27. Margen operativo bruto	118
Tabla 28. Desglose de activos a comprar	118
Tabla 29a. Calculo amortización proyecto con recurso interno de la compañía, del año 0 al año 3	119
Tabla 29b. Calculo amortización proyecto con recurso interno de la compañía, del año 4 al año 10	120
Tabla 30. Beneficio neto	121
Tabla 31. Resumen proyecto compra de equipos	121
Tabla 32. Valor anual para análisis	122
Tabla 33a. Calculo del margen operativo bruto proyecto tercerizado, del año 0 al año 3	123
Tabla 33b. Calculo del margen operativo bruto proyecto tercerizado, del año 4 al año 10	124
Tabla 34a. Calculo amortización proyecto tercerizado del año 0 al año 3	125
Tabla 34b. Calculo amortización proyecto tercerizado del año 4 al año 10	126
Tabla 35. Resumen proyecto análisis con recurso externo	127

RESUMEN

TITULO: PLAN DE MANTENIMIENTO UTILIZANDO TECNICAS DE DIAGNOSTICO DE ULTIMA TECNOLOGIA PARA UNA PLANTA PRODUCTORA DE BEBIDAS

AUTORES: DUVAN ALFONSO ZULUAGA GARCIA, JOSE WILLINGTON RUIZ MARTINEZ.

PALABRAS CLAVE: TECNICAS DE DIAGNOSTICO, ANÁLISIS DE VIBRACIONES, TERMOGRAFIA, ANALISIS DE ACEITES, ULTRASONIDO.

DESCRIPCION DEL CONTENIDO:

Esta monografía hace referencia a la inclusión de técnicas modernas de diagnóstico al mantenimiento de equipos de la industria productora de bebidas como un medio eficaz para identificar durante la marcha el inicio de las fallas y/o el deterioro de los componentes principales de las máquinas, pudiendo así disminuir los paros imprevistos y permitiendo programar con suficiente antelación la intervención del equipo antes que ocurra el daño.

El presente análisis parte de lo particular para luego generalizar y toma como referencia de estudio la planta de Coca Cola FEMSA Bogotá,

En el primer capítulo se presenta una breve reseña histórica de la planta, su estructura organizacional, y la descripción del proceso productivo.

En el capítulo dos se realiza un diagnóstico del estado actual de mantenimiento en la planta FEMSA Bogotá, identificando los aspectos positivos y especialmente aquellos otros que pueden ser mejorados mediante un mejor diagnóstico de las condiciones de operación y de estado de los equipos.

El capítulo tres está conformado por un marco teórico en el que se describen las principales técnicas de diagnóstico de equipos existentes y especialmente las que podrían ser utilizadas en el presente caso teniendo en cuenta las características de los equipos y las variables a ser medidas.

En el capítulo cuatro se propone el plan para la implementación de un diagnóstico moderno de equipos, y en el capítulo quinto se hace el desarrollo del mismo, estableciendo las variables a medir, las técnicas a utilizar y la metodología para su

implementación, la cual incluye un análisis de criticidad para toda la planta, el establecimiento de frecuencias de inspección y el procedimiento general a seguir en el uso de cada técnica.

Finalmente se presente un análisis de factibilidad en el que se establece a demás la conveniencia de ejecutar el plan mediante la utilización de recurso propio o por outsourcing.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento,
Director: William Martínez Cleves, Electricista

ABSTRACT

TITLE: MANTEINANCE PLAIN USING LAST DIAGNOSIS TECNOLOGY FOR A BEVERAGES PRODUCER PLANT

AUTHORS: DUVAN ALFONSO ZULUAGA GARCIA, JOSE WILLINGTON RUIZ MARTINEZ.

KEY WORDS: DIAGNOSIS TECHNIQUES, ANALYSIS OF VIBRATIONS, THERMOGRAPH CHARTS, LUBRICANT ANALYSIS, ULTRASOUND ANALYSIS.

CONTENT:

This study is interested in to include new and modern diagnosis techniques used in beverage producer equipment maintenance as an effective way to identify during operation how the origin of a failure is presented as well, identify how principal machines pieces are affected by corrosion, or deterioration. This is the way to make a significant decrease in unexpected unemployed machines and it will allow make more accurate schedule in intervention maintenance.

This analysis leaves from individual to soon to generalize, and takes as study reference, the COCACOLA FEMSA plant in Bogotá.

Chapter One: A brief review of Coca-Cola's plant, including its history, organizational structure and productive process description.

Chapter Two: Making a diagnosis about significant present operations conditions in Coca Cola FEMSA Bogotá plant. Diagnosis provides identifications on competitive advantages and some items that can be improved through a better diagnosis in operations and equipment conditions.

Chapter Three: Contains a theoretical frame, where diagnosis tools are described and routed to be used suitable in all existing equipment.

Chapter four: A wide modern diagnosis plan is designed to make implementation in COCACOLA FEMSA Bogotá plant taking parameters described before.

Chapter Five: Implementation plan is started up developing measurement techniques, and methodologies. This chapter includes a critical path route analysis for all equipment in order to establish high priority machines, predict inspection

frequencies and set up general procedures in order to line how each technique must be used.

Feasibility analysis is exhibited at last part of this paper. There, a study of how advisable in economic and social point, this plan can be executed by two different alternatives: outsourcing or using own resources.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.
Director: William Martínez Cleves, Electrician Engineer

INTRODUCCION

Todo programa de mantenimiento debe tener como metas principales la eliminación de anomalías en la maquinaria, incrementar la disponibilidad de los equipos evitando los paros durante el funcionamiento de la planta, mantener la capacidad operacional de las maquinas criticas y disminuir los costos de mantenimiento. En la actualidad las empresas consideran la detección anticipada de fallas en equipos como uno de los aspectos claves para el logro de dichas metas, es por ello que cada vez cobra mayor vigencia la implementación de estrategias y técnicas que permitan diagnosticar el estado de los equipos mientras estos están funcionando, reduciendo así los tiempos de inactividad de la maquinaria y realizando reparaciones planificadas y preparadas con suficiente antelación.

El departamento de mantenimiento de la empresa de bebidas Coca Cola FEMSA Bogota consiente de esta necesidad ha decidido iniciar un proceso para implementar el uso de herramientas de inspección de ultima tecnología tales como: el análisis de aceites, análisis de vibraciones, ultrasonido y termografía, buscando así aumentar el tiempo medio entre fallas de los equipos (MTBF) y reducir el tiempo medio para reparar (MTTR).

Utilizando TPM como modelo gerencial para la gestión de activos, la compañía cuenta con personal especializado quien además de operar el equipo, lo administran y mantienen siendo capaces de diagnosticarlo e intervenirlo eficientemente. Adicionalmente se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo cuya estructura se basa en inspecciones periódicas establecidas inicialmente siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de equipos y posteriormente ajustándolas de acuerdo a los datos históricos y a la experiencia del personal de tecnólogos de embotellado. Los resultados obtenidos han sido satisfactorios siendo posible pasar de un mantenimiento en el que predominaban las acciones reactivas para corregir los daños súbitos, a un mantenimiento en el que los paros planeados, programados y concertados con el área de producción han hecho posible aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Sin embargo se requiere una inspección mas especializada que mejore el diagnostico temprano y que abra el camino hacia lo que seria mas adelante la implementación del mantenimiento predictivo como tal.

Con miras a solucionar la necesidad de la compañía, el presente trabajo plantea un programa de mantenimiento en el cual se utilizan herramientas de inspección de última tecnología, cuya aplicación ha sido definida de acuerdo a la criticidad de los equipos y al tipo de fallas inherentes a estos.

1. INDUSTRIA NACIONAL DE GASEOSAS

Industria Nacional de Gaseosas INDEGA hace parte de la multinacional Coca-Cola FEMSA S.A. de C.V. que es la segunda embotelladora de Coca-Cola más grande en el mundo, representando cerca del 10% de las ventas globales de Coca-Cola. FEMSA es la embotelladora más grande de Latinoamérica, distribuyendo aproximadamente 1.8 billones de cajas unidad al año equivalentes aproximadamente el 40% del volumen de ventas de Coca-Cola en Latinoamérica y el segundo más grande a nivel mundial, en función al volumen de ventas de 2003¹, para Colombia la sede central está ubicada en Bogotá, conformada por 5 plantas productoras de bebidas (Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín) y una planta productora de agua natura Mineral que brota de un Manantial (Municipio de la Calera Cundinamarca), a continuación se realiza una descripción general de la empresa y el proceso de fabricación de bebidas.

1.1 RESEÑA HISTORICA

La historia de la Industria Nacional de Gaseosas INDEGA, se ha dividido en dos partes, la primera es una breve reseña del nacimiento y expansión de COCA COLA y la segunda parte el proceso cronológico de FEMSA hasta llegar a Colombia.

1.1.1 The Coca Cola Company. En 1886 Jhon Pemberton un farmaceuta de la ciudad de ATLANTA en Estados Unidos crea una formula de jarabe llamado “Vino de Coca Cola”, tiempo después este vino es mezclado con agua carbonatada en la farmacia dando lugar a un líquido de particular y agradable sabor, este nuevo descubrimiento se pone en venta a cinco centavos de dollar, en 1888 el señor Pemberton vende sus derechos sobre el producto al señor Asa G. Candler, junto con su hermano y el antiguo socio Frank Robinson constituyeron The Coca Cola Company, durante este año se venden aproximadamente 9 vasos de Coca Cola diarios, en 1893 el señor Candler comienza a promocionar agresivamente Coca Cola por medio de relojes, calendarios, cupones entre otros, este años es registrada la marca Coca - Cola, al año siguiente (1894) gracias al éxito y la gran demanda del producto se inicia la producción de envase de vidrio con el logotipo grabado y adicionalmente es creada la primer fabrica de jarabe en Dallas. En

¹ www.coca-colafemsa.com

1929 las fuentes de soda venden la bebida refrescante en los vasos con el logotipo tradicional de Coca - Cola, en 1930 gracias al gran consumo que se presenta, se comienza a distribuir puerta a puerta; en 1941 se inicia la producción en línea de productos, gracias al éxito de la compañía y su acelerado crecimiento es reconocida en la revista TIME (primera empresa de bebidas en aparecer en esta revista) en 1950, 10 años después se introduce al mercado la venta de producto en lata, presentación de 12 onzas, en el año 1964 se introduce lata abre fácil, en el año 1986 la compañía cumple 100 años y es reconocida a nivel mundial como una de las marcas de mayor recordación a nivel mundial, adicional de garantizar que el sabor de Coca - Cola es igual en todos los rincones del mundo.

1.1.2 Coca Cola FEMSA de CV. “En 1979, una subsidiaria de FEMSA adquirió una parte de las subsidiarias embotelladoras de refrescos que actualmente forman parte de nuestra compañía. En aquel momento, las subsidiarias adquiridas tenían 13 centros de distribución que operaban 701 rutas de distribución y la capacidad de producción de las subsidiarias adquiridas era de 83 millones de cajas físicas. En 1991, FEMSA transfirió las acciones de sus subsidiarias a FEMSA Refrescos, S.A. de C.V., la compañía predecesora de nuestra compañía. FEMSA es una empresa de bebidas con una participación significativa en México y otros países Latinoamericanos. Es dueña del 45.7% del capital social de Coca-Cola FEMSA. En 2003, representamos 47%, 55% y 50% de los ingresos totales, utilidad operativa y utilidad neta de FEMSA, respectivamente. Los principales eventos que dieron origen a la actual estructura corporativa fueron:

- **1976.** Una subsidiaria de FEMSA adquiere una parte de las subsidiarias embotelladoras de refrescos que actualmente forman parte de nuestra compañía. Las subsidiarias adquiridas tenían 13 centros de distribución que operaban 701 rutas de distribución y la capacidad de producción de las subsidiarias adquiridas era de 83 millones de cajas físicas.
- **1991.** FEMSA transfiere las acciones de sus subsidiarias a FEMSA Refrescos, S.A. de C.V., la compañía predecesora de nuestra compañía.
- **Junio/1993.** De forma consistente con nuestros objetivos de optimizar la rentabilidad y crecimiento a largo plazo y mejorar nuestra posición competitiva, en junio de 1993 una subsidiaria de The Coca-Cola Company suscribió 30% de nuestro capital social en acciones de la Serie D por U.S.\$195 millones.
- **Septiembre/1993.** En septiembre de 1993, FEMSA vendió Acciones Serie L al público las cuáles representaron el 19% de nuestro capital social, y listamos estas acciones en la Bolsa Mexicana de Valores y en forma de ADSs en el mercado de valores de Nueva York (New York Stock Exchange). Después de llevar a cabo estas transacciones, FEMSA se quedó con el 51% del capital social de nuestra compañía.

▪ **1994-1997.** En una serie de transacciones entre 1994 y 1997, se adquirió el territorio de la capital federal Buenos Aires, comprando el 100% de Coca-Cola FEMSA de Buenos Aires, S.A. de C.V. de una subsidiaria de The Coca-Cola Company.

▪ **Febrero/1996.** Expandió sus operaciones argentinas en febrero de 1996 cuando se adquirieron los ex-territorios de San Isidro Refrescos, S.A., referida en este reporte anual como SIRSA incluyendo ciertas propiedades de Refrescos del Norte S.A. Mediante estas transacciones expandimos nuestras operaciones en Argentina para incluir las áreas de San Isidro y Pilar.

▪ **Noviembre/1997.** Expandió sus operaciones mexicanas en noviembre de 1997 comprando el 100% del capital social de Embotelladora de Soconusco, S.A. de C.V., una embotelladora en la zona de Tapachula en el estado de Chiapas en la región sur de México. Con esta adquisición, servimos todo el estado de Chiapas.

▪ **Mayo/2003.** En mayo de 2003, expandió sus operaciones a través de Latinoamérica con la adquisición del 100% de Panamco, en ese entonces el embotellador de refrescos más grande de Latinoamérica, en cuanto a volumen de ventas de 2002. Con la adquisición de Panamco, empezamos a producir y distribuir productos de la marca Coca-Cola en territorios adicionales en el centro de México y la región del Golfo de México, y en Centroamérica (Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), Colombia, Venezuela y Brasil, además de agua embotellada, cerveza y otras bebidas en algunos de estos territorios. Después de la adquisición de Panamco, FEMSA es dueña indirecta del 45.7% del capital accionario, representando 53.6% de nuestro capital accionario con derecho a voto, y The Coca-Cola Company es dueña del 39.6% del capital accionario, representando el 46.4% del capital accionario con derecho a voto.”²

1.1.3 Ubicación. Coca Cola FEMSA tiene operaciones en los países representados en la figura 1:

México; una parte sustancial del centro de México (incluyendo la Ciudad de México) y el sureste de México (incluyendo la región del Golfo). Centroamérica; la Ciudad de Guatemala y los alrededores, Nicaragua (todo el país), Costa Rica (todo el país) y Panamá (todo el país). Colombia; (la mayor parte del país). Venezuela; todo el país. Brasil; en São Paulo, Campinas, Santos, parte del estado de Mato Grosso do Sul y parte del estado de Goias. Argentina; Buenos Aires, capital federal y los alrededores.

² www.coca-colafemsa.com

Figura 1. Presencia de Coca Cola FEMSA.



1.1.4 Marco Geográfico. En Colombia (INDUSTRIA NACIONAL DE GASEOSAS INDEGA) cuenta con 5 plantas productoras distribuidas en el territorio nacional ver figura 2.

Figura 2. Ubicación geográfica de plantas productoras en Colombia.



Estas plantas, producen en promedio año ciento ochenta millones de cajas unitarias, arrojando unos ingresos anuales de mas de cuatro mil quinientos millones de pesos (mexicanos) y una utilidad operacional por encima de los quinientos millones de pesos (mexicanos), resultados del gran esfuerzo generado para atender en toda la geografía Nacional los más de setecientos mil clientes detallistas (tiendas, restaurantes, supermercados entre otros), en la Tabla 1 se observa el resumen operativo para Colombia en el año 2005.

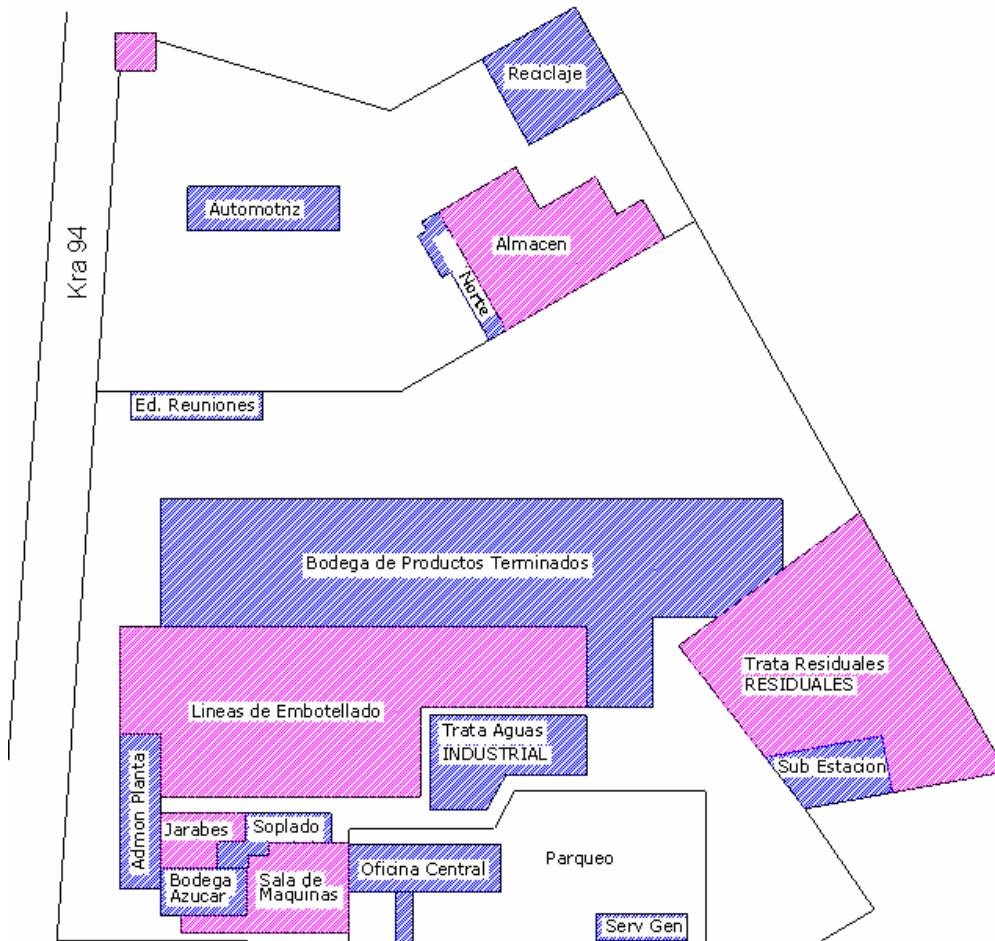
Tabla 1. Datos generales operación Colombia año 2005³

		OBSERVACIONES
Propiedad de FEMSA (%)	45.7	Al 31 de Diciembre del 2005, el 39.6% era propiedad de The Coca-Cola Company y el 14.7% era público.
Volumen de Ventas	180	Millones de cajas unidad (una caja equivale a 24 botellas de 8 onzas).
Ingresos	4,697	Expresados en millones de pesos mexicanos de diciembre 31 del 2005.
Utilidad de Operación	532	Expresados en millones de pesos mexicanos de diciembre 31 del 2005.
Plantas	5	
Centros de Distribución	37	
Detallistas Atendidos	794,700	
Personal	56,238	Incluye personal tercerizado.
Consumo per cápita	176.75	

1.1.5 Descripción de la Planta Bogotá. La planta Embotelladora de Bogotá se encuentra situada en la Carrera 94 Nro 42-94 Barrio Fontibón, Cuenta con un área aproximada de 90.000 m², estas instalaciones son compartidas con Oficina central, planta productora y zona comercial; adicionalmente en las instalaciones de la planta se tiene la operación de cargue de tractocamiones (aquellos vehículos que transportan producto a otras ciudades o centros de distribución) y la operación de cargue y descargue de camiones de ventas (se atienden en planta más de 200 camiones diarios) en la figura 3 se observan las áreas generales, donde se puede apreciar la ubicación de las líneas de embotellado, jarabes, aguas y maquinaria auxiliar que es el campo de acción donde se desarrolla la monografía,

³ www.femsa.com/es/business/coca_cola_femsa/presencia/colombia.htm

Figura 3. Ubicación general planta Bogotá.

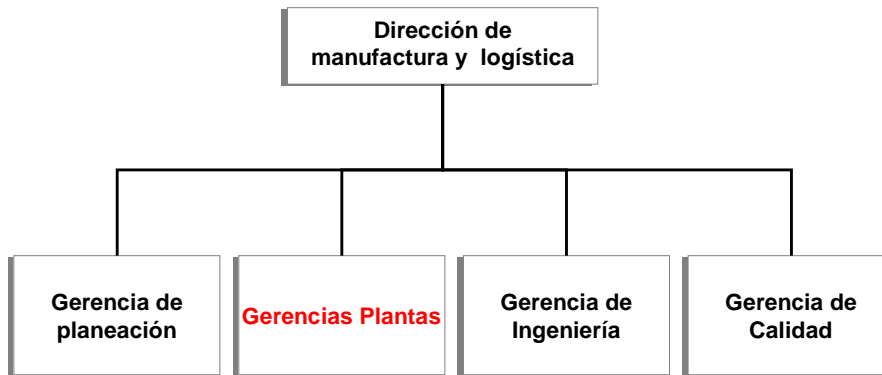


En la planta Bogotá se produce aproximadamente el 60% de la producción total del país, siendo catalogada como una mega planta, cuenta con 7 líneas de embotellado, 3 para productos retornables (producto envasado en vidrio, se envía al mercado, el envase retorna, se realiza un estricto proceso de desinfección y es llenado nuevamente) y 4 para productos no retornables (el envase es pet soplado en sitio, se realiza un riguroso enjuague, es llenado, sale al mercado y no regresa nuevamente), adicionalmente se produce aguas y producto para dispensadores. La exigencia de producción es alta ya que no solamente en Bogotá se produce para la región centro del país, sino que gran parte de los productos son enviados a las 4 plantas productoras restantes (en estas plantas no tienen equipos para producir algunos productos) y estas a su vez distribuyen a todos los lugares de la geografía Colombiana, como es el caso de productos envasados en lata ó tamaños como 2,5 litros, Power Ade, 3 litros, entre otros.

1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

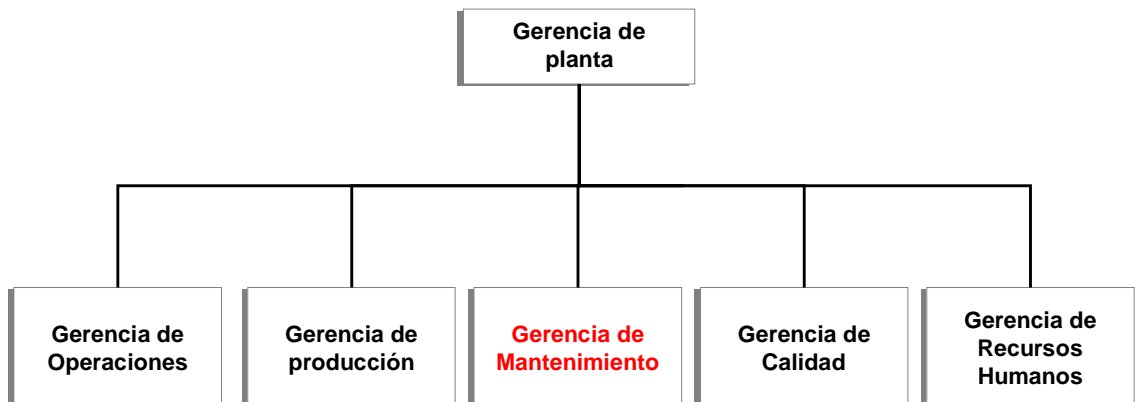
La estructura organizacional de la compañía es muy plana, en la figura 4, se muestra la estructura general para la dirección de Manufactura y Logística, no incluyendo las otras direcciones como Mercadeo, Recursos humanos entre otras, ya que no es el foco de la monografía. Se resalta las Gerencias de plantas ya que la planta de Bogotá es una de estas gerencias.

Figura 4. Estructura general para la dirección de manufactura y logística.



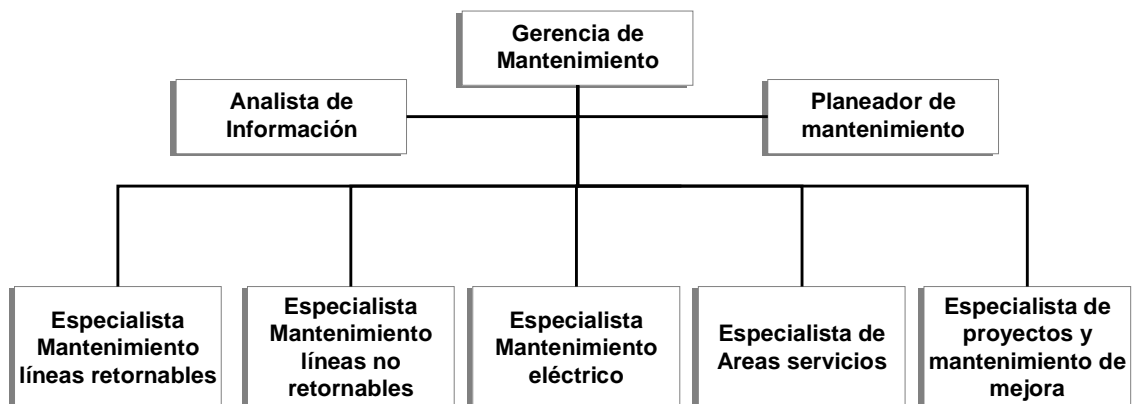
1.2.1 Estructura general de la planta. En la planta Bogotá, el equipo gerencial esta constituido por la gerencia de planta, y los gerentes de cada área como es mostrado en la figura 5 donde se encuentra el gerente de producción, gerente de calidad, gerente de operaciones, gerente de mantenimiento y gerente de recursos humanos, es resaltado el proceso de mantenimiento que es de donde parte la iniciativa para la realización de este documento.

Figura 5. Organigrama general planta Bogotá.



1.2.2 Mantenimiento industrial. La planta de Bogotá cuenta con un modelo gerencia de mantenimiento mixto, por una parte, los equipos de líneas son operados y mantenidos por Tecnólogos de embotellado (personal idóneo, altamente capacitado técnicamente en equipos de línea capaz de realizar mantenimientos mayores sin ningún problema, se tienen en equipo, técnicos, tecnólogos y en otros ingenieros), quienes reportan a los jefes de producción, en este caso mantenimiento soporta con especialistas de mantenimiento; de otro lado en áreas de servicios soportan el mantenimiento con mecánicos, adicionalmente, se cuenta con electrónicos quienes ejecutan las actividades de mantenimiento eléctrico y electrónico en los equipos.

Figura 6. Organigrama Mantenimiento Industrial



En la gerencia de mantenimiento de la planta Bogotá, se han distribuido las responsabilidades como se muestra en la figura 6, al observar se tiene:

- **Analista de información:** garantiza tener la información diaria, oportuna y veraz para realizar la toma de decisiones acertadamente, desde la jefatura de mantenimiento hasta los electricistas, mecánicos y tecnólogos requieren de la información consignada en SAP (ERP utilizado en Coca Cola FEMSA) y es en este punto donde es encontrada.
- **Planeador de Mantenimiento:** es el responsable de la administración del programa de mantenimiento preventivo en la planta, evaluando la ejecución del programa por los tecnólogos, electrónicos y mecánicos.
- **Especialista mantenimiento líneas retornables:** en las 3 líneas retornables, es el encargado de garantizar la ejecución del mantenimiento mecánico programado, administra el presupuesto en estas líneas y gestiona las actividades para el cumplimiento de los objetivos.

- **Especialista de mantenimiento líneas no retornables:** en las 4 líneas no retornables, es el encargado de garantizar la ejecución del mantenimiento mecánico programado, administra el presupuesto en estas líneas y gestiona las actividades para el cumplimiento de los objetivos.
- **Especialista de mantenimiento eléctrico:** encargado de todas las actividades de mantenimiento eléctricas y electrónicas de la planta, tiene a su cargo 4 electricistas los cuales se dividen 2 por cada turno de 8 horas y uno para edificaciones.
- **Especialista áreas de servicios:** es el encargado de administrar la ejecución de mantenimiento mecánico en maquinaria auxiliar, jarabes, aguas, residuales, llenado de agua y llenado de post mix.
- **Especialista de proyectos y mantenimiento de mejora:** se encarga de garantizar la excelente ejecución de los proyectos a realizarse en la planta ya sean por iniciativa del personal de planta ó directriz de ingeniería oficina central.

1.3 CULTURA ORGANIZACIONAL

Coca Cola FEMSA, tiene claro que la cultura organizacional es esencial para el éxito del negocio en el corto y largo plazo. Poniendo la misión, visión y valores en acción capitalizando las acciones para generar valor, la compañía espera aprovechar todas las oportunidades que tiene ante ella.

1.3.1 Misión. “Satisfacer y agradar con excelencia al consumidor de bebidas”.⁴

1.3.2 Visión. “Ser el mejor embotellador del mundo, reconocido por su excelencia operativa y la calidad de su gente”.⁵

1.3.3 Valores. En Coca Cola FEMSA “el logro de nuestros objetivos estratégicos depende directamente de nuestro compromiso hacia la practica de los valores claves que hemos venido cultivando por más de un siglo”.⁶

- Pasión por el servicio al cliente
- Innovación y creatividad
- Calidad y productividad
- Desarrollo integral del personal

⁴ www.femsa.com/es/business/coca_cola_femsa

⁵ www.femsa.com/es/about/history

⁶ Ibid. 5

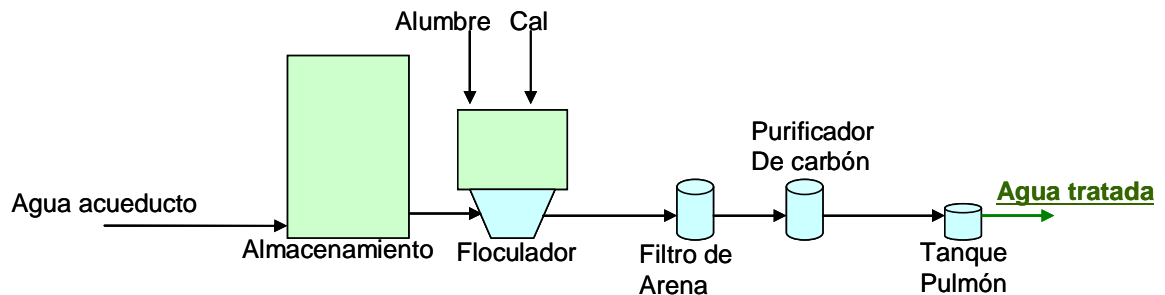
- Honestidad, integridad y austeridad

1.4 DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION.

Para facilitar el entendimiento del proceso productivo total, se tomó como metodología dividir en áreas funcionales de tal forma que se realizará una breve descripción de cada proceso principal que intervenga en la preparación de la bebida.

1.4.1 Tratamiento de aguas. Este proceso inicia con la llegada del agua del acueducto metropolitano de Bogotá (Agua potable) como lo muestra la figura 7.

Figura 7. Esquema básico proceso tratamiento de aguas.

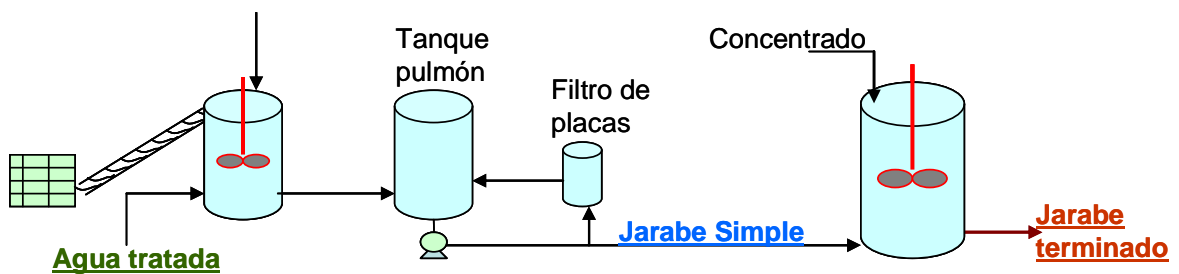


Un tanque de almacenamiento con capacidad para más de 500 m³, pasa por un equipo floculador que mediante la utilización de un coagulante y un controlador de pH, el equipo se encarga de retirar la materia orgánica que pueda llegar a tener el agua de esta forma el agua es clarificada, posteriormente es pasado por unos filtros de arena los se encargan de retirar los sólidos en suspensión que pueda traer el agua y no fueron retirados en el floculador, de aquí el agua es enviada a los purificadores de carbón los cuales retiran el cloro, olores y sabores que pueda tener el agua, para ser enviada a un tanque pulmón, des esta forma tenemos agua tratada.

1.4.2 Elaboración de jarabe. El azúcar es vaciada manualmente en una tolva para ser transportada por un tornillo sin fin hacia un tanque enchaquetado donde es diluida en agua purificada y mediante calentamiento se aumenta la temperatura hasta aprox 80 C, en este momento se adiciona agua carbonatada fría en proporción aproximada de 1:10 del volumen total del tanque calentamiento para eliminar mugre que tenga el azúcar, este proceso es denominado “flotación” ver figura 8, luego esta mezcla es pasada a un tanque pulmón donde por un proceso

de recirculación con un filtro de placas termina de eliminar residuos sólidos, impurezas y baja el color para obtener “jarabe simple”, este, según la receta particular de cada producto, de acuerdo con la producción planificada es enviado hacia los tanques de jarabe terminado; se les llama de esta manera debido a que es donde culmina el proceso de elaboración de jarabe, en dichos tanques el jarabe simple se mezcla con el concentrado correspondiente, se deja reposar por un lapso específico y posteriormente se bombea directamente a las líneas de producción.

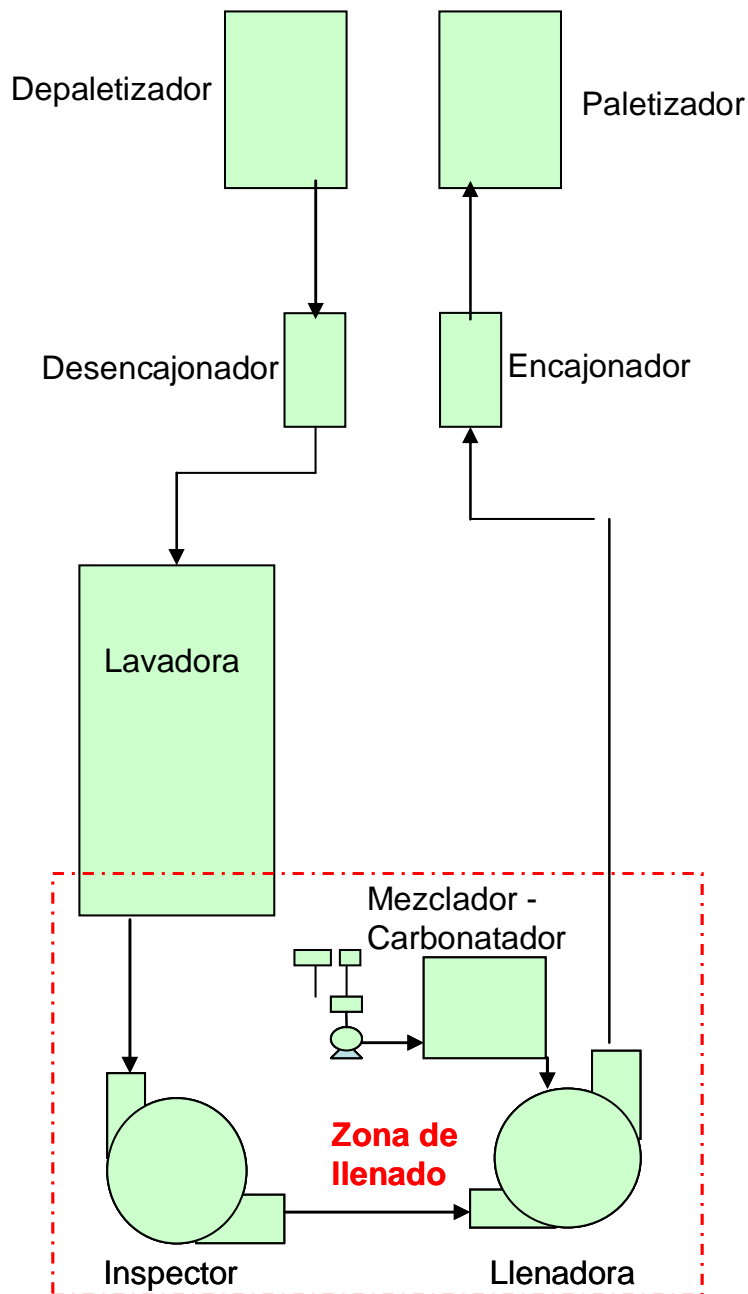
Figura 8. Esquema básico elaboración de jarabe.



1.4.3 Embotellado. En el proceso de embotellado intervienen equipos necesarios para garantizar la corrida de toda la línea, la figura 9 muestra los equipos que intervienen en una línea de llenado desde que llegan las botellas del mercado hasta que sale lista para ser cargada en los camiones de distribución.

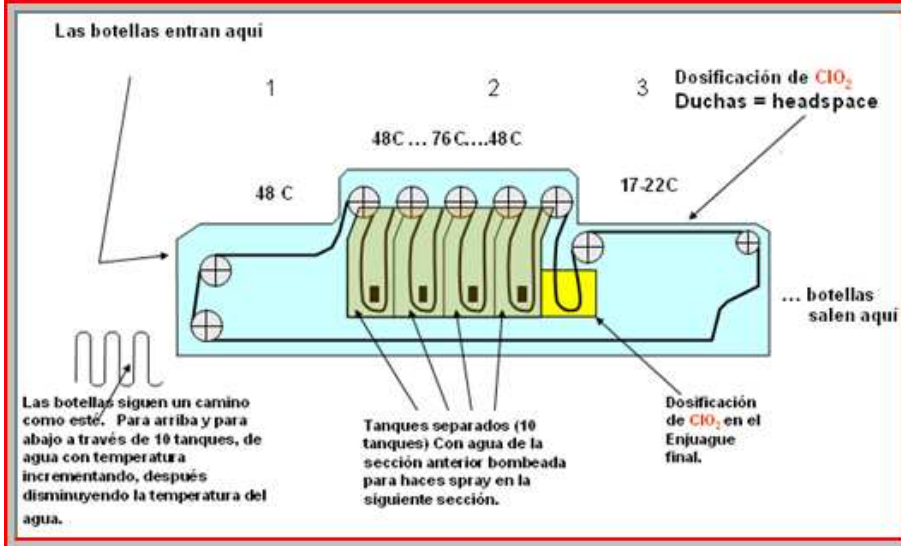
- **Depaletizada:** Es la primera estación del proceso y tiene por objeto proveer de cajas con botellas vacías a la línea de producción. El proceso consiste en traer de bodega por medio de un montacargas, las estibas, depositarlas en el transportador de rodillos del equipo y este automáticamente las ubica en el transportador de cajas.
- **Desencajonado:** El transportador de cajas lleva desde la depaletizador hasta el desencajonador las botellas, este equipo se posiciona sobre las botellas y por medio de unas “ventosas”, que trabajan con presión de aire, sostiene firmemente las botellas, desde el pico hasta el cuello de las mismas, las levanta y las coloca en una banda transportadora que las lleva a la siguiente estación del proceso; por su parte las cajas, ya vacías, continúan su recorrido hasta la maquina encajonadora.

Figura 9. Línea de producción típica para productos retornables



- **Lavado:** La lavadora de botellas mediante un proceso totalmente automático hace aptas para el proceso productivo las botellas vacías provenientes de la desencajonadora, ver figura 10 realizando las siguientes fases:

Figura 10. Configuración típica de una lavadora de botellas de 4 tanques⁷



- ♦ **Prelavado:** Las botellas ingresan a unas filas de 44 compartimientos (bolsillos), llamadas cestas, e inician un ascenso completamente vertical durante el cual son rociadas con agua recirculada del último enjuague de la lavadora, por medio de chorros a una presión de 17 a 21 psi, con la finalidad de retirar el sucio superficial de la botella y precalentarla para evitar explosión por choque térmico. Este paso del proceso de lavado es sumamente importante puesto que evita la excesiva contaminación del primer tanque de inmersión, para aumentar el aprovechamiento de la solución cáustica.
- ♦ **Lavado:** Generalmente las lavadoras cuentan con tres tanques de lavado o de inmersión, donde además de sumergir las botellas también se les inyecta solución por medio de chorros a una presión entre 17 y 21 psi; aquí las botellas son llenadas rápidamente con solución cáustica a una concentración de 3 a 3.5% de NaOH en agua suavizada durante un tiempo mínimo de 5 minutos, los parámetros de temperatura para estos tanques deben encontrarse entre 50 y 62 °C. Luego las botellas son sumergidas en un cuarto tanque con parámetros de temperatura de 45 a 50 °C y una concentración de soda cáustica entre 0.5 y 1 % producida por arrastre.
- ♦ **Preenjuague:** Es el último de los tanques de inmersión, llenado por rebose con agua proveniente de los enjuagues finales de la lavadora, debe encontrarse a una temperatura entre 30 y 35 °C. Su función es eliminar los restos de soda cáustica.

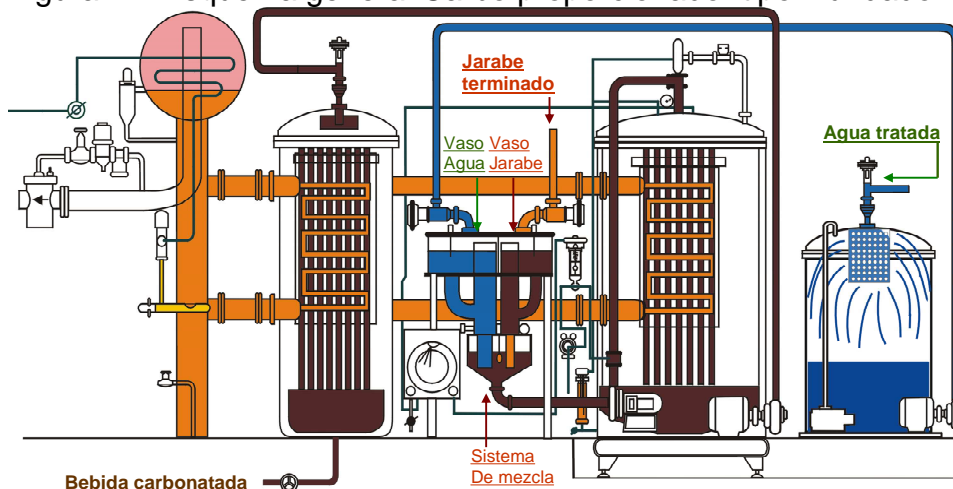
⁷ www.miagua.com/Noticias/LavadodeBotellas.html

- ♦ **Enjuagues Finales:** Después de salir del último tanque de inmersión las botellas comienzan a recorrer las zonas de enjuagues internos y externos, donde se utiliza agua recirculada, cada una de estas zonas cuenta con tres de inyectores internos y tres de rociadores externos, todos a presiones fijas entre 17 y 21 psi. Luego llegan a la zona de enjuague final que es la última etapa del proceso de lavado de las botellas y está destinada a obtener envases brillantes y estériles. Consta de tres inyectores internos y tres de rociadores externos trabajando a una presión entre 14 y 25psi, todos alimentados con agua fresca a temperatura ambiente clorinada entre 1 y 3 p.p.m.

- **Inspección:** Las botellas que salen de la lavadora, son enviadas directamente a un inspector electrónico, el cual se encarga de retirar botellas con defectos, ó que no garanticen la excelente calidad del producto, algunos de los defectos retirados eficientemente por el inspector son: Botellas de otro producto, botellas con cuerpo extraño en su interior, botellas con la boca despicada, etiqueta muy gastada, entre otras. El equipo utiliza un arreglo de cámaras electrónicas de alta resolución y cada botella es inspeccionada por mas de 5 unidades de estas, donde compara una a una el estado de las botellas con un patrón predeterminado previamente para el producto en particular a embotellar.

- **Carbo y Mezclador:** El jarabe proveniente del tanque de jarabe terminado (sala de jarabe terminado) se bombea a través de una tubería directamente a un contenedor llamado “vaso de jarabe”, llega a una temperatura aproximada de 15°C, donde posteriormente pasará al proceso de mezcla, ver figura 11.

Figura 11. Esquema general Carbo proporcionador tipo inundado⁸



⁸ Tomado de archivo capacitaciones planta Bogotá

El agua tratada es preenfriada hasta alcanzar una temperatura aproximada de 12°C, durante este proceso de enfriamiento recibe una dosificación de CO₂, con el objeto de eliminar el aire presente en el agua, hasta alcanzar las condiciones adecuadas para ser bombeada a un recipiente llamado “vaso de agua” para posteriormente pasar al sistema de mezcla.

De acuerdo con el producto que va a ser embotellado, una proporción específica de agua precarbonatada y jarabe es, de forma totalmente automática, mezclada proporcionalmente (dependiendo del equipo y tecnología se realiza por gravedad ó por medidores de flujo másico) para luego pasar a proceso de carbonatación. Mediante la utilización de un sistema de enfriamiento, la mezcla (agua precarbonatada + jarabe) es enfriada hasta aprox. 2°C y de esta manera aportar CO₂ al producto, ajustando a las condiciones de calidad requeridas.

- **Llenado y Tapado:** La bebida es enviada del carbonatador por diferencia de presión hasta el tazón de la llenadora, allí el producto desciende a las botellas en flujo laminar, hasta la altura predeterminada según la especificación del producto, luego las botellas llenas pasan al coronador, donde la tapa metálica es posicionada sobre la botella y es ajustada firmemente para evitar la pérdida de presión al interior de la botella.

- **Empacado:** Luego de tapadas las botellas son llevadas a través de una banda transportadora hasta la máquina encajonadora, donde se lleva a cabo un proceso exactamente inverso al desencajonado.

- **Paletizado:** El equipo recibe individualmente, a través de bandas transportadoras, cajas llenas de botellas con producto y entrega a la bodega de producto terminado, por medio de montacargas, estibas armadas adecuadamente para ser almacenadas de forma segura.

1.4.4 Tratamiento aguas residuales. El proceso productivo genera residuos líquidos, que deben ser tratados antes de realizar la disposición final en el alcantarillado de la ciudad, para esto la planta cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) conformada por un Sistema de tratamiento Primario y un Sistema de tratamiento secundario en línea, completamente automatizado y con su respectivo laboratorio de análisis físico-químico, en el que se realizan las pruebas necesarias para el monitoreo y control de la misma con el fin de mantener las condiciones de la planta dentro de las especificaciones ambientales.

El tratamiento primario con que se cuenta esta destinado a preparar las aguas residuales para que puedan recibir un tratamiento subsiguiente sin perjudicar a los equipos mecánicos y sin obstruir tuberías y causar depósitos permanentes en tanques. Sirve también para minimizar algunos efectos negativos al tratamiento

tales como grandes variaciones de caudal y de composición y la presencia de materiales flotantes como aceites, grasas, tapas plásticas y metálicas, plásticos y otros.

El tratamiento primario de la planta esta conformado por las siguientes etapas:

- **Desarenadores.** Es aquí donde se elimina los sobrenadantes sólidos de mayor tamaño, como tapas y pitillos que por alguna razón lleguen a la planta de tratamiento, adicionalmente almacena el lodo y tierra que arrastre el fluido hacia la PTAR.
- **Desengrasadores.** Como su nombre lo indica es el compartimiento de la PTAR encargado de retirar lubricantes, grasas y aceites que pudiesen llegar, generalmente no ocurre derrames de aceites, esto pero es un control en el proceso.
- **Tanques de ecualización.** Actúa como un gran pulmón, y recibe la agitación forzada de un aireador mecánico movido por un motor.
- **Neutralización.** Lo que se pretende en este proceso es básicamente disminuir el Ph para no afectar los microorganismos del filtro biológico, esto es realizado mediante la inyección de CO₂ a la tubería conductora del tratamiento primario al secundario.

El sistema de tratamiento secundario utiliza un proceso mixto, formado por pre-tratamiento, dos sistemas biológicos uno de cultivo de microorganismos fijo y el otro de tipo suspendido, y un sistema de concentración y deshidratación de lodo residual. La estructura del sistema consta de Homogenización, Filtro Biológico, Lodos Activados y Deshidratación de Lodos. El proceso biológico tipo Aeróbio, es la depuración biológica aerobia de las aguas residuales y consiste, en una primera fase, en provocar, el desarrollo de bacterias aerobias que requieren del oxígeno para su metabolismo y que se reúnen en películas o floculos, y que , por acción física o físico-química, retienen la contaminación orgánica y se alimentan de ella. En una segunda fase, generalmente se separan por sedimentación de los fangos producidos.

El tratamiento secundario de la planta esta conformado por las siguientes etapas:

- Tanque de Homogenización
- Filtro Biológico
- Tanque de Aireación
- Decantador Secundario
- Canaleta Parshall de salida
- Tratamiento de Lodos
- Tanques de Nutrientes

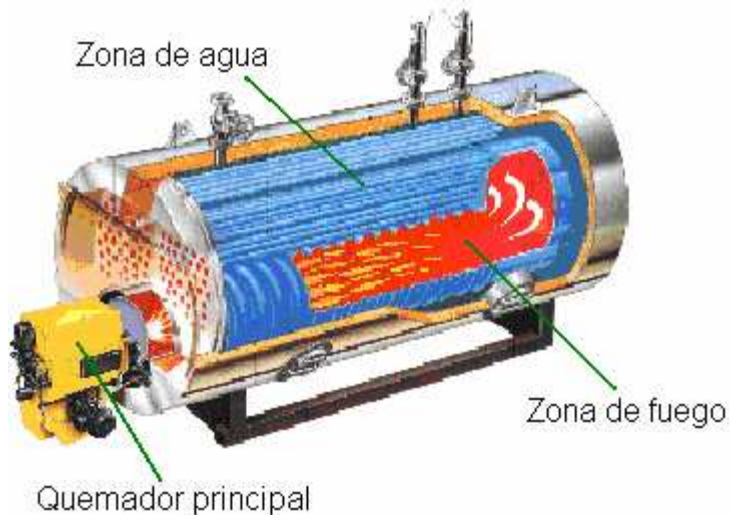
1.5 DESCRIPCION GENERAL DE LOS EQUIPOS

A continuación se realizará la descripción básica de los equipos de la planta, se realiza por los 4 procesos principales, Equipos auxiliares, equipos de línea, tratamiento de aguas y preparación de jarabes.

1.5.1 Equipos auxiliares. Los equipos auxiliares son el soporte de toda la planta, en equipos auxiliares se garantiza el suministro continuo de vapor utilizado en calentamiento de lavadoras y saneamiento de equipos; refrigeración que es vital para disminuir la temperatura de la bebida y garantizar una buena carbonatación; el suministro de aire, imprescindible para la mayoría de los equipos que utilizan aire a presión en sus mecanismos de automatización tales como actuadores neumáticos, electroválvulas, ventura, entre otros; adicionalmente en los equipos auxiliares se garantiza el suministro de energía (ya sea de la empresa distribuidora ó por los generadores que tiene la planta).

▪ **Generación de vapor.** Para este propósito se utilizan tres generadores pirotubulares de 400 BHP y 2 de 300 BHP cada uno de los cuales consiste en un recipiente a presión que libera calor mediante la quema de combustible (para la planta Gas Natural). Gases calientes son transportados al interior de un arreglo de tubos, mientras que agua es circulada por el exterior de estos evaporándose a la presión de operación, ver figura 12.

Figura 12. Zonas caldera pirotubular.



El generador pirotubular tiene dos zonas definidas, el lado del fuego, que es donde se lleva a cabo la combustión y por donde circulan gases calientes; y el lado del agua, donde se genera el vapor propiamente dicho. Particularmente la zona de agua es donde se presenta incrustación y exige el mayor cuidado puesto que esta zona es la vital para la caldera, adicional a que la accesibilidad es muy deficiente, por lo que las inspecciones rutinarias no generan seguridad del estado real del equipo, se realizan preventivamente hidrolavado, purgas de lodos y mediciones de la calidad de agua, pero no da una valoración real del equipo. Las calderas pueden ser de uno o varios pasos, dependiendo del número de veces que los gases calientes recorran la longitud de la caldera antes de salir por la chimenea. El vapor generado de ésta manera se encuentra en estado saturado.

Ninguna de las dos zonas entra en contacto directo con la otra, limitándose su interacción a procesos de transferencia de calor, la figura 13 muestra la caldera Cleaver brooks, en su parte frontal se puede apreciar el ventilador de combustión, esta acoplado a un motor eléctrico con capacidad entre 10 y 15 HP garantiza la realización del barrido de gases, antes y después de encender la caldera, adicionalmente enriquece la combustión y dirige la llama. En la tabla 2 se encuentra un resumen de las características básicas de los generadores de vapor.

Figura 13. Caldera Cleaver Brooks 400 BHP

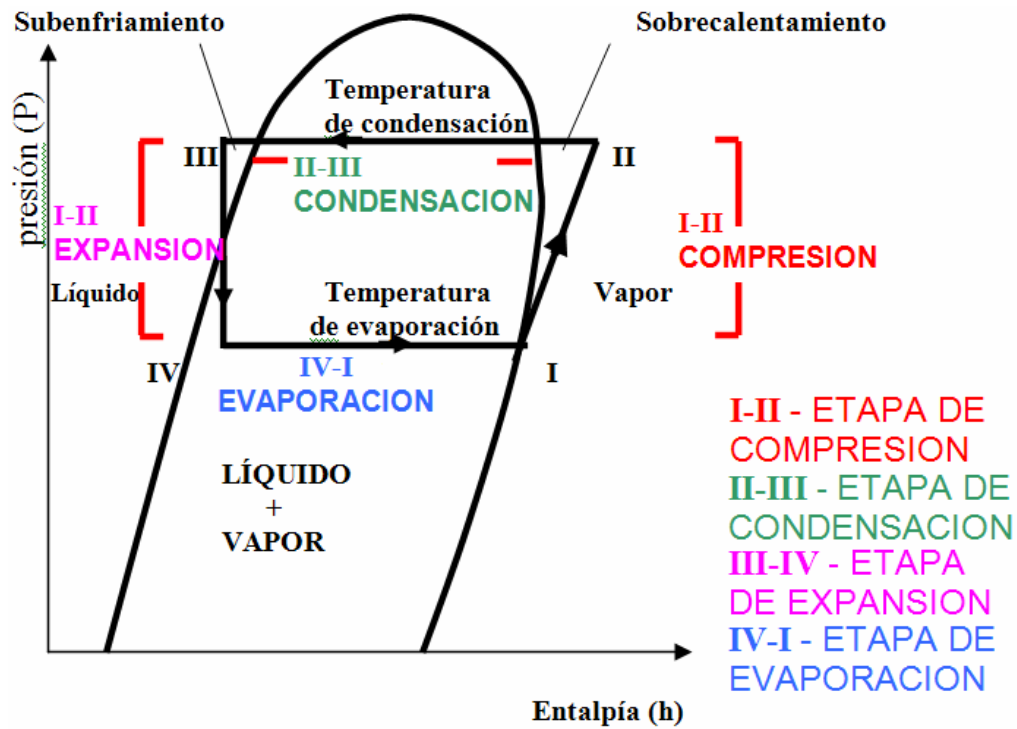


Tabla 2. Características básicas generadores de vapor

GENERADORES DE VAPOR			
Marca	Power Master	Cleaver Brooks	Distral
Capacidad	300 BHP	400 BHP	300 BHP
Tipo	Pirotubular	Pirotubular	Pirotubular
Pasos	3	4	3
Presión Operación	100 psi	100 psi	100 Psi
Combustible	Gas natural	Gas natural	Gas natural

▪ **Equipos para refrigeración.** El sistema de refrigeración es utilizado para disminuir la temperatura del producto, de esta manera facilitar el proceso de carbonatación del producto como se explica en 1.4.3, El proceso de enfriamiento de la bebida se realiza en la evaporación del refrigerante ver diagrama de Mollier de la figura 14.

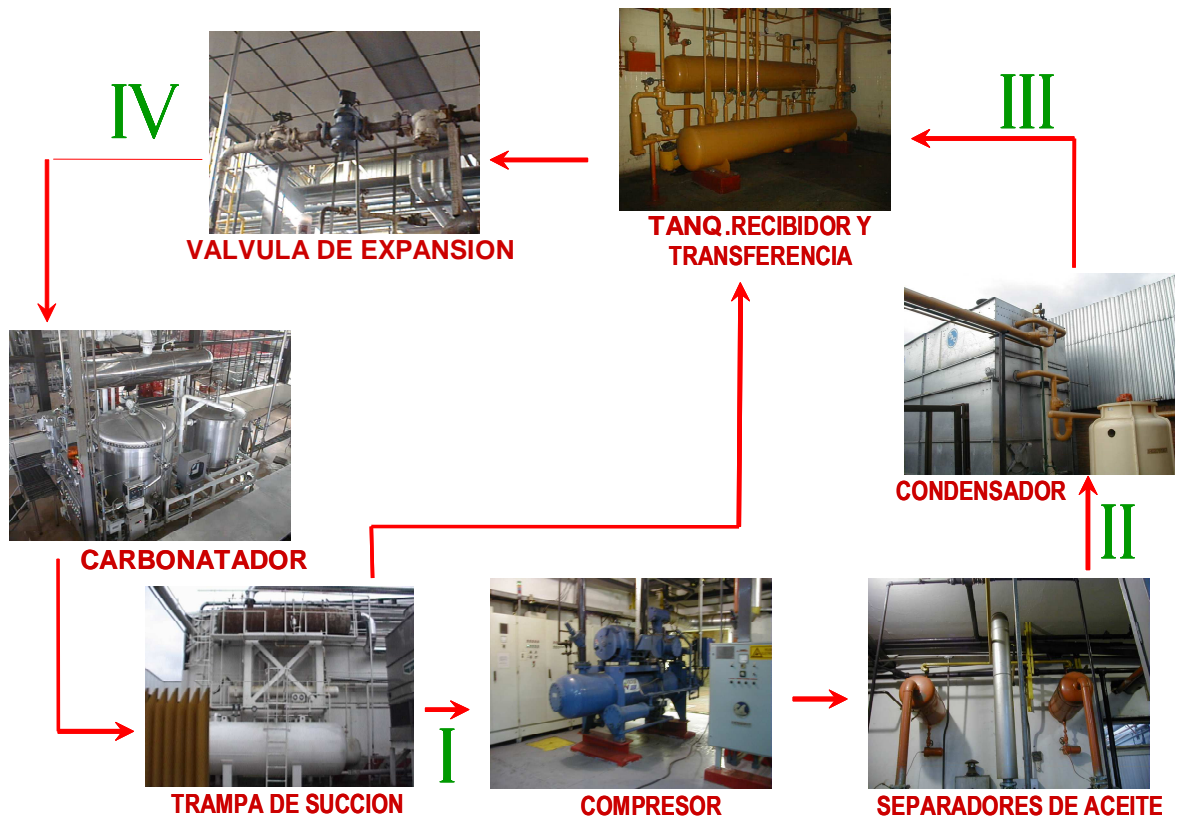
Figura 14. Representación termodinámica del ciclo de refrigeración



El refrigerante que se maneja es amoníaco NH₃, gas incoloro, con olor picante característico, soluble en agua, irrita los ojos y mucosas; en aspiración alta concentración para el cuerpo humano puede ser mortal. Este gas absorbe grandes cantidades de calor, con un aumento de su calor sensible, si la diferencia de temperatura es grande o si el peso de la sustancia es elevado.

Para realizar el ciclo de refrigeración la planta cuenta con un conjunto de quipos mostrados en la figura 15, tiene 4 etapas principales que son explicadas a continuación:

Figura 15. Equipos del ciclo de refrigeración para la planta



ERROR: ioerror
OFFENDING COMMAND: image

STACK: