



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL RETIRO ADECUADO DEL  
REFRIGERANTE QUÍMICO R134a EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN A  
DESECHAR, POR UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS**

**Douglas Antonio Cifuentes Polanco**

Asesorado por el Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos

Guatemala, noviembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL RETIRO ADECUADO DEL  
REFRIGERANTE QUÍMICO R134a EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN A  
DESECHAR, POR UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DOUGLAS ANTONIO CIFUENTES POLANCO**

ASESORADO POR EL ING. BYRON GERARDO CHOCOOJ BARRIENTOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne veliz Vargas
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL RETIRO ADECUADO DEL REFRIGERANTE QUÍMICO R134a EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN A DESECHAR, POR UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 11 de febrero de 2015.

**Douglas Antonio Cifuentes Polanco**

Guatemala 31 de agosto de 2016

Ingeniero

Juan José Peralta Dardon

Director de Escuela

Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

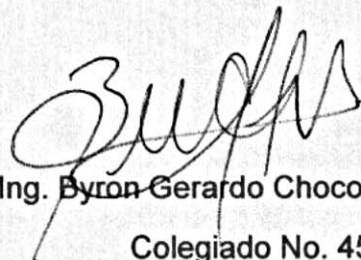
Estimado señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL RETIRO ADECUADO DEL REFRIGERANTE QUÍMICO R134a EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN A DESECHAR, POR UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS" elaborado por el estudiante Douglas Antonio Cifuentes Polanco, con carne 1993-17555, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos de la Facultad de Ingeniería y reconociendo la importancia del tema. Por todo lo anterior tanto el autor como el asesor, somos responsables del contenido y conclusiones del presente trabajo de graduación y en consecuencia, por medio de la presente me permito APROBARLO, agregando que lo encuentro completamente satisfactorio.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos

Colegiado No. 4509

Asesor

Byron Gerardo Chocooj  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO 4.509

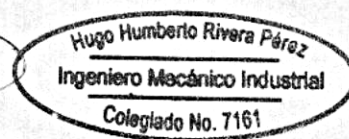


Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL RETIRO ADECUADO DEL REFRIGERANTE QUÍMICO R134a EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN A DESECHAR, POR UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS**, presentado por el estudiante universitario **Douglas Antonio Cifuentes Polanco**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hugo Humberto Rivera Pérez'.

Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.209.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL RETIRO ADECUADO DEL REFRIGERANTE QUÍMICO R134a EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN A DESECHAR, POR UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS**, presentado por el estudiante universitario **Douglas Antonio Cifuentes Polanco**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR a.i.

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2016.

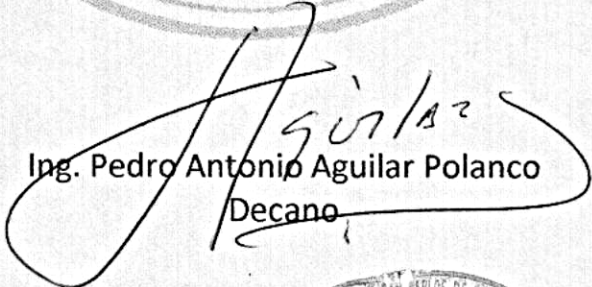
/mgp



DTG. 559.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL RETIRO ADECUADO DEL REFRIGERANTE QUÍMICO R134a EN EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN A DESECHAR, POR UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS**, presentado por el estudiante universitario: **Douglas Antonio Cifuentes Polanco**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, noviembre de 2016



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser el dador de vida, mi salvador y brindarme la fuerza necesaria para superar todos los obstáculos.
<b>Mis padres</b>	Pedro Antonio Cifuentes y Ana del Carmen Polanco, por su incondicional amor y ser una fuente de motivación.
<b>Mi esposa</b>	Heydi de Cifuentes, por su apoyo, paciencia y palabras para seguir adelante.
<b>Mis hijos</b>	Dereck y Dana, por la alegría que brindan a mi vida, siendo el impulso que me motivó a continuar.
<b>Mis familiares</b>	Por siempre brindarme la ayuda requerida.
<b>Mis amigos y compañeros</b>	Por sus oraciones y por hacer de este periodo, una experiencia inolvidable.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios y brindarme las herramientas para cumplir mi propósito.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por velar siempre por el bienestar estudiantil.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por compartir conocimientos y brindarme ayuda en los momentos que la requerí.
<b>Ing. Byron Chocooj</b>	Por su asesoría y apoyo en mi trabajo de graduación.
<b>Mis familiares</b>	Por siempre brindarme la ayuda requerida.
<b>Emsa</b>	Por abrirme las puertas de tan prestigiosa empresa y permitirme realizar mi trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. La embotelladora.....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Ubicación geográfica .....	3
1.1.3. Misión .....	3
1.1.4. Visión.....	3
1.2. Organización .....	3
1.2.1. Organigrama.....	4
1.3. Funciones y puestos.....	4
1.4. Departamento de Refrigeración.....	5
1.4.1. Organización.....	5
1.4.1.1. Organigrama.....	5
1.4.1.2. Funciones y puestos.....	6
1.4.2. Equipos de refrigeración comercial.....	7
1.4.2.1. Tipos de equipos de refrigeración.....	7
1.4.2.2. Características de los equipos de refrigeración.....	8

	1.4.2.3.	Proveedores de equipos de refrigeración .....	12
	1.4.2.4.	Mantenimiento de equipos .....	12
	1.4.2.5.	Desecho de equipos.....	12
1.5.	Proceso.....		13
	1.5.1.	Definición.....	13
	1.5.2.	Tipos de proceso.....	14
	1.5.2.1.	Procesos estratégicos .....	14
	1.5.2.2.	Procesos operativos.....	14
	1.5.2.3.	Procesos de apoyo.....	14
	1.5.3.	Objetivos de un proceso.....	14
	1.5.4.	Características de un proceso.....	15
1.6.	Refrigerantes.....		15
	1.6.1.	Definición.....	15
	1.6.2.	Tipos de refrigerantes .....	16
	1.6.2.1.	Naturales .....	16
	1.6.2.2.	Químicos .....	16
		1.6.2.2.1. Refrigerante R134a .....	17
		1.6.2.2.2. Refrigerante R22.....	17
	1.6.2.3.	Manejo responsable de refrigerantes químicos .....	18
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....		21
	2.1.	Departamento de refrigeración.....	21
	2.1.1.	Infraestructura .....	21
		2.1.1.1. Bodegas .....	21
		2.1.1.2. Talleres.....	22
	2.1.2.	Personal .....	23
		2.1.2.1. Administrativo.....	23

	2.1.2.2.	Técnico .....	24
2.1.3.		Empresas externas relacionadas.....	25
	2.1.3.1.	Bodegas .....	25
	2.1.3.2.	Talleres.....	26
	2.1.3.3.	Personal .....	26
2.2.		Método actual de desecho de equipos .....	27
	2.2.1.	Descripción del procedimiento.....	27
	2.2.2.	Debilidades encontradas .....	28
	2.2.3.	Herramientas disponibles utilizadas .....	30
	2.2.4.	Personal involucrado .....	31
	2.2.5.	Registros utilizados.....	31
	2.2.6.	Legislación vigente relacionada a refrigerantes.....	32
	2.2.7.	Análisis del cumplimiento .....	34
3.		PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR EL PROCESO DE RETIRO DEL REFRIGERANTE QUÍMICO R134A.....	35
3.1.		Tecnología disponible en Guatemala .....	35
	3.1.1.	Equipo para retirar refrigerantes químicos.....	36
		3.1.1.1. Recuperadores .....	36
		3.1.1.2. Recicladores.....	37
	3.1.2.	Equipos para almacenar gases refrigerantes .....	39
		3.1.2.1. Cilindros tipo botella .....	39
		3.1.2.2. Cilindros criogénicos.....	40
		3.1.2.3. Tanques.....	41
	3.1.3.	Costos .....	42
		3.1.3.1. Opción de compra .....	44
		3.1.3.2. Renta de equipo .....	44
		3.1.3.2.1. Leasing.....	44

	3.1.3.2.2.	Acuerdos con proveedor de equipo de refrigeración .....	45
	3.1.4.	Mantenimiento .....	45
	3.1.4.1.	Plan de mantenimiento .....	46
3.2.		Descripción del proceso .....	46
	3.2.1.	Diagrama de operaciones .....	47
	3.2.2.	Diagrama de flujo .....	50
	3.2.3.	Responsable del proceso .....	55
3.3.		Objetivos .....	55
3.4.		Alcance .....	55
4.		IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	57
4.1.		Responsables .....	57
	4.1.1.	Gerencia del departamento de refrigeración .....	57
	4.1.1.1.	Plan de ejecución para implementar el proceso .....	59
	4.1.1.2.	Comunicación del plan de ejecución ....	61
	4.1.1.3.	Seguimiento y verificación del plan .....	62
	4.1.2.	Taller operativo .....	63
	4.1.2.1.	Cumplimiento del plan .....	63
	4.1.2.2.	Personal involucrado .....	64
	4.1.2.3.	Preparación y revisión de equipo .....	65
	4.1.2.4.	Capacitación del personal .....	66
4.2.		Registro de datos .....	66
	4.2.1.	Medios de registro .....	67
	4.2.1.1.	Formatos .....	67
	4.2.1.2.	Fichas de proceso .....	67
4.3.		Ejecución del proceso .....	67

4.4.	Establecimiento de indicadores .....	68
4.5.	Verificación del proceso.....	69
5.	ESTUDIO DE MEDIO AMBIENTE .....	71
5.1.	Conceptos generales.....	71
5.1.1.	Cambio Climático.....	71
5.1.2.	Efecto invernadero.....	72
5.1.2.1.	Causas del efecto invernadero .....	72
5.2.	Acuerdos y tratados internacionales.....	73
5.3.	Impacto del uso de refrigerantes químicos .....	74
5.4.	Guatemala y el medio ambiente .....	75
5.4.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. ....	76
5.4.1.1.	Leyes relacionadas al uso de refrigerantes.....	79
5.4.1.1.1.	Plazos para su cumplimiento .....	79
6.	RESULTADOS Y MEJORA.....	81
6.1.	Resultados generales .....	81
6.1.1.	Interpretación.....	81
6.1.2.	Análisis .....	82
6.2.	Indicadores de desempeño .....	83
6.2.1.	Relacionados a costos.....	83
6.2.2.	Relacionados a tiempos .....	85
6.2.3.	Relacionados al medio ambiente.....	86
6.3.	Revisiones periódicas.....	87
6.3.1.	Actualización de leyes relacionadas .....	87
6.3.2.	Actualización de tecnologías .....	88
6.4.	Verificación y validación del proceso propuesto .....	88

6.5.	Auditorías .....	88
6.5.1.	Internas .....	89
6.5.2.	Externas .....	89
6.6.	Beneficio / costo .....	90
CONCLUSIONES.....		95
RECOMENDACIONES .....		97
BIBLIOGRAFÍA.....		99
APÉNDICES.....		101



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa embotelladora de aguas gaseosas .....	4
2.	Organigrama Departamento de Refrigeración .....	6
3.	Enfriador de cortina .....	9
4.	Enfriador vertical .....	9
5.	Enfriador horizontal .....	10
6.	Partes de un equipo de refrigeración .....	11
7.	Recuperador de refrigerante YELLOW JACKET .....	36
8.	Recuperador de líquido o de vapor .....	37
9.	Secador de filtro reemplazable.....	37
10.	Rescatador de refrigerante marca VAN STEENBURGH modelo jv90.....	39
11.	Cilindros recuperadores de refrigerante .....	40
12.	Cilindro criogénico.....	41
13.	Tanque para almacenamiento de refrigerante .....	42
14.	Equipo de recuperación de gas refrigerante 134a .....	43
15.	Diagrama de operaciones .....	47
16.	Diagrama de flujo .....	50
17.	Flujo del procedimiento para el desecho del equipo .....	53
18.	Equipos desechados con valor .....	84
19.	Relación de tiempos.....	86
20.	Beneficio costo ambiental .....	93

## TABLAS

I.	Análisis FODA.....	30
II.	Costo del equipo de refrigeración .....	43
III.	Plan de mantenimiento .....	46
IV.	Plan de ejecución del proceso del proyecto.....	59
V.	Comparación de método actual contra propuesta .....	82
VI.	Consumo refrigerante I .....	85
VII.	Consumo refrigerante II .....	91
VIII.	Comparación de método actual contra propuesta .....	92
IX.	Parámetros del Refrigerante R134a .....	92

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>Q</b>	Moneda de Guatemala
<b>%</b>	Por ciento
<b>SAP</b>	Sistema informático para manejo de grandes cantidades de información



## GLOSARIO

<b>CFC</b>	Refrigerantes Clorofluorocarbonos.
<b>HCFC</b>	Refrigerantes Hidrofluorocarbonados.
<b>GWP</b>	Potencial de Calentamiento Global.
<b>PFC</b>	Gas perfluorocarbonos.
<b>Reciclar refrigerante</b>	Consiste en limpiar el refrigerante para re-uso a través de separación de aceites de una o múltiples pasadas a través de dispositivos como los secadores de filtro reemplazables.
<b>Recuperar refrigerante</b>	Es removerlo en cualquier condición de un equipo refrigerador y almacenarlo en un contenedor externo.
<b>Regenerar refrigerante</b>	Es el acto de reprocesar el refrigerante a las especificaciones originales de producción.
<b>SAO</b>	Sustancias que Agotan la Capa de Ozono.
<b>(-SF6)</b>	Hexafluoruro de azufre.



## RESUMEN

El objetivo general de la investigación, tiene como propósito proponer un proceso técnico, para el retiro del refrigerante químico R134a, en los equipos de refrigeración de bebidas gaseosas, para lo cual se realizó una investigación cualitativa del refrigerante R134a en equipos de refrigeración a desechar, por una empresa embotelladora de bebidas gaseosas.

La metodología de trabajo se realizó en cuatro etapas: a) identificación, y ubicación de la empresa, observación y toma de datos de la infraestructura y el proceso de trabajo, b) revisión documental de temas relacionados con los gases refrigerantes, específicamente R134a, c) reuniones de trabajo con el personal administrativo y operativo de la empresa embotelladoras de gaseosas y d) elaboración de una propuesta técnica para el retiro adecuado del R134a.

Los resultados obtenidos indican que la propuesta es factible, de ser implementada, porque se ha logrado determinar que los costos de operación y el tiempo se reducen en la recuperación del gas R134a; por otro lado, existen beneficios ambientales ya que se mitiga la contaminación ambiental, reduciendo el efecto de invernadero.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Implementar un proceso para el retiro del refrigerante químico R134a en los equipos de refrigeración de bebidas que la embotelladora desecha periódicamente.

### **Específicos**

1. Determinar las debilidades actuales, al desechar equipo de refrigeración, con el fin de implementar las bases para el proceso propuesto.
2. Cumplir con las leyes y reglamentos que el ministerio de medio ambiente y recursos naturales establece para el territorio nacional.
3. Documentar el procedimiento propuesto, plasmando la evidencia para cumplir, a futuro, con las leyes que, en su momento, demanden el respaldo del manejo responsable de este refrigerante.
4. Identificar los problemas que puedan surgir, en el almacenaje y traslado del refrigerante hacia su destino final, con el fin de plantear alternativas a seguir.
5. Contactar empresas autorizadas y entidades autorizadas para el depósito final del refrigerante químico R134a.

6. Verificar y analizar la disponibilidad de tecnología que pueda reciclar o degradar el refrigerante químico R134a y su costo.
7. Obtener una reducción de costos de operación al implementar el proceso propuesto.
8. Analizar el costo-beneficio y la eficiencia que la implementación de un buen proceso aportará a la embotelladora.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace aproximadamente cien años, la industria de la refrigeración empleaba gases altamente tóxicos como amoníaco, cloruro de metilo, dióxido de sulfuro como refrigerantes, posteriormente estos gases fueron sustituidos por los refrigerantes CFC y HCFC, que son un grupo de mezclas orgánicas, conteniendo como elementos el carbono y el flúor y en muchos casos, otros halógenos como el cloro e hidrógeno.

Los refrigerantes Clorofluorocarbonos -CFC-, fueron considerados como potencialmente dañinos a la capa de ozono, principalmente por su composición de cloro, flúor y carbono.

Los refrigerantes Hidrofluorocarbonados -HFC-, que están formados de hidrógeno, flúor y carbono, compuesto que da origen a los gases R134a, R-32, R-125, actualmente, estos refrigerantes, están siendo usados en gran escala desde 1990 en casi todas las aplicaciones correspondientes a los CFC y HCFC, incluyendo refrigeración doméstica, refrigeración comercial, almacenamiento frío y aire acondicionado automotor. Los HFC son generalmente estables químicamente, y tienen tendencia a ser compatibles con la mayoría de los materiales.

Los gases fluorados (hidrofluorocarbonos -HFC-, perfluorocarbonos -PFC- y el hexafluoruro de azufre (-SF<sub>6</sub>)) se han empleado en muchas aplicaciones como sustitutivos de las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (SAO) dado que no afectan a la capa de ozono.

Sin embargo, al igual que las SAO, tienen un elevado potencial de calentamiento atmosférico (GWP, por sus siglas en inglés), y una larga permanencia en la atmósfera, por lo que contribuyen al denominado efecto invernadero y con ello, a agravar los efectos del cambio climático. Debido a esta cualidad, estas sustancias fueron incluidas en el Protocolo sobre el Cambio Climático.

En Marzo de 1985, con el propósito de mitigar el impacto ambiental se firmó el Convenio de Viena, lo que representó el primer paso mundial para la protección de la capa de ozono, puesto que busca unificar el trabajo de varios países en la búsqueda de alternativas a través de la investigación para la protección de la capa de ozono.

El 6 de noviembre de 1997, el CONGRESO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA emite el Decreto No. 110 – 97, con base al Convenio de Viena, el cual tiene como propósito fundamental la protección de la capa de Ozono, el cual fue dado a conocer mediante el Decreto número 39-87, asimismo del protocolo de Montreal, relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, decreto número 34-89, ambos del Congreso de la República de Guatemala.

Con base a lo anterior, se realiza la presente investigación titulada: *“Implementación de un proceso para el retiro adecuado del refrigerante químico r134a en equipos de refrigeración a desechar, por una empresa embotelladora de bebidas”*, la investigación se desarrolló en una embotelladora de bebidas gaseosas ubicada en la zona 12, la empresa tiene una bodega donde acumulan equipos refrigeración que serán desechados y enviados a recicladoras de metal por haber cumplido su vida útil o por una falla mecánica que no permite su reparación.

Actualmente la empresa no tiene un protocolo para el reciclaje y desecho de los equipos de refrigeración que utilizan el refrigerante R134a, el gas al ser liberado sin un manejo adecuado manifiesta una larga permanencia en la atmósfera, contribuyendo de esta manera al incremento del efecto invernadero, lo que potencializa los efectos del cambio climático; debido a esta cualidad del R134a, fue incluido en el Protocolo sobre el Cambio Climático.

La metodología de trabajo de la investigación se realizó en cuatro etapas: a) identificación, y ubicación de la empresa, observación y toma de datos de la infraestructura y el proceso de trabajo, b) revisión documental de temas relacionados con los gases refrigerantes, específicamente R134a, c) reuniones de trabajo con el personal administrativo y operativo de la empresa embotelladoras de gaseosas y d) elaboración de una propuesta técnica para el retiro adecuado del R134a.

Para la elaboración de la propuesta para el retiro adecuado del refrigerante químico R134a, se realizaron los estudios correspondientes relacionados con la tecnología que tiene Guatemala para realizarlo, se realizaron las investigaciones correspondientes de los equipos para retirar el refrigerante químico, el almacenaje del mismo y análisis de los costos relacionados con el retiro del R134a, con base a lo anterior realizado se propone el plan de mantenimiento y a los responsables del proceso de trabajo.



# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. La embotelladora**

La Embotelladora forma parte de una corporación de bebidas gaseosas, fundada en 1885, con operaciones en Centroamérica, el Caribe y Sudamérica; posee el portafolio de bebidas más grandes en la región. Sus actividades están orientadas a un crecimiento integral, en función de sus ventas y participación en el mercado. La empresa cuenta con tecnología de punta en preventa y su robusta logística, le permite llegar a más de 1 350 000 clientes a la semana.

### **1.1.1. Historia**

La embotelladora tiene su origen en el siglo XIX, cuando Don Enrique Castillo Córdova, funda en 1885 la Fábrica de Bebidas Gaseosas “La Centroamericana”. El fundador nació en Guatemala el 17 de noviembre de 1864, a la edad de 21 años, obtiene la aprobación de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para comercializar la primera soda en Guatemala.

En 1904, durante la Feria Industrial de Guatemala, un jurado le otorga el premio a la calidad, motivándolo a seguir adelante. En aquel entonces para la distribución local contaba con ocho carretas, mediante las cuales transportaba 30 cajas; para el interior usaba el ferrocarril, únicamente a los lugares aledaños a las vías férreas.

En 1934 adquiere la Fábrica de Bebidas y Hielo La Mariposa, en esa época ya cuenta con bebidas como: Salutaris, Rica, Naranjita y Lim-jay. Ante la expansión de la empresa, se hace necesaria la innovación, adquiriendo maquinas más modernas, camiones para la distribución de los productos.

La embotelladora recibe la visita de representantes de The Pepsi Cola Company obteniendo la franquicia y se les nombre embotelladora exclusiva para Guatemala, ya que también contaban con una red de distribución amplia, personal capacitado y una visión muy clara en el desarrollo empresarial. En 1973 The Pepsi Cola Company le otorga el premio de crecimiento en ventas por su rápida expansión, consolidando el liderazgo en Guatemala.

La globalización la visión de crecimiento y una innovadora estrategia, La Corporación Mariposa se cambia al nombre de CABCORP en 1988, en 1995 se inician operaciones en Honduras y Nicaragua; en 1998 CABCORP es nombrado Embotellador Ancla de Pésico para Centroamérica.

En el 2000 CABCORP se une con Cervecería AMBEV y realiza alianza con InBev Interview de Bélgica. En 2002 amplía su portafolio produciendo jugos, néctares y bebidas naturales a través de la fundación de Livsmart. En 2009 incursiona en el Caribe, teniendo presencia en Jamaica, Trinidad y Tobago y Puerto Rico. En 2012 incursiona en Ecuador con lo que demuestra un crecimiento sostenido, todo eso le ha generado constantes reconocimientos por parte de Pepsico, por su gran trayectoria, compromiso y responsabilidad con sus colaboradores, sus clientes y sus socios estratégicos, haciendo valer su visión, el “ser la mejor compañía operadora de bebidas de las Américas



### **1.1.2. Ubicación geográfica**

La embotelladora se encuentra ubicada en la 43 calle 1-10 de la zona 12 al final de la calzada Aguilar Batres de la ciudad de Guatemala.

### **1.1.3. Misión**

“Somos gente competitiva que crea relaciones sólidas con nuestros clientes y consumidores a través de las mejores propuestas de valor, garantizando altos retornos a los accionistas.”<sup>1</sup>

### **1.1.4. Visión**

“Ser la mejor compañía operadora de bebidas de las Américas y contribuir a un mundo mejor”.<sup>2</sup>

## **1.2. Organización**

La empresa cuenta con profesionales que están organizados con base a un plan de trabajo para realizar las actividades de la empresa embotelladora, lo que permiten crecer profesionalmente de manera local e internacional. Para la presente investigación se hará referencia a las actividades desarrolladas sobre el ámbito nacional.

---

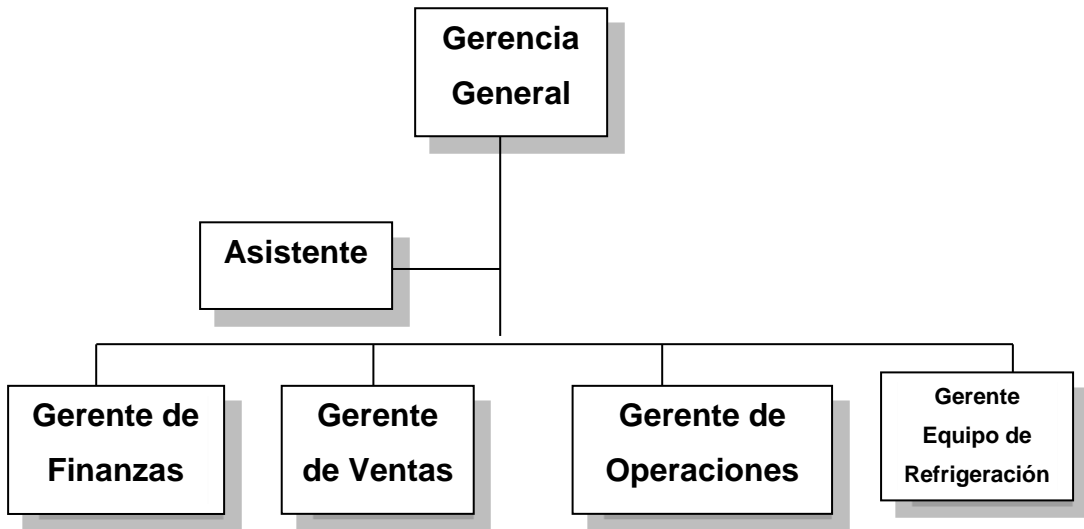
<sup>1</sup> Misión y visión. <http://cbc.co/quienes-somos/>. Consulta: 11 de octubre de 2016.

<sup>2</sup> Ibíd.

### 1.2.1. Organigrama

El organigrama permite observar el nivel jerárquico de cada una de las gerencias, entre ellas: Gerencia de Ventas, Gerencia de Mercadotecnia, Gerencia de Finanzas, Gerencia de Operaciones y la Gerencia de Equipo de Refrigeración, siendo esta última la instancia donde se desarrolla la presente investigación.

Figura 1. **Organigrama de la empresa embotelladora de aguas gaseosas**



Fuente: elaboración propia.

### 1.3. Funciones y puestos

La empresa cuenta un equipo técnico de alto nivel, el cual labora con base a una programación de trabajo y de acuerdo a las actividades correspondientes de acuerdo al perfil técnico-laboral de cada trabajador. La empresa posee un

programa de retroalimentación a cargo de consultores especializados para fortalecer las áreas de trabajo que requieren más atención.

De esta forma la empresa gestiona los cambios en las funciones y puestos que son necesarios, siempre basándose en la información que se obtiene periódicamente de las actividades realizadas.

#### **1.4. Departamento de Refrigeración**

Tiene como principal función ser el administrador de los equipos de refrigeración que la empresa utiliza para ofrecer a sus clientes, una bebida fría y refrescante. En sus funciones operativas es vinculante al departamento de ventas.

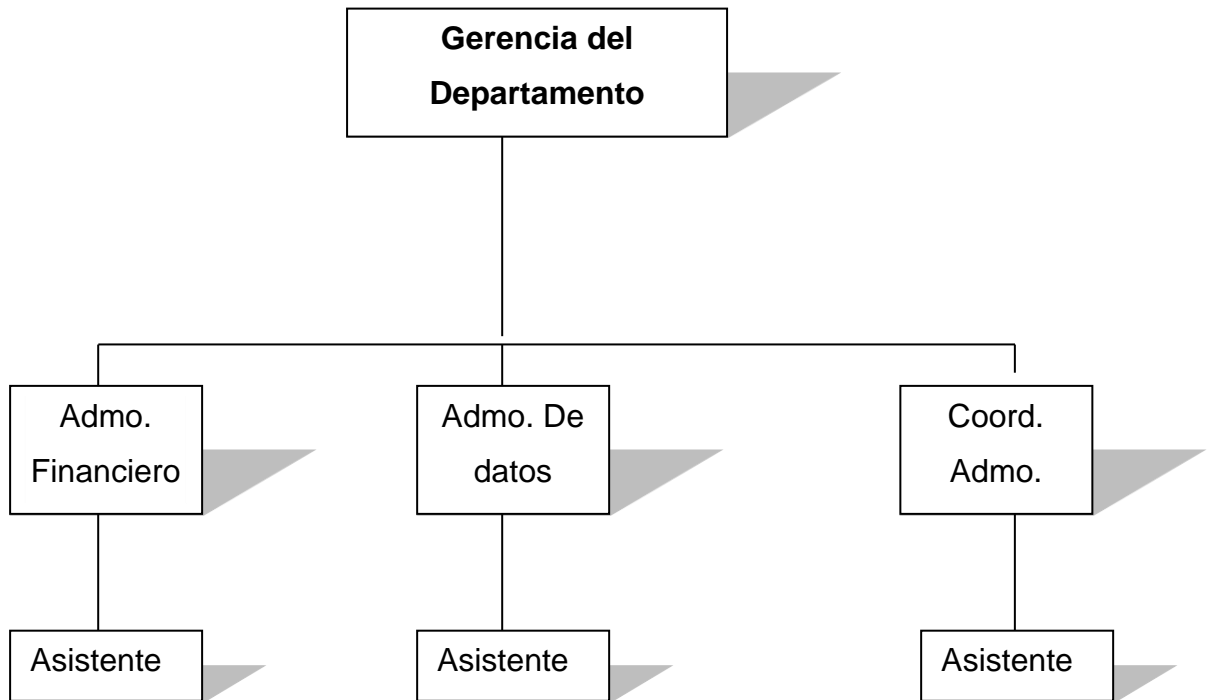
##### **1.4.1. Organización**

A continuación se describe la estructura del departamento de refrigeración de la embotelladora, sus principales funciones y actividades que dentro del mismo se realizan.

##### **1.4.1.1. Organigrama**

El departamento se encuentra estructurado de la siguiente manera: un gerente, un administrador financiero, un administrador de datos, un coordinador de programación y sus respectivos asistentes. Todos ellos conforman la estructura más alta dentro del departamento.

Figura 2. **Organigrama Departamento de Refrigeración**



Fuente: elaboración propia.

#### **1.4.1.2. Funciones y puestos**

El Gerente del departamento es el encargado de dirigir a todo el departamento, monitorea y ejecuta conjuntamente con el equipo de trabajo la planificación, elabora el presupuesto de forma anual, con base a experiencias y buenas prácticas mejora los procesos internos, redacta, valida y aprueba las políticas de compra del equipo de refrigeración, repuestos e insumos que los mismos requieren.

El administrador financiero, tiene una importante responsabilidad: la ejecución y cumplimiento del presupuesto anual, mantiene una cartera de los contactos, entre ellos proveedores de equipo, repuestos e insumos.

El Administrador de datos, mantiene el registro actualizado de toda la información del departamento, a la vez que proporciona los reportes necesarios para la toma de decisiones respecto al departamento de refrigeración, así como a los departamentos a los cuales se les presta apoyo, tal el caso de ventas.

El coordinador de programación, es el que más relación tiene con el equipo de ventas, recibe diariamente pedidos de colocación de equipos de refrigeración, que luego de seguir los procedimientos establecidos y las respectivas validaciones, traslada a la parte ejecutora, culminando con la colocación del equipo en un punto de venta.

#### **1.4.2. Equipos de refrigeración comercial**

Existen muchos modelos de refrigeración, pero en la presente investigación se tomará en cuenta únicamente la refrigeración comercial.

##### **1.4.2.1. Tipos de equipos de refrigeración**

Los equipos de refrigeración, tienen como función principal, mantener el producto en su interior a la temperatura menor o igual a 6 grados centígrados, esta es la temperatura en que una bebida embotellada es más agradable al paladar, otra de las funciones es la exhibición del producto, por lo que de esto depende la mayoría de variantes en los distintos tipos de equipos que se acoplan al lugar donde serán exhibidos.

### **1.4.2.2. Características de los equipos de refrigeración**

Hay una gran variedad de tipos de equipos, sobre todo porque las necesidades de cada empresa son muy variadas, nos concentraremos en los equipos que por lo general utiliza una embotelladora de bebidas para proporcionarles a sus clientes, bebidas a la temperatura deseada.

Todos los equipos tienen en común componentes internos que son similares, o que funcionan de forma similar, las diferencias radican en su apariencia externa y el uso final que se le dará a cada uno, por tal razón encontraremos varios modelos, pero cada uno se acopla, no solamente al gusto y exigencia del cliente, sino que también en calidad, precio y eficiencia en el consumo energético.

Los equipos de cortina de aire son equipos que, por lo regular, se utilizan en supermercados, tiendas de conveniencia, gasolineras, entre otros. Estos equipos a diferencia de los demás no tienen una puerta, por lo que el cliente accede al producto de forma directa.

Figura 3. **Enfriador de cortina**



Fuente: Enfriador. <http://goo.gl/STxTWx>. Consulta: mayo de 2015.

Otros equipos que se asemejan a una vitrina, de tal forma que el producto se mantiene frío en su interior. El objetivo de contar con una puerta de vidrio es que el cliente pueda visualizar lo que está en el interior del equipo, elija qué desea antes de abrirla, de tal forma el equipo no elevara su temperatura, si no será más eficiente en cuanto a su consumo energético.

Figura 4. **Enfriador vertical**



Fuente: *Enfriador*. <http://goo.gl/STxTWx>. Consulta: mayo de 2015.

De acuerdo al tipo de bebida que se desea enfriar, surge la necesidad de equipos que puedan ofrecer una menor temperatura, por lo que algunos proveedores les llaman enfriadores, otros los llaman *Froster*. Estos tienen la particularidad que pueden alcanzar temperaturas por debajo de los 0 grados centígrados, además de poseer puertas sólidas para aislar mejor su interior. Existen varios diseños de los que se pueden indicar enfriadores verticales y enfriadores horizontales. Regularmente se utilizan exclusivamente para cerveza.

Figura 5. **Enfriador horizontal**



Fuente: Enfriador. <http://goo.gl/STxTWx>. Consulta: mayo de 2015.

Dentro de los componentes internos de un equipo de refrigeración se encuentra el compresor, el motor eléctrico, ventilador, condensador, evaporador; los cuales se encuentran interconectados por tubería de cobre, formando un circuito cerrado por donde fluye el refrigerante R134a.

El compresor eleva la presión del gas refrigerante R134a que llega caliente debido a la energía calorífica que tomo de la cámara de refrigeración,



donde se colocan las bebidas. Cuando el gas llega a la presión y temperatura adecuada, le corresponde pasar por el condensador a la fase líquida, emitiendo calor. El condensador transmite el calor que pasa por las paredes de la tubería al aire. El fluido refrigerante pasa por la válvula de expansión, ya en el interior de la cámara, pierde presión. Al llegar al evaporador el gas está frío y sin presión, le corresponde volver a su estado gaseoso. Toma calor de la tubería de cobre que por ello se enfría y este a su vez toma calor del aire; con ayuda de un ventilador se establece una corriente de aire caliente del recinto que pasa por el serpentín del evaporador. El gas llega caliente al compresor completando el ciclo.

Figura 6. **Partes de un equipo de refrigeración**



Fuente: Enfriador. [http://goo.gl/STxTWx\\_](http://goo.gl/STxTWx_). Consulta: mayo de 2015.

#### **1.4.2.3. Proveedores de equipos de refrigeración**

En Guatemala existen varios proveedores de equipos de refrigeración comercial, dentro de ellos se encuentra la empresa Criotec, que está ubicada en Nuevo León, Monterrey, México, opera desde 1986; atiende la demanda del mercado internacional, actualmente cuenta con 23 500 metros cuadrados en su planta con una capacidad de 250 000 refrigeradoras por año.

De la misma manera la empresa Fogel, que funciona en Centroamérica desde 1967, esta empresa opera en Guatemala desde 1981, actualmente atiende a cerca de 50 países alrededor del mundo.

#### **1.4.2.4. Mantenimiento de equipos**

El mantenimiento que se realiza en la empresa embotelladora, tiene la finalidad de prolongar la vida útil del equipo de refrigeración, mediante la limpieza, revisión y reemplazo de ciertos componentes internos; estos pueden dividirse en: Mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

Un mantenimiento preventivo tiene por objetivo evitar que un equipo falle de forma imprevista, mediante una revisión periódica y programada antes de que falle. Un mantenimiento correctivo, es aquel que se realiza cuando el equipo ya falló, en ese caso el equipo ha dejado de funcionar.

#### **1.4.2.5. Desecho de equipos**

Todos los equipos de refrigeración están sujetos al deterioro constante de sus piezas, por el uso o por daños al recibir incrementos de voltaje, esto debido a las instalaciones eléctricas utilizadas en la mayoría de puntos de ventas, el

ambiente en donde operan también es un factor importante en el malfuncionamiento, con lo cual los equipos llegan a un punto en el cual son declarados irreparables, ya sea por falta de repuestos, por no tener reparación, o sencillamente porque su reparación es tan costosa que es preferible comprar otro equipo que invertir en este.

El desecho de equipos, consiste en retirar un equipo, el cual será destruido y en muchos casos, sus componentes internos como el metal, el bronce, aluminio, pueden ser reutilizados a través de técnicas de reciclado implementadas por empresas que se dedican a esto. En Guatemala hay personas individuales que se dedican a la recolección de materiales para reciclar, también existen empresas que implementan métodos innovadores de reciclado, sin embargo, no todos cuentan con procesos adecuados para realizar estas actividades, debido a esto es importante la elección de la empresa que realizará el proceso.

## **1.5. Proceso**

El hombre, en su constante evolución tecnológica y su afán por mejorar aquello que ya ha hecho antes, siempre busca la manera de hacerlo mejor, hacerlo más rápido, hacerlo con menos recurso; todo esto nos lleva a la necesidad de definir lo que es un proceso.

### **1.5.1. Definición**

Al conjunto de actividades o pasos lógicos que interactúan con el fin de encontrar la solución de algún problema, o simplemente de mejorar la productividad de algo que ya se hace, le llamamos proceso. Este consta de entradas que luego de ser transformadas, obtenemos una salida que puede ser

la solución o lo que se espera del proceso; por lo tanto, esta definición abarca una variedad de ramas en las cuales es válida, pero para nuestro tema de investigación, la enfocaremos en la rama de la ingeniería.

## **1.5.2. Tipos de proceso**

Todo proceso tiene un fin por el cual es desarrollado, en función de ese fin, podemos clasificarlo de la siguiente manera:

### **1.5.2.1. Procesos estratégicos**

Los cuales se relacionan ampliamente con la visión y misión de la empresa, impactando grandemente en todas las áreas de la empresa.

### **1.5.2.2. Procesos operativos**

En este caso generan el producto o servicio que se le ofrece al cliente, estos aportan valor al cliente.

### **1.5.2.3. Procesos de apoyo**

Estos tienen la función primordial de apoyar los procesos operativos, ya que los clientes son clientes internos, por eso son llamados procesos de apoyo.

## **1.5.3. Objetivos de un proceso**

Todo proceso tiene como objetivo obtener un resultado deseado, en el caso de un proceso industrial, podemos decir que el resultado también incluye un beneficio económico del cual la empresa depende, así como se le beneficia

al cliente o consumidor final. Por tal razón, no solamente incluye una solución a un problema en específico, o una mejora continua, si no que involucra áreas tan diversas como las finanzas de una empresa.

#### **1.5.4. Características de un proceso**

Un proceso posee varias características y, según el tipo de proceso, así serán sus características. Por ejemplo: Debe existir trazabilidad en los procesos, esto para poder evaluar, en un momento dado, cualquier evento ocurrido en el mismo, que comprometa o perjudique la salida deseada. Muchos procesos son medibles, esto con el fin de poder evaluarlo a través de indicadores de desempeño acordes. En algunos casos los procesos son innovadores, aunque muchos pueden ser tradicionales y no variar con el tiempo, otros se actualizan con el constante cambio de las nuevas tecnologías, pero sobre todo por las políticas de mejora continua que tenga una empresa.

#### **1.6. Refrigerantes**

Un refrigerante es un compuesto químico o natural que cumple una función importante en los sistemas de refrigeración, ya sea refrigeración doméstica, industria o comercial. Estos son utilizados en equipos de aire acondicionado, en cámaras de refrigeración, en cuartos fríos, en contenedores refrigerados donde transportan productos perecederos, en fin, hay una gran variedad de equipos que lo utilizan.

##### **1.6.1. Definición**

Es un producto químico o natural, líquido o gaseoso, que debido a sus propiedades tiene la capacidad de absorber calor al evaporarse a temperatura y

presiones bajas, o ceder calor al condensarse a temperaturas y presiones mayores, esto ocurre al ser utilizado en un ciclo de refrigeración, se utiliza como un fluido de trabajo.

## **1.6.2. Tipos de refrigerantes**

Existe una gran variedad de refrigerantes, para nuestro estudio podemos clasificarlos en: Refrigerantes naturales y refrigerantes químicos.

### **1.6.2.1. Naturales**

Dentro de los refrigerantes naturales tenemos, el agua, el aire, el amoníaco, el dióxido de carbono; también encontramos los hidrocarburos, metano, propano, butano; en su estado natural son gaseosos, mientras que el pentano, hexano, heptano y octano, en su estado natural, son líquidos.

### **1.6.2.2. Químicos**

Los refrigerantes químicos, abarcan los Clorofluorocarbonos conocidos como CFC, estos causan daño a la capa de ozono. Dentro de esto tenemos al R11 que es un triclorofluorometano, el R12 que es un diclorodifluorometano. Los nombres de los refrigerantes se identifican por un número después de la letra R, que significa refrigerante; eso ha sido estandarizado por la ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*). También están los Hidroclorofluorocarbonados, conocidos como HCFC, formados por átomos de hidrogeno, cloro, flúor y carbono, estos también dañan la capa de ozono, aunque en menor grado. En esta clasificación se encuentra el refrigerante R22 que es un clorodifluorometano, el refrigerante R134a que es un tetrafluoroetano el cual es el refrigerante que utilizan los equipos de

refrigeración que serán parte del estudio y desarrollo del presente trabajo de graduación. Conozcamos un poco sobre estos dos últimos refrigerantes.

#### **1.6.2.2.1. Refrigerante R134a**

El refrigerante R134 es un HFC, es decir, un hidrofluorocarbono de baja toxicidad, no es inflamable en presencia de aire atmosférico en temperaturas menores a los cien grados centígrados, no daña la capa de ozono, no es corrosivo. Está considerado como uno de los refrigerantes amigables con el ambiente, teniendo un potencial de agotamiento de ozono igual a cero unidades, por otro lado, la potencia de calentamiento global es de 1 300 unidades, lo cual implica que es un potencial causante del efecto invernadero, teniendo un tiempo de vida en la atmosfera de 14,6 años.

La utilización de este refrigerante, abarca una gran variedad de equipos, como, por ejemplo: aire acondicionado en vehículos, sistemas de aire acondicionado o climatización en residencias u oficinas; transportes refrigerados, como contenedores; enfriadores y refrigeración comercial.

#### **1.6.2.2.2. Refrigerante R22**

El refrigerante R22, era uno de los gases más utilizados en equipos de aire acondicionado y de refrigeración en general, sin embargo, debido a su alto daño a la capa de ozono, está prohibida su distribución y uso. El potencial de agotamiento de ozono para este refrigerante es de 0,55 unidades, el potencial de calentamiento global es de 1 500 unidades y el total de años de vida en la atmósfera es de 12 años.

### **1.6.2.3. Manejo responsable de refrigerantes químicos**

Actualmente, el uso de refrigerantes es muy alto, esto se da desde residencias, comercios e industria. Casi en todas las casas hay un refrigerador, la mayoría de oficinas cuentan con aire acondicionado, los principales comerciales cuentan con equipos de refrigeración para mantener en buen estado sus productos perecederos, o para enfriar bebidas de consumo masivo.

La industria de refrescos carbonatados y no carbonatados, cerveza, helados, agua pura, en fin, todas aquellas que utilizan equipos de refrigeración para enfriar sus productos en los diferentes puntos de ventas, anualmente desechan una cantidad considerable de sus equipos. En muchos casos no se llevan a cabo procedimientos adecuados para desecharlos, pensando en un costo de recuperación y sacrificando el costo ambiental.

Algunas empresas ya están interesándose en implementar procesos que no causen impacto al medio ambiente, a raíz de esto optan por mecanismos de recuperación de gases y buscan empresas responsables para procesar los componentes individuales de desecho que estos equipos ofrecen. Los componentes individuales de los equipos si solo son tirados en basureros, se vuelven contaminantes; sin embargo, en los basureros existen personas que buscan estos materiales y los reciclan. En el caso del gas refrigerante se requiere de equipo especial para, primeramente extraerlo a cilindros contenedores para almacenar y transportar a empresas donde finalmente se pueden regenerar, o en su defecto, degradar. De esta forma se evita liberar directamente a la atmósfera.



De esta forma, toda empresa que utiliza equipos con refrigerantes químicos, pueden obtener un manejo responsable del mismo, comprometidos con el medio ambiente y la responsabilidad social que debe existir.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Departamento de refrigeración**

El departamento de refrigeración de la empresa, es el encargado de la compra, administración, distribución y mantenimiento de todos los equipos de refrigeración que son parte del patrimonio.

Dentro de sus funciones está el velar por que el equipo en uso permanezca en buenas condiciones, tanto por la imagen que estos proyectan de la empresa; también que funcionen adecuadamente proveyendo bebidas frías para el consumidor final. Para esto cuenta con un equipo muy completo que provee una atención personalizada, para responder y atender a sus clientes en el menor tiempo posible.

#### **2.1.1. Infraestructura**

Para cumplir con sus funciones, el departamento interactúa con otros departamentos de la empresa, sin embargo, cuenta con una infraestructura acorde a las necesidades propias; posee una bodega amplia en donde almacena todos sus equipos y repuestos, además un taller para su mantenimiento y reparación.

##### **2.1.1.1. Bodegas**

La bodega cuenta con un área de doce mil metros cuadrados para el almacenamiento de equipo nuevo y equipo que ya ha sido usado, todo se

encuentra distribuido y separado según el modelo del equipo, los equipos se estiban hasta un máximo de 3 niveles según las indicaciones del fabricante y las necesidades de espacio dentro de la misma. Se cuenta con una sección de doscientos metros cuadrados para el almacenamiento de repuestos pequeños, como: lámparas, motores, controladores y repuestos eléctricos de menor tamaño.

Se cuenta con una estructura de *racks* de 3 niveles en un área de cuatrocientos metros para los repuestos de mayor tamaño, como las puertas, parrillas y cilindros de gas.

#### **2.1.1.2. Talleres**

La empresa cuenta con dos talleres, uno para reparaciones menores y otro para reparaciones mayores; el primero al cual llamaremos el taller número uno, es el área donde se revisan y reparan los equipos de refrigeración que son retirados de los diferentes puntos de venta para una reactivación menor, permitiendo que un equipo quede en condiciones aceptables, para poder ser colocado en otro punto de venta y que el cliente lo reciba y quede satisfecho.

Este taller realiza reparaciones menores, como cambios de piezas: puertas, parrillas, calcomanías y repuestos menores. Si el equipo requiere de trabajo de pintura o soldadura el equipo se traslada al otro taller, al cual llamaremos el taller número dos; en donde se cuenta con más personal y áreas específicas y especializadas que cumplen con funciones más precisas. Desde el momento en que un equipo es reportado al departamento, como un equipo que está fallando, se determina a qué taller será llevado, sin embargo, es posible que ante un diagnóstico preliminar se traslade al taller uno, pero al no poder ser reparado allí, sea trasladado al taller dos.

### **2.1.2. Personal**

En toda empresa el personal cumple una función primordial, siendo el principal motor para que todas las actividades se realicen. Dentro de la empresa se cuenta con personal profesional, muchos cuentan con experiencia, pues han sido parte del departamento por varios años, algunos de ellos ven la parte administrativa; otros tienen conocimientos más técnicos y ven funciones más específicas, como las actividades en el taller.

Todo el personal está comprometido con la empresa, esto se observa a diario, pues las actividades que se realizan muchas veces demandan dar más, también requiere un adecuado trabajo en equipo y es evidente la colaboración que prevalece entre unos y otros, demostrando principios y valores que son fomentados por sus líderes.

#### **2.1.2.1. Administrativo**

El personal administrativo, del departamento de refrigeración es el encargado de dirigir todas las funciones que en este se llevan a cabo, por lo que, desde la gerencia, se cuenta con un profesional con una trayectoria dentro de la empresa, que permite tener un panorama más amplio del funcionamiento de la misma; de esta forma, se conocen las oportunidades y debilidades que el departamento enfrenta. Todos los puestos administrativos están a cargo de profesionales con un grado universitario, de esta forma las finanzas del departamento, se administran aplicando políticas que favorecen la optimización de recursos, apegados a un presupuesto previamente establecido.

La administración de la información se maneja con un software especial para el control masivo de datos, principalmente porque la cantidad de equipo sobre el cual se debe tener un registro es muy elevada, el administrador de la base de datos es el encargado de generar la reportaría, para que el departamento se autoevalúe, además que los otros departamentos de la empresa que dependen de este, puedan recibir la información oportuna y precisa, para la toma de decisiones. El administrador de la base de datos se encarga de validar el valor actual de cada equipo, con lo cual puede determinarse que equipos al haber sido depreciados en su totalidad, pueden ser desechados al no tener reparación, o al no ser rentable la misma.

La programación de cada movimiento de equipo, surge de la coordinación entre el departamento que lo solicita, que por lo regular es ventas y el coordinador del departamento de refrigeración, cumpliendo un procedimiento con el cual se verifica la rentabilidad de colocar un equipo de refrigeración en un punto específico de venta.

#### **2.1.2.2. Técnico**

El departamento de refrigeración cuenta con personal técnico capacitado en varias funciones, estas abarcan desde el movimiento y transporte de los equipos a los distintos puntos de ventas, otras se desarrollan corrigiendo fallas de los equipos visitando directamente a los clientes. El taller ocupa la mayor cantidad de personal técnico, al ser el encargado del cambio de calcomanías, desde que el equipo llega al taller, al determinar que el equipo es reparable, pasa al área de lavado; el taller también cuenta con un área especial para el enderezado y pintura de las cámaras que así lo requieran, se hace una revisión del sistema interno de refrigeración chequeando compresor, motor, tuberías,

etc. Dada la cantidad de equipo que se retira diariamente de los diferentes puntos de venta, es requerido un mínimo de quince personas en el taller.

### **2.1.3. Empresas externas relacionadas**

Debido a la complejidad operativa del departamento, este se apoya en empresas externas, delegando actividades que, por su naturaleza, es posible trasladar y verificar que sean desempeñadas con excelencia y calidad. Estas actividades abarcan, transporte de los equipos de refrigeración desde la bodega hasta el punto de venta que lo solicita.

También se delegan actividades relacionadas al mantenimiento y reparación de los equipos, es decir, propias del taller para lo cual se requiere de bodega y áreas que la empresa contratada ofrece, todo esto es verificado y validado para el cumplimiento de los estándares de calidad en la atención al cliente, que el departamento de refrigeración cumple, o desea cumplir.

#### **2.1.3.1. Bodegas**

Las bodegas que la empresa externa contratada, a la cual se le ha delegado la función de guardar la integridad de los equipos de refrigeración, cuenta con un área para almacenar equipo que ha sido reparado en sus talleres, esto debido a que también cumple con esta función. Por lo tanto, existe una separación o segregación de áreas, acorde a lo que se necesita almacenar. En este caso, se cuenta con un área de ciento cincuenta metros cuadrados en donde se almacenan los equipos que luego de haber sido reparados, quedan en a disposición del departamento, para colocarlos en atención a cualquier solicitud que le haga el departamento de ventas, quien es su principal cliente interno.

Esta bodega también cuenta con un área de aproximadamente doscientos metros cuadrados, utilizado para colocar el equipo que luego de ser evaluado, es considerado equipo para desechar, puesto que no cumple con las condiciones necesarias para invertir en él, o simplemente el deterioro es tal, que sencillamente se clasifica como equipo de desecho.

### **2.1.3.2. Talleres**

El taller de la empresa subcontratada, debe llenar los requisitos mínimos para desarrollar con calidad, prontitud y excelencia las funciones propias y necesarias que los equipos en mantenimiento deben recibir. Es por ello que el taller que actualmente se tiene, ocupa un área de quinientos metros cuadrados, con un espacio para el lavado de equipo, un espacio donde se pintan los equipos, otra donde se revisan y realizan pruebas del funcionamiento, otra donde se colocan las imágenes que cada uno debe llevar.

El taller sigue una serie de pasos, que permiten ubicar un equipo dentro del mismo, para tener trazabilidad de cómo ingresó, que se le ha hecho o que falta por hacer. Para esto, el personal desarrolla una función importante, siguiendo los procedimientos que la empresa le proporciona, con lo cual se garantiza el cumplimiento de las actividades para la cual fue contratado.

### **2.1.3.3. Personal**

Dentro del personal del área de taller, se cuenta con técnicos especializados en refrigeración, graduados a nivel técnico. Estos forman parte de un selecto grupo de personas que cumplen sus funciones dentro del taller, pero también pueden ser empleados para trabajos fuera del taller, atendiendo directamente al cliente en un punto de venta.



Las actividades que el personal realiza en un punto de venta, requieren de una actitud de servicio, pues a pesar de ser parte de una empresa contratada a la cual se le delega esta función, proyectan la imagen y atención que se desea dar. Esto implica que todo personal subcontratado, debe regirse por principios éticos; con lo cual se desea garantizar un servicio de calidad, en donde el cliente es primero.

## **2.2. Método actual de desecho de equipos**

La embotelladora periódicamente desecha equipo. A continuación se describirá el procedimiento que está vigente al inicio de la presente investigación.

### **2.2.1. Descripción del procedimiento**

El equipo que se desecha por la empresa, es todo aquel que ha sido declarado como irreparable por el taller. El procedimiento inicia desde que el equipo se retira de un punto de venta y se traslada hacia el taller. Al llegar al taller se hace una evaluación previa donde puede clasificarse de una vez como desecho, esto ocurre únicamente si el equipo presenta daño en las líneas eléctricas internas, pues las mismas van dentro de las paredes de las cámaras, lo cual es irreparable.

Otra razón es que las paredes de las cámaras pierdan su verticalidad, es decir, se hundan por el medio, debido a que han estado expuestas a mucho calor o en áreas de poca ventilación, esto provoca que el aislante interno que compone las paredes de las cámaras, pierda sus propiedades, por lo tanto, aún que se reactive todo lo demás, la cámara de refrigeración no podrá aislar adecuadamente la temperatura interna de la externa.

Si el equipo pasa la revisión inicial, es trasladado a otra área del taller en donde se realizan pruebas más específicas, las cuales, de no ser aprobadas, se clasifica para desecho. Si es reparable se realiza una evaluación para determinar el costo que tendría la reparación y se compara con el precio actual del equipo, por lo que, si la reparación excede el cincuenta por ciento del valor actual del equipo, no se repara y se clasifica como equipo de desecho.

Un equipo de refrigeración, al ser catalogado como desecho, es puesto en un área de la bodega donde se acumulan todos para posteriormente ser retirados de la bodega. Previo al retiro de todos los equipos acumulados en un lapso, al contar con la autorización del departamento que verifica los activos de la empresa, se procede a retirar todas las partes que cuentan con imagen de la empresa, a pintar aquellos que no se pueden retirar. Los equipos se venden a una empresa que se encarga de reciclar los materiales internos de los equipos. Esta empresa retira con su propio transporte todos los equipos hacia su planta de reciclado, en donde procede con el reciclado de los materiales.

### **2.2.2. Debilidades encontradas**

Al verificar el procedimiento mediante el cual se desechan los equipos en la empresa, se observa que existen puntos en los cuales se hace necesario mejorar dicho procedimiento. Una de las debilidades encontradas corresponde a que no hay un control y registro de que unidades declaradas como desecho, aun cuentan con gas refrigerante R134a en el interior de sus componentes internos, por lo que, si la mayoría de equipos pueden ya no tener gas dentro de su tubería o compresor, es muy probable que algunos si cuenten. Esto constituye una debilidad para el proceso.

También se cataloga como debilidad, que el hecho de que no exista un compromiso por escrito con la empresa que recicla todos los equipos, es decir, se desconoce la disposición final que tiene cada componente de estos equipos y el uso que se les da, principalmente si algunos de estos equipos aún cuentan con residuos de refrigerante dentro de las tuberías y componentes del sistema de refrigeración.

Se ha de considerar que los equipos no son verificados por personal de la embotelladora, previa a la autorización de su descarte; el criterio de desecho se basa únicamente al dictamen que la empresa que presta el servicio de taller envía, por lo cual no hay un control directo sobre si se está desechando apropiadamente un equipo.

Se encontró que al delegar la responsabilidad del procedimiento a la empresa subcontratada, se agiliza el tiempo que se ocupa desde que se determina la cantidad de equipos que se desechan hasta su disposición final; se puede obtener una disminución en costos al reutilizar partes de los equipos que se desechan, pero principalmente el reutilizar el gas R134a recuperado, contribuyendo a la imagen ambiental que proyecta la empresa. Por último, cualquier cambio en las leyes y políticas ambientales actuales, causaría una acción apresurada para su cumplimiento.

Tabla I. **Análisis FODA**

ANÁLISIS FODA	
FORTALEZAS	Se delega el control a la empresa tercerizada; se agiliza el procedimiento al reducir tiempo de respuesta.
DEBILIDADES	Falta de control y registro de equipos con gas R134a; se desconoce la disposición final de los equipos a desechar, no hay verificación previa por personal de la embotelladora.
OPORTUNIDADES	Reducción de costos, mejorar imagen ambiental de la empresa.
AMENAZAS	Cambio de leyes y políticas ambientales.

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. **Herramientas disponibles utilizadas**

Para desechar los equipos, el personal de taller utiliza herramientas e implementos muy comunes, como lo son, barretas, pintura, brochas, cuchillas, con las que pica, pinta y retira calcomanías de los equipos a desechar, dependiendo de la cantidad de equipo a desechar participan unas siete personas.

#### **2.2.4. Personal involucrado**

Durante el procedimiento de desecho, se involucra personal del departamento de refrigeración, quien se encarga de verificar que el equipo que ha sido autorizado para desecho, sea el que finalmente se desecha. También participa personal del taller, en donde se prepara cada equipo para poder ser desechado, junto al personal que dispondrá de los mismos, personal que proporciona la empresa que reciclará cada equipo. En esta actividad también participa un representante del departamento contable quien, junto al administrador de la base de datos, elaboran un listado de todos los equipos, para finalmente redactar un documento, un acta que permita retirar estos equipos, del listado de activos de la empresa.

De esta manera es como los departamentos involucrados interactúan en la actividad de desecho de equipos, participando de manera coordinada con el transporte que el reciclador proporciona. Todos los participantes firman el acta de desecho, con lo cual se crea un registro para futuras consultas.

#### **2.2.5. Registros utilizados**

Cada equipo cuenta con un número correlativo que lo identifica de manera única, por lo que, al momento que un equipo es catalogado o clasificado como desechable, con este número se genera un listado preliminar que se traslada al administrador de la información, en donde se valida el *status* con que aparece en sistema, su valor actual, cuanto se ha depreciado, etc. Este es uno de los registros primarios que se realizan.

Cuando se está en pleno proceso de desecho, se va verificando el listado que el área contable ha validado y autorizado, por lo que se genera un segundo

registro. Este cuenta con anotaciones del estado en el cual se encuentran algunos equipos y la razón del por qué se van a desechar, principalmente si aún tiene un valor contable, alto.

Finalmente, el último registro lo constituye el acta que todos los involucrados en el desecho firman, con lo cual se crea un registro valioso, de carácter legal, puesto que con este se da de baja a todos los activos correspondientes a cada equipo desechado.

#### **2.2.6. Legislación vigente relacionada a refrigerantes**

A nivel internacional, existen dos tratados fundamentales que se relacionan con los efectos que los refrigerantes químicos causan, estos son el tratado de Montreal y el de Kioto. Un tratado, es un acuerdo entre dos o más países, de carácter legal, con el cual los países firmantes definen políticas que están dispuestos a divulgar y cumplir para un beneficio común.

En este caso, en 1987 en la ciudad de Montreal, Canadá, representantes de la economía europea, junto a veinticuatro países, acuerdan firmar el Protocolo de Montreal, con el cual se establecen fechas y programas que buscan eliminar las sustancias que dañan la capa de ozono. La mayoría de países firmaron el acuerdo al reconocer el problema en el cual eran partícipes los productores y consumidores de estas sustancias.

Las condiciones iniciales fueron reforzadas con la firma de Estados Unidos junto a otras cincuenta y cinco naciones, hecho ocurrido en 1990 en la ciudad de Londres. Posteriormente, en 1992 también se realizaron actualizaciones al protocolo. En este protocolo se estipula que cada involucrado presente un informe anual, sobre su producción, importación y exportación de los productos

y sustancias químicas, que el acuerdo pretende eliminar, es considerado de carácter preventivo al permitir tomar medidas para controlar el problema ambiental.

En 1992, en la reunión Marco celebrada por las Naciones Unidas, referente al cambio climático, se aprueba el protocolo de Kioto. En 1997 se celebra en Kioto, Japón, una tercera conferencia, donde por primera vez, los países industrializados aprueban objetivos medibles en cuanto a la reducción de emisiones que causan el efecto invernadero, reconociendo actividades que incrementan esto, al ser emisoras de dióxido de carbono y otros gases. El compromiso que los países adquieren es reducir y limitar la emisión de gases de efecto invernadero, a través de objetivos individuales.

En Guatemala, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, es el ente encargado de dar cumplimiento a los acuerdos a los cuales el país está suscrito, cumpliendo con el calendario de eliminación de sustancias prohibidas por el protocolo de Montreal. En el decreto 68-86 que corresponde a la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, se hace mención que Guatemala debe integrarse a los programas mundiales en favor de la protección y mejoramiento del medio ambiente. También contamos con el decreto 34-89, el cual acepta y aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Así mismo, se cuenta con el decreto 110-97 ley que prohíbe la importación y regula el uso de los clorofluorocarbonos en sus diferentes presentaciones.

Este decreto específicamente contiene el calendario para la eliminación gradual de sustancias contaminantes que dañan la capa de ozono, al igual que menciona la necesidad de utilizar para la extracción y recolección de esos gases, envases adecuados, evitando la liberación directa a la atmósfera.

### **2.2.7. Análisis del cumplimiento**

Es evidente que Guatemala no se encuentra preparada para el cumplimiento del calendario establecido para la eliminación de agentes o sustancias dañinas para la capa de ozono. Dentro de este calendario se encuentra un listado grande de refrigerantes, los cuales, en forma gradual, desde el año 2000, se supone deberían haber sido eliminados. Sin embargo, para el tema de estudio del presente trabajo, la eliminación o sustitución de refrigerantes hidroclorofluorocarbonos está prevista para el 2015.

El cumplimiento de la legislación vigente en nuestro país, asociada a los convenios internacionales, debe proveer una respuesta positiva para mitigar en forma colectiva, el incansable impacto que el medio ambiente sufre, reflejado en un cambio climático implacable, causante de tantas irregularidades, por las cuales todos, todos nos vemos afectados.



### **3. PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR EL PROCESO DE RETIRO DEL REFRIGERANTE QUÍMICO R134A**

La elaboración de la presente investigación se realizó en cuatro etapas: a) identificación, y ubicación de la empresa, observación y toma de datos de la infraestructura y el proceso de trabajo, b) revisión documental de temas relacionados con los gases refrigerantes, específicamente R134a, como información secundaria, c) reuniones de trabajo con el personal administrativo y operativo de la empresa embotelladoras de gaseosas y d) elaboración de una propuesta técnica para el retiro adecuado del R134a.

#### **3.1. Tecnología disponible en Guatemala**

El equipo y la tecnología que se utiliza en Guatemala proviene de la empresa FOGEL, empresa que se inicia en Centro América, desde 1967 actualmente atiende a clientes en 50 países en todo el continente americano, El Caribe y África, siendo sus principales clientes las industrias cerveceras, embotelladoras de bebidas carbonatadas, industrias de bebidas no carbonatadas, tales como las industrias de bebidas isotónicas y embotelladoras de agua purificada, industrias lácteas y fabricantes de helados.

Producen más de 120 modelos diferentes de equipos de refrigeración, con una variedad de más de 250 versiones de estos modelos para atender a los mercados y a los clientes anteriormente mencionados.

### 3.1.1. Equipo para retirar refrigerantes químicos

Hay una gran variedad de equipos que se utilizan para retirar refrigerante en equipos de uso comercial, a continuación veamos algunos.

#### 3.1.1.1. Recuperadores

Un recuperador no es más que un equipo cuyo propósito es remover el gas refrigerante, en cualquier condición, de un refrigerador, para almacenarlo en un contenedor externo; en algunos países es ilegal liberar los refrigerantes en la atmósfera; en otros, no está normado. Tomando en cuenta las condiciones bioclimáticas y el calentamiento global es necesario no liberar el R134a en la atmosfera debido a su alto GWP, por lo que se considera que recuperación de refrigerante debe ser una práctica obligada.

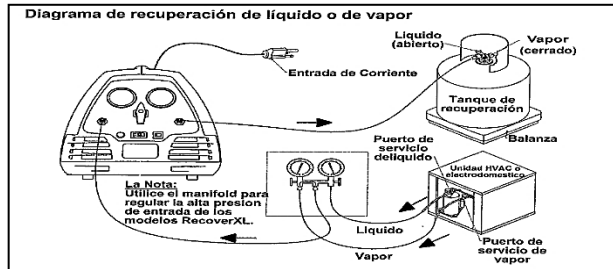
En Guatemala está disponible el recuperador Marca: *yellow jacket*, modelo Recover XLT 95762, también el Toptech, ambos tienen la función de expulsar líquido o vapor de refrigerante directamente fuera del sistema y trasladarlo a un cilindro recuperador para su almacenaje.

Figura 7. **Recuperador de refrigerante YELLOW JACKET**



Fuente: *Recuperador*. <http://goo.gl/36LFbW>. Consulta: mayo de 2015.

Figura 8. **Recuperador de líquido o de vapor**



Fuente: *Recuperador*. <http://goo.gl/C59K7Z>. Consulta: mayo de 2015.

### 3.1.1.2. **Recicladores**

El reciclador tiene como función, limpiar el refrigerante para re-uso a través de separación de aceites de una o múltiples pasadas, a través de dispositivos como los secadores de filtro reemplazables.

Figura 9. **Secador de filtro reemplazable**



Fuente: *Secador*. <http://goo.gl/fKCD44>. Consulta: mayo de 2015.

Para la regeneración de refrigerante, se puede utilizar el sistema de Rescatado de Refrigerante marca VAN STEENBURGH modelo JV90. El sistema de limpieza de Refrigerante Steenburgh, puede usarse para rescatar R134a y R404a, de la misma manera puede usarse para transferir o retirar el refrigerante de los cilindros y guardarlo dentro de su cámara de almacenamiento. El proceso de salvado remueve Aceite, Ácido, Contaminantes de partícula dura, Humedad y Condensables del Refrigerante.

Entre los principales beneficios que se obtienen en la recuperación, en el reciclaje y regeneración del refrigerante se pueden indicar:

- Minimizar las emisiones atmosféricas y reducir el impacto ambiental.
- Reducir costos de regulación ambiental.
- Reducir costos y necesidad de nuevos refrigerantes
- Incremento de vida útil de los equipos refrigerados debido a la remoción de contaminantes.

El R134a, tiene un Potencial de Calentamiento Global (GWP) de 1 410 que significa que un gramo de este gas liberado en la atmósfera, tiene un efecto de calentamiento global equivalente a liberar 1 410 gramos de dióxido de carbono

La Sociedad de Constructores y Comerciantes de Motores del Reino Unido, estiman que liberar la carga de R134a de 10 000 refrigeradores en el ambiente, equivaldría en términos de GWP a 500 carros cada uno recorriendo 30 000 kilómetros.

Figura 10. **Rescatador de refrigerante marca VAN STEENBURGH modelo jv90**



Fuente: Rescatador. <http://goo.gl/clmdQJ>. Consulta: mayo de 2015.

### **3.1.2. Equipos para almacenar gases refrigerantes**

Para la presente investigación es necesario considerar el uso de equipos que permitan almacenar gases refrigerantes, es por ello que a continuación se verán los más comunes.

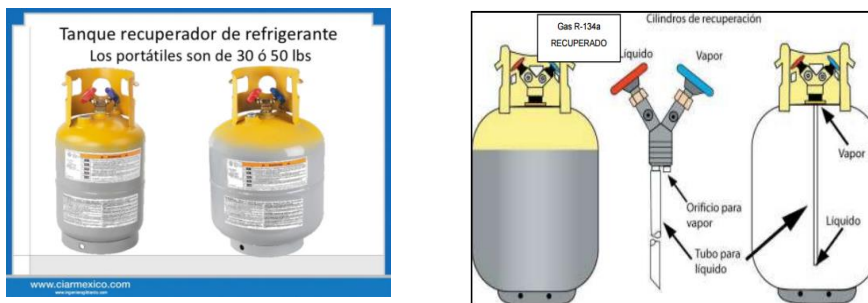
#### **3.1.2.1. Cilindros tipo botella**

El almacenamiento del gas 134a, se puede realizar utilizando equipos portátiles como los cilindros tipo botella, en otros casos el gas no es necesario movilizarlos para lo cual se utiliza cilindros de almacenamiento.

Los cilindros portátiles pueden tener una capacidad de 30 o 50 libras, mientras que los que los cilindros tanques pueden ser de 1 000 libras, El color de las botellas al igual que el cilindro de recuperación para el gas recuperado los distinguen los colores grises con amarillo como puede observarse en las siguientes figuras.

Si el uso es para almacenar gas virgen, el cual es aquel gas que nunca se ha utilizado, entonces tendrán un color diferente a los indicados anteriormente.

Figura 11. **Cilindros recuperadores de refrigerante**

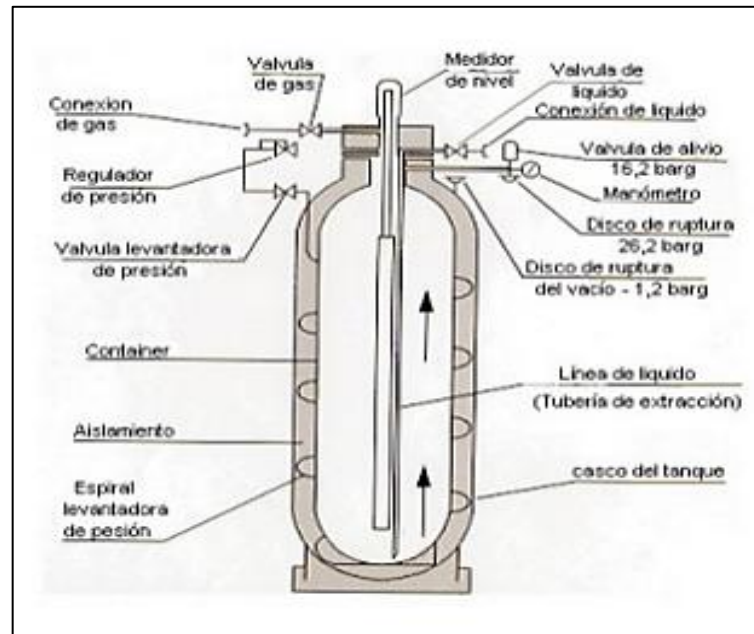


Fuente: Cilindros recuperadores. <http://profedaza/recuperacion-de-refrigerantes/>  
Consulta fecha: 19 de marzo de 2016.

### 3.1.2.2. **Cilindros criogénicos**

El cilindro criogénico está compuesto por un recipiente interior de acero inoxidable, capaz de soportar bajas temperaturas, con una cubierta exterior de acero al carbono separado por un material aislante.

Figura 12. Cilindro criogénico



Fuente: cilindro criogénico. <https://www.google.com.gt/search?q=cilindros+criogenicos>.

Consulta fecha: 19 de marzo de 2016.

### 3.1.2.3. Tanques

El tanque para almacenar el refrigerante, difiere de un cilindro por su mayor volumen de almacenaje, la cual puede ser de hasta 1 000 libras, por lo mismo requiere un mayor cuidado por el riesgo que representa en el lugar de almacenaje y su costo es mayor. Debido a su dimensión requiere de mayor presión para poder aprovechar su espacio al momento de inyectarle el gas que se recupere.

Figura 13. **Tanque para almacenamiento de refrigerante**



Fuente: Tanque. <https://www.google.com.gt/search?q=cilindros+criogenicos>  
Consulta fecha: 19 de marzo de 2016.

### **3.1.3. Costos**

Para la recuperación del gas refrigerante 134a, es necesario contar con el equipo mínimo, es cual consta de una válvula pich o perforadora, Manómetro, Recuperadora de gas refrigerante, Cilindro reutilizable y Balanza el cual tiene un costo de Q 7 339,23 equipo que se encuentra disponible en el mercado nacional.

Como puede observarse en la tabla II, el tanque de recuperación cAS refrigerante (tank.50lb) \_630´t0, es el de mayor precio y representa el 68.13% del total de Q 7,339.23, siendo la válvula acceso ,1/4" soldar smartelectric cbvalaccl30, la de menor precio y representa el ,06 del total del costo del total del equipo.

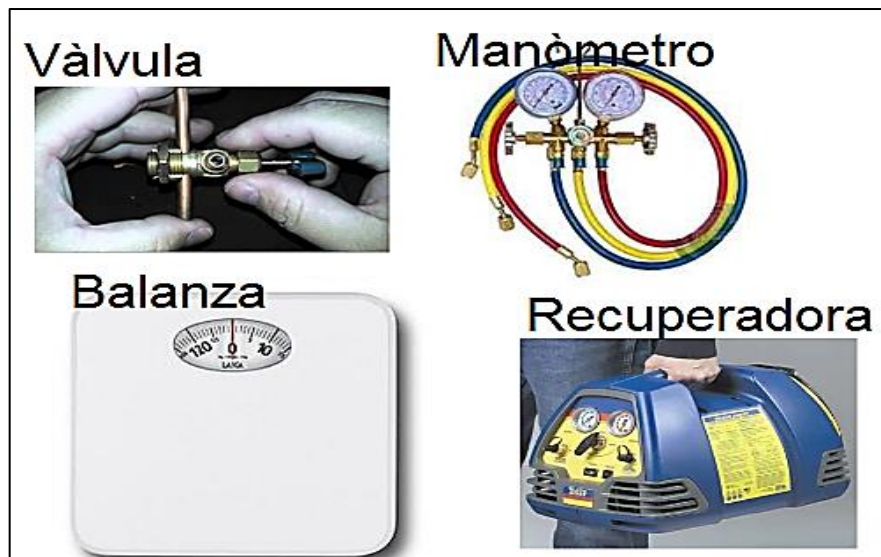


Tabla II. Costo del equipo de refrigeración

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TOTAL	%
QAL3SM	MANÓMETROS SET R22 R134A R404 36" UNIWELD	1	Q 321,15	4,38
63010	TANQUE DE RECUPERACIÓN GAS REFRIGERANTE(TANK.5OLB) _630't0	1	Q 4 999,92	68,13
TT-MM1	UNIDAD RECUPERADORA DE REFRIGERANTE TOPTECH	1	Q 1 088,92	14,84
TDS-100K	BÁSCULA DIGITAL ARTICCO	1	Q 925,00	12,60
SVX174	VÁLVULA ACCESO ,1/4" SOLDAR SMARTELECTRIC CBVALACCI30	1	Q 4,24	0,06
<b>TOTAL</b>			<b>Q 7 339,23</b>	<b>100,00</b>

Fuente: cotización 70717 Frío Aire de fecha 31 de mayo 2016.

Figura 14. Equipo de recuperación de gas refrigerante 134a



Fuente: Equipo. <https://www.google.com.gt/search?q=cilindros+criogenicos>. Consulta fecha: 19 de marzo de 2016.

### **3.1.3.1. Opción de compra**

Para la adquisición del equipo se ha considerado tres modalidades, la primera de ellas rentándolo, por *leasing* y mediante el establecimiento de un acuerdo con otra empresa que realice actividades de recuperación y reciclaje de gas 134a.

### **3.1.3.2. Renta de equipo**

Actualmente no existen empresas que renten equipo para la extracción del gas refrigerante; el equipo utilizado es únicamente para el manejo y uso de los técnicos de las empresas.

Ecofreezer, es la única empresa que ofrece el servicio de extracción por un monto de Q 280,00 por unidad extraída. Entiéndase unidad = un equipo.

#### **3.1.3.2.1. Leasing**

Las instituciones financieras actualmente pueden realizar contratos *leasing* que consisten en la prestación de servicios financieros a más de un año plazo para la compra de bienes de capital (bienes y raíces), de acuerdo a las consultas realizadas en diferentes financieras, dada la naturaleza del proyecto no existen parámetros establecidos para llevar a cabo esta operación para este proyecto.

### **3.1.3.2.2. Acuerdos con proveedor de equipo de refrigeración**

De acuerdo a las relaciones comerciales entre la empresa embotelladora y la empresa FOGEL, se ha acordado que FOGEL proporcionará el equipo de recuperación necesario para la implementación del proceso, lo cual no incurriría en ningún costo. Para formalizar el acuerdo la empresa embotelladora realizará una solicitud por escrito para que FOGEL, equipe y capacite al personal que estaría a cargo de la ejecución del proyecto. Por lo que se considera que esta es la mejor opción.

### **3.1.4. Mantenimiento**

Muchos de los equipos que se utilizan en una embotelladora requieren un plan de mantenimiento periódico, otros no. Los equipos que en la presente investigación se mencionan para el retiro del refrigerante, son considerados dentro del plan de mantenimiento, de acuerdo a las necesidades de cada uno.

Tabla III. **Plan de mantenimiento**

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>EQUIPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>RANGO</b>
<b>Recuperador</b>	Limpieza después de cada uso, protección del ambiente con un cobertor o caja.	mensual
<b>Manómetro</b>	Revisión periódica de sus acoples, así como del estado físico de cada manguera	mensual
<b>Balanza</b>	Revisión y calibración y limpieza.	semestral
<b>Válvula</b>	Revisión y limpieza de acoples	mensual
<b>Tanque</b>	Revisión de estructura externa, así como limpieza de acoples.	mensual

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.4.1. Plan de mantenimiento**

El equipo utilizado para la extracción, traslado y almacenamiento del gas 134a, no requiere de un plan de mantenimiento robusto, únicamente de limpieza en su parte externa, en el manejo debe de considerarse el cuidado de no golpearlo y de esta manea evitar averías accidentales.

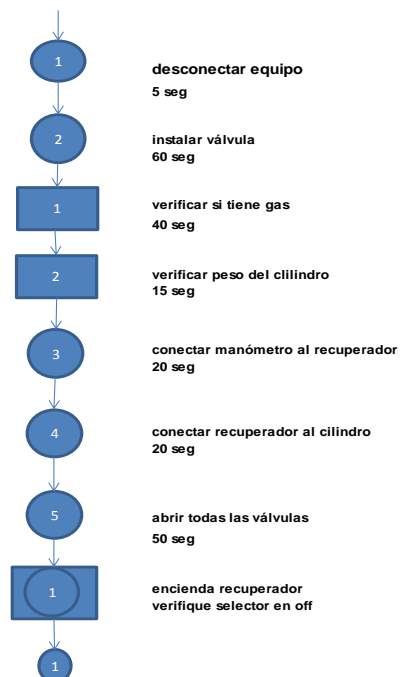
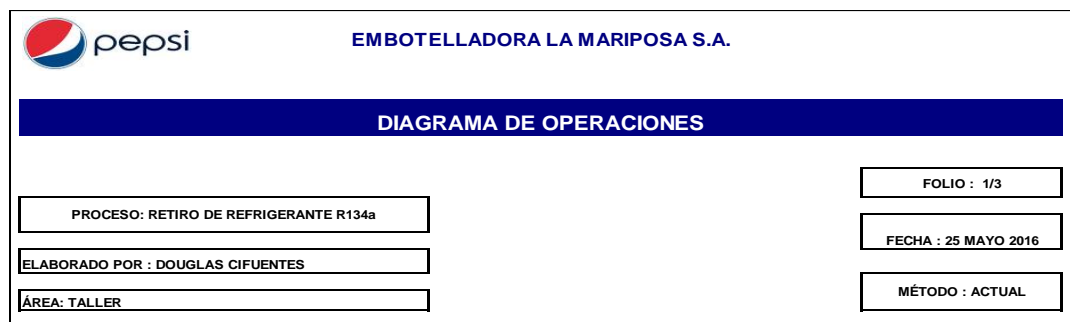
## **3.2. Descripción del proceso**

Para el retiro del refrigerante R134a, se sigue un procedimiento establecido el cual se detalla a continuación, mediante un diagrama de operaciones.

### 3.2.1. Diagrama de operaciones

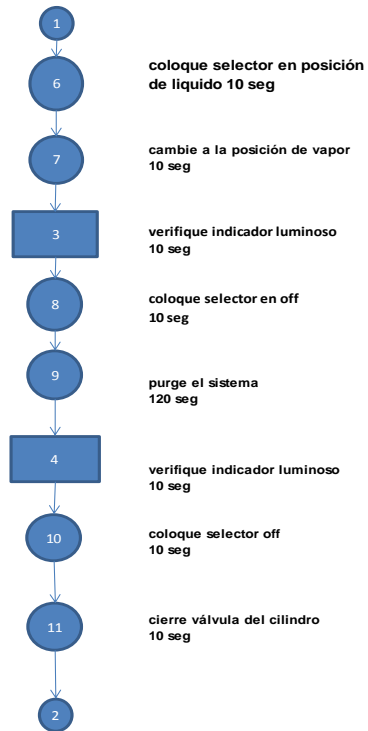
El diagrama de operaciones representa el proceso de retiro del refrigerante R134a, detallando cada una de las operaciones involucradas el mismo y el tiempo que utiliza en realizarla.

Figura 15. Diagrama de operaciones



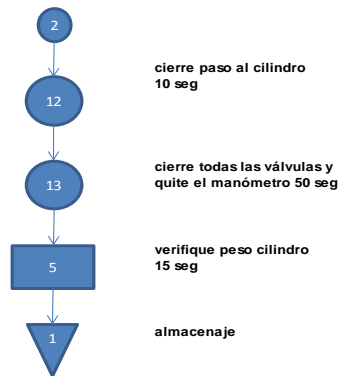
Continuación de la figura 15.

	<b>EMBOTELLADORA LA MARIPOSA S.A.</b>
<b>DIAGRAMA DE OPERACIONES</b>	
PROCESO: RETIRO DE REFRIGERANTE R134a	FOLIO : 2/3
ELABORADO POR : DOUGLAS CIFUENTES	FECHA : 25 MAYO 2016
ÁREA: TALLER	MÉTODO : ACTUAL



Continuación de la figura 15.

 <b>EMBOTELLADORA LA MARIPOSA S.A.</b>	
<b>DIAGRAMA DE OPERACIONES</b>	
<b>PROCESO:</b> RETIRO DE REFRIGERANTE R134a	<b>FOLIO :</b> 3/3
<b>ELABORADO POR :</b> DOUGLAS CIFUENTES	<b>FECHA :</b> 25 MAYO 2016
<b>ÁREA:</b> TALLER	<b>MÉTODO :</b> ACTUAL







cierra paso al cilindro  
10 seg

cierra todas las válvulas y  
quite el manómetro 50 seg

verifique peso cilindro  
15 seg

almacenaje

**RESUMEN**


	1		1	<b>TOTAL DE OPERACIONES</b> 20
	13			<b>TIEMPO TOTAL</b> 495 segundos
	5			<b>9 MINUTOS</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Diagrama de flujo

Se presenta el diagrama de flujo, se hace la observación que no se realiza ningún transporte por tal razón resulta igual al diagrama de operaciones descrito anteriormente.

Figura 16. Diagrama de flujo

EMBOTELLADORA LA MARIPOSA S.A.

**DIAGRAMA DE FLUJO**

PROCESO: RETIRO DE REFRIGERANTE R134a

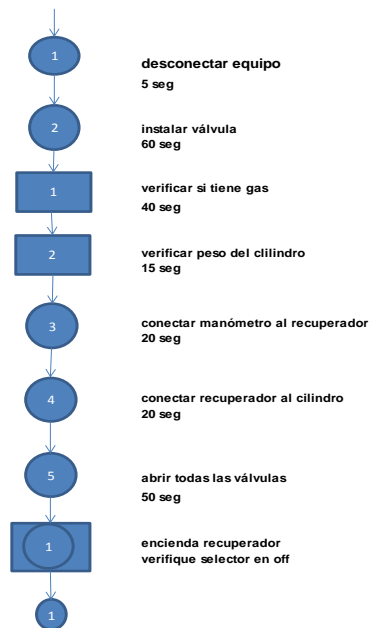
ELABORADO POR : DOUGLAS CIFUENTES

ÁREA: TALLER

FOLIO : 1/3

FECHA : 25 MAYO 2016

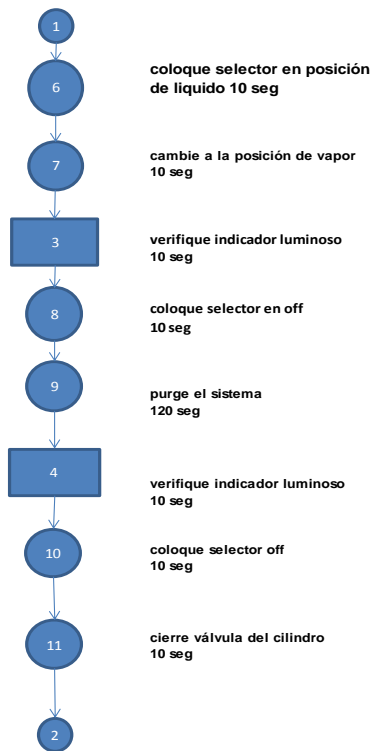
MÉTODO : ACTUAL





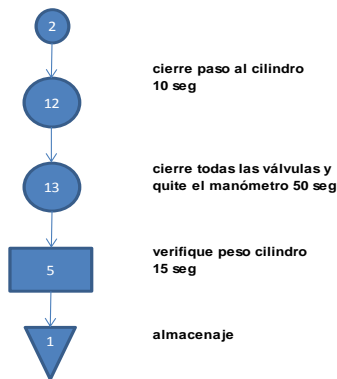
Continuación de la figura 16.

 <b>pepsi</b>	<b>EMBOTELLADORA LA MARIPOSA S.A.</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO</b>	
PROCESO: RETIRO DE REFRIGERANTE R134a	FOLIO : 2/3
ELABORADO POR : DOUGLAS CIFUENTES	FECHA : 25 MAYO 2016
ÁREA: TALLER	MÉTODO : ACTUAL



Continuación de la figura 16.

 <b>EMBOTELLADORA LA MARIPOSA S.A.</b>	
<b>DIAGRAMA DE FLUJO</b>	
PROCESO: RETIRO DE REFRIGERANTE R134a	FOLIO : 3/3
ELABORADO POR : DOUGLAS CIFUENTES	FECHA : 25 MAYO 2016
ÁREA: TALLER	MÉTODO : ACTUAL







cierre paso al cilindro  
10 seg

cierre todas las válvulas y  
quite el manómetro 50 seg

verifique peso cilindro  
15 seg

almacenaje

RESUMEN

	1		1	TOTAL DE OPERACIONES    20
	13			TIEMPO TOTAL            495 segundos
	5			

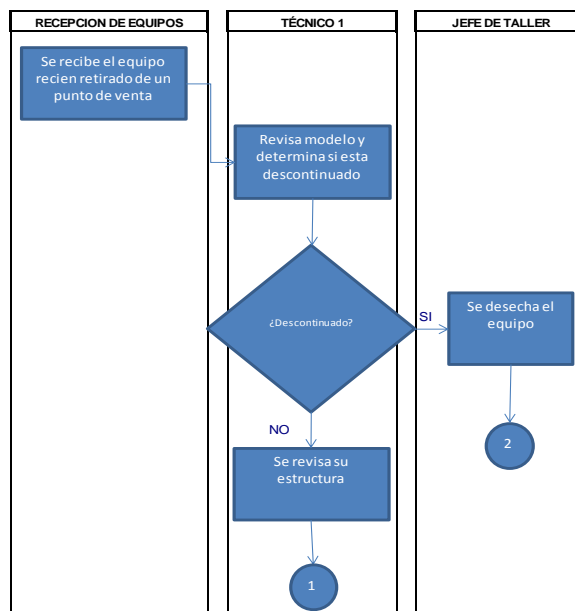
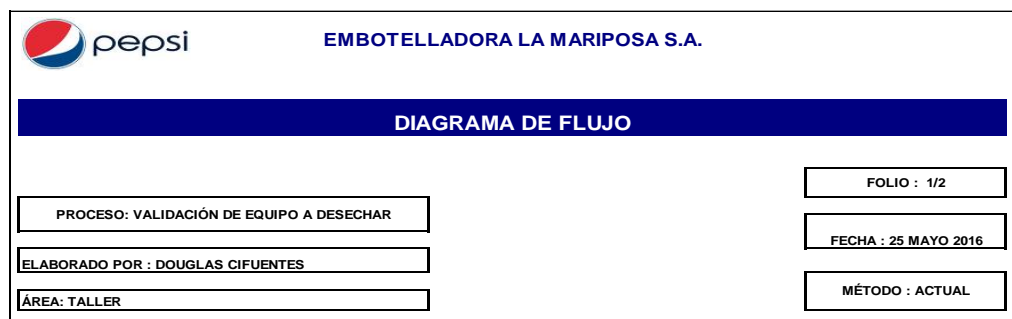
Fuente: elaboración propia.

Se propone un proceso secuencial de procedimientos que permiten determinar desde el modelo que se evalúa, si se desecha o no, se hace una revisión de su estructura y cuantificar el tipo y numero de daños, se conecta a la corriente eléctrica por un periodo de 15 a 30 minutos lo que permite verificar si

el equipo tiene capacidad de enfriar, si es positivo ingresa a taller, de lo contrario se desecha, como pueden observarse en el siguiente flujograma.

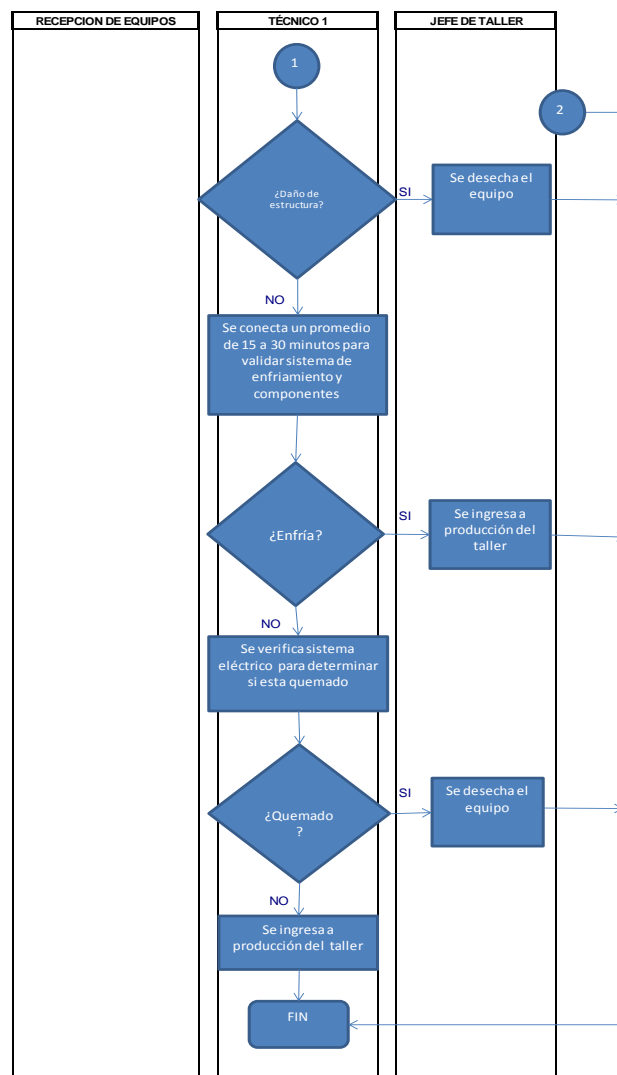
Los responsables de este proceso es el equipo técnico del departamento de refrigeración, quienes deben enviar a un representante a validar los equipos que se sugiere desechar, basándose al dictamen técnico de la empresa que presta el servicio de taller y reparación. Esto con el fin de enviar, si y solo si, los equipos cumplen con las características que ameritan su descarte.

Figura 17. Flujo del procedimiento para el desecho del equipo



Continuación de la figura 17.

	<b>EMBOTELLADORA LA MARIPOSA S.A.</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO</b>	
PROCESO: VALIDACIÓN DE EQUIPO A DESECHAR	FOLIO : 2/2
ELABORADO POR : DOUGLAS CIFUENTES	FECHA : 25 MAYO 2016
ÁREA: TALLER	MÉTODO : ACTUAL



Fuente: elaboración propia.

### **3.2.3. Responsable del proceso**

El proceso estará a cargo del coordinador de frío, persona que actualmente dirige y controla la parte operativa -administrativa de esta sección del departamento de refrigeración. El será quien encabezará los lineamientos que una vez implementados deberán cumplirse, por lo que es de vital importancia su participación directa.

### **3.3. Objetivos**

Tal y como se indica en los objetivos iniciales de la presente investigación, la presente propuesta pretende establecer las bases para la implementación del proceso para el retiro del refrigerante R134a. También dar lineamientos de carácter general que guíen hacia el cumplimiento de todo aquello que ha sido determinado como beneficioso, no solo para la empresa en términos económicos, sino como un beneficio que se extiende más allá de las fronteras al contribuir en la disminución del calentamiento global.

### **3.4. Alcance**

Se pretende aportar a los principios y la responsabilidad social que la empresa manifiesta en su cultura organizacional. Con esta propuesta se dan pasos en la mejora de un proceso que actualmente no está bien definido, pero que con el aporte y compromiso de cada una de las partes involucradas se busca la mejora continua del mismo.



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

### **4.1. Responsables**

Para la adecuada implementación de esta propuesta, es necesario contar con los dos principales responsables, los mismos dos que están involucrados de forma directa en cada extracción de equipos a desechar. En este caso nos referimos a la gerencia del departamento, porque siendo la cabeza de la empresa, en materia de refrigeración, es quien gestiona todo lo referente a: qué se desecha, cuándo se desecha y cómo se desecha. También incluimos al taller operativo, pues es donde se lleva a cabo toda la actividad del desecho de equipos, pero aún más importante, es donde está el personal que debe ser instruido y concientizado para que la implementación de la presente propuesta, cumpla el objetivo planificado.

#### **4.1.1. Gerencia del departamento de refrigeración**

La gerencia del departamento de refrigeración, será el principal colaborador, esto debido a que, como gerencia, es quien tendrá a su cargo la tarea de dirigir y controlar que todo lo propuesto y planificado, sea ejecutado a cabalidad. También está a cargo de obtener los recursos económicos para la adquisición de aquellos implementos y equipos que luego de ser aprobados, serán de utilidad para cumplir con el objetivo primario de este proyecto.

La gerencia necesita, visualizar la importancia y el beneficio que la implementación de este proyecto generará, no solamente desde la parte económica, sino más bien desde el beneficio ambiental, social y de

responsabilidad empresarial, que logrará con una adecuada práctica de recuperación del refrigerante R134a en todos los equipos que se desechan.

¿Cómo nos ayudará la gerencia en la implementación?

- Haciendo suya la visión de esta propuesta.
- Incluyendo en la planificación anual de presupuesto, los fondos mínimos necesarios para la adquisición del equipo para la implementación adecuada de esta propuesta; así como lo concerniente al mantenimiento que en cualquier momento requiera alguno de los equipos antes mencionados. Ver tabla de costos en capítulo 3.
- Elaborando un plan de ejecución para el proyecto acorde a las políticas internas de la empresa, así como que sea congruente con la operación interna que actualmente tiene la empresa en sus metas y objetivos. El plan se encuentra en este capítulo en el inciso 4.1.1.1.
- Trasladando las directrices a los involucrados en toda la cadena de mando y ejecución, iniciando por la empresa que actualmente ejecuta la parte operativa de este proceso, al coordinador específico del área de frío, el cual velará de forma directa por que estas directrices se cumplan a cabalidad. Ver en este capítulo el inciso 4.1.1.2.
- Teniendo una comunicación, fluida y continua que refleje el compromiso que se tiene por parte de la gerencia, para con el proyecto.



#### 4.1.1.1. Plan de ejecución para implementar el proceso

Se propone el siguiente plan para implementar el proceso propuesto, basándose en la información recopilada y plasmada en el marco teórico, la cual se obtuvo de entrevistas con los involucrados en todo el proceso, desde proveedores, empresas subcontratadas y el personal del Departamento de Refrigeración de la Embotelladora.

Tabla IV. Plan de ejecución del proceso del proyecto

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	TIEMPO ESTIMADO (días hábiles)
Adquisición del equipo	Análisis de las tres opciones propuestas para su adquisición.	Departamento de compras	5
Capacitación al personal	El personal operativo será capacitado para el uso adecuado y seguro de los equipos adquiridos para el desarrollo del plan operativo.	Recursos Humanos Fogel	10
Pruebas preliminares	Su objetivo será detectar deficiencias en el uso del equipo y corregir cualquier desviación del uso seguro del mismo.	Taller operativo	2
Puesta en marcha	Implementación formal del proceso con fines de replicarlo en departamentos similares de otras regiones.	Taller operativo	1

Fuente: elaboración propia.

Considerando la estrecha relación comercial que existe entre la empresa y Fogel, se ha considerado que la opción más viable para la adquisición del

equipo serán los acuerdos a los cuales ambas empresas lleguen, por lo tanto, el costo de la implementación del equipo podría ser menor al estimado al comienzo de nuestra investigación. También está la posibilidad que al subcontratar a otras empresas que realizan algunas labores tercerizadas, estas incluyan dentro de su servicio la obtención del equipo que cumpla con el objetivo primordial propuesto, que es evitar que el refrigerante contamine el medio ambiente.

La capacitación del personal, estará a cargo de Fogel como parte de los acuerdos alcanzados previamente, esta se desarrollará en las instalaciones de la empresa, específicamente en el taller, para lo cual se contará con un módulo de concientización por la parte ambiental, seguida de una parte teórica de conceptos básicos para el uso adecuado y seguro de los equipos que se van a manipular, finalmente se desarrollara la parte práctica en la cual cada uno de los asistentes tendrá la oportunidad de extraer el refrigerante de un equipo, finalizando con un diploma de participación con el cual se hará constar que el personal está apto para ejecutar el plan.

Las pruebas preliminares estarán a cargo del jefe de técnicos, las cuales se desarrollarán previamente a cada proceso de desecho; el desecho de un lote de equipos regularmente se hace con una separación de entre uno a dos meses; esto, según la cantidad de equipo, podría variar, aunque idealmente se pretende que sea de forma mensual, sin importar la cantidad que se tenga.

Para que un lote de equipos sea aprobado para su desecho, hay un procedimiento previo de revisión semanalmente, en el cual se valida el estado físico del equipo, así como el valor contable que al momento cuenta. Pasando estos dos pasos internos, se traslada un listado acumulado el cual puede ser de

un mes o más y es enviado al departamento de finanzas quien finalmente autoriza que dicho lote pueda ser desechado.

Las pruebas preliminares, permitirán determinar si la extracción del refrigerante del equipo podrá ser realizada luego de la revisión semanal, lo cual sería el plan inicial; o previo al descarte final el cual sería un plan alternativo en caso se detecte alguna falla en alguno de los equipos a utilizar.

Una vez completados los tres pasos anteriores del presente plan, se procederá a la implementación formal del proceso, el cual parte desde que se comunica del plan de ejecución.

#### **4.1.1.2. Comunicación del plan de ejecución**

Para la gerencia es importante una adecuada comunicación del plan de ejecución, esto porque de ello depende que podamos alcanzar el objetivo propuesto. Todo el personal que participará en el proceso de la extracción del gas refrigerante R134a, para que posteriormente pueda desecharse el equipo, debe ser alcanzado con una adecuada comunicación interna.

Para cumplir con este paso se accederá al sistema digital con que cuenta la empresa, su red interna. La comunicación inicial será por medio de un comunicado a través de los correos de la empresa, esto se genera desde el departamento de informática, dentro de ese comunicado se colocará un *link* con el cual se podrán acceder al lugar donde se tienen todas las políticas de la empresa, el link puede ser *WWW.embotelladora/procesosdeequipofrio* dentro de ellas estará la política que está relacionada a la responsabilidad social y empresarial de la empresa, específicamente para con el medio ambiente. También se colocarán afiches en todos los tableros informativos que la empresa

tiene en cada agencia o sede, medio por el cual comunica de forma masiva y accede a todo el personal, incluso aquellos que no tienen una computadora personal y un correo de la empresa. Con esta acción se divulgará el compromiso que la empresa y específicamente el departamento de refrigeración adquiere, lo cual se convertirá en parte de la cultura de la empresa. Ver apéndice 4.

El plan constara de fechas de inicio del proyecto y tendrá los datos del responsable del proyecto, esto con la intención que a través de los comunicados se involucre al personal operativo en aportar ideas y mejoras al proceso de extracción.

#### **4.1.1.3. Seguimiento y verificación del plan**

El seguimiento y verificación del plan estará a cargo del responsable del proyecto, este podrá ser el coordinador del área, que es el coordinador de frío y quien más relación tiene con este proceso. Todo esto lo podrá realizar a través del registro adecuado de los formatos y fichas de procesos, medios que serán de gran utilidad para toma de decisiones desde el inicio y a lo largo del proyecto.

Se podrá contar con una bitácora de eventos, en la cual se podrá plasmar incidentes, irregularidades, en fin, todo aquello que amerite quedar registrado para que a futuro se puedan implementar mejoras en el presente proceso. Ver apéndice 1 y 3.

#### **4.1.2. Taller operativo**

El taller operativo es el lugar en donde se llevará a cabo la actividad principal del proceso a implementar, es por ello que se le incluye como uno de los principales responsables dentro de la implementación de la propuesta. Es aquí donde se ejecutará y se le dará cumplimiento al plan, aquí está el personal operativo que será capacitado y será el principal responsable que todo lo planificado se pueda cumplir, aquí surgirán las propuestas de mejora a través de la observación y el desempeño que cada uno de los involucrados tendrán.

El taller es el que tiene la mano de obra calificada, con lo cual se podrá disponer de las habilidades y conocimientos adquiridos por cada uno de sus integrantes, desde el coordinador del taller hasta el técnico con menor jerarquía, serán los responsables de ejecutar a cabalidad cada uno de los procedimientos que hayan sido planificados, siendo los garantes de que la empresa cumpla con el objetivo que se ha propuesto.

##### **4.1.2.1. Cumplimiento del plan**

Dada la logística con la cual se desarrollan las actividades dentro del departamento de equipo de refrigeración, como se mencionó, el cumplimiento de lo planificado estará a cargo del personal que labora en el taller, es por ello y dada la importancia de sus participantes en el desarrollo e implementación de este proyecto, el coordinador del taller será el encargado directo de seguir el plan trazado, quien podrá aportar de su conocimiento y obtener mejoras en los procedimientos que se han establecido.

Aquí resalta la importancia que la capacitación que dicho personal reciba será de gran utilidad en la implementación de los procesos y para el alcance el objetivo propuesto.

#### **4.1.2.2. Personal involucrado**

El personal involucrado va desde el técnico que en un inicio hace contacto con el equipo desde el punto de venta, ya que desde que lo traslada debe de existir un especial cuidado en que por ningún motivo el equipo de refrigeración se manipule de forma que este tenga alguna fuga, debido a algún golpe por mala manipulación del mismo. Seguidamente el personal que recibe el equipo en taller, mismo que evalúa el estado inicial del equipo para poder determinar si dicho equipo es un candidato a ser desechado, tanto por su estructura o por el alto costo que pueda tener una virtual reparación.

El delegado que semanalmente se envía a validar cada uno de estos equipos que, luego de ser revisados en taller y han sido puestos en el listado de candidatos a desechar. Este será el responsable de determinar que equipos proceden y que equipos no proceden para iniciar nuestro procedimiento establecido, mediante el cual pretendemos extraer el refrigerante de cada uno de los equipos a desechar.

El jefe de taller, cumple una función importante, al dirigir a su personal con el manejo adecuado de los equipos que han sido aprobados para ser desechados. Este debe velar por que cada uno de estos equipos a desechar, se manipule y almacenen de forma tal que por ningún motivo el gas refrigerante que aun poseen pueda escaparse del equipo. De tal forma que, si uno de estos equipos aún cuenta con gas refrigerante R134a, debe tenerse el cuidado de

que mientras no sea retirado del interior, el mismo sea puesto en el lugar que haya sido designado para tal fin.

#### **4.1.2.3. Preparación y revisión de equipo**

En la preparación y revisión del equipo, deben de considerarse los procedimientos de servicio que debe ejecutar el técnico de refrigeración.

El uso adecuado y la preparación del equipo necesario para el servicio, separa a un profesional de la refrigeración de uno que no lo es. El equipo que se describen está vigente, y son utilizados en diferentes países de Latinoamérica, de la Comunidad Europea y los Estados Unidos de Norteamérica, los cuales son los siguientes:

- Lentes o gafas de seguridad.
- Camisa de algodón de manga larga.
- Guantes de piel.
- Zapatos de seguridad con punta de acero.
- Manómetros de servicio.
- Termómetro electrónico.
- Una bomba de vacío capaz de aspirar 250 micras.
- Manómetro de vacío electrónico.
- Refractómetro.
- Detector electrónico de fugas.
- Válvulas perforadoras o de aguja.
- Multímetro digital.
- Una unidad recuperadora de gas refrigerante.
- Un cilindro para recuperar gas refrigerante.
- Una báscula electrónica para pesar el cilindro de recuperación.

- Un depósito para el lubricante que se va a retirar del sistema.
- Un dispositivo de control de flujo, ya sea capilar o de válvula de expansión, cuando se aplique el cambio.
- Filtro deshidratador, para la línea de líquido.
- Latas de lubricante.
- Tablas de Presión - Temperatura del gas con el que se va a trabajar.

#### **4.1.2.4. Capacitación del personal**

La capacitación del personal será en un 80 % práctica y en un 20 % teórica, lo anterior se debe a que el trabajo es operativo. La capacitación estará a cargo de FOGEL y entre los principales contenidos a desarrollar se encuentran:

- Procedimientos, reglas y medidas de seguridad para el manejo, transporte y almacenamiento de gases refrigerantes.
- Peligros de recargar un cilindro desechable.
- Reglas de seguridad para el transporte de cilindros con gases refrigerantes.
- Rellenado de cilindros.
- Procedimientos para detectar fugas de gases refrigerantes.
- Recuperar, reciclar y regenerar un gas refrigerante.
- Recuperación y destrucción.

#### **4.2. Registro de datos**

El registro de datos tiene como principal función almacenar y archivar datos relacionados con el proceso de trabajo realizado durante de desecho del equipo de refrigeración.



El registro se podrá llevar a cabo físicamente mediante la consignación de datos en formularios de papel y de forma digital. Ver apéndice 1 y 3.

#### **4.2.1. Medios de registro**

Para el registro de información del proceso de trabajo se utilizarán básicamente dos instrumentos: Medios impresos, como son los formatos para la revisión previa de equipos a desechar y medios electrónicos, en este caso se utilizará SAP que es el sistema informático que la embotelladora utiliza para el control de sus equipos de refrigeración. Ver apéndice 1 y 3.

##### **4.2.1.1. Formatos**

Como formato se usará la ficha de revisión previa, la cual consigna datos relacionados con la bodega donde se almacena el equipo, permite conocer los datos del equipo como modelo, serie y costo entre otros datos como puede observarse en el apéndice 1.

##### **4.2.1.2. Fichas de proceso**

La ficha de proceso, da información de las actividades y responsable las actividades del proceso, como puede observarse en el apéndice 2.

#### **4.3. Ejecución del proceso**

La ejecución del proceso parte desde la aprobación por parte de la gerencia del departamento, al dar su aprobación incluirá en el presupuesto para el mes siguiente en curso la cantidad contenida en la cotización de la tabla II del capítulo 3, con lo cual se pondrá en marcha el plan de ejecución

propuesto en este capítulo en el inciso 4.1.1.1. Se propone iniciar con retomar el acercamiento con FOGEL para definir fecha para la capacitación del personal, hacer las pruebas con el equipo que se adquiera y así finalmente poner en marcha el proceso como un procedimiento habitual y periódico.

#### **4.4. Establecimiento de indicadores**

Los indicadores son parte de las actividades relacionadas con el desecho de los equipos de refrigeración y se relacionan principalmente con la información que se obtendrá de formatos como la ficha de revisión previa o el de preparación de equipo a desechar (ver apéndice 1 y 3). Con ello se obtendrá indicadores tales como:

- Equipos desechados por modelo/año de compra.

Este indicador nos servirá para determinar la relación entre el modelo y el año de compra, es decir, “n” cantidad de equipos del modelo “x” se han desechado, los cuales se compraron en el año “y”.

- Equipos desechados por estructura/ tiempo de uso.

Este indicador nos proveerá de la relación entre equipos desechados por daños en su estructura *versus* el tiempo de vida útil que ha tenido.

- Equipos desechados por problemas eléctricos/total desechados.

Con este indicador podremos determinar qué cantidad de equipos se desechan por daños eléctricos irreversibles, lo cual podría apoyar al

departamento de compras al momento de negociar las garantías con el proveedor de equipos.

- Cantidad de refrigerante R134a recuperado/costo del refrigerante nuevo.

Con esta información podemos tener una relación entre la cantidad del gas R134a que se recupera *versus* el costo actual del refrigerante.

- Tiempo en horas/ número de técnicos que preparan el equipo.

Este indicador nos dará una idea del tiempo invertido en la preparación de equipos a desechar *versus* la cantidad de técnicos utilizados para ello, con lo cual veremos la productividad de la actividad.

Toda la información necesaria para la construcción de dichos indicadores, se obtendrá de los formatos que se diseñaron, no solamente para dejar registro de los procedimientos, sino también para la elaboración de los indicadores de desempeños que nos servirán en la toma de decisiones, con fines de una mejora continua. En el capítulo seis, se amplía más lo referente a estos indicadores.

#### **4.5. Verificación del proceso**

Esta se realizará, previa revisión de evidencia objetiva que se logrará en el proceso del desecho de equipos de refrigeración y la recuperación del gas R134a, de acuerdo a la planificación realizada para su efecto y en la aplicación de los formatos correspondientes para el registro de datos.

Con el registro de datos en los medios propuestos (ver apéndice 1 y 3), se puede verificar que el procedimiento este realizado de acuerdo a lo estipulado.

## **5. ESTUDIO DE MEDIO AMBIENTE**

La presente investigación tiene como propósito fundamental, contribuir a mantener y fortalecer el equilibrio ecológico y protección del medio ambiente mediante el retiro adecuado del refrigerante R134a, con lo cual contribuirá a garantizar un ambiente adecuado para el desarrollo de la salud y bienestar humano.

### **5.1. Conceptos generales**

Al hablar del medio ambiente se hace necesario mencionar conceptos que, de forma general darán un panorama amplio sobre los temas principales a ser considerados. Es por ello que a continuación se menciona los siguientes.

#### **5.1.1. Cambio Climático**

“Es un cambio significativo y duradero de los patrones locales o globales del clima, las causas pueden ser naturales, como por ejemplo, variaciones en la energía que se recibe del Sol, erupciones volcánicas, circulación oceánica, procesos biológicos y otros, o puede ser causada por influencia antrópico (por las actividades humanas), como por ejemplo, a través de la emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases que atrapan calor en este caso específico incluimos el refrigerante R134a, también la alteración del uso de grandes extensiones de suelos que causan finalmente, un calentamiento global” <sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> GALLARDO, M. A. <http://www.global-climate-change.org.uk/>. Consulta: 18 de Febrero de 2016.

### **5.1.2. Efecto invernadero**

Para Beker (1997), la vida en la tierra depende de la energía que recibe del Sol, cerca de la mitad de la luz que llega a la atmósfera terrestre pasa a través del aire y las nubes para llegar a la superficie donde se absorbe y luego es irradiado nuevamente en forma de calor (ondas infrarrojas). De este calor el 90 % es absorbido por los gases de efecto invernadero y devuelta hacia la superficie que la ayuda a calentar hasta una temperatura promedio de 15 grados Celsius, perfecto para la vida. Esto es conocido como el efecto invernadero.

#### **5.1.2.1. Causas del efecto invernadero**

Para Kramer (2004), los gases responsables de este efecto son principalmente el dióxido de carbono y el metano. Estos gases, junto a otros, han existido desde los orígenes de la tierra, pero su presencia en la atmósfera empezó a multiplicarse durante la Revolución Industrial, momento en el que los avances tecnológicos obligaron al uso de combustibles fósiles. A partir de entonces, esta dinámica no ha hecho más que incrementarse, alcanzando un 35 % más de dióxido de carbono que en los niveles pre-industriales.

La dependencia casi total de un modelo energético basado en el carbón, el gas y el petróleo está conduciendo a unas alteraciones en el clima de efectos desastrosos para la vida en el planeta. Las emisiones de gases aumentan en torno al 0,4 % anual y seguirán haciéndolo si no se modifica el abastecimiento de energético. El 80 % de la energía que se utiliza proviene de combustibles fósiles, y casi toda ella es importada. Si se continúa con esta tendencia se provocará una situación insostenible y cambios irreversibles sobre el clima.

Las consecuencias del efecto invernadero provocan consecuencias terribles, en las zonas más pobres del planeta, como las siguientes:

- Deforestación
- Desertización
- Inundaciones
- Huracanes, tifones
- Sequía
- Fusión de los casquetes polares.

## **5.2. Acuerdos y tratados internacionales.**

“El Protocolo de Montreal solicitó la suspensión del consumo y producción de todos los gases refrigerantes fluorocarbonados (CFC) e hidroclorofluorocarbonados (HCFC)”<sup>4</sup>, y desde la puesta en vigencia del protocolo, la industria del aire acondicionado y refrigeración se ha comprometido con la comunidad a establecer sustitutos para los refrigerantes que deterioran la capa de ozono. Desde esa época, un gran número de refrigerantes se ha introducido a nivel mundial, de los cuales algunos son alternativos de largo término, y otros son del tipo transicional. Con la creciente atención a la problemática del deterioro de la capa de ozono, ahora existe una presión más fuerte para adoptar los nuevos refrigerantes con poco o ningún factor de calentamiento global.

Con la atención continua en los refrigerantes de reemplazo, y el crecimiento de las aplicaciones de aire acondicionado y refrigeración, existen actualmente cientos de fluidos refrigerantes y la variedad de sus características

---

<sup>4</sup> OZONO, Boletín. [www.protocolodemontreal.org](http://www.protocolodemontreal.org). 2014. Consulta: 19 de Febrero de 2016.

pueden crear dificultades en el manejo y aplicación de estos para muchos técnicos.

Existen generalmente dos situaciones que necesitan la selección de un refrigerante, la primera surge de la fabricación de sistemas frigoríficos, y la segunda surge de la reparación de una unidad. Para la fabricación de unidades frigoríficas, el proceso de selección del refrigerante es en teoría complejo, e involucra la consideración de un gran número de parámetros.

El Registro de Acuerdos Internacionales relacionados con el Medio Ambiente en 1993, se consigna el Convenio De Viena Para La Protección Del Medio Ambiente, el cual tiene como objetivo la protección de la salud humana y del medio ambiente contra los efectos adversos que puedan resultar de la modificación de la capa de ozono. (págs. 232, 233,234, 235)

Guatemala ratificó y aprobó el convenio el 11 de septiembre de 1987, entrando en vigor el 22 de septiembre de 1988.

### **5.3. Impacto del uso de refrigerantes químicos**

Para Aguilar, Entre los principales compuestos agotadores de la capa de ozono se encuentran los siguientes:

- Los CFC (clorofluorocarbonos), los cuales han sido altamente utilizados en el contexto mundial para refrigeración, acondicionamiento de aire y espumación, como solventes, esterilizantes y propulsores en aerosol.
- En promedio un átomo de cloro es capaz de destruir hasta 100 000 moléculas de ozono.



- Los Halones también producen un efecto aún más crítico que los CFC ya que el bromo puede reaccionar con el ozono entre diez y cien veces más que el cloro.
- Otras sustancias, como el bromuro de metilo, se utilizan con gran frecuencia y representa una amenaza para la capa de ozono.
- Los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), los hidrofluorocarbonos (HFC), los hidrocarburos (HC) y algunos refrigerantes naturales como el amoníaco y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Otras opciones de sustitución son el amoníaco y las sustancias orgánicas, cuyas emisiones directas tienen efecto muy reducido en el clima, aunque sus emisiones indirectas pueden afectar el sistema, entre sus usos se puede mencionar:

- Refrigeración doméstica
- Refrigeración comercial
- Transporte refrigerado
- Aires acondicionados
- Aire acondicionado móvil
- Aerosoles
- Espumas

#### **5.4. Guatemala y el medio ambiente**

El 28 de marzo 2006 el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala emite el Acuerdo Ministerial núm. 218-2006, el cual tiene como propósito prevenir la contaminación ambiental y el equilibrio ecológico.

El decreto tiene como base el convenio de Viena y el Protocolo de Montreal. Con esto Guatemala evidencia su compromiso por el cumplimiento de leyes ambientales, aportando a la cooperación internacional la estructura interna para la verificación y cumplimiento de lo relacionado a la contaminación, en este caso es garante de que en el país las empresas que influyan directa o indirectamente en lo relacionado al medio ambiente, cumplan con lo referente a las leyes.

La embotelladora al ser una empresa guatemalteca, en cumplimiento a las leyes que imperan en el territorio nacional está sujeta a verificar sus procesos y procedimientos con el fin de contribuir en esta ardua labor. Es por ello que se hace necesario que el presente proyecto pueda ser llevado a la práctica lo antes posible.

#### **5.4.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.**

“El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de la República de Guatemala le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.”<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.marn.gob.gt> Consulta: Mayo de 2015.

## Funciones:

De acuerdo con el artículo 29 Bis del Dto. núm. 114-97 del Congreso de la República de Guatemala, Ley del Organismo Ejecutivo, se establecen las funciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, las cuales son:

- Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, respetando el marco normativo nacional e internacional vigente en el país.
- Formular las políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas, así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado.
- Formular, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la política sobre la conservación de los recursos pesquero y suelo, estableciendo los principios sobre su ordenamiento, conservación y sostenibilidad, velando por su efectivo cumplimiento.
- En coordinación con el Consejo de Ministros, incorporar el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible.

- Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla.
- Ejercer las funciones normativas, de control y supervisión en materia de ambiente y recursos naturales que por ley le corresponden, velando por la seguridad humana y ambiental.
- Definir las normas ambientales en materia de recursos no renovables.
- Formular la política para el manejo del recurso hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.
- Controlar la calidad ambiental, aprobar las evaluaciones de impacto ambiental, practicarlas en caso de riesgo ambiental y velar porque se cumplan, e imponer sanciones por su incumplimiento.
- Elaborar las políticas relativas al manejo de cuencas hidrográficas, zonas costeras, océanos y recursos marinos.
- Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas, y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales.
- Elaborar y presentar anualmente el informe ambiental del Estado.
- Promover la conciencia pública ambiental y la adopción del criterio de precaución.

#### **5.4.1.1. Leyes relacionadas al uso de refrigerantes**

El 6 de noviembre de 1997, el Congreso De La Republica De Guatemala emite el Decreto núm. 110 – 97, con base al Convenio de Viena el cual tiene como propósito fundamental la protección de la capa de Ozono, el cual fue dado a conocer mediante el Decreto número 39-87, asimismo del protocolo de Montreal, relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, decreto número 34-89, ambos del Congreso de la República de Guatemala.

##### **5.4.1.1.1. Plazos para su cumplimiento**

El Convenio De Viena Para La Protección Del Medio Ambiente fue ratificado por el Estado de Guatemala el 22 de septiembre de 1988, el Decreto núm. 110 – 97, fue publicado el 12 de noviembre de 1997. A partir de las fechas indicadas las leyes se encuentran vigentes en Guatemala.



## **6. RESULTADOS Y MEJORA**

Los resultados de la investigación se realizan vinculando los objetivos planteados con las teorías generadas, que surgen de la observación e investigación a los procedimientos cotidianos propios del proceso de desecho de equipos de refrigeración y los conocimientos aceptados como válidos en la política de la embotelladora. Esto con el fin de poder aportar mejoras sustanciales al proceso actual, reducción de costos y el registro y medición de indicadores útiles para la toma de decisiones.

### **6.1. Resultados generales**

A continuación abordaremos los resultados obtenidos, los cuales servirán para plantear las bases para alcanzar un mejor desempeño y así obtener una mejora continua.

#### **6.1.1. Interpretación**

En la presente investigación los resultados pueden interpretarse como una investigación de “efecto techo”, porque se ha logrado establecer el proceso de trabajo para la recuperación y reciclaje del gas refrigerante R134a, como puede observarse en flujo del procedimiento para el desecho del equipo donde se ha establecido el procedimiento de principio a fin. Con el establecimiento del flujo se ha logrado cumplir con los objetivos propuestos en la investigación, investigación que permite concluir positivamente sobre la factibilidad de la extracción, reciclaje y almacenamiento del gas R134a.

### 6.1.2. Análisis

Al analizar los resultados se observa la reducción de los costos, tiempo y mejora en el proceso propuesto para la recuperación del gas refrigerante R134a, mediante la implementación de la propuesta que abarca varios aspectos relacionados a estos indicadores.

Mediante el proceso propuesto, se ha logrado establecer que la empresa embotelladora reducirá los costos de operación hasta un 71,40 %, tomando en cuenta un salario de Q 2 747,04 al mes, actualmente se necesitan siete técnicos trabajando cuatro días a la semana para preparar los equipos que se van a desechar, con el proceso propuesto se necesitarán dos técnicos durante el mismo periodo, como puede observarse en la siguiente tabla.

Tabla V. **Comparación de método actual contra propuesta**

<b>Propuesta</b>	<b>Número de Técnicos</b>	<b>No. días</b>	<b>Jornales</b>	<b>Costo/día</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Anterior	7	4	28	91,57	2 563,96	100,0
Propuesto	2	4	8	91,57	732,56	28,6
<b>Ahorro</b>						<b>71,4</b>

Fuente: elaboración propia.

De la misma manera el tener la opción de reciclar el gas refrigerante que sea recuperado representa un ahorro considerable, puesto que se puede reducir la inversión por la compra de refrigerante nuevo; se estima que el ahorro podría llegar hasta un 50 %, comparado a tener que comprarlo nuevo.



Considerando lo anterior la mejora está relacionada en función de la reducción del costo, mejora en el proceso de recuperación, reducción y optimización de tiempo en la revisión del equipo de desecho.

## **6.2. Indicadores de desempeño**

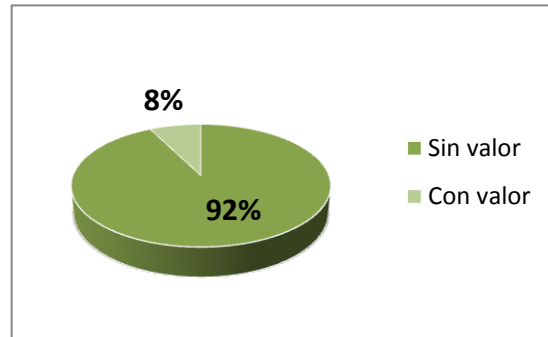
De acuerdo a la naturaleza de la investigación, los indicadores de desempeño que la empresa actualmente utiliza, proporcionan información diversa, útil para el desenvolvimiento del departamento; sin embargo, se concentró la atención en indicadores que fueran más en sintonía con el objetivo de la investigación realizada, por lo cual en el capítulo 4 se mencionan indicadores que deben ser evaluados transcurrido un tiempo prudente, se sugiere no más de 1 año. Con ello se pretende verificar su utilidad y en base a ella se podrá continuar con su uso, o bien, mejorarlos según la necesidad que sea requerida.

### **6.2.1. Relacionados a costos**

En base a la información obtenida en el formato de revisión previa, se obtienen los datos necesarios para determinar cuántos equipos se desechan, con valor y cuantos, sin valor, de la relación de estos dos datos se ve positivo debido a que una relación de más de 10 es conveniente para la operación. Por ejemplo:

Figura 18. Equipos desechados con valor

Equipo	Total
Sin valor	172
Con valor	14
<b>Total</b>	<b>186</b>



Fuente: elaboración propia.

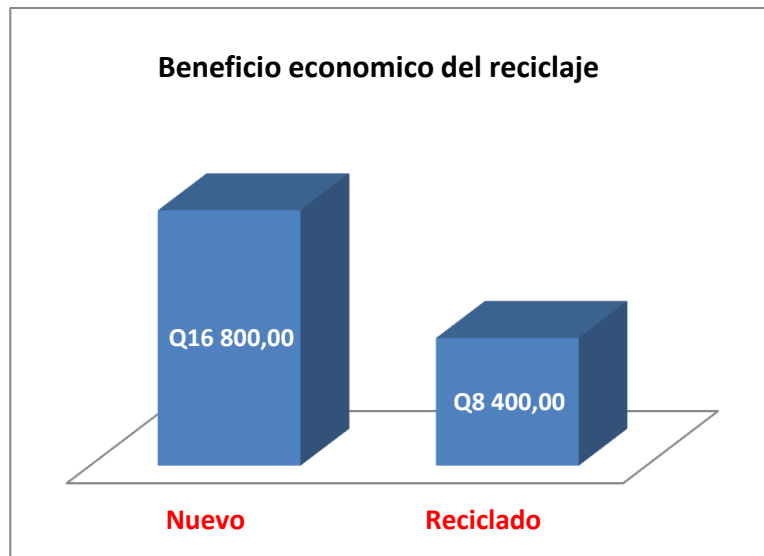
En el último lote de equipos desechados se retiraron un total de 186 equipos, de los cuales únicamente 14 aún tenían un valor contable para la empresa, es decir que no se han depreciado totalmente.

Otro indicador es el referente al ahorro que se obtendría al reciclar el refrigerante R134a que se recupera de los equipos a que normalmente se desechan. Del formato de preparación de equipo podemos obtener el total de libras recuperadas con lo cual podemos obtener los datos necesarios.

Como ejemplo se puede observar en el siguiente cuadro y grafica adjunta, el ahorro significativo al utilizar gas 134a de procedencia nuevo y reciclado, en cilindros de 30 libras, considerando una procedencia anual de 24 cilindros, se obtendría el 50 % de ahorro en la adquisición de gas reciclado.

Tabla VI. Consumo refrigerante I

Procedencia R134a	Costo promedio	Consumo promedio anual	Total
Nuevo	Q 700,00	24	Q 16 800,00
Reciclado	Q 350,00	24	Q 8 400,00
<b>Ahorro</b>			<b>Q 8 400,00</b>



Fuente: elaboración propia.

### 6.2.2. Relacionados a tiempos

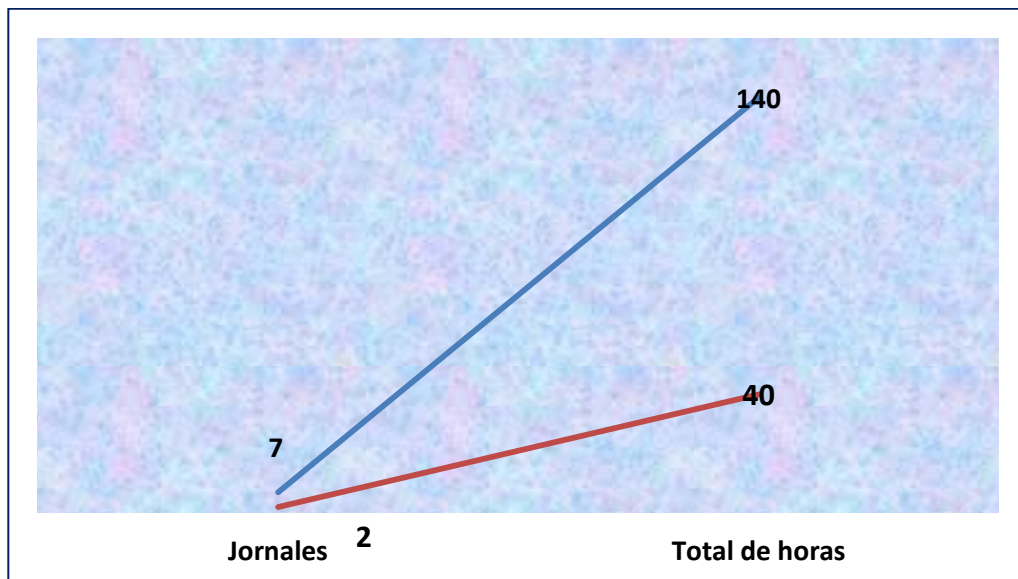
El tiempo de operación en la preparación de los equipos a desechar, se puede medir y reducir, para ello nos basamos al formato de preparación de equipo, con el cual podemos obtener el dato en horas utilizadas y cantidad de técnicos involucrados en este procedimiento.

Se obtuvieron datos que, con el proceso anterior, el equipo utilizaba un promedio de cinco horas por técnico, laborando cuatro jornadas laborales, en conjunto requerían de 140 horas. Con el proceso propuesto únicamente

laboraran dos técnicos, quienes requieren un promedio de cinco horas preparar el equipo que se desechó, durante el mismo periodo, requiriendo 40 horas, con lo cual se obtiene una reducción de tiempos en un 71,40 %.

Adicional a ellos, cuando se tomaban siete técnicos para el proceso anterior, era todo el personal del área de producción del taller, lo que implicaba detener por completo la producción, en este caso tomando uno o dos técnicos, no se ve afectada la producción, ya que los seis o cinco restantes continúan con sus labores.

Figura 19. **Relación de tiempos**



Fuente: elaboración propia.

### 6.2.3. **Relacionados al medio ambiente**

El beneficio de no liberar el gas refrigerante R134a, a la atmósfera es el que minimiza el efecto de invernadero, se puede indicar que un gramo de gas

liberado, tiene un efecto de calentamiento global equivalente a liberar 1 410 gramos de dióxido de carbono.

Se estima que el volumen recuperado por equipo oscila entre 8 y 10 onzas, lo que representa entre 226 y 283 gramos de R134a, esto equivale a liberar unos 400 000 gramos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por equipo. Si tomamos en cuenta que al año pueden desecharse más de mil equipos, la cantidad y el impacto que esto representa es brutal.

### **6.3. Revisiones periódicas**

Tomando en consideración que las leyes y tecnologías, en el transcurso del tiempo siempre sufren cambios, por lo que se hace necesario contemplar revisiones periódicas que beneficien el método propuesto para la presente investigación.

#### **6.3.1. Actualización de leyes relacionadas**

La empresa embotelladora, monitoreara las leyes y los acuerdos ambientales, tanto nacionales como internacionales, para darle cumplimiento a cualquier modificación relacionada con el Gas 134a. Dado que año con año las leyes en materia ambiental se vuelven cada mes más rígidas, el departamento de refrigeración debe subir hasta la gerencia general la iniciativa, para que dentro de las políticas de la empresa, se asigne al departamento legal todo lo referente al monitoreo de leyes relacionadas al tema de refrigeración comercial, ya que es uno de los pilares que tiene la empresa y uno de los recursos que el departamento de ventas utiliza para cumplir sus objetivos.

### **6.3.2. Actualización de tecnologías**

Con el propósito de tener un efectivo acompañamiento para darle cumplimiento a los objetivos de recuperación del gas refrigerante R134a, la empresa embotelladora deberá de establecer un sistema de seguimiento y evaluación del proceso de recuperación del gas refrigerante. Es de todo conocido que la tecnología es cambiante y en pocos años puede surgir algún equipo que mejore el actual proceso propuesto.

### **6.4. Verificación y validación del proceso propuesto**

Para la verificación y validación del proceso propuesto, se le proporciona a la empresa un registro de datos que le permiten monitorear, así como evidenciar el estricto cumplimiento en materia ambiental, la revisión y el proceso de dicha operación queda asignada al departamento de refrigeración de la empresa y al delegado de la gerencia del departamento.

### **6.5. Auditorías**

La auditoría presenta una oportunidad para evaluar si lo ejecutado concuerda con lo que se ha planificado. Si se ha cumplido a cabalidad con el objetivo inicial propuesto, tanto en lo relacionado a la mejora que se pretende en el proceso que inicialmente se tenía, pero aún más en lo relacionado al impacto ambiental y el aporte que la empresa hace, como parte de su responsabilidad empresarial. Las auditorías se clasificarán en internas y externas, estas podrán hacerse en forma periódica, según lo vea necesario la gerencia del departamento de refrigeración.

### **6.5.1. Internas**

La auditoría interna será realizada por un delegado designado por la embotelladora, tendrá a su cargo la validación del registro, de cada uno de los procedimientos establecidos como válidos, pero principalmente se buscará determinar si algún procedimiento no se está llevando a cabo, de acuerdo a la capacitación que en sus momentos se brindó.

Para esto, el delegado debe contar con el conocimiento mínimo referente a los procedimientos, objetivos y requerimientos que la gerencia determine. Una vez evaluado todo el proceso, se podrán emitir recomendaciones para buscar una mejora, acorde a los criterios y políticas que hasta el momento estén vigentes dentro de las políticas de la empresa.

### **6.5.2. Externas**

La auditoría externa estará a cargo de empresas como FOGEL u otros proveedores de equipo, empresas que deben de realizar un examen crítico, sistemático y detallado de la recuperación y traslado del gas refrigerante R134a, así como la validación y cumplimiento de los procesos más actualizados, a los cuales ellos tengan acceso, dentro de sus objetivos deben considerarse:

- Aportar sugerencias que busquen mejorar el proceso, basándose en los resultados de su auditoría.
- Proporcionar los lineamientos generales sobre el manejo del gas en su recuperación y traslado para el reciclaje o disposición final.

- Sugerir cambios de tecnología, basándose en la disponibilidad que en su momento cuenten.

## **6.6. Beneficio / costo**

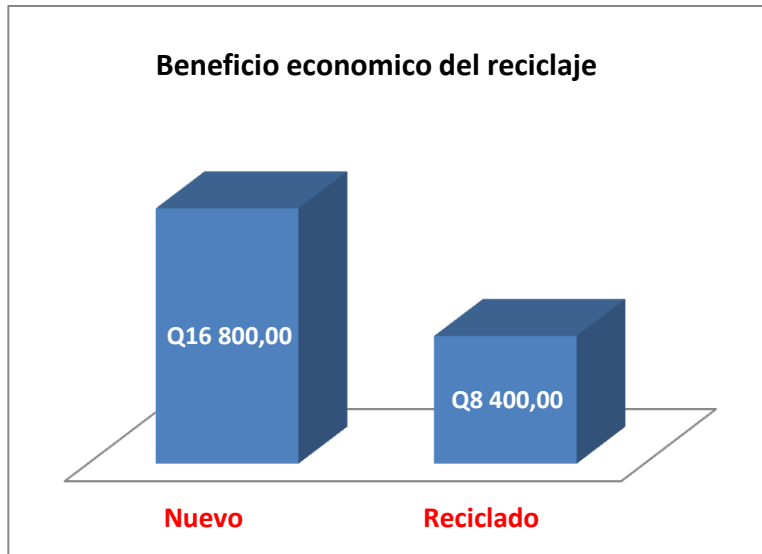
Al llega a este punto de la investigación, se puede decir que el beneficio - costo es factible clasificarlo en, beneficio económico y beneficio ambiental. Cada uno de estos dos, de manera individual aportan un plus al desempeño que la empresa obtiene con la implementación de la propuesta.

En el caso del beneficio económico, hay un buen porcentaje de ahorro al reutilizar el refrigerante recuperado, esto implica que se hace más eficiente el uso de los recursos monetarios que el departamento utilice para este fin. El porcentaje puede llegar hasta un 50 % por lo que es significativo.



Tabla VII. Consumo refrigerante II

Procedencia R134a	Costo promedio	Consumo promedio anual	Total
Nuevo	Q 700,00	24	Q 16 800,00
Reciclado	Q 350,00	24	Q 8 400,00
<b>Ahorro</b>			<b>Q 8 400,00</b>



Fuente: elaboración propia.

Respecto al ahorro que se obtendría al optimizar el recurso humano, según los cálculos realizados se puede obtener hasta un 71,4 % dándole un valor monetario equivalente al salario mínimo actual. número

Tabla VIII. **Comparación de método actual contra propuesta**

Propuesta	Número de Técnicos	núm. días	Jornales	Costo/día	Total	%
Anterior	7	4	28	91,57	2 563,96	100,0
Propuesto	2	4	8	91,57	732,56	28,6
<b>Ahorro</b>						<b>71,4</b>

Fuente: elaboración propia.

En el caso del beneficio ambiental, el simple hecho de no incrementar el efecto invernadero por malas prácticas en el uso de refrigerantes químicos, supone un avance en cuanto a la responsabilidad social y empresarial.

Tomando en cuenta los parámetros de la siguiente tabla y considerando que en promedio se desechan 500 equipos mensualmente por la embotelladora, se estima que un 50 % aun contienen refrigerante R134a en su interior, asumiendo que en promedio cada equipo tendrá unas 10 onzas de refrigerante, estamos hablando que no se da un manejo adecuado de 718 750 gramos de refrigerante lo cual equivale a 13 437 500 gramos de CO<sub>2</sub>.

Tabla IX. **Parámetros del Refrigerante R134a**

Parámetros del refrigerante R134a	Potencial de agotamiento de capa de ozono	0
	Potencial de calentamiento global	1410
	Vida en la atmósfera (años)	13,6

Fuente: elaboración propia.

En unos cuatro años podrían haberse desechado 10 000 refrigeradores lo que equivaldría a que 500 vehículos hubieran contaminado el medio ambiente al haber recorrido 30 000 kilómetros cada uno.

Figura 20. **Beneficio costo ambiental**



Fuente: elaboración propia, cálculos con base en la Sociedad de Constructores y Comerciantes de Motores del Reino Unido (aporte FOGEL).



## CONCLUSIONES

1. Las debilidades de la empresa están relacionadas con la subcontratación de una empresa externa, para evaluar el desecho del equipo, confiando en su evaluación. La investigación realizada ha logrado determinar que hay equipo que puede ser recuperado y utilizado.
2. La empresa hace esfuerzos grandes para cumplir con las leyes y reglamentos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, puesto que el refrigerante que actualmente utiliza no causa daños a la capa de ozono, sin embargo el R134a si contribuye al calentamiento global y es algo sobre lo cual deberá mejorar.
3. Se registró la evidencia de la empresa, en relación al proceso de extracción, manejo, traslado y deposito del gas R134a, documentando cada una de sus etapas.
4. Actualmente la empresa no tiene ningún riesgo en el almacenaje y traslado del refrigerante hacia su destino final.
5. Se contactó a la empresa FOGEL, quienes manifiestan estar de acuerdo en el manejo final del refrigerante, empresa que tiene relaciones comerciales con la embotelladora.
6. Existe equipo y tecnología en Guatemala, para el reciclaje y extinción del gas R134a. La empresa FOGEL, cuenta con esta capacidad y experiencia al ser un proveedor directo para la embotelladora.

7. Los costos de operación de extracción, manejo, traslado y depósito del gas R134a, se plantea en dos momentos para su reducción, el primero de ellos es asignando a un técnico a la revisión de un determinado número de equipo a desechar, para no afectar las actividades normales del departamento de refrigeración y el segundo momento, utilizando el gas recuperado de los equipos desechados.
  
8. El costo beneficio es positivo para la empresa, debido a que reduce los costos de reparación del equipo, por otro lado, se contribuye a minimizar el efecto de invernadero al no liberar el gas refrigerante 134<sup>a</sup> a la atmósfera, debido a que un gramo de gas liberado, tiene un efecto de calentamiento global equivalente a liberar 1 410 gramos de dióxido de carbono.

## RECOMENDACIONES

1. La presente investigación ha permitido determinar que el reciclaje y la reutilización del gas 134a, tiene beneficios económicos que permiten reducir los costos de operación en la reparación de los equipos de refrigeración y que evita la contaminación ambiental al no liberar este gas a la atmosfera. Por lo que se recomienda a todas aquellas empresas relacionadas con esta actividad ejecutar estas buenas prácticas industriales.
2. Se recomienda que se establezca una unidad de seguimiento dentro del Departamento de Refrigeración, para acompañar el proceso de recuperación del gas R134a, y que sea vinculante con la empresa embotelladora y la recicladora.
3. Se recomienda establecer un cronograma de entrega y recepción del gas recuperado con la empresa recicladora, con el propósito de establecer demora en el trabajo.
4. Se recomienda a la empresa embotelladora, monitorear las leyes y los acuerdos ambientales tanto nacionales como internacionales para darle cumplimiento a cualquier modificación relacionada con el Gas 134a.





## BIBLIOGRAFÍA

1. ACHAVAL, Alberto. *Crecimiento demográfico y contaminación ambiental*. Buenos Aires: Dunken, 2006. 250 p.
2. AGUILAR Villanueva, Alejandra De La Paz, Altamirano Ibarria, Sergio Alejandro y González Chávez, Fernando. [En línea] [www.monografias.com](http://www.monografias.com) Educación. [Consulta: 2 de Febrero de 2016].
3. BECKER, Dan. Global Warming Central: Debate number three, 1997. [En línea] <http://www.law.pace.edu>. [Consulta: 18 de Febrero de 2016].
4. GALLARDO, M. A. <http://www.global-climate-change.org.uk/>. [En línea]. [Consulta: 18 de Febrero de 2016].
5. KRAMER, Fernando. *Educación Ambiental Para el Desarrollo Sostenible*. Madrid: Catarata, 2004. 389 p.
6. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [En línea] [www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es). [Consulta: 2 de Febrero de 2016].
7. MONTREAL. Ozono Boletín. [En línea] [www.protocolodemontreal.org](http://www.protocolodemontreal.org). 2014. [Consulta: 19 de Febrero de 2016].

8. MOROTO, José Paz. *La Contaminación Ambiental*. España: Real Academia de Medicina, 1971. 233 p.
  
9. PARKER, Alber. *Efectos de la contaminación del aire y salud*. [aut. libro] Albert Parker. Contaminación del aire por la Industria. Barcelona, España: Reverté, S.A., 1,983, págs. 324 p.
  
10. PLAZAS MONROY, Juan Pablo. Catalunya, Universidad Politècnica de. 2012. Capa de ozono. *Los refrigerantes y el medio ambiente*. Barcelona, España: s.n., 2012, 197 p.
  
11. POLIGAZ. [En línea] [www.poligaz.com/index.php/gases-refrigerantes/R134a](http://www.poligaz.com/index.php/gases-refrigerantes/R134a). [Consulta: 1 de Febrero de 2016].

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Ficha de revisión previa

pepsi		REVISIÓN PREVIA DE EQUIPOS A DESECHAR															
BODEGA DE REVISIÓN :																	
REVISADO POR:		FECHA DE REVISIÓN :															
					<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>MODELO</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ESTRUCTURA</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ELÉCTRICO</td> </tr> </table>					1	MODELO	2	ESTRUCTURA	3	ELÉCTRICO		
1	MODELO																
2	ESTRUCTURA																
3	ELÉCTRICO																
No.	MODELO	No. SERIE	No. ACTIVO	No. FICHA	Valor Actual Q.	1	2	3	OBSERVACIONES								
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	
32																	
33																	
34																	
35																	
36																	
37																	
38																	
39																	
40																	
41																	
Vo. Bo. Jefe Inmediato				TOTAL EQUIPOS CON VALOR					TOTAL EQUIPOS SEGÚN CLASIFICACION								
				TOTAL EQUIPOS SIN VALOR					<table border="1"> <tr> <td>MODELO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ESTRUCTURA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ELÉCTRICO</td> <td></td> </tr> </table>			MODELO		ESTRUCTURA		ELÉCTRICO	
MODELO																	
ESTRUCTURA																	
ELÉCTRICO																	

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Ficha de proceso



EMBOTELLADORA LA MARIPOSA S.A.

FICHA DE PROCESO		
PROCESO	VERSIÓN	1,1
DESECHO DE EQUIPO DE REFRIGERACIÓN	No	1
GESTOR:	FECHA:	13/05/2016
FECHA DE REVISIÓN 2016		
<b>MISIÓN</b>		
Desechar equipos de refrigeración que tienen daño permanente en su estructura, que tienen problemas eléctricos irreversibles o que simplemente ya no se cuenta con stock de repuestos para poder reactivarlos.		
<b>ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROCESO</b>		
Revisión del modelo a desechar Revisión de la estructura general del equipo Revisión del funcionamiento eléctrico Revisión de los componentes propios del enfriamiento	Ubicación del número de activo que le corresponde Verificación del valor contable que corresponde al activo Extracción del gas refrigerante Preparación final del equipo a desechar	
<b>RESPONSABLES DEL PROCESO</b>		
Todo el personal de bodega, jefes de taller y coordinador de equipo de refrigeración		
<b>ENTRADAS DEL PROCESO</b>	<b>SALIDAS DEL PROCESO</b>	
Equipos retirados en los diferentes puntos de ventas	Cilindros con gas refrigerante R134a retirado de los equipos desechados	
<b>PROCESOS REALACIONADOS</b>		
Autorización del comité de finanzas que autoriza el desecho de activos de la empresa		
<b>PRINCIPALES INDICADORES</b>		
Equipos desechados por modelo / año de compra	Equipos desechados por problemas eléctricos / total desechado	
Equipos desechados por estructura / tiempo usado	Cantidad de refrigerante R134a recuperado / costo refrigerante nuevo	
tiempo en horas/ No. Técnicos que preparan Ef a desechar		

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Preparación de equipo a desechar



EMBOTELLADORA LA MARIPOSA S.A.

NO.

PREPARACIÓN DE EQUIPO A DESECHAR					
<b>BODEGA:</b> <input type="text"/>	Total cilindros utilizados	<input type="text"/>	<b>HORA INICIO</b> <input type="text"/>		
<b>TÉCNICO # 1:</b> <input type="text"/>	Total libras recuperadas	<input type="text"/>	<b>HORA FINAL</b> <input type="text"/>		
<b>TÉCNICO # 2:</b> <input type="text"/>	Total equipos preparados	<input type="text"/>	<b>TOTAL DE HORAS</b> <input type="text"/>		
<b>TÉCNICO # 3:</b> <input type="text"/>	FECHA INICIO      FECHA FINAL		<input type="text"/>		
		<input type="text"/>			

No.	MODELO EQUIPO	SERIE	AÑO DE FABRICACIÓN	LIBRAS R134a RECUPERADAS	OBSERVACIONES

vo. Bo. Jefe bodega

Vo. Bo. Representante Embotelladora

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Afiche informativo

**Cuidamos el medio ambiente**

**BENEFICIOS**

- Contribuimos en la reducción del calentamiento global.
- Cumplimiento con nuestra responsabilidad empresarial en apego a nuestras políticas.
- 



**Nuevo procedimiento para retiro de refrigerante en nuestros equipos fríos**

Ingresa a [www.embotelladora/procesosdeequipofrio](http://www.embotelladora/procesosdeequipofrio) para conocer el procedimiento.



Puedes ingresar con tu usuario y contraseña y descargarlo a partir de hoy



Fuente: elaboración propia.