



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

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLIMATIZACIÓN PARA RECICLAJE DE GASES  
REFRIGERANTES Y UTILIZACIÓN DE GASES HIDROCARBUROS, APLICANDO  
COMPETENCIAS LABORALES, DIRIGIDO A LA CARRERA DE TÉCNICO AUTOMOTRIZ  
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

**Jorge Rolando Pacheco Moran**

Asesorado por el Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres

Guatemala, agosto de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLIMATIZACIÓN PARA RECICLAJE DE GASES  
REFRIGERANTES Y UTILIZACIÓN DE GASES HIDROCARBUROS, APLICANDO  
COMPETENCIAS LABORALES, DIRIGIDO A LA CARRERA DE TÉCNICO AUTOMOTRIZ  
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JORGE ROLANDO PACHECO MORAN**

ASESORADO POR EL ING. BYRON GIOVANNI PALACIOS COLINDRES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



**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:

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLIMATIZACIÓN PARA RECICLAJE DE GASES  
REFRIGERANTES Y UTILIZACIÓN DE GASES HIDROCARBUROS, APLICANDO  
COMPETENCIAS LABORALES, DIRIGIDO A LA CARRERA DE TÉCNICO AUTOMOTRIZ  
DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha mayo de 2011.

  
**Jorge Rolando Pacheco Moran**



Guatemala, 6 de Agosto de 2012

Ingeniero  
Julio Campos  
Director Escuela Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Campos.

Al saludarle me dirijo a usted para informarle que ha sido concluido satisfactoriamente el trabajo de graduación: **MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLIMATIZACIÓN PARA RECICLAJE DE GASES REFRIGERANTES Y UTILIZACIÓN DE GASES HIDROCARBUROS, APLICANDO COMPETENCIAS LABORALES, DIRIGIDO A LA CARRERA DE TÉCNICO AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR**, elaborado por el estudiante Jorge Rolando Pacheco Morán, identificado con carné 199830478, tema para el cual fui asignado como asesor.

Considerando que se han cumplido las metas propuestas al inicio del trabajo y lo encuentro totalmente satisfactorio, por lo que recomiendo la aprobación del mismo.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,



Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres  
Colegiado Activo No. 5641

*Ing. Byron G. Palacios C.*  
Colegiado No. 5641



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 07 de mayo de 2013  
REF.EPS.DOC.541.05.13.

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León De de León.

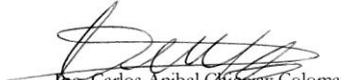
Por este medio atentamente le informo que como Asesor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jorge Rolando Pacheco Morán** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 199830478, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLIMATIZACIÓN, PARA RECICLAJE DE GASES REFRIGERANTES Y UTILIZACIÓN DE GASES DE HIDROCARBUROS, APLICANDO COMPETENCIAS LABORALES, DIRIGIDO A LA CARRERA DE TÉCNICO AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Carlos Anibal Chirioy Coloma  
Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
CACC/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 07 de mayo de 2013  
REF.EPS.D.339.05.13

Ing. Julio César Campos Paiz  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

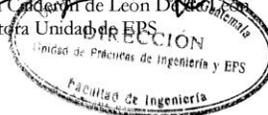
Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLIMATIZACIÓN, PARA RECICLAJE DE GASES REFRIGERANTES Y UTILIZACIÓN DE GASES DE HIDROCARBUROS, APLICANDO COMPETENCIAS LABORALES, DIRIGIDO A LA CARRERA DE TÉCNICO AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jorge Rolando Pacheco Morán** quien fue debidamente asesorado por el Ing. Byron Giovanni Palacios Colindres y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Sigrid Aliza Cordero de León  
Directora Unidad de EPS  


SACde LDdL/ra



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación, MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLIMATIZACIÓN PARA RECICLAJE DE GASES REFRIGERANTES Y UTILIZACIÓN DE GASES HIDROCARBUROS, APLICANDO COMPETENCIAS LABORALES, DIRIGIDO A LA CARRERA DE TÉCNICO AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR del estudiante **Jorge Rolando Pacheco Morán**, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, mayo de 2013.

JCCP/behdei

**ESCUELAS:** Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. **Carreras:** Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. **Centros:** de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 583.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLIMATIZACIÓN PARA RECICLAJE DE GASES REFRIGERANTES Y UTILIZACIÓN DE GASES HIDROCARBUROS, APLICANDO COMPETENCIAS LABORALES, DIRIGIDO A LA CARRERA DE TÉCNICO AUTOMOTRIZ DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO GUATEMALA SUR,** presentado por el estudiante universitario: **Jorge Rolando Pacheco Moran,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, 20 de agosto de 2013

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>A Dios</b>         | Por haberme brindado la vida y sabiduría para así poder culminar esta importante parte de mis metas. |
| <b>A mi familia</b>   | Mi esposa Brenda de Pacheco y mis hijos Jorge Rogelio y Pablo Andrés.                                |
| <b>A mis padres</b>   | Willy Rogelio Pacheco Josué (q.e.p.d.) y Olga Amarilis Morán Barrios de Pacheco.                     |
| <b>A mis hermanos</b> | Ana María, Guillermo, Carlos, Ricardo y Juan Armando Pacheco.  |
| <b>A mis amigos</b>   | Quienes de una u otra manera me apoyaron en el transcurso de mi carrera.                             |



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**A Dios**

Por haberme brindado la vida y sabiduría para así poder culminar esta importante parte de mis metas.

**A mi madre y esposa**

Por su apoyo incondicional.

**A los ingenieros  
catedráticos**

Por contribuir a mi formación profesional, al brindarme sus conocimientos académicos a través de su didáctica.

**A los ingenieros**

Byron Palacios, Carlos Anibal Chicojay Coloma y Julio Campos, por su valiosa colaboración y apoyo en la asesoría del presente trabajo.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XV
GLOSARIO .....	XVII
RESUMEN .....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Generalidades del Instituto Tecnológico Universitario	
Guatemala Sur .....	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Actividades.....	3
1.1.3. Misión y visión .....	7
1.1.4. Organigrama .....	8
1.1.5. Ubicación .....	8
1.2. Conceptos generales.....	10
1.2.1. Refrigeración y termodinámica.....	10
1.2.2. Energía calorífica y su transmisión.....	11
1.2.3. Ozono, efecto invernadero y contaminación	
ambiental.....	12
1.2.4. Implementación de Manual de prácticas de	
Climatización .....	14
1.2.5. Aplicación investigativa .....	14
1.2.6. Planificaciones estratégicas .....	14
1.2.7. Aplicaciones directas.....	15

1.3.	Variables de la investigación .....	15
1.4.	Análisis de riesgos .....	17
1.4.1.	Determinación del problema .....	17
1.4.2.	Tipos y análisis de riesgos .....	18
1.4.3.	Equipo de protección personal .....	18
1.4.4.	Mitigación de riesgos .....	18
1.4.5.	Metodología .....	19
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL.....	23
2.1.	Práctica No. 1 .....	23
2.1.1.	Objetivos.....	23
2.1.2.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 3 a 4 horas .....	23
2.2.	Práctica No. 2.....	24
2.2.1.	Objetivos.....	24
2.2.2.	Introducción teórica.....	25
2.2.2.1.	Antecedentes de las competencias laborales .....	25
2.2.2.2.	Conceptos generales.....	25
2.2.2.3.	Los recursos humanos y las competencias laborales .....	26
2.2.2.4.	Normas ISO y las competencias laborales .....	28
2.2.3.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 2 a 3 horas .....	29
2.2.4.	Investigación complementaria .....	30
2.2.4.1.	Áreas y subáreas de competencia laboral.....	33

	2.2.4.2.	Campos de competencias básicas y genéricas .....	36
	2.2.4.3.	Competencias específicas .....	37
	2.2.4.4.	Competencias básica.....	37
	2.2.4.5.	Competencias genéricas.....	37
2.3.		Práctica No. 3 .....	38
	2.3.1.	Objetivos .....	38
	2.3.2.	Introducción teórica .....	40
	2.3.2.1.	Desarrollo de la Seguridad e Higiene Industrial .....	40
	2.3.2.2.	Inicios de la Seguridad e Higiene Industrial en Guatemala .....	40
	2.3.2.3.	Funciones de la Seguridad e Higiene Industrial .....	42
	2.3.2.4.	Razones para instalar programas de seguridad .....	43
	2.3.2.5.	Legales .....	43
	2.3.2.6.	Razones morales .....	45
	2.3.2.7.	Conceptos importantes de accidentes ..	45
	2.3.3.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 4 horas .....	48
2.4.		Práctica No. 4 .....	49
	2.4.1.	Objetivos .....	49
	2.4.2.	Introducción teórica .....	49
	2.4.2.1.	Funcionamiento del circuito de climatización automotriz.....	54
	2.4.2.1.1.	Etapa 1: compresión .....	54
	2.4.2.1.2.	Etapa 2: condensación.....	54
	2.4.2.1.3.	Etapa 3: filtrado y secado	55

	2.4.2.1.4.	Etapa 4: expansión .....	55
	2.4.2.1.5.	Etapa 5: evaporación .....	56
	2.4.2.1.6.	Etapa 6: control.....	56
	2.4.2.1.7.	Funcionamiento del circuito de calefacción....	57
	2.4.2.2.	Elementos del sistema de climatización automotriz .....	59
	2.4.2.2.1.	El compresor.....	59
	2.4.2.2.2.	El condensador .....	76
	2.4.2.2.3.	Evaporador .....	80
	2.4.2.2.4.	La válvula de expansión	82
	2.4.2.2.5.	Filtro deshidratador .....	84
	2.4.3.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 6 a 8 horas .....	85
2.5.		Práctica No. 5 .....	86
	2.5.1.	Objetivos.....	86
	2.5.2.	Introducción teórica.....	86
	2.5.3.	Materiales y equipos .....	90
	2.5.4.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 4 a 5 horas .....	91
	2.5.5.	Guía de presión y temperatura para diferentes tipos de refrigerantes marca Suva de Dupont .....	96
2.6.		Práctica No. 6 .....	98
	2.6.1.	Objetivos.....	98
	2.6.2.	Introducción teórica.....	99
	2.6.2.1.	Reparación de aire acondicionado automotriz en talleres mecánicos .....	100

	2.6.2.2.	Funcionamiento y desmontaje de partes de un sistema de climatización automotriz.....	102
	2.6.2.3.	Diagrama de funcionamiento .....	102
	2.6.2.4.	Principios de funcionamiento .....	104
	2.6.2.5.	Desmontaje de componentes .....	106
	2.6.3.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 6 a 8 horas .....	110
2.7.		Práctica No. 7 .....	112
	2.7.1.	Objetivos .....	112
	2.7.2.	Introducción teórica .....	112
	2.7.3.	Materiales y equipos .....	115
	2.7.4.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 4 a 6 horas .....	116
	2.7.4.1.	Parte I, medida y corte de tubos .....	116
	2.7.4.2.	Parte II, doblaje de tubos .....	117
	2.7.4.3.	Parte III, expansión de la tubería de cobre y aluminio de ¼” .....	118
	2.7.4.4.	Parte IV, avellanado de tubería 1/4.....	119
	2.7.4.5.	Parte V, empalmes de tubería de cobre y aluminio.....	120
	2.7.4.6.	Parte VI, soldadura acetilénica en tuberías de cobre y aluminio .....	120
	2.7.4.7.	Parte VII, detección de fugas en empalmes con tubería de cobre y aluminio.....	121
	2.7.5.	Análisis de resultados .....	122
	2.7.6.	Investigación complementaria .....	122
2.8.		Práctica No. 8 .....	123

2.8.1.	Objetivos.....	123
2.8.2.	Introducción teórica.....	123
2.8.2.1.	Servicios de diagnóstico y mantenimiento preventivo.....	126
2.8.2.2.	Emisiones y consumo de combustible .....	131
2.8.2.3.	Mantenimiento preventivo y correctivo .....	134
2.8.2.4.	Tratamiento de malos olores .....	136
2.8.2.5.	Mantenimiento al filtro de habitáculo ..	137
2.8.2.6.	Mantenimiento al conducto de evacuación de los condensadores .....	139
2.9.	Práctica No. 9 .....	141
2.9.1.	Objetivos.....	141
2.9.2.	Introducción teórica.....	141
2.9.2.1.	Tipos de fluidos refrigerantes .....	143
2.9.2.1.1.	Refrigerantes R12:(freón 12) .....	143
2.9.2.1.2.	Refrigerante R134a.....	144
2.9.2.2.	Comparativa entre refrigerantes .....	144
2.9.3.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 6 a 8 horas .....	149
2.9.4.	Materiales y equipos, se recomienda trabajar en grupos de 4 a 6 personas .....	150
2.10.	Práctica No. 10 .....	152
2.10.1.	Objetivos.....	152
2.10.2.	Introducción teórica.....	152
2.10.2.1.	La reconversión del circuito de R12 a R134a .....	153

	2.10.2.2.	Diferencias entre los sistemas que utilizan R12 y los que utilizan R134A .....	154
	2.10.2.3.	Procedimiento de conversión a R134A, de circuitos funcionando con R12 .....	157
	2.10.2.3.1.	Tipos de reconversión ..	157
	2.10.2.3.2.	Ventajas en la reconversión del circuito de R12 a R134A .....	158
	2.10.3.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 6 a 8 horas .....	161
	2.10.4.	Análisis de resultados .....	168
	2.10.5.	Investigación complementaria .....	168
2.11.	Práctica No. 11 .....		169
	2.11.1.	Objetivos .....	169
	2.11.2.	Introducción teórica .....	170
	2.11.2.1.	La industria ha adoptado definiciones específicas para estos términos.....	170
	2.11.2.2.	Equipo para recuperar refrigerante .....	172
	2.11.2.3.	Equipo para reciclar refrigerante.....	174
	2.11.2.4.	Mezcla de gases diferentes .....	177
	2.11.3.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 6 a 8 horas .....	178
	2.11.4.	Investigación complementaria .....	181
	2.11.4.1.	Aplicando normas de seguridad para la recuperación/reciclado/reproceso de cfc's .....	181
	2.11.4.2.	Precauciones al utilizar equipo de recuperación y reciclado .....	182

	2.11.4.3.	Reemplazando el aceite de un sistema .....	182
2.12.		Práctica No. 12 .....	183
	2.12.1.	Objetivos .....	183
	2.12.2.	Introducción teórica.....	184
	2.12.2.1.	Selección del refrigerante .....	184
	2.12.2.2.	Propiedades de refrigerantes HC .....	184
	2.12.2.3.	Lubricantes .....	187
	2.12.2.4.	Componentes generales del sistema..	189
	2.12.2.4.1.	Evaporadores y condensadores .....	190
	2.12.2.4.2.	Compresores .....	190
	2.12.2.4.3.	Dispositivos de control de refrigerante.....	191
	2.12.2.4.4.	Deshidratantes.....	191
	2.12.2.4.5.	Selección del tamaño de la tubería.....	192
	2.12.2.5.	Aspectos generales de seguridad .....	192
	2.12.2.6.	Carga de refrigerante admitida .....	193
	2.12.2.7.	Propiedades inflamables .....	194
	2.12.2.8.	Normas de seguridad y código de práctica .....	195
	2.12.2.9.	Señalización de los compresores y componentes del sistema .....	197
	2.12.2.10.	Enfoque general para el manejo de refrigerantes HC .....	198
	2.12.2.11.	Ausencia de fuentes de ignición .....	200
	2.12.2.12.	Los controles de seguridad iniciales, deben ser los siguientes .....	201

2.12.2.13.	Detección de fugas de refrigerantes de hidrocarburo .....	203
2.12.2.14.	Apertura de un sistema y carga .....	204
2.12.2.15.	Puesta en funcionamiento y recuperación .....	206
2.12.2.16.	Manejo de cilindros .....	208
2.12.2.17.	Almacenamiento de los cilindros.....	210
2.12.3.	Desarrollo de la práctica, duración aproximada 4 a 6 horas .....	210
2.12.4.	Investigación complementaria .....	212
2.12.4.1.	Precarga de refrigerante HC .....	212
2.12.4.2.	Procedimiento de carga de refrigerante HC .....	213
3.	FASE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE .....	215
3.1.	Descripción de actividades.....	215
3.2.	Logros esperados .....	215
3.3.	Delimitación del campo de estudio .....	216
3.4.	Recursos humanos y materiales.....	217
3.5.	Entrega de manuales y fichas técnicas .....	219
3.6.	Creación de programas de capacitación .....	220
	CONCLUSIONES .....	221
	RECOMENDACIONES.....	223
	BIBLIOGRAFÍA.....	225
	ANEXOS.....	227



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Logo del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.....	2
2.	Organigrama Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.....	9
3.	Vista satelital del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur .....	10
4.	Circuito básico de ventilación automotriz .....	51
5.	Mando electrónico de climatización automotriz.....	52
6.	Circuito del gas refrigerante en un sistema automotriz .....	55
7.	Intercambio térmico del refrigerante en un circuito de climatización automotriz .....	56
8.	Circuito de calefacción automotriz .....	58
9.	Ciclo de refrigeración estándar (Mollier) .....	60
10.	Correa de motor y accesorios .....	61
11.	Compresor volumétrico .....	61
12.	Compresión de un gas .....	63
13.	Compresor alternativo de pistón y biela .....	64
14.	Compresor de cilindrada variable.....	66
15.	Cilindrada máxima y cilindrada mínima.....	67
16.	Rotor centrado y estator de sección ovalada .....	69
17.	Rotor excéntrico y estator de sección circular.....	70
18.	Sección de embriague electromagnético .....	71
19.	Partes de un embriague electromagnético del compresor .....	72
20.	Funcionamiento del embriague electromagnético de un compresor .	73
21.	Nivel de lubricación .....	74

22.	Condensador tipo serpentín.....	78
23.	Condensador de flujo paralelo .....	79
24.	Evaporador de tubos y aletas .....	81
25.	Evaporador de placas .....	82
26.	Válvulas de expansión para sistemas automotrices .....	83
27.	Esquema de una sección del filtro deshidratador/acumulador.....	84
28.	Manómetros.....	89
29.	Cuerpo de manómetros .....	96
30.	Evaporador universal para adaptación .....	100
31.	Equipo y herramientas básicas.....	101
32.	Mando de climatización .....	102
33.	Diagrama de funcionamiento .....	103
34.	Localización de componentes en el habitáculo y debajo del capó...105	
35.	Diagrama de desmontaje de condensador .....	107
36.	Diagrama de desmontaje del compresor .....	108
37.	Accesorios de motor .....	109
38.	Desmontaje de correa única .....	110
39.	Cortatubos .....	116
40.	Equipo y herramienta para doblar tubo de cobre y de sección circular .....	117
41.	Herramienta para abocardar tubo de corte y aluminio de sección circular .....	118
42.	Unión de tubería .....	119
43.	Esquema del proceso de avellanado de tubo de cobre .....	119
44.	Empalme de tubería .....	120
45.	Inspección visual de un sistema de climatización automotriz .....	127
46.	Mando analógico de ventilación y climatización automotriz.....	128
47.	Motor y sistema de climatización automotriz .....	129
48.	Potencia adquirida vs. temperatura ambiente.....	132

49.	Recirculado de ventilación .....	134
50.	Partes del climatizador en tablero del vehículo .....	137
51.	Presión vs. temperatura de dos refrigerantes, que se han utilizado en la industria automotriz .....	147
52.	Esquema de conexión de manómetros a un sistema típico de climatización.....	164
53.	Esquema de conexión de manómetro para cargar con refrigerante un sistema típico de climatización.....	164
54.	Instalación de un vacuómetro a un sistema de climatización automotriz .....	165
55.	Unidad que reprocesa el refrigerante .....	171
56.	Equipo para recuperación de refrigerantes .....	172
57.	Unidad portátil de almacenamiento .....	176
58.	Presión del vapor vs. temperatura .....	187
59.	Técnica cuantitativa de desarrollo.....	219

## TABLAS

I.	Variables de la investigación.....	16
II.	Cualidades físicas básicas de algunos refrigerantes más comunes .....	21
III.	Niveles de competencias laborales.....	31
IV.	Áreas y subáreas de competencias laborales.....	34
V.	Listado de equipos y materiales para la realización de la práctica	90
VI.	Datos físicos y eléctricos de la unidad evaporadora .....	92
VII.	Temperatura y presión de gases refrigerantes más comunes .....	97
VIII.	Materiales y equipos, recomendado para grupos de 4 a 6 personas .....	111
IX.	Tamaño nominal de tubo de cobre tipo L y K.....	114

X.	Materiales y equipos.....	115
XI.	Emisiones extra con A/A encendido a carga máxima (porcentaje extra comprado con el equipo apagado) .....	132
XII.	Materiales y equipos, recomendado para grupos de 4 a 6 integrantes .....	140
XIII.	Comparación entre refrigerantes .....	146
XIV.	Reglamentación para el uso de refrigerantes .....	149
XV.	Detalle de materiales y equipos.....	150
XVI.	Transición de refrigerantes de R12 a R134A.....	155
XVII.	Diferencias de refrigerantes R12 y R134A .....	160
XVIII.	Materiales y equipos para grupos de 4 a 6 personas .....	163
XIX.	Materiales y equipos para grupos de 5 a 6 personas .....	180
XX.	Campos de aplicación de los productos refrigerantes HC .....	185
XXI.	Propiedades físicas de los refrigerantes .....	186
XXII.	Tipos y compatibilidad de lubricantes .....	188
XXIII.	Materiales compatibles .....	189
XXIV.	Requisitos de capacidad de carga.....	194
XXV.	Propiedades de inflamabilidad de los refrigerantes de HS seleccionados.....	195
XXVI.	Materiales y equipos, se recomienda para grupos de 4 a 6 integrantes.....	211

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>EPA</b>	Agencia de protección ambiental
<b>AB</b>	Alquilo benceno
<b>bar</b>	Bares de presión
<b>C</b>	Calor
<b>Cp.</b>	Calor específico
<b>CFC</b>	Clorofluorocarbono
<b>D</b>	Diámetro
<b>O.D.</b>	Diámetro exterior
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>GLP</b>	Gas licuado de petróleo
<b>°C</b>	Grados celcius o centígrados
<b>°F</b>	Grados Fahrenheit
<b>°K</b>	Grados Kelvin
<b>HC</b>	Hidrocarbono
<b>HCFC</b>	Hidrocliclorofluorocarbono
<b>HFC</b>	Hidrofluorocarbono
<b>ARI</b>	Instalación de aire y refrigeración
<b>Kj/kg</b>	Kilojoules por Kilogramo
<b>PSI</b>	Libra por pulgada cuadrada
<b>mmHg</b>	Milímetros de mercurio
<b>M</b>	Mineral
<b>CO</b>	Monóxido de carbono
<b>NO<sub>x</sub></b>	Oxido de nitrógeno

<b>CFM</b>	Pies cúbicos por minuto
<b>PAG</b>	Poli-alfa-glicol
<b>PAO</b>	Poli-alfa-olefinas
<b>POE</b>	Poli-etilen-glicol
<b>PCG</b>	Potencial de calentamiento global
<b>ODP</b>	Potencial de degradación del ozono
<b>P</b>	Presión
<b>PMI</b>	Punto muerto inferior
<b>PMS</b>	Punto muerto superior
<b>R</b>	Refrigerante
<b>T</b>	Temperatura
<b>Tf</b>	Temperatura final
<b>Ti</b>	Temperatura inicial
<b>TC</b>	Tolerancia de concentración
<b>Ton</b>	Tonelada
<b>BTU</b>	Unidad térmica británica
<b>abs</b>	Valor absoluto
<b>V</b>	Volumen
<b>Va</b>	Volumen aspirado
<b>Vg</b>	Volumen generado

## GLOSARIO

<b>Absorción</b>	Es la extracción de uno o más componentes de una mezcla de gases, cuando los gases y los líquidos entran en contacto. El proceso se caracteriza por un cambio en el estado físico o químico de los componentes..
<b>Baja</b>	Lado de la parte de un sistema de refrigeración, que está bajo la presión del evaporador.
<b>Caballo de fuerza (hp)</b>	Unidad de potencia (o fuerza): 1 hp = 745,7 W.
<b>Caballo de potencia (hp)</b>	Unidad de potencia (o fuerza): 1 hp = 745,7 W.
<b>Calidad</b>	Porcentaje (%) en peso de vapor en una mezcla de líquido y vapor.
<b>Calor</b>	Forma básica de energía que se caracteriza por su capacidad de pasar, de un cuerpo, a una temperatura dada únicamente a un cuerpo a una temperatura inferior. Puede manifestarse como calor sensible o calor latente. La unidad, en ingeniería, es el joule, J.

<b>Ciclo</b>	Trayectoria cerrada en un sistema termodinámico por la que el fluido activo, retorna después de una serie de cambios a las condiciones originales de temperatura, presión y entalpía
<b>Entalpía</b>	Denominada igualmente, contenido de calor y calor total, es la suma de la energía interna, más el producto de la presión por el volumen. Sirve específicamente para determinar la energía adquirida o pérdida por un fluido activo, al pasar a través de una pieza de un aparato; dicha energía, es el cambio de entalpía del fluido. En ingeniería, la unidad de la entalpía kJ/kg se representa por L o, más comúnmente, por H.
<b>Mezclas</b>	Se utiliza para describir mixturas que son zeotrópicas o casi azeotrópicas. Las mezclas son mixturas y no compuestos puros. Por lo tanto, puede haber dos o tres moléculas presentes mientras, que en un compuesto puro, hay una sola molécula.
<b>Potencia</b>	Energía (fuerza) por unidad de tiempo; las unidades que se utilizan en ingeniería son: El caballo de potencia: hp; el kilovatio: Kw.

<b>Presión</b>	La fuerza ejercida por un fluido sobre 1 unidad de superficie de la pared de un recipiente. Unidades utilizadas en ingeniería: bar, pa y torr (mm Hg).
<b>Punto crítico</b>	Un punto de estado en el que el estado líquido y el gaseoso tienen propiedades idénticas.
<b>Sistema de refrigeración por absorción</b>	Sistema en el que la compresión del refrigerante se procura por medios térmicos. Esto se logra habitualmente, por un fluido absorbente, que captura el refrigerante vaporizado, reduciendo su volumen por cambio de fase, utilizando una pequeña bomba, para elevar los fluidos combinados a la presión de condensación.
<b>Sistema de refrigeración por compresión</b>	Sistema en el que el gas o el vapor refrigerante, se comprimen mediante un dispositivo mecánico.
<b>Válvula de expansión</b>	Válvula que controla el flujo del refrigerante de alta presión, hacia el evaporador.
<b>Vapor</b>	Este término se aplica a un gas que está cercano a la temperatura y a la presión de saturación.



## RESUMEN

En el presente trabajo, se definirán algunos conceptos sobre climatización y aire acondicionado automotriz, así como su efecto nocivo en la contaminación ambiental y en la destrucción de la capa de ozono, cuando son liberados la mayoría de gases refrigerantes, sin tener noción de lo que se está provocando. Luego se verán algunos antecedentes sobre la maquinaria y equipo existente en el Laboratorio de Mecánica Automotriz del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, diseñada para contrarrestar dicha contaminación, después se definirá el por qué del Diseño y elaboración del Manual de prácticas para climatización, aire acondicionado y reciclaje de gases refrigerantes, basado en competencias laborales, para ser aplicado en la carrera de técnico automotriz del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, así como su implementación.

Posteriormente se definirá el problema en dicha institución, colocando también sus delimitaciones, los posibles métodos y técnicas, para el diseño de dicho proyecto, definiendo así los objetivos de la investigación, tanto general, como específicos y por último se tendrá un listado de los logros que se esperan obtener al finalizar el proyecto.

Por otro lado se establecerán las variables, tanto independientes como dependientes del problema, no solo de diseño, sino de contaminación ambiental, también se tendrá una delimitación del campo de estudio, tanto humana como geográfica.

Asimismo, se tendrá un listado de todos los recursos que se pueden

utilizar al momento de realizar el proyecto, tomando en cuenta: recursos humanos, usuarios y estudiantes por ejemplo, como los recursos materiales, software, etc.

Se empleará también una técnica cuantitativa, con base en datos numéricos, cálculos, etc. Otra parte fundamental del proyecto es la recolección, ordenamiento, tabulación y análisis de la información relacionada con el tema de capa de ozono y su destrucción, para un mejor manejo de ella. Se llevará un control estadístico, donde se tendrán algunos datos sobre funcionalidad de maquinaria, equipo y módulos didácticos. Se calendarizará un cronograma de actividades, durante el período del proyecto y se hará un estudio del presupuesto y como funciona dentro de la institución.

Finalmente, se tendrá la ayuda bibliográfica, de estudios sobre contaminación ambiental y la capa de ozono, así como de manuales similares de manejo de maquinaria para el diagnóstico, reparación y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado automotriz, como también reciclaje de gases refrigerantes específicamente, llevando una tabla de los requisitos académicos para la realización de dicho proyecto.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar Manual de prácticas para climatización, aire acondicionado y reciclaje de gases refrigerantes, basado en competencias laborales, para ser aplicado en la carrera de técnico automotriz del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.

### **Específicos**

1. Enseñar a los estudiantes del ITUGS, a través del uso del manual de prácticas, a utilizar la maquinaria y equipo de climatización y aire acondicionado automotriz, disponibles en el laboratorio, para ampliar y mejorar los conocimientos adquiridos por ellos y quienes lo utilicen.
2. Elaborar la guía de prácticas profesionales, con competencias laborales adquiridas, con la utilización de maquinaria, equipo y módulo didáctico, para que el estudiante egrese con conocimientos competitivos, a nivel nacional.
3. Complementar las prácticas del Laboratorio de Mecánica Automotriz, para que al concluir sus estudios, los estudiantes del ITUGS, sepan diagnosticar y reparar problemas de climatización y aire acondicionado automotriz, con técnicas especializadas y profesionalismo adquirido, con el uso de maquinaria y equipos de enseñanza.

4. Motivar en el estudiante del ITUGS, conciencia ecológica, para que a través de la enseñanza y del manejo de la maquina recuperadora y recicladora de gases refrigerantes, en su mayoría en aplicaciones automotrices, evite la liberación de este a la atmosfera, demostrando así en determinada manera, que ha sido sensibilizado en relación a los problemas ambientales que se confrontan a la actual situación de creciente deterioro y destrucción de la capa de ozono.

## INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Mecánica Automotriz del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS), cuenta con maquinaria y equipo designado para la didáctica de esta técnica, así como un grupo para el área de climatización y aire acondicionado automotriz y dentro de este grupo, se encuentra equipo de reciclaje de gases refrigerantes, cuyo objetivo es evitar la contaminación ambiental y de la capa de ozono.

La maquinaria y equipo de climatización automotriz, actualmente no cuenta con un manual de operaciones en el que se describa su completa funcionalidad y en el que a la vez se detalle un programa que pueda servir de base al instructor del área para la introducción de este tema, como parte a la enseñanza de la mecánica automotriz general.

Por tal motivo es necesaria la elaboración de dicho manual, para el aprovechamiento de estos importantes y modernos recursos disponibles para la enseñanza de calidad. El no hacerlo, implicaría el desuso y deterioro de éstas, así como el desaprovechamiento de una gran oportunidad de colaborar en impedir que se sigan liberando gases refrigerantes muy contaminantes para la capa de ozono.

La elaboración del Manual de prácticas y operación de la maquinaria y equipo existente para climatización y aire acondicionado automotriz, se desarrollará básicamente con métodos investigativos y con la ayuda de manuales existentes de operación utilizados en área de talleres didácticos, introduciendo también como enriquecimiento, el tema de la contaminación

ambiental y cómo evitar seguir aumentándola, evitando la liberación de gases refrigerantes. Por otro lado, se incluirán también dentro de este manual métodos de fácil entendimiento, donde se enseñe a los estudiantes a recuperar gases refrigerantes, tratarlos por medio de filtraciones y métodos de purificación, para una posterior reutilización y evitar que este sea liberado al ambiente; sin dejar a un lado las normas de seguridad correspondientes, para la realización de estos procesos.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Generalidades del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur**

En 1992, de conformidad a la política de apertura hacia el exterior y en apoyo al desarrollo de la investigación universitaria, se ejecutó el proyecto denominado Apoyo a la Gestión de la Investigación y Desarrollo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, obteniéndose como resultado la propuesta de un sistema conformado por las divisiones siguientes: Investigación y Desarrollo, Vinculación Externa y Cooperación Internacional, Formación de Recursos Humanos en Gestión Científica y Tecnológica, el cual concluyó en 1994.

### **1.1.1. Reseña histórica**

En 2002, derivado del análisis del proceso de desarrollo de la cooperación e intercambio académico de la Universidad de San Carlos de Guatemala y ante la necesidad de reencauzar dicho proceso de una manera coordinada y de conformidad a lineamientos de carácter general, la División de Desarrollo Organizacional plantea la creación de la Coordinadora General de Cooperación, además de la adjudicación y preparación para el proyecto del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS).

Figura 1. **Logo Instituto Tecnológico Universitario Guatemala-Sur**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala-Sur.

El proyecto del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, inicia con la iniciativa de ley número 2683, presentada en junio de 2002 por el honorable Congreso de la República de Guatemala al presidente de aquel entonces, Licenciado Alfonso Portillo, la cual contiene las bases del convenio de préstamo entre la República de Guatemala y el International Cooperation and Development Fund (ICDF), entidad de la República de Taiwán, que dio el financiamiento para la ejecución del ITUGS. Posteriormente en noviembre de 2007, quedó inaugurado el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, (en la primera fase), por parte del señor presidente de la república, licenciado Oscar Berger.

El presidente de la república, ingeniero Álvaro Colom Caballeros, de acuerdo con sus políticas de Gobierno, destaca el desarrollo humano como una condicionante para el desarrollo económico y contribuye a lograr la inserción exitosa de Guatemala en la economía global, facilitando el acceso entre otras cosas a la educación.

Con base a lo anterior, el ingeniero Álvaro Colom Caballeros, en marzo de 2008, decidió confiar en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en sus más de trescientos años de experiencia, otorgándoles la gran oportunidad de organizar y dirigir el desarrollo de la obra física, contenidos curriculares y otros aspectos legales.

En abril de 2008, el Consejo Superior Universitario de la USAC, autoriza al señor rector, licenciado Carlos Estuardo Gálvez Barrios, realizar las acciones y gestiones pertinentes a efecto de que el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, pase a formar parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Desde la fundación, la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha mantenido relaciones de cooperación e intercambio académico con diferentes instituciones a nivel nacional e internacional, las cuales se han consolidado durante el desarrollo histórico de la universidad.

### **1.1.2. Actividades**

Los técnicos universitarios egresados del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, son carreras de alto rendimiento, con capacidad para la incorporación de sus egresados en actividades industriales de producción, mantenimiento y aseguramiento de calidad. Cuentan además con una base técnica fundamentada en la investigación y acervo cultural de la comunidad guatemalteca.

Metal – mecánica: se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

- Perfil profesional
  - Experto en programas de producción, procesos de soldadura industrial y mantenimiento en las áreas de electricidad, tornos y metal – mecánica.
  - Conocimientos de las propiedades y características de los diferentes metales utilizados en la fabricación de piezas metálicas.
  - Experiencia en el manejo de las diferentes máquinas y equipos de soldadura y metal – mecánica.
- Campo ocupacional
  - Industria metal – mecánica en general

Procesos de manufactura: se describe a continuación, el perfil profesional y el campo ocupacional:

- Perfil profesional
  - Diseño de piezas metálicas, análisis de programas de producción y conocimientos básicos en soldadura industrial.
  - Conocimiento para poder planificar, organizar, dirigir y controlar las operaciones en máquinas CNC, tornos, fresadoras y rectificadoras.
- Campo ocupacional
  - Industria metal – mecánica en general

Electrónica: se describe a continuación, el perfil profesional y el campo ocupacional:

- Perfil profesional
  - Cálculo y diseño de automatización industrial, instalaciones electrónicas, servicios de comunicaciones, robótica, aprovechamiento energético, controles de calidad y seguridad

industrial.

- Programación de PLC y motores electrónicos modernos
- Campo ocupacional
  - Industrias en general con necesidades electrónicas

Mecánica automotriz: se describe a continuación, el perfil profesional y el campo ocupacional:

- Perfil profesional
  - Comprender y manejar los distintos sistemas automotrices
  - Capacidad para diseño, supervisión y asesoría de programas de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo de automotores, además de diagnósticos de fallas y sus respectivas acciones correctivas.
- Campo ocupacional
  - Mecánico en talleres o agencias automotrices

Refrigeración y aire acondicionado: se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

- Perfil profesional
  - Conocimientos en diseño, operación, diagnóstico mantenimiento y manejo de equipos de refrigeración y aire acondicionado domiciliar, comercial e industrial.
- Campo ocupacional
  - Desempeñarse como técnico en equipos de refrigeración y aire acondicionado en cualquier tipo de industria.

Producción alimenticia: se describe a continuación el perfil profesional y el campo ocupacional:

- Perfil profesional
  - Verificar sistemas de producción de alimentos, con base a planificaciones gerenciales y estándares nacionales e internacionales de calidad.
  - Formación científico-técnica para controles, toma de decisiones, registro y lectura de datos de producción.
  - Determina los factores de riesgo y diferentes tipos de contaminación alimenticia.
- Campo ocupacional
  - Industria alimenticia en general, donde participará en procesos de planificación, organización, ejecución y control de programas de procesamiento de alimentos en medianas y grandes industrias, como un eslabón intermedio entre operarios y niveles gerenciales.

Laboratorios de la Facultad de Ingeniería: la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, imparte diversos laboratorios de los cursos profesionales, desarrollados en el Campus Central de la Universidad, constituyendo la parte práctica de citados cursos. Entre los laboratorios impartidos se encuentran actualmente:

Procesos de manufactura: impartido para los estudiantes de Ingeniería Industrial, Mecánica, Mecánica Industrial y Mecánica Eléctrica.

Ingeniería eléctrica: impartido para los estudiantes de Ingeniería Industrial, Mecánica, Mecánica-Industrial, Civil y Química.

Motores de combustión interna: impartido para los estudiantes de Ingeniería Mecánica.

Refrigeración y aire acondicionado: impartido para los estudiantes de Ingeniería Mecánica.

### **1.1.3. Misión y visión**

#### Misión

“Formar técnicos con una perspectiva integral, que requiere de una eficiente educación superior técnica y de alto rendimiento y competitiva, en consonancia con el desarrollo humanístico y ético que le permita complementar la formación ciudadana y comprometida con la construcción de un país democrático y abierto a las diferencias culturales.

- Ofrecer oportunidades de empleo y de desarrollo económico, adaptados a diferentes regiones y áreas de Guatemala.
- Desarrollar programas de investigación y de construcción de conocimiento, que permita la creación, la innovación tecnológica.
- Mejorar los procesos de producción, vinculados a la gestión autorrenovable de empresas exitosas y con un carácter de responsabilidad social.
- Contribuir al desarrollo local y regional, que respalden políticas públicas del Estado y de la Universidad de San Carlos como parte de la extensión universitaria.”

## Visión

“En 2020, el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, será la institución de mayor desarrollo y reconocimiento en la región centroamericana por los técnicos-profesionales que egresarán en las diferentes áreas, por el valor estratégico en el desarrollo social y económico de las diferentes comunidades, empresas y sector público, en el marco de una perspectiva del desarrollo humano y ambiental sostenible y del mandato de excelencia académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.”

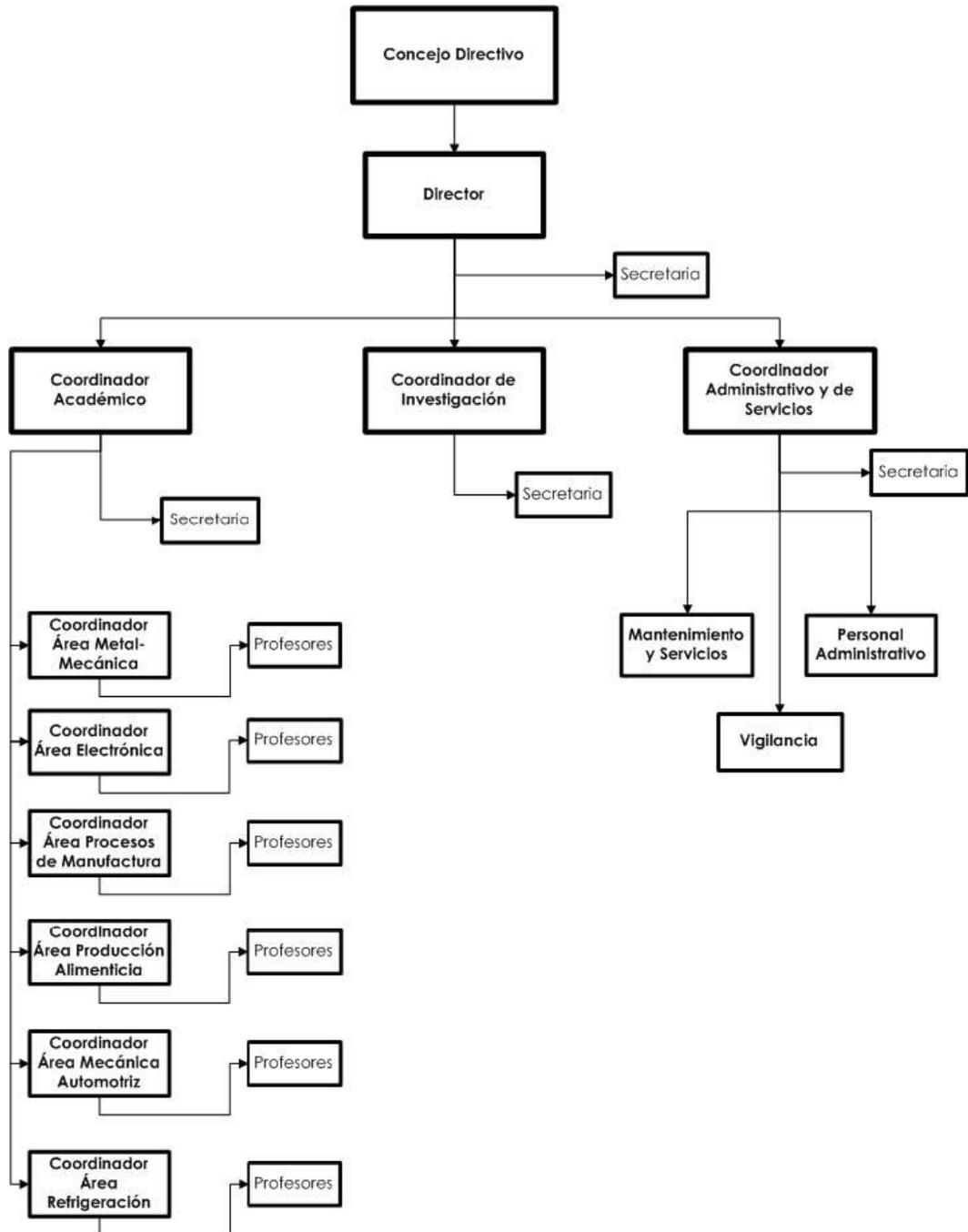
### **1.1.4. Organigrama**

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, está constituido organizacionalmente en forma funcional ver figura 2.

### **1.1.5. Ubicación**

Se establece como entidad ejecutora del proyecto aludido el Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ), convenio aprobado mediante el Decreto 44-2002 y cuyo marco legal, se suscribió mediante Acuerdo Gubernativo 43-2003, con fecha 14 de febrero de 2003; quedando ubicado el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, en el kilómetro 45, antigua ruta a Escuintla, en el municipio de Palín, del departamento de Escuintla, en una porción de la finca Jurún Marinalá, donado por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), por medio del Acuerdo Gubernativo 538-2003, ver figura 3.

Figura 2. Organigrama Instituto Tecnológico Universitario Guatemala-Sur



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala-Sur.

Figura 3. **Vista satelital del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur**



Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala-Sur.

## **1.2. Conceptos generales**

A continuación se enumeran algunos de los principales conceptos de utilización dentro de la preparación que se realiza en el centro.

### **1.2.1. Refrigeración y termodinámica**

Desde la prehistoria, el hombre ha tenido la necesidad de protegerse de las inclemencias del tiempo, buscando cuevas para alojarse y usando el fuego para calentarse. Así, obviamente la primera forma de calefacción fue el fuego. La adición de una chimenea, fue la primera aportación en la evolución de los sistemas de calefacción. Aunque la producción de calor, se ha dado en los edificios, principalmente a través del fuego, la producción de frío, ha tardado más en desarrollarse. No fue hasta la mitad del siglo XIX, cuando se

desarrollaron los primeros inventos de la producción mecánica de frío. Así, en un principio la climatización se entendía como un control de la temperatura. Bastaba con calentar o enfriar el ambiente, para alcanzar unas condiciones de confort.

No obstante que la refrigeración, como se conoce actualmente, data de unos sesenta años, algunos de sus principios fueron conocidos hace como 10000 años antes de Cristo.

### **1.2.2. Energía calorífica y su transmisión**

Uno de los grandes sistemas para suprimir el calor sin duda, fue el de los egipcios. Este se utilizaba principalmente en el palacio del faraón. Las paredes estaban construidas de enormes bloques de piedra, con peso superior de 1,000 toneladas y de un lado pulido y el otro áspero.

Durante la noche, 3,000 esclavos dismantelaban las paredes y acarreaban las piedras al desierto del Sáhara. Como la temperatura en el desierto disminuye notablemente a niveles muy bajos durante el transcurso de la noche, las piedras se enfriaban y justamente antes de que amaneciera los esclavos acarreaban de regreso las piedras al palacio y volvían a colocarlas al sitio donde éstas se encontraban.

Se supone que el faraón disfrutaba de temperaturas alrededor de los 26.7°C, mientras que afuera éstas se encontraban hasta en los 54°C o más. Como se mencionó se necesitaban 3,000 esclavos para poder efectuar esta labor de acondicionamiento, lo que actualmente se efectúa fácilmente.

El acondicionador de aire o clima, toma aire del interior de una recámara, pasando por tubos que están a baja temperatura, éstos están enfriados por medio de un líquido que a la vez se enfría por medio del condensador, parte del aire se devuelve a una temperatura menor y parte sale expulsada por el panel trasero del aparato, el termómetro, está en el panel frontal para que cuando pase el aire, calcule la temperatura a la que está el ambiente dentro de la recámara y así regulando que tan frío y que tanto debe trabajar el compresor y el condensador.

### **1.2.3. Ozono, efecto invernadero y contaminación ambiental**

El ozono fue descubierto y nombrado por Schoenbein en 1840, este investigador, lo obtuvo a partir de oxígeno sometido a descargas eléctricas intensas, pero en 1861, Addlin estableció la composición de su molécula, a partir de los volúmenes y densidades relativas de oxígeno y ozono. Durante varios años, a partir de finales de la década de 1970, los investigadores que trabajan en la Antártida, detectaron una pérdida periódica de ozono en las capas superiores de la atmósfera, por encima del continente que aparece en la Antártida.

Otros estudios realizados, mediante globos de gran altura y satélites meteorológicos, indican que el porcentaje global de ozono en la capa de ozono de la Antártida está descendiendo. Vuelos realizados sobre las regiones del ártico, descubrieron que sobre de ellas, se gesta un problema similar. En 1985, una convención de las Naciones Unidas, conocida como Protocolo de Montreal, firmada por 49 países, puso de manifiesto la intención de eliminar gradualmente los clorofluorocarbono de aquí a finales de siglo. En 1987, 36 naciones firmaron y ratificaron un tratado para la protección de la capa de ozono.

La Comunidad Europea (hoy Unión Europea), propuso la prohibición total de clorofluorocarbono durante la década de 1990 en 1989, la que fue respaldada por el presidente de Estados Unidos, George Bush. Con el fin de estudiar la pérdida de ozono a escala global, en 1991, la NASA lanzó el satélite de investigación de la atmósfera superior de 7 toneladas. En órbita sobre la tierra a una altitud de 600Km. la nave mide las variaciones de la concentración de ozono a diferentes altitudes y suministra los primeros datos completos sobre la química de la atmósfera superior.

La estructura molecular del ozono, fue estudiada ampliamente durante años. Tras rechazar las formas cíclicas y lineales, se ha establecido por estudios espectroscópicos que la molécula es angular y que la distancia entre los átomos de oxígeno es de  $1,27 \text{ \AA}$  intermedio entre los enlaces sencillos y el doble, por lo que se supone, que existe resonancia entre las formas mencionadas y otras cuya contribución es menor.

Es responsabilidad de todos crear conciencia y conocimiento sobre la protección de la capa de ozono, se puede ayudar, tanto los que utilizan gases refrigerantes en la operación, confort o servicios, etc., en usos en la industria, comercio, residencial, etc. ya sea en un aire acondicionado, automóvil o refrigeración, para esto, es necesario que se capaciten los técnicos si son internos de la empresa o pidan a sus contratistas técnicos externos, certificados y soliciten el Manifiesto de SEMARNAT, cuando presten algún servicio para estar seguros de que están cumpliendo con no liberar más refrigerante a la atmósfera y utilicen el equipo, herramienta y procesos adecuados de recuperación, reciclado, confinen o se envíen a destrucción si está contaminado con métodos aprobados dentro del protocolo de Montreal, esto ayudaría mucho a proteger la capa de ozono, ya que esta permite la vida en la Tierra.

#### **1.2.4. Implementación de un Manual de prácticas de Climatización**

La falta de uso de la maquinaria, equipo de climatización y aire acondicionado en el área automotriz, podría ser un obstáculo grande a la complementación y mejoramiento en la capacitación de esta ciencia automotriz a los estudiantes egresados de este establecimiento. Por tal motivo el diseño, elaboración e implementación de un manual de prácticas y manejo, para los técnicos automotrices, en esta rama, junto con una adecuada didáctica y correcta aplicación y supervisión, dará como resultado, una mayor probabilidad de adaptación al momento de su aplicación dentro del medio, sumando como resultado directo, la capacidad de evitar que se siga contaminando el medio ambiente y destruyendo la capa de ozono con la liberación de gases refrigerantes encontrados en su mayoría en sistemas automotrices, entre otros.

#### **1.2.5. Aplicación investigativa**

Estas actividades se apoyan teóricamente en gran parte en guías y folletos de los fabricantes, sumando a la fase investigativa, la experiencia de trabajadores en esta misma rama, etcétera y definiendo una duración anual o bien semestral, según sea la duración del curso o como se vaya comprobando el grado de eficiencia y aplicabilidad.

#### **1.2.6. Planificación estratégica**

Contendrá en detalle, las actividades que determinado grupo de alumnos o alumno, deben realizar con cada uno de los equipos existentes. Dando a conocer por el inicio, una explicación de conceptos fundamentales y el inicio en la creación de una conciencia ecológica, para posteriormente dar a conocer la

mayoría de las partes de la maquinaria, función y uso independiente y en conjunto, según determinada necesidad.

### **1.2.7. Aplicaciones directas**

Para que el programa de utilización del manual a elaborar, cumpla con un mayor número de actividades didácticas, se debe elaborar fichas de trabajo que contemplen las órdenes, los materiales y repuestos, para finalmente reportar y hacer un historial de los equipos, destrezas y aprendizaje adquirido. Esto servirá para retroalimentar el programa de didáctica del laboratorio de mecánica automotriz, brindado en esta casa de estudios. Así como también se empezaría recalando conceptos básicos de contaminación ambiental y destrucción de la capa de ozono y la utilización de estas máquinas en el modo de recuperación y reciclaje de estos gases refrigerantes que, cada vez más crece la utilización en la rama automotriz.

### **1.3. Variables de la investigación**

En la siguiente tabla se enumeran las variables de investigación que se han considerado las principales en el desarrollo de las actividades.

Tabla I. **Variables de la investigación**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Tipo de equipo y partes del sistema de climatización automotriz</b>	Un equipo de climatización automotriz, depende de normas y variantes, según las regiones o lugares de fabricación.	Se puede distinguir un equipo con una simple inspección visual, por lo general son europeos o japoneses.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro o reservorio.</li> <li>• Válvula de expansión.</li> <li>• compresor.</li> <li>• Tuberías y mangueras.</li> </ul>
<b>Refrigerante utilizado en un equipo dado</b>	Existen varios tipos de gases refrigerantes utilizados en el área automotriz.	Se ha ido normalizando el uso de estos gases en la rama vehicular y se ha reducido el uso al conocido como Suva 134a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de válvulas de servicio.</li> <li>• Tipo de aceite utilizado en el compresor.</li> <li>• Código de colores designado o indicaciones de etiquetas.</li> </ul>
<b>Diagnóstico, detección y corrección de fallas, en un equipo dado</b>	Es más que importante la ejecución de un buen diagnóstico, en éste se basa el éxito en una reparación o servicio.	Con base en la experiencia adquirida, sumada a los síntomas en el mal funcionamiento de la unidad, se puede determinar el problema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilidad en las presiones.</li> <li>• Inspección mecánica y de funcionamiento de la unidad de compresor.</li> <li>• Funcionamientos generales del equipo completo.</li> </ul>

Fuente: Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur.

## **1.4. Análisis de riesgos**

Para la determinación adecuada de riesgos es necesario considerar los numerales siguientes:

### **1.4.1. Determinación del problema**

El Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, en el área de talleres de mecánica automotriz, cuenta con alguna variedad de maquinaria y equipo para la didáctica de esta ciencia. Dentro de la cual, se encuentran también algunas destinadas para la enseñanza/aprendizaje del aire acondicionado y climatización automotriz, así como la recuperación y reciclaje de los gases refrigerantes utilizados, evitando así, contaminar al liberarlos a la atmosfera.

Dicho equipo, a pesar de la novedosa y reciente tecnología, se encuentra fuera de uso, debido al reciente inicio de labores de esta institución, así como la falta de manuales de utilización y manejo de cada uno de sus componentes y accesorios. Por tal motivo, actualmente es necesario el diseño, elaboración e implementación de dichos manuales para complementar, mejorar y ampliar los conocimientos de esta ciencia, adquiridos por el estudiante egresado de esta institución, tomando en cuenta, que serán los más recientes utilizados en nuestro medio, que de igual manera le servirán para un mejor acoplamiento en las diferentes empresas dedicadas a mantenimiento automotriz.

#### **1.4.2. Tipos y análisis de riesgos**

Los principales riesgos laborales más comunes son:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Cortes, golpes y atrapamientos
- Proyección de partículas
- Caída de objetos
- Contacto eléctrico, directo e indirecto
- Manejo manual de cargas
- Posturas forzadas y movimientos repetitivos
- Riesgo de incendios y explosiones
- Quemaduras por contacto
- Manipulación de productos químicos

#### **1.4.3. Instrumentos, equipo y protección personal básico**

- Anteojos de protección
- Bata tipo industrial
- Botiquín de primeros auxilios
- Calzado de seguridad
- Casco contra impacto
- Extintidor tipo ABC
- Guantes de seguridad

#### **1.4.4. Mitigación de riesgos**

Medidas preventivas para mitigación de riesgos:

- Mantener ordenada y limpia el área de trabajo
- Señalizar y cubrir las preparaciones en los pisos (huecos) y/o cubiertos con madera de espesor de dos pulgadas.
- Poner las protecciones desde los huecos para las instalaciones de los conductos verticales - columnas.
- No trabajar en caso de fuertes vientos
- Prohibir usar arneses remachados
- No manipular partes móviles de cualquier motor sin realizar el sistema de candado y desconectar la batería
- No retirar las guardas del lugar antes de arrancar los equipos y aún durante las pruebas.
- Retirar los recortes sobrantes conforme se vayan produciendo
- Mantener una Iluminación mínima de 100 Lux
- No abandonar en el suelo, cuchillas, grapadoras y remachadoras
- Apartar las herramientas antes de conectar y poner en funcionamiento las partes móviles de una máquina o automotor.

#### **1.4.5. Metodología**

Las siguientes fases, serán utilizadas para desarrollar las distintas etapas de trabajo, realización y conclusión del manual.

##### Fase de Investigación

- Recolectar información disponible, principalmente de la maquinaria y equipo existente, realizando inspecciones visuales y bibliográficas, así como investigar y hacer consultas en páginas electrónicas del fabricante para obtener datos directos de manejo, tipos de mantenimiento a aplicar, así como sus condiciones de funcionamiento. Aleatoriamente a esta fase

de investigación, se estarán tratando temas de contaminación ambiental provocados en la mayoría por la liberación de gases refrigerantes con aplicación automotriz y en qué forma se puede contrarrestarla.

#### Fase Técnico Profesional

- Consulta de manuales de operación y mantenimiento de climatización automotriz, así como la recuperación, tratamiento y reciclaje de gases refrigerantes, utilizados en esta rama.
- Diseño e implementación de un programa, para la utilización de equipo personal de protección y seguridad personal, al momento del uso y manipulación, con este tipo de máquinas.

#### Fase Enseñanza Aprendizaje

- Talleres de capacitación a operadores y personal docente
- Entrega de manuales de operación al personal docente del Taller de Mecánica Automotriz y autoridades correspondientes del ITUGS.
- Entrega de fichas técnicas y resultados obtenido

Tabla II. **Cualidades físicas básicas de algunos refrigerantes más comunes**

Parámetro	R401A	R401B	R401C	R134a
Masa Molecular, gm/mole	94,4	92,8	101	102,0
Temperatura de ebullición a la presión atmosférica, °C	-33,1	-34,7	-28,4	-26,1
Temperatura crítica, °C	108	106	113	101,1
Presión crítica, κPa (abs.)	4604	4682	4366	4060
Densidad crítica, kg/m <sup>3</sup>	510,6	512,7	512,3	515,3
Densidad a 25 °C, kg/m <sup>3</sup> : del líquido de vapor saturado	1194 29,0	1193 30,7	1211 25,9	1206 32,5
Capacidad de calor específico del líquido a 25 oC, kJoule/(kg*K)	1,3	1,3	1,28	1,44
Capacidad de calor específico del vapor a 25 oC y presión atmosférica, kJoule/(kg*K)	0,734	0,724	0,745	0,852
Presión de vapor saturado de líquido A 25 oC, κPa (abs.)	772,9	819,2	655,7	666,1
Calor específico de vaporización a temperatura de ebullición normal, kJoule/kg	227,4	229,4	216	217,1
Coefficiente de conductividad térmica a 25 °C, Wt/(m*K)	8,4-9,0 x 10 <sup>-2</sup>	8,85-9,0 x 10 <sup>-2</sup>	8,68 x 10 <sup>-2</sup>	8,2 x 10 <sup>-2</sup>
Coefficiente de conductividad térmica de vapores a 25 oC y presión atmosférica, Wt/(m*K)	0,0119	0,0119	0,0121	0,0145
Viscosidad dinámica del líquido a 25 °C, MPa*s	0,194	0,191	0,212	0,202
Solubilidad en agua a 25 °C, masa %	0,10	0,10	0,10	0,11
Nivel de inflamabilidad en el aire a la presión atmosférica, vol. %	No	No	No	No
Potencial de degradación del ozono ODP (para R12 ODP = 1)	0,03	0,04	0,03	0,0

Continuación de la tabla II.

Potencial de calentamiento global (PCG)	0,22	0,24	0,17	0,28
Tolerancia de concentración inhalada (TC), $\text{mln}^{-1}$	800	840	720	1000

Fuente: [www.refrigeracionenred.blogspot.com](http://www.refrigeracionenred.blogspot.com). Consulta: octubre de 2011.

## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

Propuesta de prácticas de Laboratorio de Mecánica Automotriz, basado en competencias laborales, para la enseñanza de climatización y aire acondicionado, así como la recuperación y reciclaje de gases refrigerantes.

### **2.1. Práctica No. 1**

Práctica teórica

#### **2.1.1. Objetivos**

- Analizar y comprobar los conocimientos básicos, teóricos y prácticos del estudiante al iniciar el curso.
- Repasar y reforzar en temas que se consideren con poca base fundamental, relacionados con el tema de climatización y aire acondicionado.
- Interactuar con el estudiante utilizando metodologías y actividades que ayuden al desenvolvimiento, dentro del laboratorio de mecánica.

#### **2.1.2. Desarrollo de la práctica, duración aproximada 3 a 4 horas**

Se recomienda que antes de iniciar la primera práctica, se tomen algunos minutos para identificar al grupo de estudiantes, en general e individual, así como las interacciones y opiniones que tendrán en el transcurso de la misma.

De igual forma, es importante recopilar información referente a las ideas y pensamientos, tanto propios como generales, que los estudiantes puedan tener, relacionados a los temas a impartir y maquinaria a utilizar, para tener una estructura inicial y saber la base educativa que dichos alumnos conllevan en este nivel de enseñanza aprendizaje y establecer así, un punto de arranque ideal y benéfico para todos y lo mejor equilibrado posible.

## **2.2. Práctica No. 2**

Competencias laborales

### **2.2.1. Objetivos**

- Iniciar temas relacionados a competencias laborales, así como conceptos de certificación por competencias y la aplicación a actividades industriales y empresariales de carácter nacional e internacional.
- Aplicar los temas vistos relacionados a competencias laborales, a toda actividad desempeñada dentro del laboratorio, proporcionando un panorama claro, de lo que significa esta metodología.
- Simular casos prácticos reales dentro del laboratorio, aplicados a determinadas circunstancias, así como investigar y conocer cuáles serían los pasos para implementar una gestión de competencias laborales en esta práctica de laboratorio.
- Motivar al estudiante egresado a mantenerse dentro del nivel de competitividad laboral, teniendo en cuenta que le estará dando como resultado, un mejor desempeño y valor adquirido en sus actividades profesionales.

## **2.2.2. Introducción teórica**

Se realizará una introducción cuya modalidad será teórica a fin de proporcionar a los estudiantes la información general correspondiente a las competencias laborales.

### **2.2.2.1. Antecedentes de las competencias laborales**

Las competencias laborales constituyen en la actualidad, un concepto en la forma de administrar o dirigir los recursos humanos, permitiendo una mejor articulación entre el trabajo y la educación, han sido capaces de expresarse como un sistema nacional de certificación de competencias legalmente establecida en varios países del mundo inclusive en países de América Latina, pueden ser consideradas como una herramienta capaz de proveer una conceptualización y un lenguaje común.

### **2.2.2.2. Conceptos generales**

De acuerdo al diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, en la versión 1997, la primera connotación de competencia se relaciona con disputa y oposición, otro de sus significados representa idoneidad, aptitud; de tal manera que hay una correspondencia con competente, adecuado y oportuno.

Partiendo de la definición general de competencias laborales que es aceptado de acuerdo a lo que comenta OIT (Organización Internacional del Trabajo), sería: es una capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral plenamente identificada, si se hiciera un análisis de este concepto, se puede entender que la persona que tiene x competencia tiene la

capacidad real y demostrada para desarrollar la actividad productiva, desde el primer momento en que inicia a trabajar, puede entenderse que dentro de las empresas, el proceso de capacitación se reduciría enormemente, lo cual puede significar ahorros en el proceso de la curva de entrenamiento, la que se explicará más adelante.

De acuerdo a los conceptos que existen en diferentes países, se puede concluir que existen similitud de palabras, lo importante que se quiere resaltar, es que en todos los casos se involucra el conocimiento, los valores y el fin, es el mismo que el trabajador pueda comprobar su saber con su saber hacer.

### **2.2.2.3. Los recursos humanos y las competencias laborales**

En entorno globalizado, esta técnica es muy similar en otros países de Latinoamérica, pero el entorno social, cultural y económico de cada país es diferente, en la actualidad los principales problemas que enfrentan los recursos humanos en las diferentes organizaciones son:

- Determinar los estándares de producción
- Alta rotación de personal
- Reclutamiento de personal competente
- Altos costos en el entrenamiento y capacitación
- Pago de tiempo extra
- Desperdicios al trabajar por ensayo y error

Los beneficios que se pueden obtener de la administración, basado por competencias, son:

- Conocimiento de las capacidades de los trabajadores
- Genera desarrollo individual y organizacional
- Disminuye el tiempo extra y el re trabajo
- Enfoca las necesidades de capacitación
- Establece un plan de vida y de carrera
- Fomenta una cultura de certificación
- Previene el desperdicio
- Apoya a los sistemas de reclutamiento y selección
- Disminuye la rotación

Las principales necesidades de los recursos humanos en la actualidad son:

- Gran velocidad para implementar estrategias de cambio
- Un nuevo liderazgo en un mundo globalizado
- Nuevas maneras de evaluar los recursos
- Adaptabilidad al cambio de tecnología economía y políticas
- Administración del cambio
- Responsabilidad social
- Gente competente

La última necesidad, gente más competente, surge aquí la interrogante y es entonces que da la forma a pensar en la estrategia y habilidades de las competencias laborales.

Se define como gente competente, a aquella que sabe, puede y quiere, que tiene los conocimientos, tiene habilidades y representa las actitudes. La conjunción de estos tres ingredientes, da un recurso humano altamente productiva y rentable.

Por otro lado, los cambios en los mercados y la organización social del trabajo, hacen que los recursos humanos tengan que ser más competentes y tiene relación con la globalización, donde se presentan las siguientes características, la interrelación, la información simultánea, una elevada competitividad, mayores exigencias en calidad, diversificación e innovación, entonces por ende la unidad productiva tiene que cambiar de una organización piramidal y jerárquica, a una organización sistemática y transversal, de una estructura ocupacional segmentada, a equipos multifuncionales, polivalentes, interdisciplinarios. Es entonces que los recursos humanos, deben poseer características, tales como calificaciones o cualidades probadas (competencias), manejo y operación de sistemas, innovación y tecnología organizacional y procesos de mejora continua.

#### **2.2.2.4. Las Normas ISO y las competencias laborales**

La Norma ISO 9000, se conforma por un conjunto de enunciados, los cuales especifican qué elementos deben integrar al sistema de calidad de una empresa y cómo deben funcionar en conjunto estos elementos, para asegurar la calidad de los bienes y servicios que produce la empresa.

En la Norma ISO 9001:2000 el punto 6: Gestión de recursos humanos, en el inciso 6.2, recursos humanos dentro de las generalidades (6.2.1), establece lo siguiente: El Personal que realice trabajo que afecte a la calidad del producto, debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencias apropiadas. De acuerdo a lo anterior citado, esta norma marca los vértices para definir en base a que un individuo será competente.

Ahora en la norma ISO 9001:2000 en el punto 6: Gestión de los recursos humanos en el inciso 6.2.2 Competencias, toma de conciencia y formación que textualmente dice: “La organización debe:

- Determinar las competencias para el personal
- Proporcionar información
- Evaluar la eficacia
- Asegurar la conciencia
- Mantener registros de la educación, formación, habilidades y experiencias.”

La base fundamental para la calidad es la capacitación. Esta es una de las premisas que este sistema establece, y concluimos que la calidad, no se puede dar, si el personal no es competente.

### **2.2.3. Desarrollo de la práctica, duración aproximada 2 a 3 horas**

Como empresarios siempre se pretende tener personal altamente calificado y capacitado y si con este tipo de alternativas se puede reducir las curvas de entrenamiento en el inicio de un nuevo trabajador, el aspecto económico se vería reflejado de una manera muy considerable en ahorros, nótese que no se trata de no invertir en la capacitación, sino por el contrario, iniciar un proceso de trabajo donde desde el primer momento se agregue el valor de este nuevo elemento al trabajador en la productividad del negocio.

La competencia laboral, ha ido surgiendo como un marco de referencia para la administración y desarrollo de personal para las organizaciones de hoy, en las que el proceso de adaptarse y adelantarse a los cambios del entorno, se

representa como un factor determinante y es una condición que dará la pauta para el crecimiento y desarrollo de las organizaciones, discutir en clase y desarrollar un prototipo aplicable al laboratorio.

Elaborar un proceso de certificación basado en competencias laborales, aplicado a nivel nacional e institucional y proponer ideas para ser aplicado a las prácticas de laboratorio.

#### **2.2.4. Investigación complementaria**

El nivel de competencia que se atribuye y que corresponden tanto a las competencias específicas como a las competencias básicas y genéricas, constituye uno de los parámetros más importantes en las competencias laborales, ya que se refiere al nivel de complejidad de la función, al grado de autonomía en el desempeño laboral y de responsabilidad en una actividad. Los niveles de competencia, también están referidos o relacionados al nivel de tecnología.

Con el propósito de orientar las acciones de formación y gestión del recurso humano, por competencia laboral, se ha establecido la existencia de cinco niveles de competencia en Guatemala, tomando como base los tipificados a nivel internacional, especialmente en países de Europa, Estados Unidos, Canadá y Japón. La descripción de los cinco niveles se presenta a continuación:

Tabla III. Niveles de competencias laborales

NIVEL OCU PAC.	NIVEL DE COMPETENCIA	CARACTERÍSTICAS	ILUSTRACION
<b>OPERATIVO</b>	1 Básico Tradicional  No calificado Semicalificado  (Operarios, ayudantes, Auxiliares)	* Competencia en el desempeño de un conjunto pequeño de actividades de trabajo o funciones productivas simples, con poca autonomía en el desarrollo de sus actividades y trabajo en equipo. * Predominan las actividades rutinarias, repetitivas, predecibles, y el manejo, operación y mantenimiento de herramienta y equipo manual, eléctrico y Mecánico básico, determinado en el estado de caracterización de cada sector.	
	2 Técnico  Calificado Altamente calificado  (Técnicos)	* Competencia en un conjunto significativo de actividades de trabajo o funciones productivas variadas, realizadas en diversos contextos, de la ocupación o área. * Se requiere a menudo colaboración con otros y trabajo coordinado en equipo. * Predominan actividades, complejas no repetitivas y el manejo, operación y mantenimiento de De herramienta y equipo mecánico y eléctrico, el cual, contribuye a la mejora de la calidad y Productividad del servicio o producto a obtener, comparado con el del nivel anterior.	
<b>MEDIO</b>	3 Industrializado  Técnico Medio Mandos Medios  (Supervisores) Técnicos medios, Jefes de Unidad o Sección, Coordinadores, Monitores, Instructores nivel 1)	* Competencia en una amplia gama de actividades de trabajo o funciones productivas variadas, desempeñadas en diversos contextos. Desarrollan Actividades complejas y no rutinarias . * Poseen la habilidad para instruir, para mejorar métodos y distribuir, coordinar, vigilar, supervisar la actividad de terceros . * Poseen alto grado de responsabilidad y autonomía, o no en la ejecución. * Personal especializado en la preparación y control de la calidad de la producción y de los procesos en un área, de las empresas de cualquier Sector de la actividad económica. Realizan ensayos y análisis de materia prima y de procesos de productos. * Operan, controlan y dan mantenimiento al equipo computarizado de producción el cual influye altamente en la calidad y la productividad de productos o servicios de las empresas.	

Continuación de la tabla III.

NIVEL OCUPAC.	NIVEL DE COMPETENCIA	CARACTERÍSTICAS	ILUSTRACION
<b>EJECUTIVO</b>	<p>4 Profesional</p> <p>Mandos Superiores</p> <p>(Jefe de Planta de Producción, Administradores, Jefes de Depto., Instructores nivel 2)</p>	<p>* Competencia para el diseño , planificación, análisis y administración, en una gama de actividades complejas o funciones de trabajo, desempeñada en una variedad de contextos profesionales o en una o varias partes de un proceso productivo.</p> <p>* Poseen alto grado de responsabilidad y autonomía.</p> <p>* Tiene responsabilidad por el trabajo de otros y responsabilidad ocasional en la asignación o planificación de recursos. Autonomía Laboral.</p> <p>* Responsable del diseño, planeación y desarrollo de las actividades que conforman los procesos de producción para productos o servicios, proponen o diseñan nuevos procesos, productos, equipo, herramienta, software y otros, para el aumento de la productividad, competitividad y calidad de la empresa.</p> <p>* Posee un alto nivel de creatividad, capacidad de análisis y conocimientos técnicos en una o varias áreas o especialidades, relacionadas con las funciones laborales que desempeña, en uno o varios procesos de la línea de producción de una empresa.</p>	 <p>Diseño, control y evaluación de varios procesos</p>
	<p>5 Profesional Especializado</p> <p>Directivos Alta Gerencia</p> <p>(Directores, Gerentes, Subgerentes, Jefes De División, Asesores, Instructores nivel 3)</p>	<p>* Competencia para la aplicación, evaluación de una gama de principios fundamentales y de técnicas complejas, en una amplia variedad de contextos y procesos a menudo impredecibles.</p> <p>* Poseen total autonomía personal y responsabilidad frecuente en la asignación de recursos.</p> <p>* Responsabilidad en el análisis, la dirección, diagnóstico, evaluación y transformación del diseño, planeación, ejecución y desarrollo de actividades.</p> <p>* Responsable de planificar, evalúa y transformar los procesos de una línea de producción para el aumento de la productividad, calidad de productos y servicios, y la competitividad empresarial.</p> <p>* Poseen alto nivel de creatividad y capacidad de análisis y conocimientos técnicos en las áreas o especialidades relacionadas con los procesos de una o varias líneas de producción de la empresa. Evalúa y transforma procesos, fundamentos, políticas y la planificación estratégica de la org.</p>	 <p>Control y evaluación de líneas de producción.</p>

Fuente: <http://www.intecap.org.gt>. Consulta: noviembre 2011.

#### **2.2.4.1. Áreas y subáreas de competencia laboral**

En entidades guatemaltecas se atienden eventos de capacitación para el desarrollo de las competencias específicas del recurso humano guatemalteco, en los 3 sectores económicos, agrupados actualmente en áreas y sub áreas de competencia laboral, distribuidos de la siguiente forma:

Área de Competencia: conjunto de actividades que se ejecutan dentro de un sector productivo claramente identificado, lo que permite alcanzar un objetivo deseado, proporcionar un resultado, un servicio o bien, delimitado por un mismo género o naturaleza de trabajo. El área de competencia, es denominada también, área funcional, tienen un principio y un fin determinado.

Subárea de competencia: desagregación de las áreas de competencia, basada en la orientación económica, siempre delimitada por el mismo género o naturaleza del tipo de trabajo, requerido para generar bienes y servicios y productos.

Tabla IV. **Áreas y subáreas de competencias laborales**

SECTOR	AREA DE COMPETENCIA	SUBAREA DE COMPETENCIA
 <b>PRIMARIO</b>	1. Cultivo y aprovechamiento y aprovechamiento agropecuario, y forestal.	1.1 Agricultura 1.2 Ganadería 1.3 Pesca 1.4 Forestal 1.5 Agroindustria y empaque 1.6 Producción biotecnológica 1.7 Caza
	2. Extracción y beneficio	2.1 Exploración 2.2 Extracción 2.3 Refinación y beneficio 2.4 Extracción y provis. de energía y agua
<b>SECUNDARIO</b>	3. Construcción	3.1 Planeación y supervisión de obras 3.2 Edificación 3.3 Acabados 3.4 Instalación, mantenimiento, electricidad domiciliar. 3.5 Carreteras
	4. Tecnología mecánica, eléctrica y electrónica	4.1 Tecnología mecánica. 4.2 Tecnología eléctrica y electrónica 4.3 Tecnología marina 4.4 Tecnología aeronáutica 4.5 Tecnología de procesos industriales
	5. Telecomunicaciones	5.1 Telefonía 5.2 Televisión 5.3 Radio transmisión 5.4 Comunicación satelital
	6. Manufactura	6.1 Procesamiento de minerales 6.2 Metalurgia 6.3 Procesamiento de materia orgánica 6.4 Manufactura de textiles y prendas de vestir y productos de cuero 6.5 Manufactura de productos alimenticios 6.6 Manufactura de productos químicos 6.7 Manufactura de productos metálicos 6.8 Manufactura de productos de madera 6.9 Manufactura de productos eléctricos y electrónicos 6.10 Manufactura automotriz 6.11 Manufactura de productos impresos.

Continuación de la tabla IV.

SECTOR	AREA DE COMPETENCIA	SUBAREA DE COMPETENCIA
 <small>Instituto Técnico de Capacitación y Productividad</small>  <b>TERCIARIO</b>	7. Transporte	7.1 Transporte terrestre 7.2 Transporte aéreo 7.3 Transporte acuático
	8. Ventas de Bienes y Servicios	8.1 Servicios de comercio internacional 8.2 Servicios de comercio nacional 8.3 Servicios de limpieza y vigilancia 8.4 Servicios de belleza 8.5 Servicios técnicos y personales
	9. Venta de Servicios de Turismo	9.1 Servicio de alimentos y bebidas 9.2 Servicio de hospedaje 9.3 Servicios de recreación 9.4 Servicios de viajes
	10. Servicios Financieros	10.1 Servicios de bolsa 10.2 Servicios de banca 10.3 Servicio de seguros y fianzas 10.4 Servicios de finanzas y contabilidad
	11. Apoyo y Soporte Administrativo	11.1 Planificación empresarial 11.2 Administración de recursos humanos 11.3 Desarrollo de sistemas 11.4 Servicios legales 11.5 Compras e inventarios 11.6 Trabajo de oficina 11.7 Servicio postal y mensajería 11.8 Administración de empresas
	12. Salud y Protección Social	12.1 Servicios médicos 12.2 Protección sanitaria 12.3 Seguridad social 12.4 Seguridad pública 12.5 Protección al medio ambiente
	13. Comunicación Social	13.1 Radio, cine y televisión 13.2 Interpretación artística 13.3 Traducción 13.4 Publicidad y propaganda 13.5 Servicios bibliotecarios 13.6 Diseño y exhibición
	14. Desarrollo y Extensión del Conocimiento	14.1 Educación 14.2 Capacitación 14.3 Investigación y documentación

Fuente: <http://www.intecap.org.gt>. Consulta: noviembre 2011.

### 2.2.4.2. Campos de competencias básicas y genéricas

En competencia laboral, se dice que una persona es competente cuando posee las competencias básicas, genéricas y específicas necesarias para el desempeño de las funciones productivas asignadas, relacionadas con un puesto u ocupación laboral. Para que el recurso humano en formación, asimile adecuadamente las competencias específicas impartidas a través de eventos de formación, se hace indispensable que cuente además, con las competencias básicas y genéricas inherentes a los conocimientos técnicos y al nivel de competencia de cada persona. El Instituto Tecnológico de Capacitación y Productividad (INTECAP) ha determinado a través del estudio de las competencias básicas y genéricas en el sector laboral guatemalteco, 6 campos básicos y 10 genéricos, los cuales se describen a continuación:

Tabla IV. Campos de competencias laborales

SECTOR	COMPETENCIAS	CAMPOS
<b>TODOS LOS SECTORES</b>	1 . Competencias Básicas*	1.1 Adaptación al ambiente 1.2 Dominio de la lectura 1.3 Dominio de la escritura 1.4 Comunicación oral y escucha 1.5 Aplicación de la matemática 1.6 Localización de la información 1.7 Varios
	2. Competencias Genéricas o Transversales **	2.1 Planificación 2.2 Calidad 2.3 Administración de Actividades 2.4 Administración de la Información 2.5 Trabajo en Equipo 2.6 Servicio al Cliente 2.7 Productividad 2.8 Innovación 2.9 Uso de Tecnología 2.10 Conservación del Medio Ambiente 2.11 Varios

Fuente: <http://www.intecap.org.gt>. Consulta: noviembre 2011.

#### **2.2.4.3. Competencias específicas**

Son los comportamientos laborales de índole técnico, vinculados a un área ocupacional determinada, están asociados a un área laboral técnica, relacionada con el uso de instrumentos y lenguaje técnico, de una determinada función productiva o área funcional.

#### **2.2.4.4. Competencias básicas**

Las competencias básicas se refieren a los comportamientos que posee y deberá demostrar un individuo y que están asociadas a conocimientos relacionados con la educación formal, como son las destrezas, habilidades y capacidades de lectura, expresión, comunicación, análisis, síntesis, evaluación y transformación de situaciones o hechos enmarcados dentro de principios, valores y códigos éticos y morales.

#### **2.2.4.5. Competencias genéricas**

Las competencias genéricas se refieren a los comportamientos comunes a diversas funciones productivas, áreas, subáreas o sectores, pero correspondientes a la misma ocupación, de acuerdo a la complejidad, autonomía y variedad. Las competencias genéricas están relacionadas con la capacidad de trabajar en equipo, planear, programar, negociar y entrenar, que son comunes a una gran cantidad de ocupaciones.

## **2.3. Práctica No. 3**

### Seguridad e Higiene Industrial

#### **2.3.1. Objetivos**

- Introducir al estudiante a temas relacionados con los principios de la seguridad e higiene industrial, utilizados en nuestro medio.
- Aplicar en cada una de las prácticas a recibir en este laboratorio, un programa que contenga los principios básicos de seguridad e higiene industrial.
- Conocer en forma clara, las causas y efectos de un accidente, al no aplicar la seguridad e higiene industrial.
- Determinar porque se debe establecer un programa de seguridad, para evitar múltiples pérdidas en una determinada industria.

#### **2.3.2. Introducción teórica**

La seguridad e higiene industrial a través del tiempo, ha tenido una lenta evolución, debido a la resistencia al cambio, algunas personas, aún no han tomado conciencia de lo importante que es para la empresa el cuidar de la salud y la seguridad de sus empleados; siguen inclinándose a ideas antiguas, basadas en medidas primitivas, relativas a la regulación de los riesgos de vida.

Conforme se pasa de una etapa de desarrollo a otra, las personas se han preocupado acerca de los accidentes, lesiones, daños humanos y materiales. Sin embargo, es muy poco probable que se preocuparan mucho de lo que les ocurriera a otras personas, en consecuencia, se fue formando el concepto de lo

justo y lo injusto, se creía que las personas causantes de una lesión, debían sufrir una pérdida equivalente en daño y sufrimiento.

En realidad la idea de seguridad, fue evolucionando a medida que los hombres primitivos comprendían el concepto de familia. La amplitud de la capacidad, no era grande, pero se daba una casi absoluta identidad de intereses en las comunidades emergentes, fortalecida por el reconocimiento de los lazos de parentesco entre todos los miembros de la tribu, llevó naturalmente a la aplicación de un principio práctico que ahora es identificado como el mayor bien final para el número más grande de personas. Proteger al individuo, no era tan importante como resguardar a la tribu, aún cuando se tratase de una persona muy considerada, como es el caso del jefe. En lo anterior, se encuentra el núcleo del desarrollo moral del futuro.

En los años posteriores del desarrollo humano, probablemente ningún tipo particular de lesión, llegó a producirse en números considerables. Por ello es probable que no se reconociera un peligro general que estimulara a un esfuerzo colectivo, en pro de la seguridad, las enfermedades, por el contrario, entre ellas por ejemplo, las grandes plagas que frecuentemente diezmaron a la población, eran fácilmente tipificadas por sus síntomas e influían en forma evidente sobre el bien común.

En consecuencia, el control de las enfermedades o al menos el de algunas de ellas, comenzó pronto a recibir una atención urgente. Al avanzar el conocimiento, las personas aplicaron sus poderes de razonamiento a los fenómenos observados, asociados con las enfermedades graves, que les amenazaban. Aquel análisis razonado surgió llegado el momento, así como los medios prácticos para el control del mal.

Puede parecer paradójico que el individuo descuidará la seguridad a diferencia para con el grupo. Sin embargo, la experiencia indica que el individuo, en cumplimiento de la ética trivial, subordina frecuentemente la seguridad personal al bienestar de los demás. La seguridad, tal como se practicaba en sus principios, a beneficio exclusivo del propio bienestar, no estaba ligada a la idea de que una preocupación personal para evitar los riesgos, resultase socialmente aceptable. En consecuencia, el desarrollo del interés social por el efecto de las lesiones previsibles, puede observarse como si siguieran el concepto de que los accidentes son, en general, malos únicamente cuando el grupo resulta amenazado. De esta manera las lesiones individuales eran consideradas simplemente como cuestiones de interés individual, basado en aquel caso que había causado las lesiones compensara al lesionado.

#### **2.3.2.1. Desarrollo de la Seguridad e Higiene Industrial**

La seguridad e higiene industrial, se ha venido incrementando por los mismos instintos personales del ser humano, el cual ha hecho de estos instintos de conservación, una plataforma de defensa ante la lesión corporal, tal esfuerzo probablemente fue en un principio de carácter personal, instintivo, defensivo. Así nació la seguridad e higiene industrial, reflejada en un simple esfuerzo individual, más que en un sistema organizado.

#### **2.3.2.2. Inicios de la Seguridad e Higiene Industrial en Guatemala**

Los antecedentes de legislación social más remotos en Guatemala, provienen desde las Leyes de Indias y después de producida la emancipación

en 1821 en la Legislación Indigenista; donde la población indígena pesó en gran medida en los problemas del país.

Por primera vez, en 1877, se dicta el decreto Reglamento de Jornaleros. En él se define lo que se entiende por patrono y jornaleros, se declaran obligaciones del patrono; las de conceder habitación, libertad de cambio de patrono, alimentación sana y abundante, escuela gratuita y donde se anotarán semanalmente, el debe y haber de la cuenta. También se prohíbe castigar a los jornaleros. Sin duda, este fue el primer paso para la apertura de la seguridad e higiene industrial en Guatemala.

Después de este decreto se siguieron promulgando leyes para el bienestar del trabajador, pero no fue hasta 1906 cuando se dicta la Ley Protectora de Obreros, Decreto Gubernativo 669. En ella se incorporan prestaciones sociales a los trabajadores en casos de accidentes profesionales, asistencia médica, en casos de enfermedad y maternidad. Se establecen subsidios en dinero, en caso de incapacidad temporal en cuantía igual a la mitad del salario. Los subsidios de maternidad se dan hasta por tres semanas. También se fija la ley de pensiones vitalicias, para las incapacidades permanentes y para los sobrevivientes (viudas y enfermos). Se crea en la ley una caja de socorro con obligatoriedad de afiliación por parte de los trabajadores y financiada por la triple contribución forzosa de trabajadores, empleadores y Estado.

En 1928 se dicta un reglamento para garantizar la salud de los trabajadores del campo y en él se establece la obligación de mantener botiquines por cuenta del patrón y se crea el certificado obligatorio de vacuna contra viruela y fiebre tifoidea.

Sin embargo, todas estas leyes avanzadas para la época, tuvieron una aplicación práctica muy limitada. Las condiciones en que había vivido el país impidieron el desarrollo de instituciones de orden social, capaces, técnica y administrativamente de aplicar las leyes existentes. No había un enfoque ideológico sistematizado y racional para resolver problemas sociales.

Como consecuencia de la Revolución de Octubre de 1944, se instituye en la Constitución de la República de 1945, en el capítulo lo. Artículo 63 el seguro social obligatorio, el cual comprendería por lo menos, seguros contra invalidez, vejez, muerte, enfermedad y accidentes de trabajo.

Más adelante, los derechos y beneficios de los trabajadores fueron efectivamente considerados en la creación del régimen y seguridad social de la institución encargada de aplicarlo: el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y el Código de Trabajo.

Durante el gobierno del doctor Juan José Arévalo, el Ministerio de Economía y Trabajo, recibió de un grupo de compañías extranjeras de seguros, una solicitud pidiendo autorización para hacer los estudios necesarios con el objeto de presentar a la consideración del Gobierno un plan de seguridad social. Dicha solicitud, fue autorizada, llegando dos técnicos extranjeros, los cuales realizaron estudios completos y de gran calidad; que están contenidos en las Bases de la Seguridad Social en Guatemala.

### **2.3.2.3. Funciones de la Seguridad e Higiene Industrial**

La seguridad industrial, evalúa estadísticamente los riesgos de accidentes, mientras que la parte de higiene industrial, se encarga de analizar las

condiciones de trabajo y como pueden éstas afectar la salud de los empleados. La importancia de la seguridad e higiene industrial radica en que, año con año las cifras de accidentes relacionadas con el trabajo, se incrementen. Los cuales provocan pérdidas económicas y sociales de suma importancia. Así que se hace necesario, para las empresas establecer normas y programas de seguridad, a fin de evitar los accidentes.

La seguridad industrial tiene como objeto, proteger a los elementos de la producción (recursos humanos, maquinaria, herramientas, equipo y materia prima), y para esto se vale de la planificación, el control, la dirección y la administración de programas. Muchas empresas ven la Seguridad e Higiene Industrial como gasto extra y no es así. El empresario debe comprender que los programas de seguridad, los inspectores, etc., representan una inversión para la empresa, ya que ayudan a evitar los accidentes y los costos directos e indirectos que ellos conllevan.

#### **2.3.2.4. Razones para instalar programas de seguridad**

Se clasifican en 3 grupos: razones legales, morales y económicas.

#### **2.3.2.5. Legales**

En Guatemala, las leyes de Seguridad e Higiene Industrial, están establecidas a través de la constitución y el código de trabajo de la República de Guatemala, en el título quinto, capítulo único. Cuando ocurre un accidente, se la paralización las labores, ya que los compañeros de trabajo, intervienen para ayudar al lesionado por curiosidad y otras razones incidentales.

La producción sufre un retardo, por el efecto psicológico que se produce en los demás trabajadores y se requiere de un tiempo prudencial para alcanzar un ritmo normal. Regularmente se produce daño al equipo, herramientas o al material en proceso de producción, la reparación y los desperdicios de material, representan un gasto que debe agregarse al costo del accidente.

Algunos de los factores que afectan a la productividad en la empresa, a causa de accidentes son:

- Tiempo perdido por los trabajadores, debido a la paralización del trabajo al ocurrir el accidente.
- Tiempo perdido por el supervisor y los funcionarios de la empresa en:
  - Ayudar al trabajador accidentado
  - Investigar las causas del accidente para evitar la repetición
  - Hacer los arreglos necesarios, para restablecer la labor del trabajador
  - En caso de requerir un nuevo trabajador, el tiempo necesario en seleccionarlo, capacitarlo o instruirlo.
- Preparar el informe del accidente
- Efectuar los trámites necesarios para proporcionar los beneficios al trabajador.
- Pérdida en la producción al paralizar el proceso
- Costo por reparación de la maquinaria o reposición del equipo
- Gastos por pérdidas de material
- Retardo en alcanzar el ritmo normal de producción, debido al estado emocional de los trabajadores después del accidente.
- Pérdida en los negocios, por no poder cumplir los compromisos y servicios a los clientes.
- Costos legales por daños a terceros, si los hubiere

### **2.3.2.6. Razones morales**

Las empresas deben adoptar los programas de seguridad, por razones humanas, y evitar el dolor y sufrimiento del trabajador, familia y compañeros ocasionado por los accidentes. Los accidentes, en el peor de los casos, llegan a costar vidas humanas; por lo cual se produce daño moral y destrozos en la familia del afectado. Los cuales se reflejan en la actitud de los trabajadores, ya que adoptan una actitud defensiva en contra de la empresa.

Cuando se produce un accidente y la empresa no cuenta con un programa de seguridad, el trabajador adopta el pensamiento, de que el daño ocurrido por el accidente, es culpa de la empresa; de esta forma, se empiezan a resentir fricciones en las relaciones obrero-patronales.

Si una empresa cuenta con un programa de seguridad adecuado, el trabajador sabe que, en caso de algún accidente, la empresa se interesará e intervendrá a favor del bienestar del mismo, mediante estas acciones, el trabajador siente la sensación de protección por parte de la empresa. Como resultado se obtienen actitudes, produciendo una buena relación obrero-patronal.

### **2.3.2.7. Conceptos importantes de accidentes**

Accidente: es cualquier acontecimiento inesperado o imprevisto, que interrumpe o interfiere el proceso ordenado de la actividad de que se trate el accidente, no implica necesariamente una lesión. También se puede decir que es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior (incluso la muerte), recibida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, en

cualquier momento o lugar en que se preste. Se incluyen las que se ocasionan al trasladarse el trabajador del domicilio al lugar de trabajo o viceversa.

Accidente laboral: es el que ocurre en la empresa, durante las horas de trabajo, ya sea por consecuencias de la maquinaria o por negligencia de los empleados.

Accidente no laboral: no ocurre por la acción directa del trabajo, sino como consecuencia del mismo, son ejemplos, intoxicaciones por inhalación de sustancias nocivas, enfermedades del oído por ruidos, afecciones respiratorias, etc.

Causas que originan los accidentes: se tienen dos grandes grupos: El factor humano y físico. El factor humano, es el causante de un 80% - 85% de los accidentes y el factor físico de un 15 - 20%. Así pues se dividirán las causas en dos grupos, las que corresponden al factor humano y al factor físico. Causas del factor humano:

- La irresponsabilidad
- Desconocimiento del trabajo
- Falta de atención
- Mala selección de personal
- Cansancio físico y mental
- Mala ubicación del personal
- Exceso de confianza
- Alteración emocional
- Embriaguez
- Drogadicción

#### Causas del factor físico:

- Equipo de trabajo defectuoso
- Equipo de protección personal inadecuado
- Pisos defectuosos o sucios.
- Falta de protección colectiva
- Mala ventilación
- Mala iluminación
- Colores inadecuados
- Congestionamiento

Programas de seguridad: algunos son simplistas, otros siguen estilos, pero la mayoría necesitan estrategias comerciales y de ingeniería, que son comunes a todos los programas. Es importante que el programa de seguridad sea asociado tan efectivamente y continuamente como resulte posible con el deseo de la gerencia para controlar los riesgos en sus operaciones. Cada trabajador y supervisor, debe conocer la postura que adopta la gerencia, orientada a lograr un trabajo seguro.

La gerencia debe dar muestra de esta posición, con relación a la buena iluminación, el orden en la fábrica, entre otros requisitos de seguridad. Un gerente que viola las reglas de seguridad de una planta, sino se corrige el riesgo evidente o que no muestra voluntad para imponer los requisitos de la seguridad, es prontamente considerado como una persona desinteresada y los demás seguirán el ejemplo.

La administración de la seguridad, hace contribuciones de importancia al entendimiento y al empleo de los medios de optimización del logro organizado de seguridad. A la administración concierne básicamente la selección,

establecimiento y ejecución de procedimientos, que facilitan el cumplimiento de objetivos. El trabajo de administrar consiste en hacer arreglos para facilitar el cumplimiento de dichos objetivos, ofreciendo medios que conllevan a la realización.

Sistema de clasificación de riesgo: la clase de riesgo de materiales peligrosos, está indicada en el producto, ya sea por número de clase (o división) o por nombre. La clase de riesgo primario de un material, deberá estar impresa en la esquina inferior del cartel. No puede mostrarse en un cartel representando el riesgo secundario de un material. Para otros ya sean de la Clase 7 o el cartel de oxígeno, el texto que indique un riesgo (por ejemplo: corrosivo), no es requerido. El texto es utilizado solamente en los Estados Unidos. La clase de peligro o número de división, deberá aparecer en el documento de embarque después de cada nombre de embarque.

### **2.3.3. Desarrollo de la práctica, duración aproximada 4 horas**

Es necesario que hoy en día, se tome más conciencia de lo que es la implementación de programas de seguridad e higiene industrial dentro de las plantas industriales, ya que se ha descubierto sobre la base de estudios realizados todas aquellas consecuencias que sufre la empresa, por un accidente. Por lo tanto en este trabajo se ha tratado de enfocar lo que es la seguridad e higiene industrial, importancia en la industria y una manera clara de implementar un sistema en la actualidad, así mismo, se da a conocer que hay accidentes laborales y no laborales, lo cual se explica en el contenido del presente documento.

Elaborar en forma grupal, un programa de seguridad e higiene industrial en el cual se incluyan todas las prácticas a desarrollar en este manual, tomando

ideas propias de cada estudiante y eligiendo la mejor opción, así como el equipo personal que se necesite durante el transcurso de la realización.

## **2.4. Práctica No. 4**

### Práctica introductoria a la climatización automotriz

#### **2.4.1. Objetivos**

- Introducir de lleno al estudiante de este laboratorio, a que conozca de manera detallada, cada elemento que forma parte de un equipo de climatización y aire acondicionado automotriz, así como su funcionamiento dentro del mismo.
- Comprender los principios de funcionamiento de cada elemento o parte de un equipo climatizador de aire.
- Empezar a determinar la manera más apropiada a optar, para desmontar, revisar y/o reparar, para posteriormente volver a instalar cualquier parte o elemento que forme parte de un sistema de climatización automotriz.
- Determinar la mejor solución al encontrar cualquier posible avería dentro del sistema a reparar.

#### **2.4.2. Introducción teórica**

El sistema de climatización y aire acondicionado, se encuentra físicamente en diversas zonas del vehículo, en el compartimento de motor, en el frontal del salpicadero y en el interior del salpicadero. Los elementos están conectados por cables, formando dos haces de cables principales, que se dirigen del control principal de mandos al conjunto de distribución y sensores y finalmente a las unidades de funcionamiento.

En el interior del compartimento de motor se encuentra la parte de alta presión del circuito de aire acondicionado, compuesta por el condensador, el compresor, el filtro deshidratante y también el presostato.

La polea del compresor está arrastrada por una correa, que transmite el movimiento desde el cigüeñal del motor. Para que la polea transmita su movimiento al compresor, el embrague electromagnético debe poner en contacto compresor y polea.

El circuito de refrigeración de motor, dispone de un calculador que gestiona su correcto funcionamiento. Parte del caudal de líquido refrigerante, se desvía hacia el conjunto de distribución del intercambiador, para proporcionar calefacción al vehículo.

El módulo de inyección, se encuentra también en el compartimento de motor, el cual, envía y recibe información del módulo central y de mandos de la climatización.

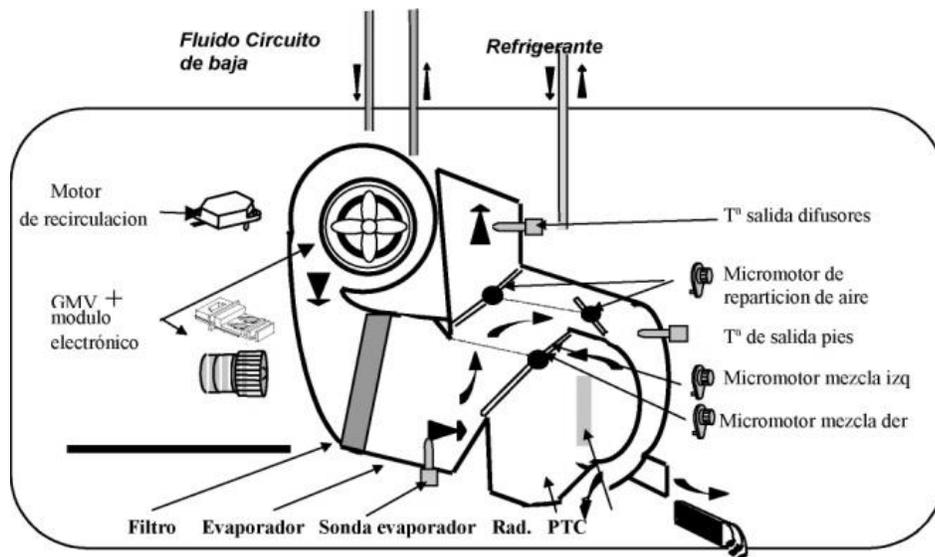
El conjunto de intercambiadores de temperatura, es el entorno donde se encuentran la mayoría de los componentes del sistema de climatización regulada.

Por un lado, el líquido refrigerante llega al radiador de calefacción, donde se produce la sesión de calor al aire entrante. En los vehículos actuales, el circuito de refrigeración, está dimensionado, teniendo en cuenta la disipación producida en el radiador de calefacción, por lo que no se debe anular esta circulación.

En algunos vehículos nuevos, sobre todo en aquellos con motores de inyección directa de gasolina, la temperatura del líquido refrigerante tarda

mucho tiempo en alcanzar la temperatura adecuada, por lo que disponen de una resistencia de calefacción eléctrica, que aporta calefacción durante los primeros minutos.

Figura 4. **Circuito básico de ventilación automotriz**



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: enero de 2012.

Por otro lado, el fluido frigorífico, llega al evaporador, donde se produce la absorción de calor del aire entrante, previamente filtrado a través del filtro del habitáculo. El evaporador es pues, el órgano productor de frío.

En ambos casos, el aire entrante es impulsado al interior del habitáculo, mediante el impulsor, que dispone de un módulo electrónico de velocidad o potenciómetro, que hace girar la turbina del impulsor a una determinada velocidad, dependiendo de la consigna manual o automática.

La sonda del evaporador, está situada en la parte más fría del evaporador,

de tal forma que si la temperatura medida desciende por debajo de la temperatura de formación de hielo, manda una señal a la central para que corte la señal del compresor, en los casos de compresor de cilindrada fija.

Las sondas de temperatura de salida de difusores centrales y de difusores a los pies, tienen como función principal, controlar el buen funcionamiento de la trampilla de mezcla y junto con las sondas de temperatura exterior e interior, permiten al sistema realizar las acciones necesarias para alcanzar la temperatura adecuada.

Por último, las diferentes compuertas de la mezcladora (recirculación, distribución y de mezcla de aire frío y caliente), están gobernadas por actuadores que reciben señales del módulo central cuando proceda.

En el caso de la siguiente figura, se trata de un climatizador con regulación de temperatura independiente para el conductor y el acompañante, bastante común en vehículos encontrados en nuestro medio.

Figura 5. **Mando electrónico de climatización automotriz**



Fuente: [www.automeca.com](http://www.automeca.com). Consulta: enero de 2012

El confort se puede gestionar en modo automático en un lado y manualmente en el otro, por lo que dispone de dos teclas de auto. Esto es aplicable a la temperatura y a la distribución, pero no al caudal, ya que solo existe una rueda de selección de velocidad del aire.

Así mismo, dispone de un botón para desconectar el compresor (A/C) y un botón que mueve la compuerta de recirculación y que permite elegir entre el aire exterior o recirculado.

Por último, dispone de un botón de desempañado rápido y un botón para conectar la luneta térmica trasera y con ello aumentar la visibilidad en el habitáculo.

Los climatizadores en general, tienen todas características similares al descrito aquí y como se puede observar, su función principal es facilitar la gestión del confort en el habitáculo. Los modelos se diferencian principalmente en el estilo, diseño, ergonomía y claridad de los parámetros gestionados.

La unión de los tres entornos, constituye el sistema de climatización automática. Como se puede observar, se trata de un sistema complejo, en donde una avería sencilla (una sonda cortada, por ejemplo), puede producir un funcionamiento incorrecto del sistema en modo automático. En ocasiones, la avería del potenciómetro del electro ventilador, puede producir una sobretensión peligrosa para la integridad del módulo central electrónico.

Por lo tanto, se puede sacar como conclusión, que se deben controlar las prestaciones del sistema cada año, tanto en invierno como en verano, con el fin de detectar inmediatamente posibles anomalías de funcionamiento.

### **2.4.2.1. Funcionamiento del circuito de climatización automotriz**

La función de refrigeración del aire que penetra en el habitáculo no es tan sencilla como la calefacción y por ello ha tardado más en aparecer en los vehículos de serie. El sistema de aire acondicionado, requiere unos componentes específicos más complejos, así como un fluido adecuado para el intercambio de calor.

A diferencia del sistema de calefacción, en el que el líquido refrigerante absorbe calor del motor y se lo cede a dos radiadores (refrigeración y calefacción), en el caso del aire acondicionado, el objetivo consiste en que el fluido frigorífico absorba el calor del aire que entra al habitáculo mediante el evaporador. Por lo tanto, deberá cederlo al ambiente mediante otro intercambiador, el condensador.

El principio de funcionamiento del circuito de aire acondicionado, se puede explicar siguiendo las siguientes etapas:

#### **2.4.2.1.1. Etapa 1 compresión**

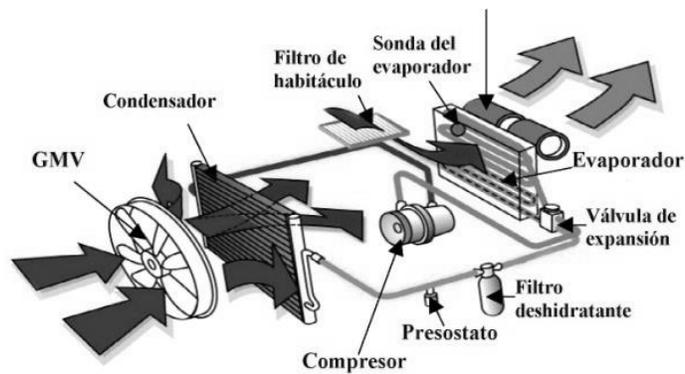
El fluido en estado gaseoso, es aspirado por el compresor a baja presión y baja temperatura (3 bar, 5°C) y sale comprimido a alta presión y alta temperatura (20 bar, 110°C). La energía necesaria para llevar a cabo el trabajo de compresión, se la aporta la correa del alternador, que también suele mover la bomba de líquido refrigerante.

#### **2.4.2.1.2. Etapa 2 condensación**

El fluido en estado gaseoso, entra en el condensador a alta presión y

temperatura. Empieza la cesión de calor del fluido al aire que atraviesa el intercambiador, produciéndose la condensación del fluido frigorífico, saliendo del condensador en estado líquido a alta presión y temperatura media (19 bar, 60°C).

Figura 6. **Circuito del gas refrigerante en un sistema automotriz**



Fuente: [www.autooms.com](http://www.autooms.com). Consulta: enero de 2012.

#### **2.4.2.1.3. Etapa 3 filtrado y secado**

El fluido en estado líquido pasa por el filtro deshidratante, que absorbe la humedad que pueda contener el fluido. Además, pasa a través de un elemento filtrante que retiene las impurezas presentes en el líquido. No debe producirse ningún cambio en el estado termodinámico del fluido.

#### **2.4.2.1.4. Etapa 4 expansión**

El fluido en estado líquido a 19 bares y 60°C, penetra en la válvula de expansión termostática, produciéndose una caída brusca de presión y temperatura. El fluido sale de la válvula en estado difásico a una presión de 3 bares y una temperatura de 0°C.

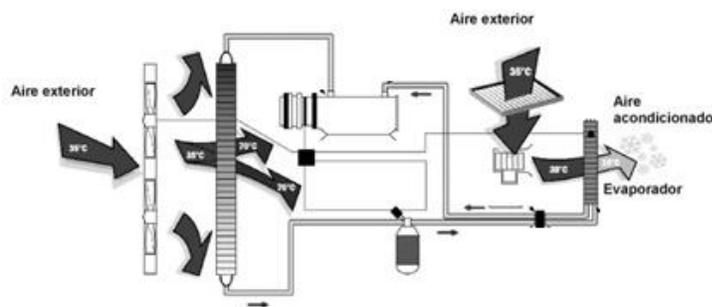
#### 2.4.2.1.5. Etapa 5 evaporación

El fluido en estado difásico, penetra en el evaporador, donde comienza el intercambio de calor con el aire exterior que penetra al habitáculo. El fluido necesita absorber calor para poder evaporarse y lo toma del aire que atraviesa el evaporador. A su vez, la humedad presente en este aire se condensa sobre las aletas (superficie fría) y se acumula en una bandeja bajo el intercambiador, para después ser evacuada al exterior mediante un conducto de desagüe.

#### 2.4.2.1.6. Etapa 6 control

El fluido a la salida del evaporador y por lo tanto a la entrada del compresor, debe estar en estado gaseoso, para evitar posibles deterioros en el compresor. En los circuitos equipados con una válvula de expansión termostática, el control se realiza a la salida del evaporador, mediante el recalentamiento o diferencia entre la temperatura a la salida del evaporador y la temperatura de evaporación.

Figura 7. **Intercambio térmico del refrigerante en un circuito de climatización automotriz**



Fuente: [www.autooms.com](http://www.autooms.com). Consulta: enero de 2012.

Dicho valor debe estar comprendido entre 2 y 10°C y en caso de encontrarse fuera de estos márgenes, la válvula se abre más o menos, para permitir la entrada de una caudal mayor o menor al evaporador.

Es por lo tanto, imprescindible no variar el tarado de dicha válvula. Una vez garantizada la evaporación de la totalidad del fluido, éste pasa de nuevo por el compresor y el ciclo comienza de nuevo.

#### **2.4.2.1.7. Funcionamiento del circuito de calefacción**

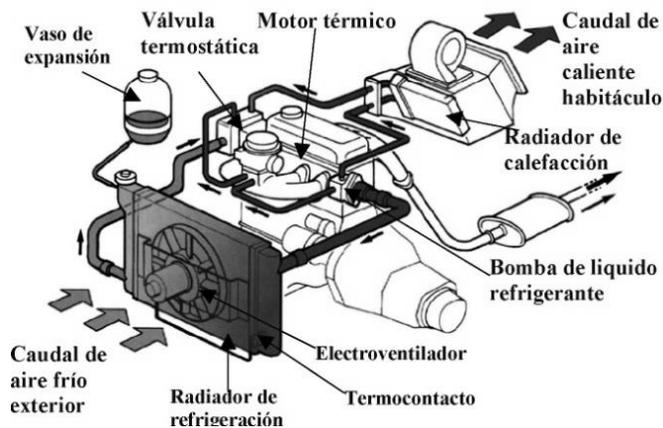
La climatización regulada electrónicamente, gestiona la calefacción y la refrigeración del aire, con el fin de obtener un grado de confort térmico óptimo en el habitáculo. Para comprender bien el funcionamiento, es fundamental repasar los conceptos básicos de calefacción y refrigeración en un automóvil. La calefacción está presente hoy en día en la totalidad de los automóviles y es la función básica de todo sistema de climatización.

El funcionamiento es muy sencillo y se basa en la derivación del líquido refrigerante del motor, que transporta el calor desprendido por el motor térmico, y mediante un intercambiador de calor llamado radiador de calefacción, lo transmite al aire que entra en el habitáculo. El intercambio se realiza por conducción, al entrar en contacto el aire con las aletas del radiador.

Sin embargo, este intercambio no se produce inmediatamente, ya que el líquido de refrigeración tarda entre dos y cuatro minutos en alcanzar una temperatura adecuada (55°C). Las nuevas motorizaciones que mejoran el rendimiento térmico (motores con inyección directa, *intercooler*), incrementan este tiempo aún más, por lo que se están introduciendo sistemas nuevos para

conseguir calefacción durante esos primeros minutos. Se trata de las resistencias de calefacción eléctricas.

Figura 8. **Circuito de calefacción automotriz**



Fuente: [www.autooms.com](http://www.autooms.com). Consulta: enero de 2012.

El circuito de calefacción: durante el arranque y hasta que la temperatura del líquido refrigerante alcance los 55°C, la válvula termostática se mantiene cerrada, produciendo un aumento rápido de la temperatura motor.

Al derivarse el líquido refrigerante hacia el radiador de calefacción, se dispone en un plazo de tiempo muy corto de calefacción. Este líquido está impulsado por la bomba y una vez que la válvula termostática se abre, el líquido se dirige también hacia la parte delantera del vehículo para poder evacuar el calor. Este intercambio se realiza mediante el radiador de refrigeración, cediendo el líquido y calor al aire frío del exterior. El líquido refrigerante a baja temperatura, vuelve al motor térmico, donde se comienza de nuevo el ciclo.

La función del termo contacto, consiste en conectar el electro ventilador, en el caso de que el caudal de aire que atraviesa el radiador de refrigeración, no sea suficiente (vehículo a ralentí) para evacuar todo el calor que contiene el líquido refrigerante.

Hay que tener en cuenta que los circuitos de refrigeración están diseñados, teniendo en cuenta la alta capacidad de disipación de calor del radiador de calefacción. Por lo tanto, bajo ningún concepto, se podrá desconectar dicho radiador si está defectuoso, por mucho que no se necesite la calefacción, caso de países cálidos.

La regulación de la calefacción, se realiza normalmente actuando sobre la compuerta de mezcla, que combina las proporciones de aire caliente y frío demandadas por el usuario. Sin embargo, ciertos vehículos de alta gama están equipados de reguladores de caudal de líquido refrigerante.

#### **2.4.2.2. Elementos del sistema de climatización automotriz**

Dentro de los elementos del sistema de climatización que se definirán en los subtítulos siguientes se tienen: el compresor, el condensador, el evaporador, la válvula de expansión y el filtro deshidratador.

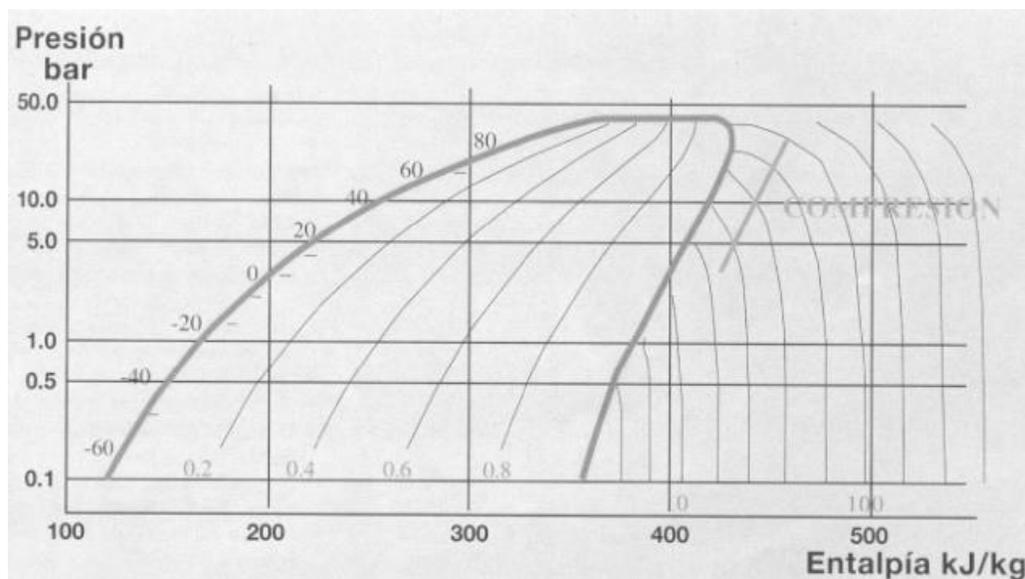
##### **2.4.2.2.1. El compresor**

El compresor es una máquina que transforma la energía mecánica suministrada por el motor del vehículo, de forma que aspira el fluido refrigerante, procedente del evaporador y bajo la forma de vapor a baja presión y temperatura, para después impulsarlo hacia el condensador, en forma de

vapor a alta presión y temperatura. El fluido sufre un incremento de presión y temperatura en el compresor.

Si se representa el proceso de compresión del fluido en un diagrama de Mollier (presión-entalpía), se puede observar que no solo aumenta la presión y temperatura, sino también la entalpía. En realidad, es la aportación externa de entalpía, la que provoca que aumente la presión y temperatura.

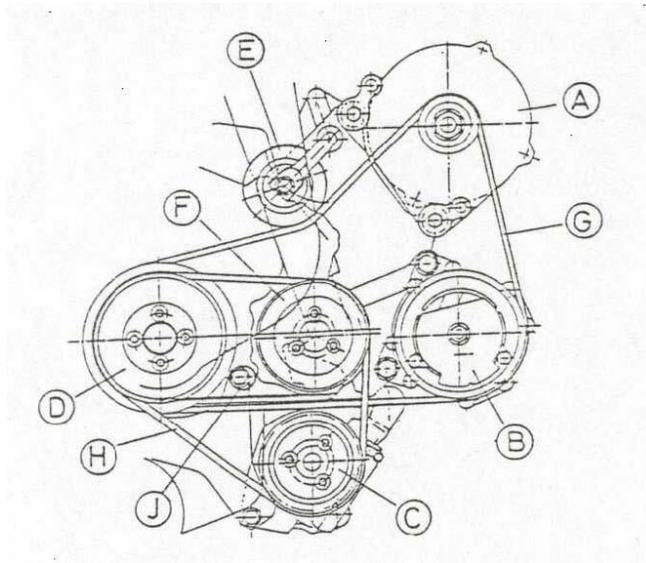
Figura 9. **Ciclo de refrigeración estándar (Mollier)**



Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

El compresor se encuentra fijado directamente sobre el bloque motor, y es accionado normalmente por la correa que mueve la bomba de líquido de refrigeración y el alternador.

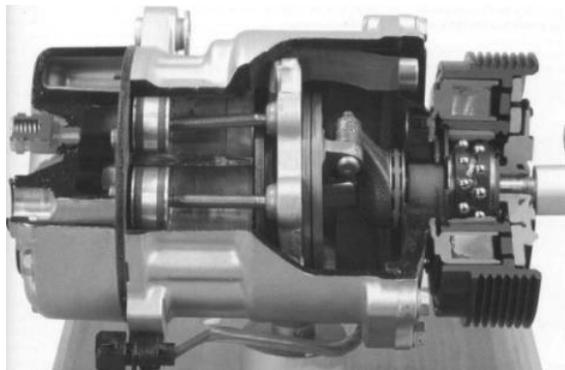
Figura 10. **Correa de motor y accesorios**



Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

Para la climatización del automóvil, se utilizan compresores de tipo volumétrico, como el que se puede ver en la figura siguiente:

Figura 11. **Compresor volumétrico**



Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

## Tipos de compresores

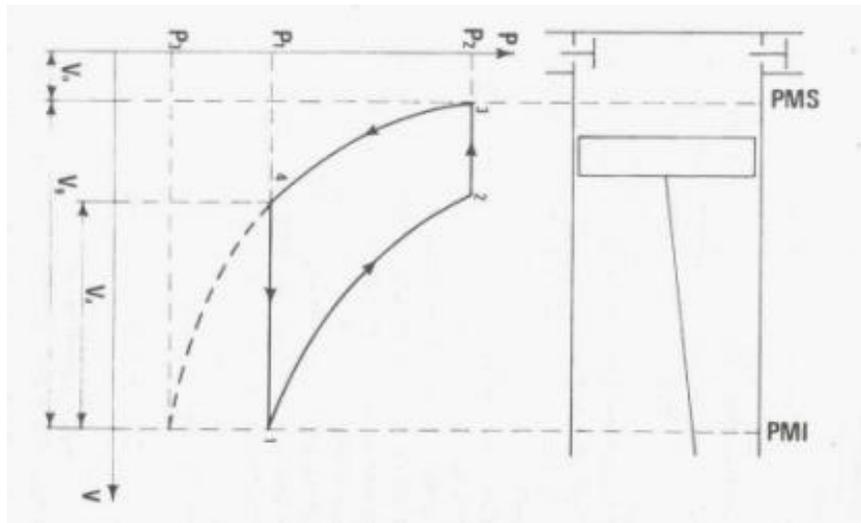
Los compresores se subdividen en base al modo en el que comprimen el gas refrigerante, distinguiéndose dos tipos principales, los compresores volumétricos y los turbocompresores (axiales y centrífugos). Como se ha indicado anteriormente, en climatización del automóvil, se utilizan los compresores volumétricos, que se clasifican en:

- Alternativos:
  - De pistones con sistema biela-manivela
  - De pistones tipo revólver
- Rotativos:
  - De paletas
- Pseudorotativos:
  - De espirales (*skroll*)

## Funcionamiento de cada tipo de compresor

- Compresores alternativos El funcionamiento del compresor alternativo, se subdivide en cuatro fases: aspiración, compresión, impulsión y expansión. En la primera fase, la válvula de aspiración está abierta, por lo que el fluido frigorífico gaseoso, entra en el compresor a presión constante, siendo  $V_a$  el volumen aspirado, como se puede ver en la gráfica. En la compresión, la válvula de aspiración y descarga están cerradas y el gas se comprime desde la presión de aspiración  $P_1$  a la de impulsión  $P_2$ , que será lógicamente mayor. La presión de impulsión, corresponde con la presión medida en el condensador. Cuando se alcance este valor, la válvula de descarga se abre y se produce la expulsión del gas a presión constante.

Figura 12. **Compresión de un gas**



Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

Al punto de inicio de la carrera del pistón (inicio de la compresión) se le llama Punto Muerto Inferior o PMI y al de fin de carrera correspondiente a la expulsión del gas se le llama Punto Muerto Superior o PMS.

El volumen desplazado por el pistón durante la carrera  $V_g$ , es el volumen comprendido entre el PMI y el PMS. Cuando la carrera de impulsión llega al final, no se abre todavía la válvula de aspiración, porque en el interior del compresor existe fluido a la presión de descarga, más concretamente en el espacio muerto con un volumen  $V_0$ . Se produce por lo tanto una expansión del gas, hasta que alcanza la presión de aspiración.

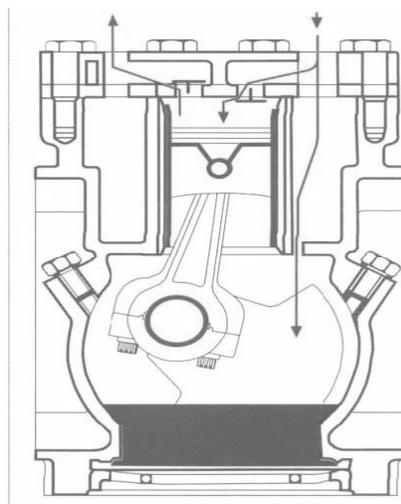
En ese punto, la válvula de aspiración se puede abrir iniciándose así un nuevo ciclo. De lo explicado, se deduce que el volumen aspirado  $V_a$ , es ligeramente inferior al volumen generado durante una carrera,  $V_g$ .

Al cociente  $V_a/V_g$ , se le denomina rendimiento volumétrico. Este rendimiento, se puede representar en un diagrama, en función de la temperatura de vaporización, de la velocidad angular y de la potencia del compresor.

En los compresores alternativos, la cilindrada se calcula con la siguiente expresión:  $C = D \cdot l \cdot n$  en donde  $D$  es el diámetro del cilindro,  $l$  la carrera del pistón y  $n$  el número de cilindros, por lo que también  $C = n \cdot V_g$  se detallan a continuación las particularidades de funcionamiento de cada tipo de compresor alternativo.

- Compresor alternativo de pistones con sistema biela manivela. Está constituido por un cilindro con un pistón interior, la respectiva biela y manivela y las toberas de aspiración y descarga, equipadas con sus válvulas automáticas, como se puede ver en la figura siguiente:

Figura 13. **Compresor alternativo de pistón y biela**



Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

La tubería de descarga siempre es de un diámetro menor que la de aspiración, debido a que el refrigerante a alta presión necesita una menor sección de paso.

Estos compresores tienen un elevado rendimiento volumétrico, entre un 80 y un 90%, pero producen un nivel elevado de vibraciones. En este valor de rendimiento, se tienen en cuenta las pérdidas de fluido producidas durante el llenado del cilindro y las posibles fugas del mismo hacia el exterior a través de los tubos.

- Compresor alternativo de pistones tipo revolver: el principio de funcionamiento de estos compresores, consiste en la transformación del movimiento rotativo del eje en un movimiento alternativo de los pistones, por medio de un plato oscilante inclinado. La unión entre la varilla del pistón y el plato se efectúa mediante rótulas.
- Compresor de cilindrada fija: estos compresores comprimen la misma cantidad de fluido en cada rotación, ya que disponen de un cigüeñal en forma de plato, que no puede modificar el ángulo en relación con el árbol del compresor.

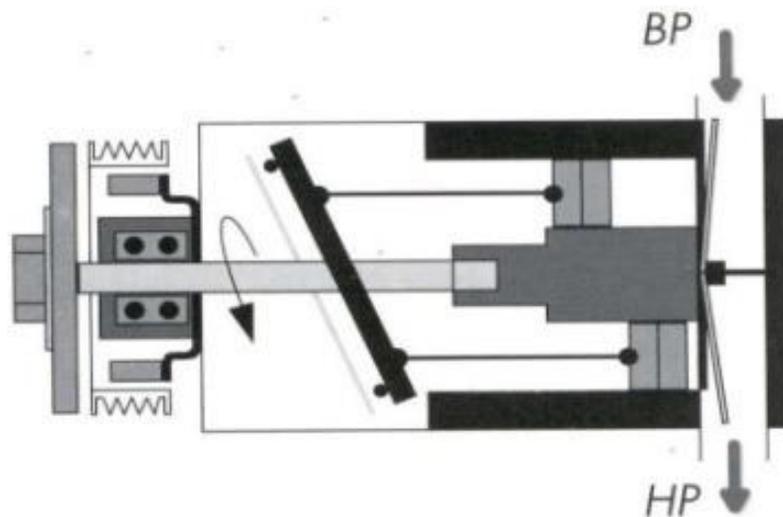
Los sistemas de climatización que emplean estos compresores conectan y desconectan la bobina del embrague, dependiendo de la temperatura del aire a la salida del evaporador, de manera que el compresor, comprime o no según las necesidades del momento.

La decisión de conectar o desconectar el compresor, es tomada por un sensor de temperatura que se encuentra, como se ha

mencionado, en la salida del aire del evaporador. La desconexión se realiza cuando la temperatura del aire a la salida, es tan baja que podría producir hielo en el evaporador.

Estos sistemas tienen el problema de la pérdida de potencia del motor que provoca la conexión brusca del compresor, con las consecuencias que ello conlleva en cuanto al confort de marcha. Además, en ocasiones la potencia consumida, es mayor que la que se necesita realmente.

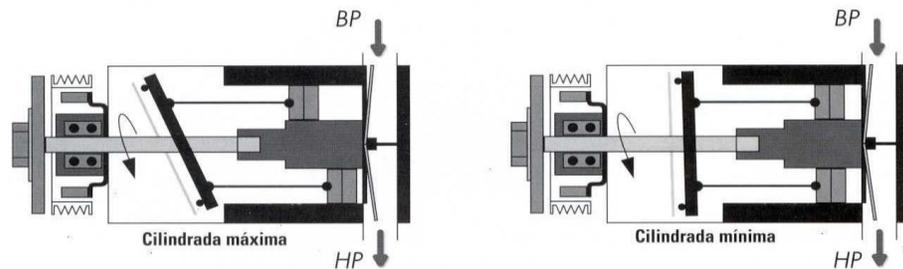
Figura 14. **Compresor de cilindrada variable.**



Fuente: <http://dc261.4shared.com/Valeo>. Consulta: febrero de 2012.

- Compresor de cilindrada variable: tienen en su interior un cigüeñal en forma de plato, pero que puede variar el ángulo que forma respecto al árbol del compresor, girando alrededor de un punto. Cuanto mayor sea el ángulo, mayor será el desplazamiento de los pistones.

Figura 15. **Cilindrada máxima y cilindrada mínima**



Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

Estos compresores aparecieron en 1987, no necesitan el empleo de un sensor de temperatura a la salida del aire del evaporador, ya que se regulan por si mismos.

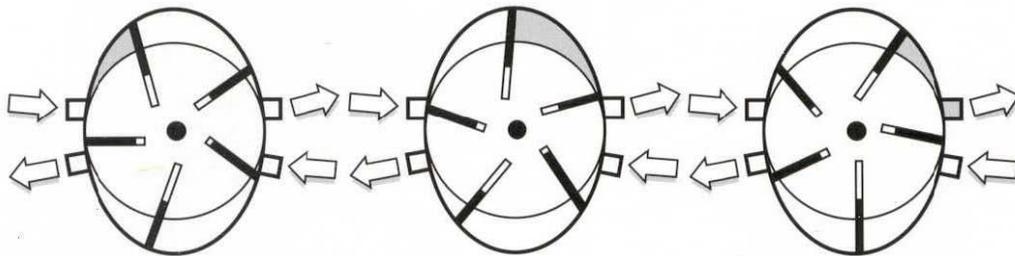
Así pues el ángulo de inclinación, depende de la presión en el cárter. Por medio de un orificio calibrado, existe constantemente una inyección de parte del gas comprimido hacia el cárter. Además, una válvula de control, pone en equilibrio las presiones de aspiración, de salida y del cárter, permitiendo la reinyección hacia la aspiración de la cantidad sobrante de fluido refrigerante en el cárter, de manera que el caudal, coincida con las necesidades de refrigeración. La variación de la cilindrada se lleva a cabo mediante la válvula de control. Al aumentar la carga térmica en el evaporador (aumenta la temperatura del habitáculo), la presión de evaporación aumenta, ya que aumenta la temperatura. Esta presión aumenta por encima del punto de regulación de la válvula (2 bar efectivos). En esta situación, se produce un paso de gas entre la cámara de aspiración y el cuerpo del compresor, no hay presión diferencial

entre estas cámaras y los pistones tienen una carrera máxima. Al aumentar la cilindrada, el flujo de refrigerante en circulación aumenta, con lo que el frío generado es mayor, la temperatura en el evaporador bajará junto con la del habitáculo y la presión de succión disminuye, hasta estar por debajo del valor de regulación de la válvula. Esta válvula, abre un paso entre la cámara de descarga y el cuerpo del compresor, por lo que se eleva la presión en el cuerpo. Simultáneamente, la válvula de control, reduce el paso entre la cámara de aspiración y el cuerpo del compresor. La regulación del diferencial de presión, produce una fuerza que actúa sobre cada una de las bases de los pistones. Como resultado se obtiene un par de giro que por medio del plato oscilante hace variar el ángulo de la leva giratoria. El plato del cigüeñal por lo tanto, se desplazará hacia el otro lado, disminuyendo la cilindrada. En la práctica, el plato se sitúa en una posición intermedia, que varía muy despacio, permitiendo cumplir en todo momento, las necesidades térmicas del sistema. Las ventajas de los compresores de cilindrada variable son:

- Reducción del consumo de combustible del vehículo, ya que el compresor solo consume la potencia estrictamente necesaria.
- Evolución lineal de la temperatura del habitáculo
- Eliminación de los golpes bruscos de puesta en marcha del compresor
- Mejor deshumidificación del aire
- Temperatura del aire de los difusores constante
- Mayor confort de marcha
- Compresor con una duración de vida superior
- Supresión de la sonda de temperatura del evaporador

- Mayor duración del resto de los accesorios del compresor, como embrague electromagnético, de la correa y de los rodamientos.
- Compresores rotativos: el principio de funcionamiento de un compresor de paletas, se basa en la rotación de un rotor y la disminución progresiva del espacio, ocupado por el fluido atrapado entre las paletas. La estanqueidad se asegura por el contacto entre las paletas y el estator, producida por la fuerza centrífuga aplicada a las paletas al girar el rotor a gran velocidad. Existen dos tipos de compresores rotativos:
  - Rotor centrado y estator de sección ovalada: en la figura siguiente se muestra la forma del rotor centrado y estator de sección ovalada.

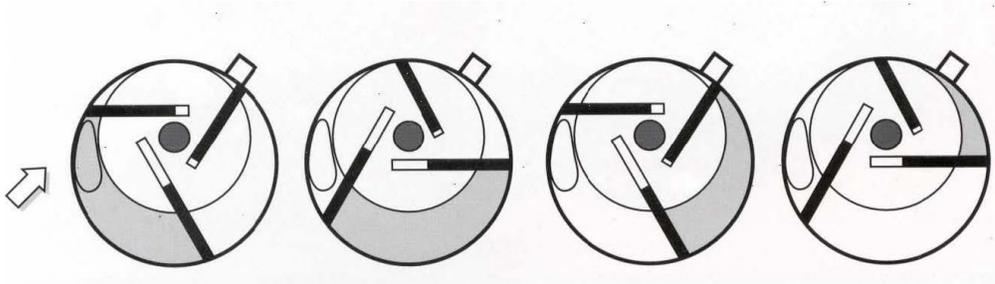
Figura 16. **Rotor centrado y estator de sección ovalada**



Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

- Rotor excéntrico y estator de sección circular : este se muestra en la siguiente figura.

Figura 17. **Rotor excéntrico y estator de sección circular**



Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

En el núcleo se disponen una serie de ranuras en oposición, en las que introducen las paletas. La excentricidad del núcleo al girar hace que en función de las respectivas posiciones unas paletas están introducidas en las ranuras, mientras que otras salen al exterior, siguiendo tangencialmente el perfil del cuerpo cilíndrico.

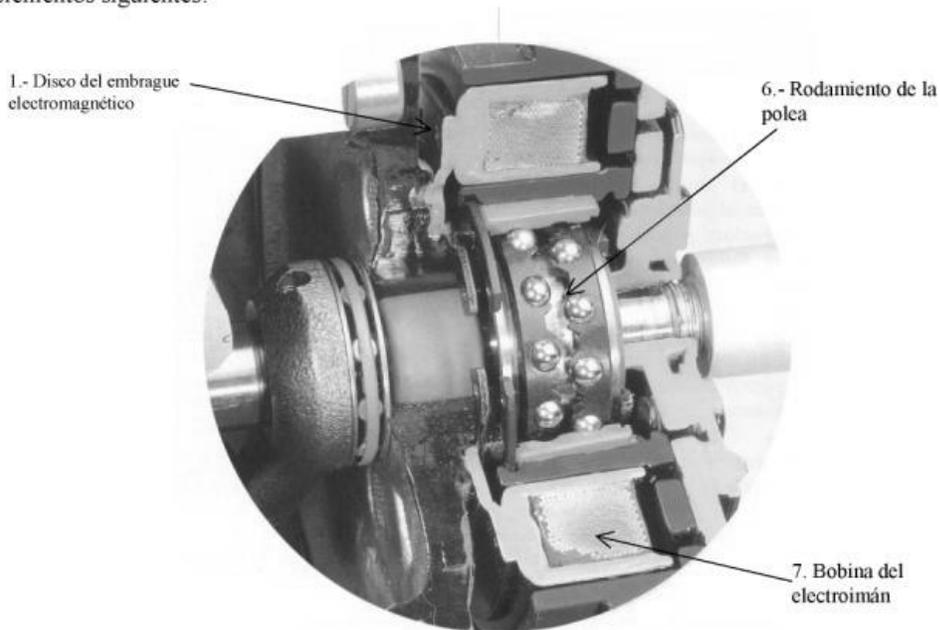
- Compresores pseudorotativos: empleados fundamentalmente en vehículos de propulsión eléctrica y en instalaciones industriales. El funcionamiento se basa fundamentalmente en la rotación de una espiral móvil, respecto de otra espiral fija. La selección de un compresor para una instalación frigorífica, se realiza en base a la capacidad, de modo que pueda mantener un flujo de refrigerante, tal que permita el intercambio completo del calor, a través del evaporador y del condensador. Otras consideraciones a tener en cuenta son las dimensiones y el peso, ya que a veces los espacios limitados disponibles para el montaje limitan también la selección.
- Funcionamiento del embrague electromagnético: en los compresores que se emplean en los equipos de climatización, se utiliza un dispositivo especial, llamado embrague electromagnético, que permite mantener

solidario el compresor con el motor. Es el elemento que posibilita la interrupción de la conexión entre el motor del vehículo y el compresor.

Esta interrupción, puede realizarse a voluntad del conductor o bien de forma automática cuando se ha alcanzado la temperatura adecuada. De este modo, el embrague transmite el movimiento, generalmente mediante una correa, desde la polea motriz del motor del vehículo al compresor. Como se puede ver en la siguiente figura, el embrague electromagnético se compone de los elementos siguientes:

Figura 18. **Sección de embrague electromagnético**

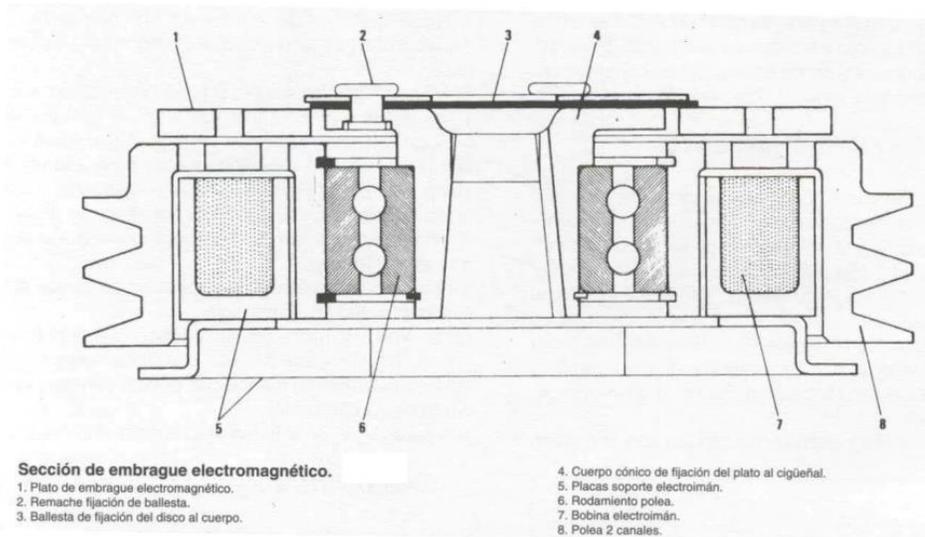
elementos siguientes:



:

Fuente: <http://dc261.4shared.com>Valeo. Consulta: febrero de 2012.

Figura 19. **Partes de un embrague electromagnético del compresor**



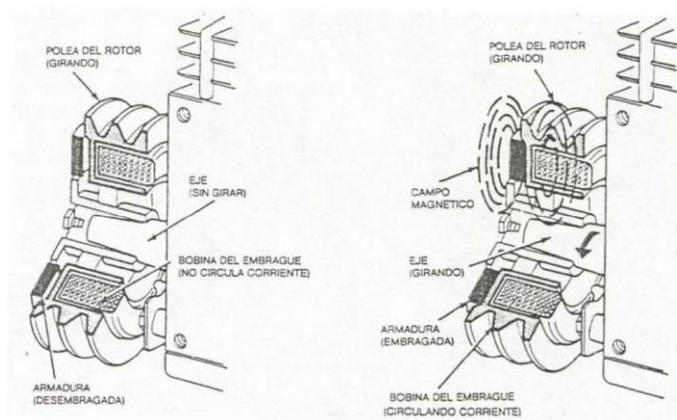
Fuente: <http://dc261.4shared.com/Valeo>. Consulta: febrero de 2012.

- Un cuerpo (5) con una bobina electromagnética (7), que desempeña la función de electroimán. Este cuerpo, está fijado al compresor mediante tornillos.
  - Un cubo (4) sujeto al eje del compresor, mediante una claveta.
  - Un cojinete de doble rodamiento de bolas (6), montado sobre el cubo.
  - Una p Polea (8), montada sobre el cojinete
  - Un disco (1), sujeto mediante tres láminas o muelles al cubo
  - Tres láminas (3) que unen el cubo y el disco y que sirven para mantener a distancia a este último de la p Polea, durante la desconexión y para reducir la sollicitación dinámica en el momento de la conexión.
- Cuando el equipo no está en funcionamiento, la p Polea gira loca

sobre el cojinete, ya que se mantiene siempre en rotación accionada por la correa que le une con la polea sujeta al eje del motor. Mientras tanto, el compresor permanece en reposo. En el momento de conectarse el equipo, se crea un campo magnético, debido a la circulación de la corriente eléctrica por la bobina. La fuerza generada por ésta, atrae el disco hacia la polea, venciendo la fuerza de las láminas elásticas, haciendo que el movimiento se transmita al compresor.

Cuando se han alcanzado en el interior del vehículo las condiciones climáticas requeridas, el termostato que regula la temperatura interior, desconecta el compresor. El funcionamiento se puede apreciar claramente en la figura 20. El embrague electromagnético, se encuentra unido mediante un relé a los sistemas de control del circuito. Esto permite la desconexión en caso de riesgo de avería (hielo en el evaporador, exceso de presión en el circuito, etc.)

Figura 20. **Funcionamiento del embrague electromagnético de un compresor**

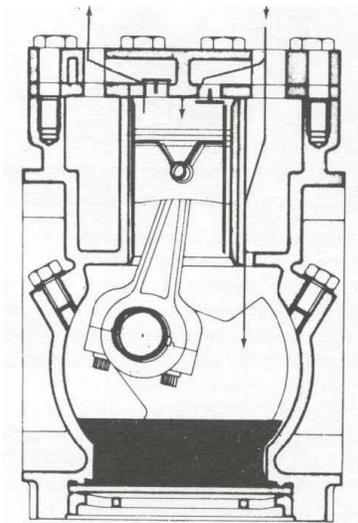


Fuente:

<http://dc261.4shared.com/Valeo>. Consulta: febrero de 2012.

- Lubricación de los compresores: se realiza en parte a presión (debido a la presión de aspiración que está presente en el interior del compresor) y en parte por barboteo. En el caso concreto de los compresores alternativos de pistones con sistema biela manivela, el cigüeñal del compresor al girar, provoca el barboteo del aceite que lubrica los dos cojinetes, anterior y posterior, que tienen la función de soportar al mismo cigüeñal. A continuación se puede ver un ejemplo de circuito de lubricación. Según el tipo de compresor y la posición de montaje sobre el motor del vehículo, el nivel de aceite contenido en el mismo varía. Generalmente, en los compresores montados en posición vertical, el aceite baña la mitad del pie de biela, cuando el pistón correspondiente se encuentra en el PMI. Cuando el cigüeñal del compresor gira, los pistones alcanzan alternativamente el PMI. En esta posición, el aceite existente en la base del compresor y sometido a la presión de aspiración, se introduce en el orificio situado en el resalte de la cabeza de la biela.

Figura 21. **Nivel de lubricación**



Fuente: <http://dc261.4shared.com/Valeo>. Consulta: febrero de 2012.

El aceite sube por la canalización situada en el centro de la parte interna de la cabeza de la biela y se difunde por las cavidades delimitadas por los chaflanes de la extremidad de la unión del casquillo y la cabeza de la biela y además, lubrica la muñequilla de la misma. El aceite pasa después, a través de un orificio realizado a lo largo de la biela hasta alcanzar el bulón del pistón. Este bulón está agujereado internamente y cuando el pistón sube hacia el PMS, el aceite se escurre hacia los lados y lubrica las paredes del cilindro y el pistón.

Una parte del aceite vuelve al cárter, mientras que otra pasa a través del aro del pistón y por efecto de la compresión, se nebuliza junto con el refrigerante y alcanza la cabeza del compresor a través de la válvula de descarga. La presencia de aceite en el circuito, mezclado con el fluido, facilita el funcionamiento de las válvulas existentes en el circuito, asegurando así, la lubricación. El aceite y el refrigerante a baja presión, retornan al compresor, a través de la válvula de aspiración, depositándose en una cámara lateral al lado del cilindro, cámara derecha de la sección transversal, donde la mayor parte del aceite se separa del refrigerante y a través de un orificio situado en el fondo de la cámara, vuelve al cárter del compresor.

El refrigerante con un porcentaje de aceite mínimo (casi inexistente) atraviesa una serie de orificios situados en la cabeza del compresor, para ser aspirado por los pistones, a través de los agujeros de las válvulas de aspiración.

Queda claro que para instalaciones de climatización, se debe usar un lubricante que sea incongelable. Además, hay que recordar que el aceite en el interior del compresor se encuentra mezclado con el refrigerante en

el circuito cerrado y con una temperatura externa entre 20 y 25 °C, siendo la presión en el circuito de 5 o 6 bar, por lo que cuando sea necesario controlar el nivel de aceite en el compresor (montado en el vehículo), no deben quitarse los tapones, sin antes haber vaciado el circuito, para evitar la salida a presión del aceite y del refrigerante. En todos los compresores, se indican tres niveles del aceite:

- Nivel de aceite para compresor nuevo
- Nivel máximo de funcionamiento
- Nivel mínimo de funcionamiento

#### **2.4.2.2.2. El Condensador**

Está localizado en la parte delantera del vehículo, entre los electroventiladores axiales y el radiador de refrigeración motor. Tiene por función evacuar el calor absorbido por el fluido frigorífico durante las fases de evaporación y compresión. Es un intercambiador térmico donde:

- El fluido que circula por el conjunto de tubos se enfría y se condensa
- El aire que atraviese el condensador se calienta

#### Funcionamiento

En el condensador el fluido cede al aire, la energía que ha absorbido en el evaporador y en el compresor. La potencia intercambiada en el seno de dicho intercambiador se escribe:

$$P_{\text{cond}} = P_{\text{frigo}} + P_{\text{comp}}$$

Donde:

Pcond: potencia cedida por el fluido al aire en el condensador

Pfrigo: potencia frigorífica del circuito o potencia absorbida por el fluido en el evaporador

Pcomp: potencia absorbida por el fluido en el compresor

Descripción del intercambio térmico

Balance energético del aire: el condensador está sometido a la ventilación forzada del o de los electro ventiladores axiales, así como a la ventilación inducida por el propio movimiento del vehículo. El aire que atraviesa el condensador, se calienta al entrar en contacto con el intercambiador, por intercambio térmico con el fluido. Se puede expresar la potencia que recibe, Pcond, de la siguiente manera:

$$P_{cond} = Q_a \times C_p \times (T_f - T_i) \text{ en W}$$

Donde:

Qa : caudal másico de aire atravesando el condensador, en kg/s

Cp : calor específico de aire, en J/kg.°C

Ti : temperatura del aire a la entrada del intercambiador, en °C

Tf : temperatura del aire a la salida del intercambiador, en °C

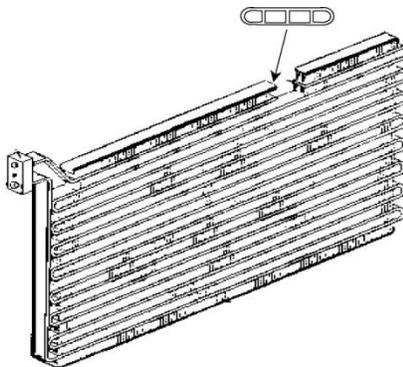
Diferentes tipos de condensadores

Existen tres tecnologías de condensadores actualmente en el mercado de la climatización del automóvil. El haz de tubos del condensador, puede ser de

tipo:

- Condensador de serpentín: está compuesto de un tubo plano extruido, cuya sección ovoide está dividida en 3 o 4 partes, con el fin de crear el mismo número de canales paralelos. Este tubo forma un serpentín, entre cuyos meandros, se intercalan las aletas en acordeón. Los componentes son soldados por calor.
- Condensador tubo/aletas: están constituidos de tubos cilíndricos en forma de horquilla, insertados paralelamente en un conjunto de aletas, que son expandidos mecánicamente para asegurar un buen contacto térmico con éstas. Se unen los tubos entre ellos en cada extremidad mediante codos. El conjunto forma uno o varios tubos serpentín, por donde circula el fluido frigorífico.

Figura 22. **Condensador tipo serpentín**



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

- Condensador de flujo paralelo: están constituidos de tubos planos extruidos de la misma sección que la del tubo serpentín y que

desembocan en sus dos extremidades en unos tubos colectores. Estos últimos, se subdividen en varios tramos, por medio de separadores, de forma que se producen varias pasadas del fluido por el intercambiador. Los tubos, más finos y numerosos que en el caso del serpentín, están separados por unas aletas en acordeón. El conjunto se galvaniza en un horno.

Entalpía: la entalpía de un fluido representa la cantidad de energía por dicho fluido, en forma de calor o de presión. Determina el estado energético del fluido y se expresa en J/kg. El calor aportado a un fluido, aumenta la entalpía y por lo tanto, el calor extraído de un fluido, provoca una disminución de la entalpía. Cuando el fluido sufre una transformación a presión constante, sea durante la evaporación o la condensación, intercambia con el exterior una cantidad de calor igual a la variación de entalpía, multiplicada por la masa de fluido que atraviesa el intercambiador.

Figura 23. **Condensador de flujo paralelo**



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

#### **2.4.2.2.3. Evaporador**

Se encuentra localizado en el conjunto de distribución de trampillas, después del impulsor y antes del radiador de calefacción. El evaporador del circuito frigorífico, es un intercambiador térmico, que tiene por función enfriar y deshumidificar el aire que lo atraviesa para ello, absorbe calor del aire, produciéndose dos fenómenos físicos: el aire se enfría y el vapor de agua presente en este aire, se condensa en las aletas del evaporador el fluido se evapora y se recalienta.

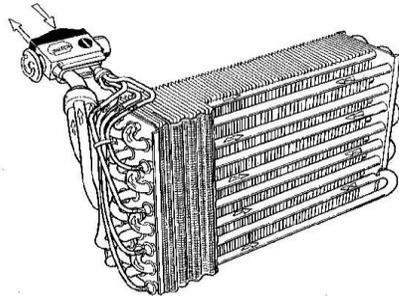
El evaporador desempeña la función de enfriar el aire puesto en movimiento por el impulsor, (ventilador centrífugo situado en el conjunto de distribución de trampillas) y enviado hacia el habitáculo del vehículo. En ciertas condiciones de utilización del circuito frigorífico, debe permitir deshumidificar ese flujo de aire, con el fin de evitar el empañado de las superficies acristaladas del vehículo. Sin embargo, el nivel de deshumidificación, no es controlable, ya que depende directamente de la temperatura a la se va a enfriar dicho aire; la deshumidificación del aire no se produce a menos que la temperatura sea inferior a la temperatura de rocío correspondiente al aire.

Existen tres tecnologías de evaporadores actualmente en el mercado de la climatización del automóvil. El haz de tubos del evaporador puede ser de tipo:

- Evaporadores de serpentín: están compuestos de un solo tubo plano extruido, que contiene múltiples canalizaciones internas con el fin de hacer circular el fluido. El tubo plano tiene forma de serpentín y entre sus meandros, están intercaladas las aletas en forma de acordeón. El conjunto es soldado por calor, esta tecnología es utilizada por algunos constructores japoneses.

- Evaporadores de tubos y aletas: están constituidos por tubos cilíndricos en forma de horquilla, insertados paralelamente entre unas aletas y expandidos mecánicamente, para favorecer los intercambios térmicos entre los tubos y las aletas. Los tubos se unen entre ellos en cada extremo, mediante unos codos, de manera que se subdivide el intercambiador en varias secciones paralelas, de longitud e intercambio térmico idénticos. Cada sección está alimentada por un capilar por dónde entra el fluido proveniente de un venturi que conecta dichos capilares con la válvula de expansión. Esta tecnología, es la más utilizada hasta la fecha por los constructores europeos.

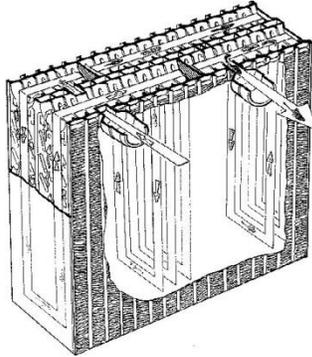
Figura 24. **Evaporador de tubos y aletas**



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

- Evaporadores de placas: están sustituyendo progresivamente los evaporadores de tubos y aletas ya que resultan más económicos para grandes series. El circuito está formado por placas colocadas unas sobre otras, en forma de cubetas. Entre dichos tubos planos, se intercalan las aletas en forma de acordeón. El conjunto se galvaniza en un horno, al vacío o bajo una atmósfera neutra. esta tecnología es utilizada tradicionalmente por los constructores americanos.

Figura 25. **Evaporador de placas**



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

#### **2.4.2.2.4. La válvula de expansión**

Las válvulas de expansión termostáticas<sup>\*</sup>, son utilizadas como reguladores de máquinas de compresión de vapor, para aplicaciones de refrigeración o de calefacción. La válvula de expansión asegura el suministro regular de refrigerante al evaporador siempre manteniendo un recalentamiento específico a la salida del evaporador.

Una válvula de expansión, está dimensionada específicamente para un circuito de climatización. No se puede esta válvula, en vez de otra, sin asumir riesgos para el funcionamiento del circuito. Las características principales de una válvula de expansión son:

- El recalentamiento que asegura (en K)
- La capacidad frigorífica (en Ton)

No hay aspectos externos que permitan diferenciar una válvula de otra. Si

se sustituye una válvula específica por otra (ejemplo: 2 Ton, 3.5 K por 1.5 Ton, 2K) se producirá una carencia de potencia frigorífica en el evaporador y por consiguiente, una falta de aire frío o bien un funcionamiento cíclico del compresor que acarreará un envejecimiento prematuro del compresor y de la correa, además de un efecto calor-frío desagradable en el habitáculo.

Expansión: el circuito de climatización, funciona entre dos niveles de presión: alta y baja. El compresor sirve para asegurar el paso de la baja a la alta presión. Para el proceso inverso, se utiliza una expansión. En climatización, las dos formas distintas de realizar una expansión, son por medio de:

- Un orificio calibrado
- Una válvula de expansión termostática

Se representan a continuación estos métodos de expansión:

Figura 26. **Válvulas de expansión para sistemas automotrices**



Válvula de bloque



Válvula de ángulo



Válvula de orificio calibrado

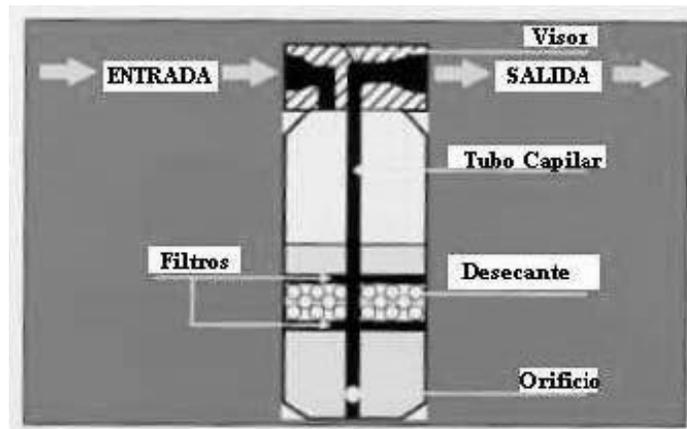
Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

#### 2.4.2.2.5. Filtro deshidratador

El filtro deshidratador es un depósito de fluido frigorífico en estado líquido, contiene un desecante que sirve para retener el agua susceptible de circular en el circuito de climatización y unos filtros para retener las impurezas.

El acumulador es un depósito de fluido frigorífico en estado gaseoso, contiene igualmente un desecante y unos filtros, que aseguran las mismas funciones que en el filtro deshidratante. Juega también un papel de filtro anti-liquido a la entrada del compresor.

Figura 27. Esquema de una sección del filtro deshidratador/acumulador



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

La función principal es: deshidratar el circuito reteniendo la humedad del fluido, por medio de un desecante, debido a que:

- La humedad es un peligro para el circuito
- La humedad penetra fácilmente y es muy difícil de hacer salir del circuito. en estado líquido, es visible a simple vista, pero sobre todo aparece en estado vapor, invisible, en todos los cuerpos (sólido, líquido o gaseoso), se define como humedad relativa para unas condiciones de presión y temperatura (medida en porcentaje) a la cantidad de humedad que contiene el aire, con respecto a la cantidad máxima de humedad admitida, en esas condiciones de presión y temperatura.

La presencia de humedad, es normalmente consecuencia de:

- Un defecto de fabricación (canalizaciones que utilizan caucho poroso, juntas de circuito deficiente, filtros deshidratantes y componentes almacenados, sin estar taponados, etc.).
- Un mantenimiento deficiente (componentes cambiados sin precaución, aperturas intempestivas del circuito y procedimientos no respetados durante la carga y descarga).
- La utilización de un aceite ya saturado o un procedimiento erróneo de carga de aceite o de fluido frigorífico.
- Un circuito abierto al aire durante demasiado tiempo, normalmente a consecuencia de un accidente.

### **2.4.3. Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 6 a 8 horas**

Formar grupos y elaborar planos de diseño estructural de un equipo de climatización automotriz, identificando cada elemento que lo componga, junto con el funcionamiento y la importancia dentro de éste, así como una propuesta

para la implementación y sustitución de algún prototipo para un mejor desempeño, mencionando y demostrando sus propuestas.

## **2.5. Práctica No. 5**

Utilización de módulo didáctico

### **2.5.1. Objetivos**

- Utilizar de forma apropiada, un colector de manómetro para medir presiones en un modulo didáctico existente en este laboratorio, simulando de forma real, un circuito climatizador y de aire acondicionado automotriz.
- Realizar el proceso adecuado, para medir presión en tanques cerrados con refrigerantes R12, R 22 y R 134<sup>a</sup>
- Medir, de modo indirecto, la temperatura a la que un gas refrigerante está contenido dentro de un depósito o un sistema de climatización de aire.
- Generar presiones de vacío relativo y medir éstas, con ayuda de manómetros tipo Bourdon en el módulo didáctico.
- Utilizar equipo electrónico para medir vacío relativo, en sistemas de aire acondicionado automotriz.

### **2.5.2. Introducción teórica**

Medición de presión y temperatura de operación en un sistema de climatización automotriz

Toda sustancia de trabajo empleada como refrigerante, contenida en un depósito cerrado, ya sea esto una botella o una tubería de transporte de refrigerante de un sistema de refrigeración que opera en un ciclo cerrado, La

temperatura está (como toda propiedad intensiva), en función de la naturaleza, presión y otras variables, las cuales dependen del estado termodinámico del fluido, dentro del recipiente cerrado que es objeto de análisis.

Así, en un sistema de refrigeración y aire acondicionado (R y A/A), dado la función principal de acondicionar espacios, ya sea a baja, media o alta temperatura, las propiedades termodinámicas, mesurables como presión y temperatura del fluido de trabajo, revelan el desempeño del equipo antes mencionada; pero, ¿Por qué es tan importante la medición de estas propiedades de tipo intensivas para determinar el desempeño de un equipo de climatizador de aire?

Se encuentra en los principios básicos del funcionamiento de R y A/A, específicamente, el proceso de transferencia de calor que se da internamente en los dispositivos intercambiadores de calor, con referencia técnica a ellos como evaporador y condensador. En el primero, el refrigerante absorbe energía en forma de calor, que se genera dentro del recinto a ser acondicionado, mientras que en el segundo, la energía absorbida es liberada a los alrededores (fuera del recinto), a través del condensador. En ambos dispositivos, circula una mezcla bifásica de refrigerante, la cual, como ya se sabe, el fluido de trabajo absorbe o sede, respectivamente, energía en forma de calor a temperatura constante; de ahí que basta con medir una de las propiedades intensiva, en un punto cercano a la entrada de uno de los intercambiador para así saber la magnitud de otra propiedad requerida.

Cuando se acondiciona la temperatura de un recinto, el objetivo es mantener un espacio a una temperatura diferente a la temperatura ambiente. Esta temperatura es mayor, en algunos grados, que la temperatura de la superficie del tubo del evaporador y en mucho más que la temperatura del

refrigerante. Consiguientemente, como se citó anteriormente, (todo el proceso de transferencia de calor en sistemas bifásicos, sucede a temperatura constante para una presión definida), conocer la presión a la cual opera el dispositivo intercambiador, da un parámetro sobre la temperatura de trabajo de la unidad.

De lo anterior se deduce que todo aumento de temperatura, da por resultado un aumento de presión en el refrigerante y viceversa, el descenso de temperatura, da lugar también a un descenso de presión. A la inversa, el cambio de presión origina a la vez, un cambio de temperatura en igual relación de más o menos. Así, controlando la presión ejercida sobre el refrigerante en los dispositivos de intercambio de calor, se obtendrán temperaturas más bajas o más altas que las del correspondiente punto de evaporación a presión atmosférica (-12.2 °C para R-12, -26 °C para el R-22 a 105 101.05 kPa) (ver tabla 1 en anexo). A continuación se procede con la descripción de uno del dispositivo más utilizado para la medición de presiones positivas como negativas (sobrepresión y depresión, respectivamente).

En la figura 1, se corresponde a la de un manómetro tipo Bourdon, utilizado frecuentemente en R y A/A; éste es de funcionamiento y aspecto muy similar a los de uso convencional en la industria, es decir, cuenta con una escala de presión (graduación convencionalmente en psi, Kpa, in-Hg y bar), pero adicionalmente cuentan con una escala de temperatura (°Có F) que corresponde, como ya se ha mencionado, a la temperatura de ebullición del refrigerante a presión indicada, siendo ésta la principal diferencia con los manómetro de uso convencional.

En la figura 2, se puede apreciar la ilustración del sistema de accionamiento de un manómetro de tipo Bourdon; en ésta se observa un tubo

plano T de bronce flexible interno, doblado, el cual mide presiones manométricas (sin tomar en cuenta la presión atmosférica). Es oportuno hacer notar que en el caso de presiones de vacío, el mismo tubo es el que se contrae, pero en sentido contrario. Cuando se verifican las presiones en un sistema como los mencionados, se hace en las etapas de presión alta y baja (vacío) para lo cual se utiliza el manómetro correspondiente en cada una.

Ambos manómetros, vienen instalados en un cuerpo metálico, el cual es muy útil para efectuar tareas de mantenimiento como recarga de líquido refrigerante. El cuidado que se deberá tener con este tipo de manómetros es de no sobrepasar la máxima presión, puesto que la fatiga mecánica en el tubo, vence la constante de elasticidad del material, quedando en una posición fija, es decir, no regresa a la posición de equilibrio al desaparecer la presión actuante. Además, se recomienda utilizar el manómetro adecuado, según el tipo de gas con el que está lleno el sistema.

Figura 28. **Manómetros**

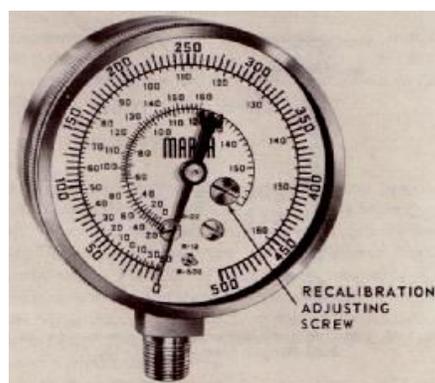


Fig. 1

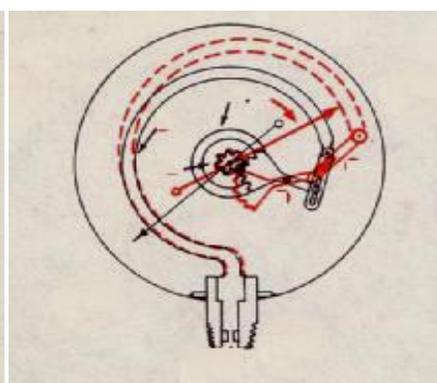


Fig. 2

Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

### 2.5.3. Materiales y equipos

En cuanto al equipo y materiales a ser utilizados para ésta práctica de laboratorio, se recomienda formar grupos de 4 a 7 integrantes:

Tabla V. **Listado de equipos y materiales para la realización de la práctica**

No	Cantidad	Descripción
1	2	Cuerpo de manómetros tipo Bourdon (para R-22 y R134 C/U)
2	1	Bomba de vacío
3	6	Mangueras para cuerpo de manómetros, (según código de color)
4	1	Tanque presurizado con refrigerante R22.
5	1	Tanque presurizado con refrigerante R134a.
6	1 por participante	Equipo de protección personal, requerido según práctica a efectuar. Para este caso, casco, bata, gafas protectoras y guantes de látex.
7	1 juego de herramientas por grupo de trabajo	Tenaza de mecánico, un destornillador plano y de cruz de 4 pulg. Mín., un cepillo de alambre, multímetro digital con clasper.
8	1	Termómetro láser (20 a 450 °C)
9	1	Módulo didáctico como equipo de climatización automotriz, ya instalado y listo para funcionar.
10	2	Termómetro de carátula análogo y digital con espiga metálica.

Fuente: elaboración propia.

Es oportuno mencionar que el instructor de la práctica de laboratorio, tiene que explicar en detalle el funcionamiento de cada tipo de herramienta y equipo a utilizar en la práctica.

#### **2.5.4. Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 4 a 5 horas**

Parte I: Medición de presiones y temperatura de gas refrigerante de un equipo climatizador automotriz:

Para poder realizar la primera parte de esta práctica, es necesario seleccionar un equipo de aire acondicionado automotriz (puede ser cualquiera de los equipos del automóvil de algún estudiante o en el mismo modulo didáctico), e instalar las mangueras del cuerpo de manómetros y medir las presiones y determinar las temperaturas de modo indirecto y luego medir esta misma, con el termómetro infrarrojo. El procedimiento para esta práctica es el siguiente:

- Proceda con la ayuda del instructor, al reconocimiento de todas las herramientas a ser utilizadas, para esa práctica de medición de presiones y reconocimiento de parte de un equipo de aire acondicionado.
- Luego de identificar las herramientas y equipo a ser utilizado, ubique el equipo de climatización automotriz a ser revisado. Ubicado el equipo, proceda con el reconocimiento de todas las partes, tanto mecánicas como eléctricas, que le sea posible, indicando el nombre técnico u sinónimo con el cual se le designe empíricamente.
- De los datos de la práctica, completar los datos siguientes:

Tabla V. **Datos físicos y eléctricos de la unidad evaporadora**

	Voltaje nominal de consumo de compresor y ventiladores	
	Capacidad de la unidad en BTU/H o Toneladas de refrigeración	
	Rango de variación del voltaje de alimentación	
	Corriente máxima y mínima de trabajo	
	Corriente de plena carga	
	Protección termo magnética recomendada	
	Voltaje de alimentación del motor del ventilador	
	Potencia eléctrica del compresor y ventiladores	
	Diámetro de ventiladores	
	Flujo volumétrico en CFM nominal	
	Diámetro de la tubería de líquido (O.D.)*	
	Diámetro de la tubería de gas (O.D.)	
	Cantidad en libras y tipo de gas utilizado para recarga.	

\*O.D. Outside Diameter

Fuente: elaboración propia.

Los datos completados en la tabla anterior, serán utilizados en prácticas futuras, por lo que se recomienda tenerlos a la mano.

- Medición de presiones de trabajo:
  - Posteriormente a la explicación realizada por el instructor, con

respecto al funcionamiento general de la unidad de climatización y aire acondicionado en cuestión, proceda a la medición de presiones, para lo cual deberá de localizar cada uno de los conectores tipo FLARE SAE 45° de la unidad, tanto de baja como el de alta presión; luego conecte cada una de las mangueras del manómetro, tomando en cuenta el código de color que asigna el color rojo a la manguera utilizada para alta presión; azul para baja y por último color amarillo, la utilizada para servicio como para conectar la bomba de vacío o para carga de refrigerante.

- Con el sistema aún no en marcha e instalado, el manómetro en cada uno de los conectores, abrir las válvulas de alta y baja (preguntar al instructor si no sabe cómo hacer eso), anote el valor medido con el manómetro, para esta condición. Como puede observar, la presiones están equilibradas, pues el sistema ha estado en reposo.
- Poner en marcha la unidad de climatización y aire acondicionado automotriz y ponga mucha atención en la deflexión de la aguja de cada manómetro.
- Leer en la escala de presión, el valor que indica cada manómetro.
- En la escala de temperatura de cada manómetro, leer la temperatura allí indicada.
- Utilizar el termómetro infrarojo, mida la temperatura en la superficie del tubo de baja y alta presión ¿será lo mismo decir de gas y líquido?. Se debe apuntar la pistola directamente a las conexiones, para que el resultado sea bastante aproximado al medido con el

manómetro.

- Medir de la temperatura de descarga de aire de salida del evaporador
  - Ya dentro del recinto que será acondicionado, conecte uno de los termómetros en la succión del grupo de turbinas y otro en la descarga. Mida la diferencia de temperaturas entre ambos puntos y compare el valor de temperatura medido en la descarga, con el dato de temperatura medido en la línea de baja. ¿Qué concluye al respecto?
  
- Medición de presiones con el manómetro en tanques R-22, R-134 A, en estado líquido y gaseoso:
  - Asegurar que la válvula del tanque R-22 este cerrada
  - Proceder a cerrar la válvula del manómetro (Bourdon) de baja (consultar al instructor en caso de que hubiera alguna duda).
  - Colocar la manguera del manómetro de baja en el niple del tanque del R-22.
  - Colocar el tanque R-22, en posición normal (la válvula de la toma de gas, apuntando en dirección vertical) y proceda a abrir completamente la válvula de éste.
  - Esperar a que se estabilice la presión y proceda a leer la lectura en el manómetro.

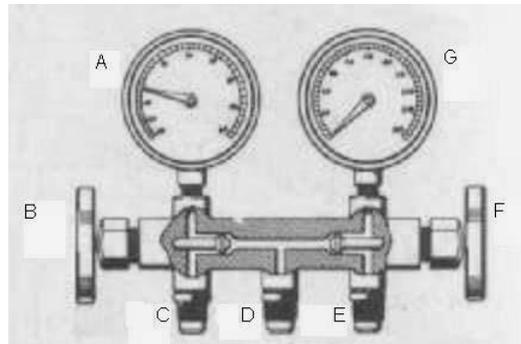
- Cerrar completamente la válvula del tanque R-22 y lea de nuevo la lectura en el manómetro.
- Repetir los pasos 1 al 6 pero solo que en el paso 4, invertir la posición o coloque de cabeza el tanque R-22.
- Repetir los pasos 1 al 7, pero con el cilindro o tanque de R-134a.
- Medición de la presión de vacío relativo:
  - Revisar que no se encuentre el niple de succión de la bomba de vacío cerca de polvo o humedad.
  - Limpiar el niple de conexión de la bomba
  - Revisar el nivel de aceite de la bomba
  - Conectar la manguera de baja presión entre el manómetro de baja y el niple de succión de la bomba de vacío.
  - Cerrar el interruptor de la bomba de vacío
  - Observar el desplazamiento de la aguja del manómetro y cuando alcance el estado estacionario anotar la lectura del medidor de presión.
  - Repetir el procedimiento indicado desde el numeral 4, pero ahora conectar el vacuómetro a la bomba de vacío a través de una manguera, hasta que éste indique un vacío de entre 300 a 100

mmHg.

### 2.5.5. Guía de presión y temperatura para diferentes refrigerantes marca Suva de Dupont

Vista de sección de un manómetro utilizado en sistema de refrigeración y aire acondicionado. En ésta se observa las galería por donde se conecta cada uno de las vía de comunicación.

Figura 29. **Cuerpo de manómetros**



Fuente: [www.emagister.com](http://www.emagister.com). Consulta abril de 2012

Tabla VII. Temperatura y presión de gases refrigerantes más comunes

Saturated Conditions – Pressure (psig)						Saturated Conditions – Pressure (psig)					
Temp. °F	Freon® 11	Freon® 12	Freon® 22	Freon® 502	Temp °C	Temp. °F	Freon® 11	Freon® 12	Freon® 22	Freon® 502	Temp °C
-40	28.4"	11.0"	0.6	3.7	-40	62	6.8"	60.0	105.4	118.5	17
-38	28.3"	10.0"	1.4	4.6	-38	64	5.8"	62.4	109.3	122.6	18
-36	28.2"	8.9"	2.2	5.6	-36	66	4.8"	64.9	113.2	126.8	19
-34	28.1"	7.8"	3.1	6.6	-34	68	3.7"	67.5	117.3	131.1	20
-32	28.0"	6.7"	4.0	7.7	-32	70	2.7"	70.1	121.4	135.5	21
-30	27.9"	5.5"	4.9	8.7	-30	72	1.5"	72.7	125.7	140.0	22
-28	27.7"	4.3"	5.9	9.8	-28	74	0.4"	75.4	130.0	144.7	23
-26	27.5"	3.0"	6.9	11.0	-26	76	0.4	78.2	134.5	149.4	24
-24	27.4"	1.7"	8.0	12.2	-24	78	1.0	81.1	139.0	154.2	26
-22	27.2"	0.3"	9.1	13.5	-22	80	1.6	84.0	143.6	159.1	27
-20	27.0"	0.5	10.2	14.7	-20	82	2.2	87.0	148.4	164.1	28
-18	26.8"	1.3	11.4	16.1	-18	84	2.9	90.0	153.2	169.2	29
-16	26.7"	2.0	12.6	17.4	-16	86	3.6	93.2	158.2	174.5	30
-14	26.5"	2.8	13.9	18.9	-14	88	4.3	96.3	163.2	179.8	31
-12	26.2"	3.6	15.2	20.3	-12	90	5.0	99.6	168.4	185.3	32
-10	26.0"	4.5	16.5	21.9	-10	92	5.7	102.9	173.7	190.8	33
-8	25.8"	5.3	17.9	23.4	-8	94	6.5	106.3	179.1	196.5	34
-6	25.5"	6.2	19.4	25.1	-6	96	7.3	109.8	184.6	202.3	36
-4	25.3"	7.2	20.9	26.7	-4	98	8.1	113.3	190.2	208.2	37
-2	25.0"	8.1	22.4	28.4	-2	100	8.9	116.9	195.9	214.3	38
0	24.7"	9.1	24.0	30.2	-18	102	9.7	120.6	201.8	220.4	39
2	24.4"	10.1	25.7	32.1	-17	104	10.6	124.4	207.7	226.7	40
4	24.1"	11.2	27.4	34.0	-16	106	11.5	128.2	213.8	233.1	41
6	23.8"	12.3	29.1	35.9	-14	108	12.4	132.1	220.0	239.6	42
8	23.4"	13.4	31.0	37.9	-13	110	13.4	136.1	226.4	246.3	43
10	23.1"	14.6	32.9	40.0	-12	112	14.3	140.2	232.8	253.0	44
12	22.7"	15.8	34.8	42.1	-11	114	15.3	144.3	239.4	260.0	46
14	22.3"	17.0	36.9	44.3	-10	116	16.3	148.6	246.1	267.0	47
16	21.9"	18.3	38.8	46.5	-9	118	17.4	152.9	253.0	274.2	48
18	21.5"	19.6	40.9	48.9	-8	120	18.5	157.3	260.0	281.5	49
20	21.1"	21.0	43.1	51.2	-7	122	19.5	161.8	267.1	288.9	50
22	20.8"	22.4	45.3	53.7	-6	124	20.7	166.3	274.3	296.5	51
24	20.1"	23.8	47.6	56.2	-4	126	21.8	171.0	281.7	304.3	52
26	19.7"	25.3	50.0	58.8	-3	128	23.0	175.7	289.2	312.1	53
28	19.1"	26.8	52.4	61.4	-2	130	24.2	180.5	296.9	320.2	54
30	18.6"	28.4	55.0	64.2	-1	132	25.5	185.5	304.7	328.4	56
32	18.1"	30.0	57.5	67.0	0	134	26.7	190.5	312.6	336.7	57
34	17.5"	31.6	60.2	69.8	1	136	28.0	195.6	320.7	345.2	58
36	16.9"	33.3	62.9	72.8	2	138	29.4	200.8	329.0	353.8	59
38	16.3"	35.1	65.7	75.8	3	140	30.7	206.0	337.4	362.6	60
40	15.6"	36.9	68.6	78.9	4	142	32.1	211.4	345.9	371.5	61
42	14.9"	38.7	71.5	82.1	6	144	33.6	216.9	354.6	380.7	62
44	14.2"	40.6	74.5	85.4	7	146	35.0	222.5	363.5	390.0	63
46	13.5"	42.6	77.6	88.7	8	148	36.5	228.1	372.5	399.4	64
48	12.8"	44.6	80.8	92.1	9	150	38.0	233.9	381.7	409.0	66
50	12.0"	46.6	84.1	95.6	10						
52	11.2"	48.7	87.4	99.2	11						
54	10.4"	50.8	90.8	102.9	12						
56	9.5"	53.1	94.4	106.6	13						
58	8.6"	55.3	98.0	110.5	14						
60	7.7"	57.6	101.6	114.4	16						

\*Denotas inches of mercury (1" Hg)

DuPont Refrigerants. The Science of Cool.™



The miracles of science™

Fuente: Dupont.

Con base en las actividades realizadas y a lo aprendido para esta sesión de laboratorio, describa el principio de funcionamiento del sistema analizado, (no es necesario que detalle sobre los sistemas de control).

- ¿Qué puede concluir al respecto de la temperatura medida con el

manómetro y la medida con el termómetro láser utilizado?

- Investigar sobre el nombre que reciben los intercambiadores de calor, utilizado en los diferentes equipos de climatización automotriz y los materiales de que están hechos.
- ¿Porqué hay necesidad de hacer vacío en los equipo de refrigeración y aire acondicionado, antes de hacer carga de refrigerante?
- Escribir algunas conclusiones sobre lo visto en la práctica de laboratorio.
- Investigar sobre los tipos de accesorio de conexión como: uniones, codos, niples, adaptadores, reductores y otros accesorio que sirven para hacer uniones de tubería utilizada para conectar cada uno de los componentes básicos de un equipo de climatización automotriz.
- Averiguar sobre el tipo de conector designado como SAE 45° y uso en R y A/A
- Presentar una tabla con las medidas y tipo de tubo de cobre comercial, que se distribuyen en las salas de venta del país.

## **2.6. Práctica No. 6**

Diagnóstico y reparaciones para equipos de climatización y aire acondicionado automotriz

### **2.6.1. Objetivos**

- Inicializar la habilidad para detectar problemas de fugas de refrigerante, en un sistema de climatización y aire acondicionado automotriz, en sus diferentes elementos.
- Conocer las fallas mecánicas, eléctricas y de contención, todas propias de funcionamiento de cada elemento de un sistema dado.

- Aprender a desmontar cualquier elemento del sistema de aire acondicionado de un automotor.
- Solucionar de la mejor manera los problemas encontrados para un funcionamiento óptimo del sistema de climatización automotriz.

### **2.6.2. Introducción teórica**

La reparación de aire acondicionado automotriz, es importante explicar que puntualmente muchos técnicos se perfeccionan en los automóviles y nada tienen que ver con los climatizadores de aire automotriz. Si se tiene un automóvil que se necesita para desplazarse al trabajo a diario o a la universidad, y se quiere que este sea cómodo y confortable, en invierno con la propia calefacción y en verano con el sistema de refrigeración, para no sufrir el calor de las altas temperaturas, por eso es necesario contar con un servicio de reparación de aire acondicionado automotriz de confianza y hacerle el mantenimiento que sea necesario, para que el calor no sea sorpresivo en las rutas o calles. Y si aún al automóvil se le necesita para trabajar, esto se multiplica porque la mayoría del tiempo que transcurrimos en la calle es dentro del auto, y no es conviene estar incómodos, porque esta incomodidad se verá reflejada en el estado de animo.

Es recomendable revisar mensualmente el equipo para no correr riesgos. Si lo que se está buscando es un auto y el presupuesto es suficiente para comprar una unidad usada, hay que verificar que tenga aire acondicionado que funcione, como así también la calefacción. Muchas veces las situaciones de embotellamiento que obligan a quedarse varados en medio de la ruta con temperaturas que superan los treinta grados, y es allí cuando se piensa en la reparación del aire acondicionado automotriz.

Figura 30. **Evaporador universal para adaptación**



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

Para un mantenimiento óptimo, o reparación del aire acondicionado automotriz, es recomendable tener un taller de confianza, en el se rijan por buenas prácticas de montaje, cumpliendo con las normas de seguridad vigentes y actualizadas. Cerciorarse que utilicen repuestos nuevos y originales, y brinden garantía de los trabajos realizados.

#### **2.6.2.1. Reparación de aire acondicionado automotriz en talleres mecánicos**

En las empresas serias de reparación de aire acondicionado automotriz, lo primero que hacen es diagnosticar de donde viene o que origina el problema, luego se verifica y después se desarman, solo las partes necesarias y no todo el auto. Para las unidades nuevas, el equipamiento, debe ser de la más alta tecnología.

Figura 31. **Equipo y herramientas básicas**



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: febrero de 2012.

El aire acondicionado no afecta la vida útil del motor, porque el compresor no funciona de manera permanente, ya que posee un embrague que se acciona solamente cuando se enciende el interruptor del aire acondicionado. Los dispositivos que componen un aire automotriz son: el compresor, que va acoplado al motor del auto, un condensador, que está ubicado enfrente del auto en la parrilla, las tuberías de conducción del refrigerante, filtro deshidratador, evaporador y los controles eléctricos.

Cuando el motor no arranca, tampoco lo hace el aire acondicionado o cuando falla la batería, no obstante, el aire acondicionado tiene un cableado independiente del sistema eléctrico del coche, que está protegido por los fusibles, por si ocurre un corto circuito, pero eso lo saben bien en el taller de reparación de aire acondicionado automotriz, cada 1.500 kilómetros, es recomendable una revisión, a fin de chequear que estén bien colocados los tornillos o tuercas, acople de las mangueras, etc. En las unidades de autos de último modelo vienen los aires acondicionados que gozan de la garantía del auto.

### 2.6.2.2. Funcionamiento y desmontaje de partes de un sistema de climatización automotriz

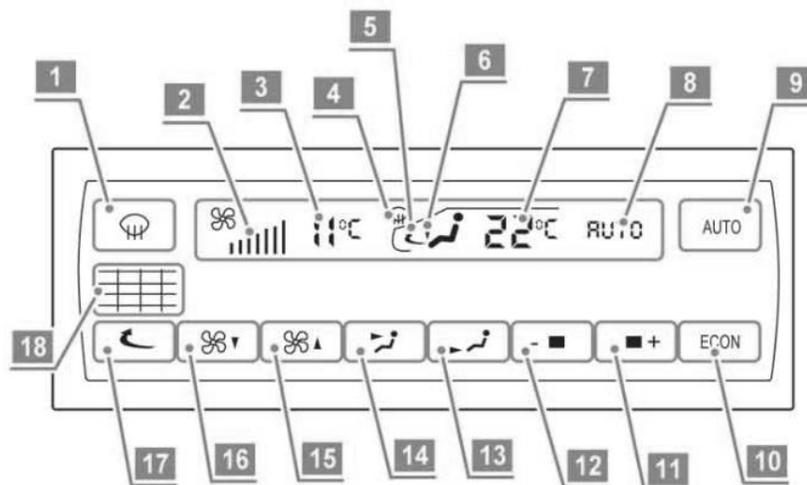
Principios de funcionamiento: mando de climatización: manual / automático.

Partes de una fachada de climatización automática, ver figura 32.

### 2.6.2.3. Diagrama de funcionamiento

Con fin ilustrativo se muestra el diagrama de funcionamiento en la figura 31.

Figura 32. Mando de climatización



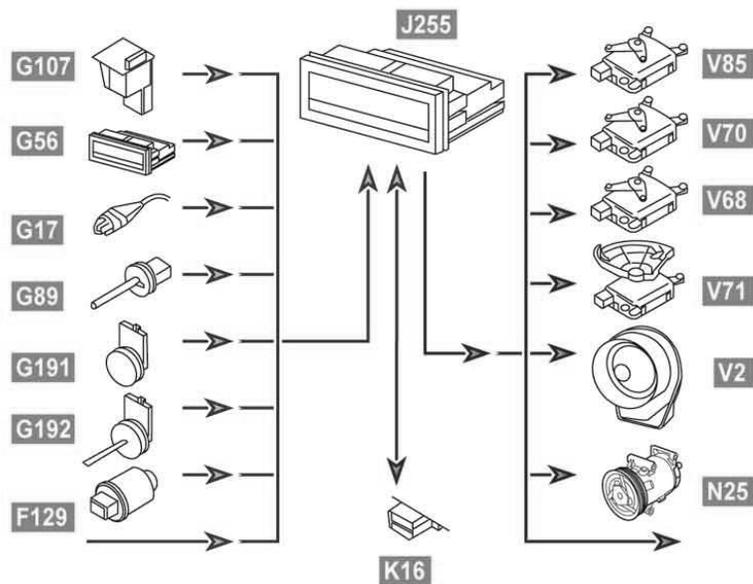
1. Empañamiento / deshielo
2. Ajuste de la velocidad de ventilación
3. Temperatura exterior
4. Empañamiento / deshielo
5. Reciclaje del aire
6. Repartición de aire
7. Ajuste de la temperatura
8. Modo automático

Continuación de la figura 32.

9. Puesta en marcha del aire acondicionado
10. Paro del sistema
11. Repartición de aire ventilador sobre los pies
12. Repartición de aire ventilador de frente
13. Ajuste de la velocidad de ventilación
14. Reciclaje del aire
15. Sonda de temperatura de habitáculo

Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: marzo 2012.

Figura 33. Diagrama de Funcionamiento



- F129 Sensor de presión  
G17 Sonda de temperatura exterior  
G56 Sonda de temperatura interna  
G89 Sonda de temperatura de aire de admisión  
G107 Captador de rayos solares

Continuación de la figura 33.

G191 Sonda de temperatura de habitáculo trampilla central

G192 Sonda de temperatura de habitáculo piso

J255 Módulo central de mando para climatización

K16 Conector de diagnóstico

N25 Compresor

V2 Turbina para ventilación de habitáculo

V70 Motor de compuerta de repartición, trampilla central

V71 Motor de reciclaje de aire

V68 Motor de mezcla de aire

V85 Motor de compuertas de repartición, pies / deshielo

Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: marzo 2012.

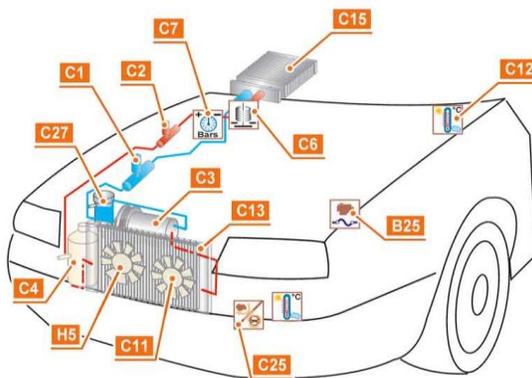
#### **2.6.2.4. Principios de funcionamiento**

- Modo automático: el climatizador mantiene, automáticamente, la temperatura seleccionada para el habitáculo. De este modo, varía automáticamente la temperatura del aire de los difusores, la velocidad de la turbina (caudal de aire), así como la distribución del aire.
- Modo ECON: se desconecta únicamente el compresor, la calefacción y la ventilación siguen funcionando de forma automática.  
Para los vehículos sin embrague electromagnético, para el compresor, de aire acondicionado, el disco oscilante del compresor es regulado casi a caudal impelido nulo; el modo de funcionamiento de calefacción y ventilación, continúa siendo regulado automáticamente.
- Paro del sistema *off*: para parar el aire acondicionado: mantener la tecla 16 presionada hasta que la indicación *off* se marca. Dado que las compuertas de la ventilación, con esta función, permanecen en la última

posición que habían sido ajustadas, por lo que esta función, solo se debería activar en casos excepcionales, como en caso de disfunción.

- Indicador de temperatura interior: para la conmutación de grados centígrados a Fahrenheit y viceversa: mantener pulsada la tecla econ y pulsar a continuación la tecla auto, en el indicador aparece la unidad de medición de temperatura respectiva.
- Sonda de temperatura del habitáculo: controla la compuerta de mezcla de aire y la turbina de aire fresco, según la temperatura. El modo degradado en caso de fallar la sonda de temperatura, no interrumpe el funcionamiento. El aire acondicionado continúa suponiendo un valor constante de +24 °C.

Figura 34. **Localización de componentes en el habitáculo y debajo del capó**



**B25** Platina de fusibles compartimiento motor

**C1** Válvula principal de purga / relleno baja presión

Continuación de la figura 34.

- C11 Motoventilador del condensador de climatización
- C12 Sonda de temperatura exterior
- C13 Condensador
- C15 Evaporador
- C2 Válvula secundaria de purga / relleno alta presión
- C25 Calculador del electro ventilador del circuito de enfriamiento motor
- C27 Amortiguador de pulsación
- C3 Compresor de climatización
- C4 Botella filtrante
- C6 Válvula de expansión - orificio calibrado
- C7 Presostato
- H5 Motoventilador del circuito de enfriamiento motor

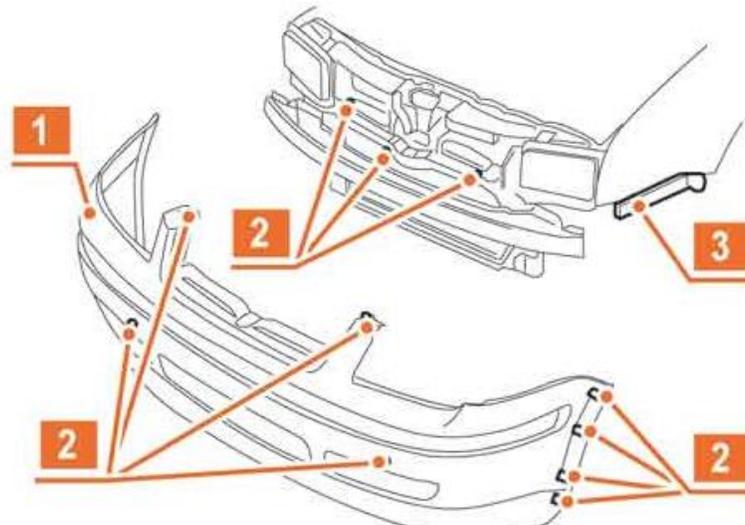
GAS DE ENFRIAMIENTO	COMPRESOR DE CLIMATIZACIÓN
Gas de enfriamiento R134a	Aceite SP-10 PAG
cantidad (gramo): 775±25	cantidad (ml): 135±15

Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: marzo de 2012.

### 2.6.2.5. Desmontaje de componentes

- Desmontaje del condensador

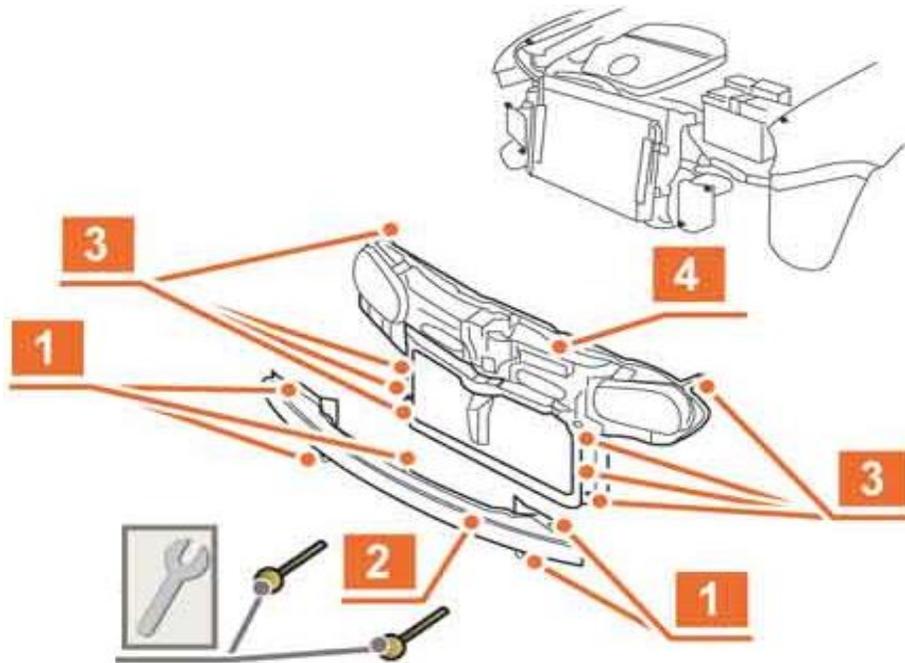
Figura 35. Diagrama de desmontaje del condensador



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: marzo de 2012.

- Desinstalar los tornillos de fijación 2 del escudo delantero sobre los amortiguadores de choque x15.
  - El parachoques delantero 1
  - Al desmontaje, hacer correr el parachoques 1, sobre las correderas 3.
  - Los tornillos de fijación 1 de paragolpes x6
  - El parachoques delantero 2
  - Los tornillos de fijación 3, del soporte de la cerradura x6
  - El soporte de la cerradura 4
- 
- Desmontaje del compresor

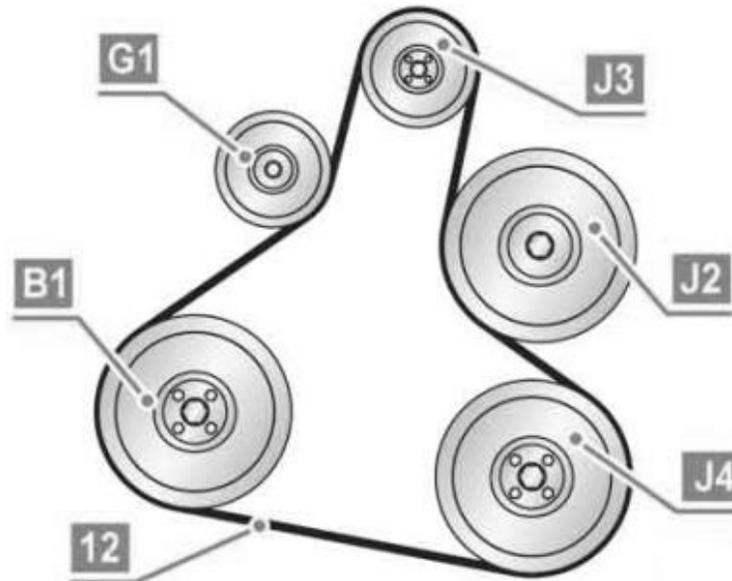
Figura 36. Diagrama de desmontaje del compresor



Fuente: [www.electriauto.com](http://www.electriauto.com). Consulta: marzo de 2012.

- Desconectar el cable de masa de la batería
- Levantar y calzar la parte delantera del vehículo (rueda delantera derecha colgando).
- Desmontar la protección del paso de rueda delantero derecho

Figura 37. **Accesorios de motor**

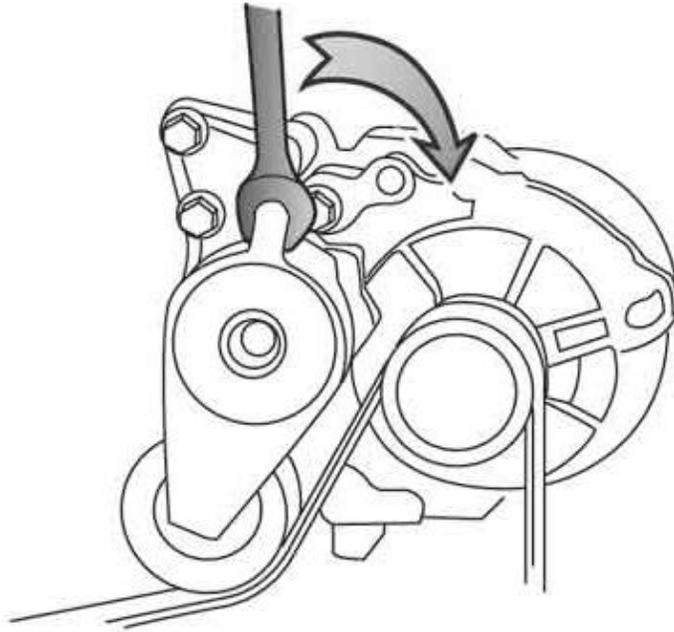


- J4 Polea de dirección asistida
- B1 Polea de cigüeñal
- G1 Rodillo tensor
- J3 Polea de alternador
- J2 Polea del compresor de climatización
- 12 Correa de accesorios

Fuente: [www.auto-publitest.com](http://www.auto-publitest.com) Consulta: marzo 2012.

- Desmontaje de correa única.
- Aflojar la correa de accesorios girando el rodillo tensor G1, en el sentido de las agujas de un reloj.
- Desmontar la correa de accesorios

Figura 38. **Desmontaje de correa única**



Fuente: [www.auto-publitest.com](http://www.auto-publitest.com) Consulta: marzo 2012.

### **2.6.3. Desarrollo de la práctica, duración aproximada 6 a 8 horas**

Elaborar un plan, en el cual todos los grupos que se ha formado previamente, efectúen un desmontaje de cada elemento del módulo de aprendizaje existente en el laboratorio, identificando y analizando la función de cada uno de éstos, así como en conjunto, dentro del sistema de climatización y aire acondicionado automotriz, para luego entregar un resumen detallado con un análisis de resultados obtenidos, adjuntado cada uno con sus experiencias personales.

Tabla VIII. **Materiales y equipos, recomendado para grupos de 4 a 6 personas**

<b>No</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
1	1	Cuerpo de manómetros tipo Bourdon (para R22 y R134 C/U)
2	1	Mangueras para cuerpo de manómetros (según código de color)
3	1 por participante	Equipo de protección personal requerido, según práctica a efectuar. Para el caso, gafas protectoras, bata, botas o calzado industrial y guantes protectores.
4	1 juego de herramientas por grupo de trabajo	Martillo, tenazas, juego de llaves y juego de copas de mecánico con accesorios, un destornillador plano y de cruz de 4 pulgadas, un cepillo de alambre
5	1	Módulo didáctico como equipo de climatización automotriz, ya instalado y listo para funcionar.

Fuente: elaboración propia.

Es oportuno mencionar, que el instructor de la práctica de laboratorio, tiene que explicar en detalle el funcionamiento de cada tipo de herramienta y equipo a utilizar en la práctica. Es recomendable realizar esta actividad en forma grupal por afinidad, teniendo aproximadamente de 4 a 6 integrantes por grupo.

## **2.7. Práctica No. 7**

Reparaciones y uniones con soldadura oxiacetilenica en tuberías de aluminio y cobre de un sistema de climatización automotriz

### **2.7.1. Objetivos**

Que el estudiante, al completar la práctica de laboratorio, estará en la capacidad de:

- Identificar y especificar adecuadamente los tipos de tubos de cobre y aluminio, mayormente usados en refrigeración y aire acondicionado automotriz.
- Realizar el procedimiento rutinario que se debe, para lograr unir tuberías de cobre y aluminio, para refrigeración y aire acondicionado automotriz.
- Unir por soldadura oxiacetilénica, variedad de tuberías de cobre y aluminio, en diferentes presentaciones y diámetros, para refrigeración y climatización automotriz.
- Identificar los tipos de uniones (permanentes y desmontables) de uso en sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

### **2.7.2. Introducción teórica**

Muchos tubos usados en refrigeración y aire acondicionado, están hechos de cobre. Sin embargo, también algunos los fabrican de aluminios, aceros inoxidable y tubos plásticos siendo utilizados en menor grado.

Hay dos tipos de tubería de cobre distribuidas comercialmente, siendo el tubo cobre blando (*soft*) y rígido (*hard*). Ambos están disponibles en dos espesores de pared, K y L. El tipo K, es de pared gruesa y es utilizado en donde las condiciones de corrosión son extremas, el tipo L es de mediano espesor y es utilizado para condiciones normales. El tubo de cobre es suministrado, por lo general, en rollos de 25 y 50 pies. Hay otro tipo de tubo de cobre denominado comercialmente como: tubo de cobre flexible utilizado también en sistemas de agua potable y en algunos sistema de refrigeración doméstica. Todo tubo de cobre, es denominado por el tipo, es decir, tipo flexible, L o K, seguido del diámetro nominal, el cual no siempre representa el diámetro exterior O.D.; para el caso, el tubo de cobre flexible, está disponible en diámetros comerciales de 1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8, 1 1/8, 1 3/8 pulgadas. Las dimensiones del tubo indicado (L y K) y sus dimensiones, se presentan la tabla IX.

Dado que todos los dispositivos de un sistema de refrigeración o aire acondicionado están conectados (según un el orden preestablecido), por medio de tubo de cobre, el seguro y correcto funcionamiento de éstos dependen en gran parte a la instalación y mantenimiento de las tuberías que interconectan y además transportan el refrigerante. Las tuberías usadas en sistemas con gas R12 y R22 y 134<sup>a</sup>, son comúnmente de cobre tipo L y se encuentran selladas para evitar la humedad.

La mayoría de uniones de tubería de cobre se puede hacer con soldadura autógena y utilizando un material de aporte como varilla de plana al 5%. Sin embargo, en ocasiones es necesario reemplazar una porción de la tubería en una unidad refrigerada a causa de roturas, fugas, estrangulamiento u otro tipo de daño que pueda producir fallas, pues en estos casos, sino se dispone de unidades portátiles de soldadura una opción para cambiar las porciones de tuberías defectuosas, entonces se procede empalmándolas por medio de nipples

de unión. La opción anterior, presenta la necesidad de proceder avellanar la tubería para el acople con los nipples de unión. En ambos casos ya sea por soldadura o por adapte a través de conectores, se tendrá que hacer un corte en la tubería de cobre, por lo que hay que evitar que queden residuos internamente en la unidad refrigerada ya que estos residuos pueden dañar las válvulas del compresor u obturar el tubo capilar y producir un daño permanente al sistema.

Tabla IX. **Tamaño nominal de tubo de cobre tipo L y K**

<b>Diámetro nominal</b>	<b>Tipo</b>	<b>O.D (pulgadas)</b>		<b>Espesor de pared</b>
$\frac{1}{4}$	K	0.375	<b><math>\frac{3}{8}</math></b>	0.035
	L	0.375	<b><math>\frac{3}{8}</math></b>	0.030
<b><math>\frac{3}{8}</math></b>	K	0.500	$\frac{1}{2}$	0.049
	L	0.500	$\frac{1}{2}$	0.035
<b><math>\frac{1}{2}</math></b>	K	0.625	<b><math>\frac{5}{8}</math></b>	0.049
	L	0.625	<b><math>\frac{5}{8}</math></b>	0.040
<b><math>\frac{5}{8}</math></b>	K	0.750	$\frac{3}{4}$	0.049
	L	0.750	$\frac{3}{4}$	0.042
<b><math>\frac{3}{4}</math></b>	K	0.875	<b><math>\frac{7}{8}</math></b>	0.065
	L	0.875	<b><math>\frac{7}{8}</math></b>	0.045
<b>1</b>	K	1.125	<b>1</b> <b><math>\frac{1}{8}</math></b>	0.065
	L	1.125	<b>1</b> <b><math>\frac{1}{8}</math></b>	0.050

Fuente: www.metalex.com. Consulta: marzo 2012.

### 2.7.3. Materiales y equipos

A continuación la lista de materiales a ser utilizados en la práctica de laboratorio, grupos de aproximadamente 4 o 6 personas.

Es oportuno hacer notar que en esta guía práctica si bien hace referencia a algo tan básico, para la mayoría de técnicos en el área de R y A/A, está pensada para el alumnado principiante y con el objetivo que conocer los tipos de unión y las ventajas relativas entre ambas.

Tabla X. **Materiales y equipos**

No	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	0.40 m	Tubo cobre 1/4"
2	0.40 m	Tubo cobre 3/16"
3	0. m	Tubo cobre 3/8"
4	1	Corta tubos
5	1	Avellanador
6	1	Vernier
7	1	Niple de unión
8	4	Tuercas tubería
9	1	Cinta teflón
10	1	Detergente
11	1	Cinta métrica
12	2	Cangrejo
13	1	Tapón sellador
14	1	Corta tubos
15	1	Expansor múltiple
16	1	Cinta métrica
17	1	Tenaza
18	1	Prensa de tuberías
19	1	Martillo
20	1	Soldadura de plata
21	1	Bote de Flux
22	1	Doblador de tubos
23	1	Equipo de soldadura portátil

Fuente: [www.metalex.com](http://www.metalex.com). Consulta: marzo 2012.

#### **2.7.4. Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 4 a 6 horas**

El detalle para la realización de la práctica es el siguiente:

##### **2.7.4.1. Parte I, medida y corte de tubos**

- Procer a medir con el vernier, los diámetros de la tubería de cobre e identifique cuál diámetro (interno o externo), es el usado para diferenciar a las tuberías.
- Con el corta-tubo, corte trozos de la tubería de  $\frac{1}{4}$ " y  $\frac{3}{8}$ ", según lo indique el instructor.

Figura 39. **Cortatubos**



Fuente: [www.auto-publitest.com](http://www.auto-publitest.com). Consulta: abril de 2012.

Nota: cada estudiante deberá cortar la porción de tubería como se muestra en la figura 39.

Luego de cortar los tubos, revise que no haya asperezas (internas y externas), dentro del trozo de tubo para evitar residuos en la tubería.

#### 2.7.4.2. Parte II, doblaje de tubos

- Proceder a insertar la tubería de cobre de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro, en el doblador de tubos tal y como le indique el instructor.
- Deberá apoyarse en los extremos del doblador de tubos y proceda lento pero constante, a doblar el tubo (no más de 90 grados).
- Luego extraer el tubo de doblador tipo resorte y revise si no se presentan fisuras en la tubería doblada.

La figura siguiente muestra el resultado que debería obtenerse.

Figura 40. **Equipo y herramienta para doblar tubo de cobre y de sección circular**

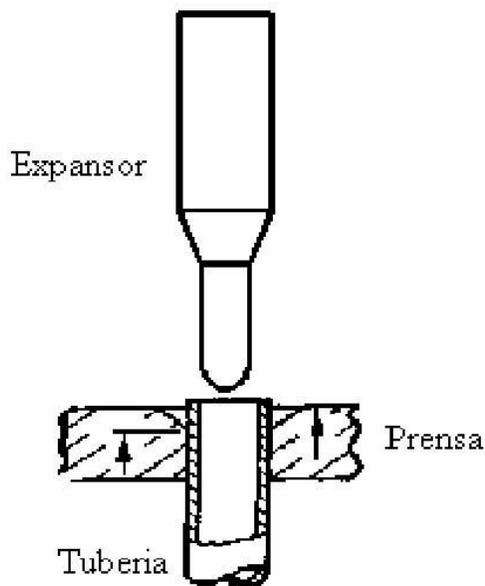


Fuente: [www.auto-publitest.com](http://www.auto-publitest.com). Consulta: abril de 2012.

### 2.7.4.3. Parte III, expansión de la tubería de cobre y aluminio de 1/4"

- Tomar un trozo de tubería de 1/4" de longitud, igual a la indicada por el instructor, e insértelo en la prensa de tubos.
- Colocar en el expansor múltiple, una gota de aceite y proceda a expandir la tubería, golpeando leve pero firmemente al expansor bajo la supervisión del instructor, tal como se muestra en la figura siguiente.

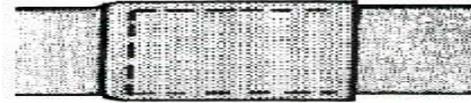
Figura 41. **Herramienta para abocardar tubo de cobre y aluminio de sección circular**



Fuente: [www.auto-publitest.com](http://www.auto-publitest.com). Consulta: abril de 2012.

- Insertar la otra porción de la tubería 1/4" (sin expandir), asegurando que entre lo suficiente, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura 42. **Unión de tubería**



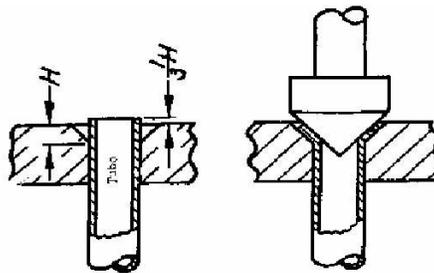
Fuente: www.auto-publitest.com. Consulta: abril de 2012.

- Con relación al proceso de expansión recién elaborado. Determinar los diámetros de tuberías que se pueden expandir con el expansor múltiple, usado en esta práctica.

#### 2.7.4.4. **Parte IV, avellanado de tubería $\frac{1}{4}$**

- Colocar la tuerca de la unión tipo Flered para tubería de  $\frac{1}{4}$ ", en el extremo libre de la tubería de cobre de  $\frac{1}{4}$ " que fue insertada en extremo expandido de la parte III y proceda a realizar el avellanado del tubo, según lo indique el instructor.
- En la figura, se dan algunas indicaciones a tomar en cuenta durante el proceso de avellanado.

Figura 43. **Esquema del proceso de avellanado de tubo de cobre**



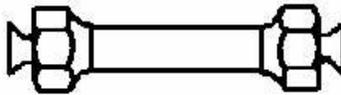
Fuente: www.auto-publitest.com. Consulta: abril de 2012.

- Repetir los pasos 1, para otra porción de tubo de  $\frac{1}{4}$  y de longitud sugerida por el instructor.

#### **2.7.4.5. Parte V, empalmes de tubería de cobre y aluminio**

- Unir las porciones de tubería (1 y 2 de la parte IV) mediante una unión de bronce y tuercas de acople tipo Flered, con las caras frontales opuestas entre sí, en la tubería de  $\frac{1}{4}$ .

Figura 44. **Empalme de tubería**



Fuente: [www.auto-publitest.com](http://www.auto-publitest.com). Consulta: abril de 2012.

- Proceder a enroscar las tuberías avellanadas con sus tuercas en niple de unión de  $\frac{1}{4}$ ".
- Presentar el trabajo individualmente al instructor, para la evaluación

#### **2.7.4.6. Parte VI, soldadura acetilénica en tuberías de cobre y aluminio**

- Las juntas de unión a soldarse serán las tuberías expandidas en la parte II
- En esta parte se deberá de tomar muy en cuenta, las normas de seguridad mostradas y mencionadas por el instructor en clase, en el uso de equipo de soldadura.

- El procedimiento y las recomendaciones de la parte de soldadura, se harán oralmente en el taller donde se realiza la práctica.

Nota: no omita cualquier pregunta por sencilla que parezca.

#### **2.7.4.7. Parte VII, detección de fugas en empalmes con tubería de cobre y aluminio**

- Acoplar el empalme realizado en la parte III del procedimiento en el niple de unión del cilindro contenedor de refrigerante R12, R22 o 134<sup>a</sup>
- Acoplar el extremo libre del tubo de ¼" a otro niple de acople de ¼"
- Colocar un tapón sellador de rosca en el extremo libre del niple de ¼"
- Abrir la válvula del tanque de refrigerante a utilizar
- Esperar a que el cilindro de refrigerante utilizado, genere la presión total
- Verificar mediante la aplicación de agua jabonosa en todas las uniones, si existe algún tipo de fuga.
- En caso de existir fugas, cerrar la válvula del cilindro contenedor de refrigerante.
- Colocar cinta teflón en el niple donde sucede la fuga

Nota: recuerde tener cuidado con los ojos, ya que existe gas atrapado en la tubería

- Probar de nuevo si existen fugas
- Si existen fugas repetir el avellanado en la zona de fuga
- Verificar de nuevo la existencia de fugas
- Cerrar la válvula del cilindro de refrigerante, desconectar todo el equipo, limpiar el área de trabajo y entregar los materiales al instructor.

### **2.7.5. Análisis de resultados**

- ¿Cuál de los diámetros (interno o externo) es el usado para diferenciar a las tuberías de cobre y aluminio usadas en refrigeración?
- ¿Cuál es el objetivo de quitar el residuo en la tubería de cobre, que se usará en una unidad refrigerada?
- ¿En cuál tubería en la que se desplaza refrigerante, se tendrá mayor presión, menor presión, mayor velocidad, menor velocidad? Nota: tome sólo de referencias las tuberías usadas en esta práctica de laboratorio.
- ¿Qué medidas de tuberías pueden expandirse con el expansor múltiple, usado en esta práctica de laboratorio y sobre la base de qué parámetro se fundamenta la respuesta?
- ¿Por qué es necesario quitar los residuos de fundente en las uniones de soldadura?

### **2.7.6. Investigación complementaria**

- El amoníaco actualmente es usado como refrigerante, sólo en condiciones de supervisión y mantenimiento constante ya que posee excelentes propiedades, pero es tóxico y nocivo para la salud. Investigue si las tuberías usadas en este sistema, son de cobre o de otro material.
- Al soldar tuberías de cobre y aluminio de una unidad refrigerada en presencia de aire se forma óxido de cobre y óxido de aluminio, externa e internamente en la tubería, esta reacción química, acelera la

descomposición del aceite en el compresor y del refrigerante. Investigue cómo y qué tipo de químico o sustancia, evita esta formación de óxidos.

## **2.8. Práctica No. 8**

Mantenimiento para equipos de climatización y aire acondicionado automotriz

### **2.8.1. Objetivos**

- Conocer los tipos de mantenimiento existentes para aplicaciones a sistemas de climatización y aire acondicionado automotriz.
- Implementar en la práctica, un tipo de mantenimiento en específico, para el modulo didáctico, ejemplificando y simulando diferentes averías y problemas técnicos de funcionamiento.
- Diferenciar las ventajas y mejoras en el funcionamiento, al aplicar un programa de mantenimiento a sistemas de climatización y aire acondicionado automotriz.

### **2.8.2. Introducción teórica**

A la hora de abordar las distintas temáticas referidas al mantenimiento de aire acondicionado automotriz, se encuentra una alta gama de posibilidades y objetivos planteados por los distintos estilos a brindar confort térmico, dentro del habitáculo de nuestro vehículo.

Muchas de las compañías fabricantes de aires acondicionados automotrices, generalmente recurren a convenios de tipo económico o subvenciones con intereses a las empresas matrices, que construyen los

equipos de aires acondicionados para automóviles y a veces, es una forma de garantizar confianza a los usuarios. Dejándoles en claro que en realidad en lo que responde a temperatura y comodidad dentro del auto, se encarga una determinada empresa en particular (generalmente de una marca de renombre), para obtener esa lealtad necesaria y sentir que lo que se encuentra dentro del vehículo, es de una excelente calidad. Los objetivos que realmente son planteados a la hora de realizar un mantenimiento de aire acondicionado automotriz, son básicamente cinco conceptos primordiales.

Dentro de ellos se encuentra el hecho de preservar siempre y en el tiempo la transparencia, lealtad y rapidez en el momento de la obtención del confort térmico. Donde el usuario tiene la capacidad de elegir el frío o calor deseado y junto con esto la capacidad de regular la capacidad de expulsión y el caudal de aire. La forma de conservar esta calidad de frío y caudal es mantener cuidadosamente el sistema de apertura de las paletas (en el caso de que no sea un sistema de aire acondicionado electrónico), limpiando restos de polvo que se encuentran dentro del habitué interior del automóvil.

Esta tarea se puede llevar a cabo perfectamente con cualquier paño suave, como puede ser una tela lisa y suave al tacto, sumando la colocación de siliconas líquidas como para así, también realzar valores estéticos. Otro de los puntos importantes dentro de un mantenimiento de aire acondicionado automotriz es la correcta preservación de los sistemas de automatización, de las funciones de seguridad (dentro de los sistemas de aire automotrices electrónicos particularmente). Donde la mayoría de los climatizadores internos del sistema electrónico, constan con una función de desempañado de vidrios que generalmente con la mala utilización o con el desinterés de realizar un mantenimiento de un equipo de aire acondicionado automotriz, se dejan de lado y provocan la ruptura o falla sistemática.

La preservación del sistema de aire acondicionado automotriz es un factor del que cada usuario, debería estar atento. Ya que comúnmente los equipos de aires acondicionados diseñados para los automóviles, vienen con cada vez más funciones, pero a la vez, en la contraparte, la continuo funcionamiento, les provoca un gran esfuerzo. Esto diagramado y extendido a futuro sin dudas, en algún momento significará un problema que se evitaría si se realiza un correcto mantenimiento. En algunos casos en particular, a raíz de no generar ningún tipo de mantenimiento de aire acondicionado automotriz, suele ser bastante común la aparición de olores indeseados provenientes del caudal de aire que sale a través de las paletas.

Una serie de tareas, son recomendadas naturalmente para suprimir cualquier tipo de olor proveniente del equipo y son básicamente las siguientes. En primer lugar, sustituir con regularidad constante el filtro del habitáculo, para evitar problemas respiratorios (debido al polvo depositado y los ácaros que provoca consecuentemente). Como segunda medida provisional para el mantenimiento de aire acondicionado automotriz, utilizar productos de limpieza que no repercutan sobre los revestimientos del componente evaporador. Ya que con algún químico, se podría llegar a dañar.

Otro de los puntos a tener en cuenta es tener chequeados, limpios y verificados los orificios de evacuación de condensados. Ésta no es una tarea menor, porque al no estar limpios, podrían ocasionar una falla importante al equipo de aire acondicionado integro.

Por último, si el problema no se viera solucionado a través de alguna de las medidas anteriormente mencionadas, se recomienda proceder al desmontaje y la sustitución de la unidad evaporadora, en el caso de realizar el mantenimiento de aire acondicionado automotriz se complique por diversos

factores.

Contando obviamente con algún supervisor con experiencia en este tipo de problemáticas ya que suele ser una tarea tediosa para alguien que quizás no tiene la experiencia suficiente. Reparando y cambiando la unidad evaporadora, se estaría asegurando de haber realizado todas las medidas para un perfecto mantenimiento de aire acondicionado automotriz. La unidad evaporadora, junto con la unidad condensadora y el fluido térmico son tres de las partes imprescindibles en el circuito de funcionamiento del equipo de aire acondicionado.

Es por eso que hay que asegurarse de que cada uno funcione y consuma los niveles adecuados, junto con el respectivo mantenimiento de aire acondicionado automotriz preventivo se garantizar sin dudar, una extensión en la vida útil de todo equipo de aire acondicionado de tipo automotriz. Tenerlo en cuenta y estar atento a cada síntoma de un posible mal funcionamiento del equipo de aire acondicionado corre por cuenta de cada individuo.

#### **2.8.2.1. Servicios de diagnóstico y mantenimiento preventivo**

Es recomendable realizarles mantenimiento preventivo a los equipos de aire acondicionado para automotores, mínimo una vez al año, con el fin de asegurar su buen funcionamiento y prolongar su vida útil.

Figura 45. **Inspección visual de un sistema de climatización automotriz**



Fuente: [www.boschcarservice.cl](http://www.boschcarservice.cl). Consulta: abril de 2012.

- Estas son algunos aspectos del mantenimiento preventivo que el técnico en climatización automotriz, debe tener en cuenta al momento de realizar una inspección general del sistema A/C:
- Inspeccionar la correa del compresor. Esta no debe presentar grietas, cortes, ni deterioro.
- Inspeccionar las mangueras y las tuberías de la línea de alta y asegúrese de que no presenten perforaciones.
- Verificar que no hayan signos de fuga en el sello del compresor
- Inspeccionar y limpiar el condensador. Para ésto deberá retirar la rejilla frontal o revisar con una linterna entre las aletas. La suciedad que se acumula en este espacio, puede aumentar las altas presiones, recalentando el motor y afectando rendimiento del sistema de aire acondicionado.

- Chequear que los ventiladores estén funcionando, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- Si el sistema tiene una válvula de control de calor, verificar que esté funcionando correctamente.
- Si el vehículo tiene filtro de aire en la cabina, verificar si es necesario reemplazarlo.
- Chequear que el *switch* para pasar de aire frío a caliente, funcione bien para ambos lados.

Figura 46. **Mando analógico de ventilación y climatización automotriz**



Fuente: [www.boschcarservice.cl](http://www.boschcarservice.cl). Consulta: abril de 2012.

- Revisar que el switch de circulación de aire, esté funcionando bien para ambos lados, recirculación y entrada de aire externo.
- Verificar que ambas tapas de servicio del sistema A/C, estén instaladas. Estas son importantes para sellar el sistema y evitar fugas de refrigerante.
- Chequear las revoluciones del motor en ralentí, si éstas son muy bajas, puede ser que exista una falla a nivel de conexiones, sistema eléctrico,

filtro de aire, válvula de recirculación de gas del mofle, etc. Adicionalmente, si las revoluciones están muy altas o por debajo de las rpm establecidas, el motor puede bloquear el sistema de aire acondicionado., por esta razón siempre que se ilumine en el tablero el indicador para chequeo del motor, debe realizarse un diagnóstico de este problema antes de realizar cualquier procedimiento en el sistema A/C.

- Siempre que haya bajas o altas rpm del motor, verificar si al encender el A/C, el *clutch* del compresor se engancha correctamente.
- Realizar una prueba de funcionamiento del A/C, utilizando los manómetros para verificar las presiones, el termómetro para determinar la temperatura ideal de enfriamiento de acuerdo con las escalas de presiones y temperaturas y las demás herramientas de servicio. Chequee los ruidos inusuales en las partes, roces, malos olores, etc.
- Una carga apropiada de gas refrigerante, así como el proceso para determinar dicha cantidad (por medio de los manómetros), es importante tanto para el buen funcionamiento del compresor y del sistema en general, como para el confort de los ocupantes al interior del vehículo.

Figura 47. **Motor y sistema de climatización automotriz**



Fuente: [www.boschcarservice.cl](http://www.boschcarservice.cl). Consulta: abril de 2012.

Finalmente, la carga de lubricante en el sistema deber ser la indicada, teniendo en cuenta las especificaciones del equipo A/C y la cantidad de refrigerante utilizado para la carga. En este sentido, si se carga el sistema con lubricante insuficiente, se afectará el funcionamiento del compresor. Este problema, no se evidenciará inmediatamente, pero con el tiempo, el usuario notará una disminución en el enfriamiento del aire acondicionado y cuando esto ocurra, puede ser demasiado tarde, pues tal vez ya exista una falla irreparable del compresor.

Estas son sólo algunas pautas que los técnicos en refrigeración, deben tener en cuenta a la hora de realizar cualquier tipo de servicio o diagnóstico. Sin embargo, existen muchos caminos para llegar al mismo punto, así que la experiencia también es muy importante, sobre todo si se tiene en cuenta que todos los sistemas son diferentes y para un mismo caso pueden existir distintas posibilidades de solución. Así que la invitación, es seguir investigando en la práctica y documentarse lo mejor posible con información de los fabricantes, para disminuir los márgenes de error en el servicio.

El sistema de calefacción y aire acondicionado (A/A), están diseñados principalmente, para brindar comodidad al conductor y a los pasajeros. El propósito es mantener dentro del vehículo la temperatura y la humedad dentro de un rango que sea cómodo (confort), para las personas que se encuentran en el interior. Este rango de temperatura ayuda a que el conductor se mantenga alerta.

Los sistemas de calefacción y aire acondicionado controlan diversos aspectos del medio ambiente, el más notorio es la temperatura. Otros dos aspectos importantes son la humedad y la limpieza de aire.

Al hablar de acondicionamiento de aire, lo importante no es disfrutar en el

automóvil, del mayor calor posible en invierno y el mayor frío en verano. Lo importante, es encontrar el nivel de temperatura y humedad que exige el cuerpo humano para tener sensación de bienestar y confort.

La potencia que es requerida para operar un equipo de A/A convencional en el automóvil puede ser dividida en dos partes específicamente. La primera es la potencia requerida para impulsar el compresor del equipo de A/A. La segunda es la potencia eléctrica requerida para el ventilador que fuerza al aire a través del evaporador y del condensador.

#### **2.8.2.2. Emisiones y consumo de combustible**

Usando el sistema de A/A a carga máxima y en condiciones extremas en donde se requiere de una temperatura interior de 20°C y la temperatura exterior es muy elevada, se incrementa el consumo de combustible con un promedio del 27 por ciento, otra consecuencia es el aumento de las emisiones que aumentan dramáticamente.

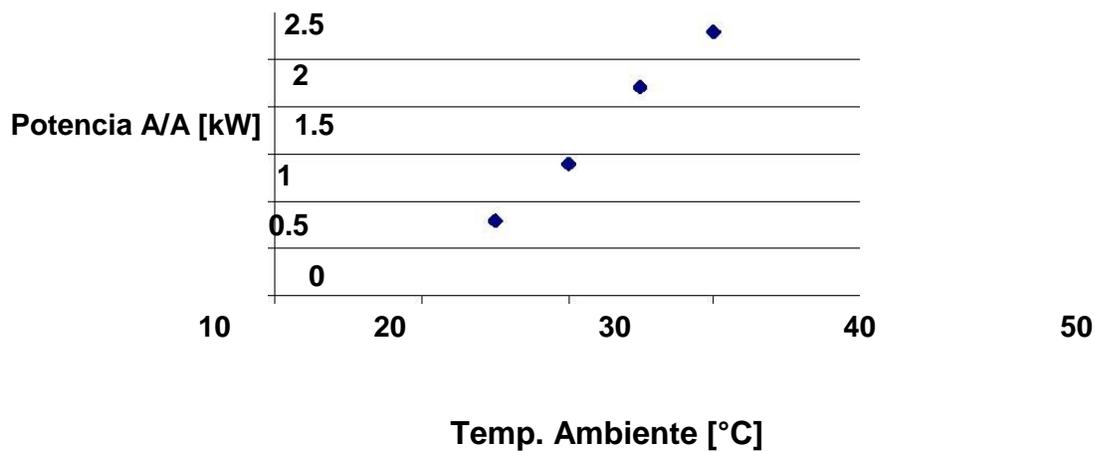
La temperatura ambiente, la temperatura que se requiere en el interior, la cantidad de aire de recirculación, la humedad del ambiente y los aislamientos (hules de las puertas) también son factores importantes que influyen en la potencia requerida para operar el A/A y que conlleva a un incremento de consumo de combustible y de emisiones. En la figura 48 se observa cómo la potencia se incrementa con la temperatura ambiente.

Tabla XI. **Emisiones extra con A/A encendido a carga máxima (porcentaje extra comparado con el equipo apagado)**

	Urbano	Rural	Autopista	
<b>Viaje promedio:</b>				
<b>Consumo de combustible</b>	29	30	24	27
<b>CO<sub>2</sub></b>	28	25	21	25
<b>CO</b>	796	616	478	605
<b>HC</b>	260	271	114	207
<b>NOX</b>	76	17	17	31
<b>Partículas</b>	139	64	262	159

Fuente: www.scielo.com. Consulta: abril de 2012.

Figura 48. **Potencia adquirida Vs. Temperatura ambiente**



Fuente: www.construmatica.com. Consulta: abril de 2012.

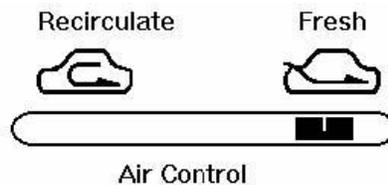
Para automovilistas que viven en áreas húmedas, una queja común es un olor a moho que viene del sistema de calefacción o del aire acondicionado después de que el carro ha estado estacionado por mucho tiempo. Una de las causas de esto es la salida de humedad en el drenaje después de que el aire acondicionado es apagado. Muchos automovilistas ponen el aire acondicionado en la posición de descongelar (defrost) para remover la humedad y sólo enciende el compresor del aire acondicionado en el invierno. Existen diferentes recomendaciones que se pueden llevar a cabo, para eliminar el mal olor, la clave es, secar el aire acondicionado antes de apagar el auto, a continuación se dan algunas soluciones:

- En el invierno, si no se necesita el descongelamiento (defrost) sólo se debe encender el ventilador, antes de estacionar el auto.
- En el verano si la distancia a recorrer es corta, no es necesario encender el aire acondicionado, es suficiente con sólo encender el ventilador.
- En los autos que tienen las opciones de aire externo (*fresh*) y recirculación (*recirc*), hay que poner la palanca en aire externo (*fresh*), si no se necesita bajar mucho la temperatura en el interior del auto.

A menudo algunos autos tienen un botón de encendido/apagado (*switch*), que permite un control sobre el compresor del aire acondicionado, así que simplemente hay que apagarlo antes de llegar al destino.

Otra causa puede ser que se tape la manguera de drenaje del condensador, el agua se estanca en el sistema de aire acondicionado produciendo moho. La manguera de drenaje, está normalmente del lado del motor y muchas veces, es fácil limpiarla.

Figura 49. **Recirculado de ventilación**



Fuente: [www.nergiza.com](http://www.nergiza.com). Consulta: abril de 2012.

### **2.8.2.3. Mantenimiento preventivo y correctivo**

El objetivo de darle mantenimiento al equipo de aire acondicionado, es mantenerlo en óptimas condiciones y así minimizar fallas más costosas para el usuario. El trabajo de mantenimiento automotriz, se inicia con un procedimiento sistemático, para establecer con exactitud qué es lo que está mal, si el diagnóstico del problema es lo suficientemente exhaustivo y preciso, es posible localizar y reparar al mismo tiempo todos los problemas probables. Un diagnóstico inexacto o incompleto, suele conducir a una reparación incompleta, lo que significa una pérdida de tiempo y posiblemente también de refrigerante. Una preocupación aún mayor para los técnicos, es la reparación que falla después de que el vehículo ha salido del taller. En el campo del mantenimiento automotriz.

Un auto que regresa, se suele reparar a expensas del taller y del mecánico. Esto puede originar una pérdida inmediata del tiempo y dinero, pero la pérdida más grande es con frecuencia la reputación del taller.

En consecuencia, como todo en esta vida tiene un periodo de vida útil, es necesario tomar conciencia de cuidar las cosas de manera tal, que se debe procurar prolongarla hasta donde sea posible. El aire acondicionado de los

automóviles, no escapa de ello por lo que existen procedimientos técnicos para brindarle al aire acondicionado, un servicio de mantenimiento preventivo, procurando con ello minimizar, no eliminar, futuros daños cuyas reparaciones resulten costosas.

Tal es el caso, que se recomienda que cada 20,000 Km o 18 meses, el auto sea llevado a un taller de servicio de Refrigeración Automotriz, que tenga personal altamente calificado y certificados con herramientas apropiadas para el servicio y mantenimiento de aire acondicionado. Es importante recalcar, que deben ser talleres serios, de prestigio, de reputación intachable y con la suficiente capacidad de brindar una garantía certificada, ya que hay en el medio cualquier cantidad de personas no aptas para desempeñar el servicio trayendo como consecuencia la pérdida de tiempo y dinero.

Muchos propietarios de vehículos, reponían la carga de refrigerante en los autos y efectuaban otras reparaciones menores, sin ayuda de manuales o de una instrucción adecuada. Ahora es muy posible un fracaso si lo hace en autos nuevos.

Normalmente, un mantenimiento preventivo o de rutina consiste en:

- La limpieza del evaporador (pieza usualmente de aluminio y costosa)
- Cambio del filtro secador (botella deshidratadora que procura recolectar o absorber la humedad interna del producto líquido refrigerante).
- Reemplazo de la válvula de expansión (controla el flujo de refrigerante hacia el evaporador).
- Cambio de los sellos (anillos de caucho)
- Hacer un vacío al sistema que debe durar por lo menos 40 minutos
- Agregar aceite al compresor

- Finalmente cargarlo con el respectivo refrigerante el cual puede ser R-12 (CFC) o R-134 (HFC). Un sistema que le hace falta 10% de refrigerante, costará 20% más en la operación.

La revisión de estos sistemas, estrictamente, requiere tanto de entrenamiento especializado, como herramientas diseñadas para uno u otro sistema. Sin un mantenimiento regular, el aire acondicionado pierde aproximadamente 5% de la eficiencia original por cada año de operación, si se le da un mantenimiento adecuado, se podrá mantener el 95% de la eficiencia original.

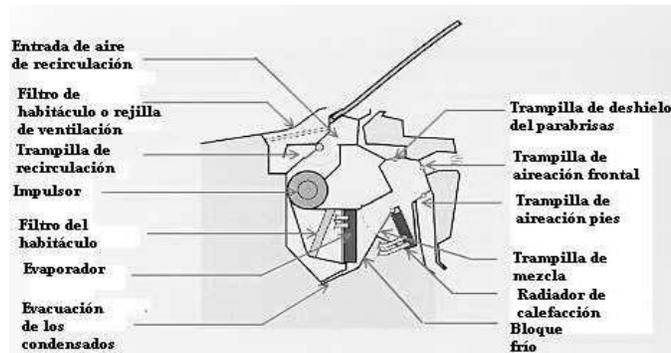
#### **2.8.2.4. Tratamiento de malos olores**

La aparición de olores nauseabundos y persistentes es una disfunción seria del sistema de climatización, pudiendo volverse insoportables y llevar a unos costes de intervención importantes para ser resuelto el problema.

Estos olores que aparecen ocasionalmente en los sistemas de climatización, tienen tres posibles causas:

- El filtro habitáculo
- El evaporador
- El conducto de evacuación de los condensados

Figura 50. **Partes del climatizador en tablero del vehículo**



Fuente: patentados.com. Consulta: abril de 2012.

#### **2.8.2.5. Mantenimiento al filtro del habitáculo**

La función del filtro habitáculo es retener el polen, el polvo y otras partículas nocivas para la salud. El tamaño de estas partículas, es de aproximadamente 0.5 micras. Cuando el filtro se satura, retiene partículas, incluso más pequeñas. Está constituido de fibras sintéticas (tejidas o no). Si el agua llega a mojar este filtro, las fibras absorben esta agua, creando de esta forma, un medio propicio al desarrollo de bacterias y otros microorganismos. Este medio de cultivo, es la primera fuente posible de olores desagradables que pueden producirse en el habitáculo. Además, estas bacterias, transportadas por el aire impulsado hacia el interior del habitáculo, pueden engendrar enfermedades respiratorias como por ejemplo bronquitis, anginas, rinofaringitis, etc. La presencia de agua en el filtro, tiene dos posibles causas: una concepción errónea de la entrada de aire del vehículo y una tasa de humedad muy elevada (países tropicales, lluvia)

- Mantenimiento al evaporador

El evaporador es un intercambiador de calor, que juega dos papeles fundamentales, la primera, consiste en enfriar el aire que penetra en el habitáculo y deshumidificarlo. La aparición de agua en la superficie del evaporador, es un fenómeno físico normal. Cuando el aire cargado de humedad se pone en contacto con una superficie fría, se produce una condensación de agua. Ejemplo: el aire a 30 °C y 50 % de humedad relativa, enfriado hasta 10 °C al pasar a través del evaporador, produce 5.7 gramos de agua por cada kg. de aire. Con un caudal de aire impulsado de 400 kg./h (caudal medio de una instalación), la cantidad de agua que se condensa sobre el evaporador en una hora es de 2.3 kg. Hay por lo tanto un caudal de 2.3 l, de agua por hora que debe ser evacuado.

La superficie del evaporador, está tratada para facilitar la evacuación del agua. El revestimiento externo del evaporador es hidrófilo. Genera una fina película de agua que actúa como una película protectora e impide a las gotas de agua estancarse sobre la superficie de las aletas del evaporador. Un evaporador envejecido, tiene la superficie corroída, ya que ha perdido el revestimiento hidrófilo. Es también el caso de evaporadores que han recibido un tratamiento de superficie inadecuado. Este hecho lleva a una acumulación de agua en las aletas. Si el funcionamiento de la climatización no es regular, al menos cada 15 días, esta agua se pudre. Esta es la segunda causa de aparición de olores desagradables en el habitáculo. De nuevo en este caso se desarrollan bacterias, que transportadas dentro del habitáculo, pueden acarrear problemas o enfermedades respiratorias.

En los comercios se encuentran productos que permiten limpiar el evaporador y que se jactan de sus propiedades fungicidas y antibacterianas.

Estos productos, tienen un efecto más bien nefasto sobre el revestimiento del evaporador. En efecto, el elemento limpiador cumple bien la función (es un jabón), pero el elemento antibacteriano se comporta como un limpiador del revestimiento del evaporador. Este hecho engendra averías en el evaporador e incluso en el impulsor.

#### **2.8.2.6. Mantenimiento al conducto de evacuación de los condensados**

Este conducto sirve para evacuar el agua que se condensa sobre el evaporador y que fluye por gravedad hacia la parte baja del bloque frío (carcasa de plástico que contiene el evaporador). Este conducto puede taponarse debido a los restos vegetales y al polvo. El agua no se drena ni se evacua en este caso, sino que se acumula en la parte baja del bloque frío, se estanca y se pudre. La obstrucción de este conducto es la tercera causa de aparición de malos olores en el habitáculo con el riesgo asociado de problemas respiratorios.

- Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 4 a 6 horas

Sustituir el filtro habitáculo, para evitar la aparición de olores y problemas respiratorios

Simular que después de la limpieza del evaporador y del orificio de evacuación persiste el olor, hay que proceder imperativamente al desmontaje y sustitución del evaporador

Efectuar un diagnóstico de la tasa de saturación del filtro habitáculo, en cada intervención sobre vehículo con ayuda de un AIRTEST y sustituir el filtro habitáculo en caso necesario, con el fin de evitar la aparición de olores

Realizar una limpieza al orificio de evacuación de los condensados, en esta intervención del vehículo, utilice productos de limpieza que no ataquen químicamente al aluminio ya que pueden provocar fugas posteriores en la unidad evaporativa.

Tabla XII. **Materiales y equipos, recomendado para grupos de 4 a 6 integrantes**

No	Cantidad	Descripción
1	1	Cuerpo de manómetros tipo Bourdon (para R22 y R134 C/U)
2	1	Mangueras para cuerpo de manómetros (según código de color)
3	1 por participante	Equipo de protección personal requerido según práctica a efectuar. Para el caso, gafas protectoras, bata, botas o calzado industrial y guantes protectores.
4	1 juego de herramientas por grupo de trabajo	Martillo, tenazas, juego de llaves y juego de copas de mecánico con accesorios, un destornillador plano y de cruz de 4 pulgadas, un cepillo de alambre
5	1	Módulo didáctico como equipo de climatización automotriz, ya instalado y listo para funcionar.

Fuente: elaboración propia.

#### Investigación complementaria

Investigar acerca de los productos de limpieza que se deben utilizar para no dañar el fino revestimiento del evaporador y la causa de que en cada intervención sobre el vehículo hay que verificar y limpiar el orificio de evacuación de condensados.

## **2.9. Práctica No. 9**

### Gases refrigerantes

#### **2.9.1. Objetivos**

- Conocer los tipos de gases refrigerantes utilizados en nuestro medio en los sistemas de climatización automotriz y aire acondicionado, al igual que en refrigeración industrial.
- Aprender los diferentes procedimientos de recarga, para cada tipo de gas refrigerante.
- Analizar el funcionamiento y estado en el que se encuentra, en cada elemento y fase dentro de sistemas de climatización, así como las propiedades físicas y químicas de cada uno de ellos.
- Realizar comparaciones entre dos gases refrigerantes más utilizados en nuestro medio, efectuándolas en el módulo didáctico disponible en el laboratorio, recuperando el refrigerante utilizado previamente y realizar también los procedimientos respectivos para recargar y analizar el siguiente, elaborando en cada uno de ellos, tablas con datos de lecturas y gráficas de funcionamiento para el análisis en eficiencia, consumo energético y potenciales de enfriamiento.

#### **2.9.2. Introducción teórica**

Se sabe que la función principal del dispositivo de climatización es producir frío, captando el calor del aire ambiente. Todo fluido absorbe calor. Los

fluidos frigoríficos, se utilizan en climatización por la gran capacidad de absorción de calor. Estos fluidos, deben reunir una serie de características para que la efectividad, sea óptima:

- Características favorables de presión y temperatura para conseguir que las presiones no sean demasiado elevadas en el condensador ni demasiado bajas en el evaporador.
- Valor de calor latente de evaporación, elevado para poder conseguir un mayor efecto frigorífico.
- Valor de la temperatura crítica, lo suficientemente elevado para evitar que el compresor comprima el fluido hasta una presión por encima de la presión crítica, en cuyo caso no se produciría cambio de estado en el condensador.
- Temperatura de evaporación inferior a la temperatura ambiente
- Seguridad contra el peligro de incendio y de explosión
- Estabilidad química y compatibilidad con los materiales que componen el circuito.
- Baja toxicidad para evitar daños a las personas que los manipulan
- Miscibilidad con el aceite lubricante empleado

### 2.9.2.1. Tipos de fluidos refrigerantes

- CFC, clorofluorocarburos (ejemplo R12, R11, R502): están compuestos de cloro, flúor y de carbono. Contribuyen fuertemente a la destrucción de la capa de ozono.
- HCFC, hidroclorofluorocarburos (ejemplo R22, D124): están compuestos de cloro, flúor, carbono e hidrógeno. Contribuyen a la destrucción de la capa de ozono y al calentamiento del planeta por el efecto invernadero.
- HFC, hidrofurocarburos (ejemplo R134a, ISCEON 49): está compuestos de flúor, carbono e hidrógeno. Contribuyen al calentamiento del planeta, por el efecto invernadero.

#### 2.9.2.1.1. Refrigerantes R12: (freón 12)

El diclorodifluorometano (C Cl<sub>2</sub> F<sub>2</sub>), denominado R-12 o freón 12 es un fluido caracterizado por un alto calor de evaporación. Pertenece a la familia de los Clorofluorocarbonos, CFC. El punto de ebullición, se encuentra a -29.4 °C a presión atmosférica. Presenta una elevada estabilidad a altas temperaturas y no reacciona con la mayor parte de los metales (excepto el zinc y el magnesio). Además no deteriora la goma de las tuberías. Sin embargo, en presencia de agua, es altamente corrosivo, ya que la reacción produce ácido clorhídrico.



En condiciones normales es un gas incoloro, con un ligero olor y no produce manchas. Es miscible con los aceites lubricantes minerales, tomando las precauciones necesarias en el dimensionamiento de las tuberías, con el fin

de asegurar el retorno del aceite al compresor.

En condiciones normales, no es inflamable ni explosivo, tanto en estado líquido como gaseoso, sin embargo, si se pone en contacto con una llama o con un metal muy caliente se descompone en gas fosgeno (gas mostaza) que es un gas muy venenoso. Además, no se debe poner en contacto este fluido con los ojos, ya que se pueden producir congelación.

Desafortunadamente este compuesto alcanza rápidamente las capas altas de la atmósfera, donde se encuentra el ozono, O<sub>3</sub>. Se sitúan a una altura aproximada de 15 km. Y pueden permanecer durante 120 años.

Debido al efecto de los rayos ultravioletas, se produce la degradación química del R-12, liberándose las moléculas de cloro, que reaccionan con el ozono, capturando un átomo de oxígeno, disminuyendo la concentración de ozono en esa zona. Una molécula de cloro puede destruir entre 50000 y 100000 moléculas de ozono.

La capa de ozono que rodea la tierra a nivel de la estratosfera, asegura la protección contra los rayos ultravioletas, que atacan al organismo humano a la vida vegetal y animal. Además, esta capa limita el efecto invernadero, manteniendo el equilibrio térmico del planeta mediante la reflexión de los rayos infrarrojos hacia la tierra. Así pues, la destrucción de esta capa de ozono, provocaría la penetración de los rayos UV, con el consiguiente riesgo para la salud, así como el recalentamiento del planeta.

#### **2.9.2.1.2. Refrigerante R134a**

La alternativa al R-12 es el tetrafluoroetano (CH<sub>2</sub>F-CF<sub>3</sub>), que pertenece a la familia de los Hidrogenofluorocarbonos (HFC). El punto de ebullición es de

26.3 °C a presión atmosférica. Presenta una baja toxicidad. De la misma forma que el R-12, no es inflamable en condiciones normales; pero sin embargo es corrosivo en presencia de agua, ya que se produce ácido fluorhídrico, a través de la reacción:



No es miscible con aceites minerales, sino con aceites sintéticos PAG (glicol poli alcalino). El tamaño de sus moléculas es inferior a las del R-12, por lo que la posibilidad de fugas es mayor.

Las características termodinámicas de este compuesto, son similares a las del R-12. Posee un elevado calor latente de vaporización, cambia de estado a presiones poco elevadas y la temperatura de evaporación, es apropiada para los sistemas de climatización.

En cuanto a los efectos medio ambientales, al no tener cloro en la composición, el R134a es inocuo para la capa de ozono, sin embargo, también contribuye al efecto invernadero, aunque en menor medida que el R-12. El tiempo de permanencia en la atmósfera también es más reducido, en torno a 15 años.

#### **2.9.2.2. Comparativa entre refrigerantes**

En la tabla siguiente se pueden observar algunas características físicas para ambos fluidos:

Tabla XIII. **Comparación entre refrigerantes**

<b>Característica</b>	<b>R12</b>	<b>R134a</b>
<b>Denominación Química</b>	Diclorofluorometano	Tetrafluoroetano
<b>Fórmula</b>	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub>
<b>Punto de ebullición</b>	-29.8 °C	-26.3 °C
<b>Calor de vaporización</b>	36.43 kcal/kg.	47.19 kcal/kg.
<b>O.D.P</b>	1	0
<b>H.G.W.P.</b>	3	1
<b>Presiones del fluido a 0°C/80 °C</b>	3.089/23.191 bar	2.928/26.3 24 bar
<b>Solubilidad del agua en el fluido</b>	0.009 % en masa	0.019 % en masa
<b>Tiempo de permanencia en la atmósfera</b>	120 años	15.5 años

Fuente: Protocolo de Montreal. p. 18.

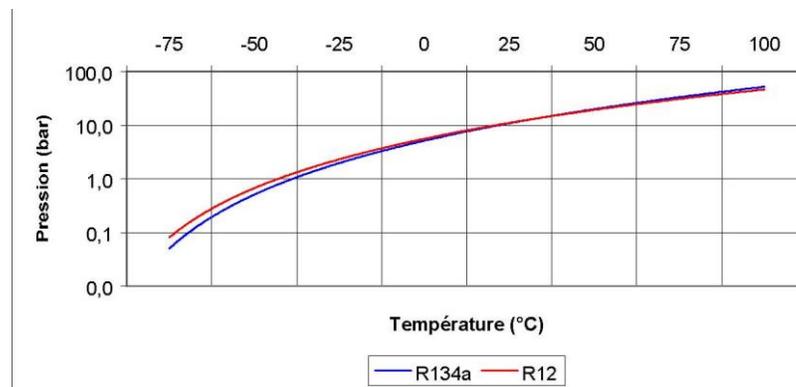
El ODP representa las iniciales de Ozone Depleting Potential, potencial de destrucción del ozono. Se le ha atribuido arbitrariamente al R11 un ODP de 1 y se indican valores relativos a éste, para los demás refrigerantes.

Por otro lado el HGWP, representa las iniciales de Global Warming Potential o potencial de calentamiento global de la atmósfera. Se le asigna un valor de 1 al CO<sub>2</sub>, principal contribuyente al efecto invernadero y se indican valores relativos para cada refrigerante. Se enumeran a continuación, las diferencias y similitudes entre estos dos fluidos, desde el punto de vista técnico,

económico y legal.

En cuanto al aspecto técnico: primeramente, se puede ver en la siguiente gráfica como para una misma presión de alta, el R12 tiene una temperatura mayor, por lo que puede ceder mayor calor al ambiente, mientras que para una misma presión de baja, la temperatura que puede alcanzar el R12 es menor, por lo que puede absorber mayor calor al aire entrante.

Figura 51. **Presión vs. temperatura de dos refrigerantes, que se han utilizado en la industria automotriz**



Fuente: Gas-SERVEI S.A. p 10.

De esta manera utilizando el R12 se obtienen unas prestaciones superiores para un mismo circuito. Otra forma de confirmar esta observación, es mediante el siguiente razonamiento. Suponiendo que se dispone de un circuito dimensionado para R12, en el que se introduce R134a, para unas temperaturas de condensación y de evaporación idénticas, si se observa la gráfica la presión en el condensador, aumenta y la presión en el evaporador, disminuye. Como consecuencia, se observa para esas condiciones un aumento de la presión de descarga del compresor y sin embargo, una disminución de la temperatura de

descarga del circuito. Además se observa un aumento del volumen específico. Así se demuestra que el intercambio térmico en el condensador, no es tan bueno para el R134a, como lo es para el R12. Habrá que modificar por lo tanto, la capacidad de disipación de calor del condensador y la cilindrada del compresor para obtener unas prestaciones análogas.

Además, el menor tamaño de las moléculas del R134a, incrementa la posibilidad de fugas en las juntas de las canalizaciones y puede atacar a diversos tipos de gomas, por lo que las canalizaciones, deben ser de material compatible. El filtro deshidratante, también ha de ser sustituido, ya que el R134a, puede atacar a las zeolitas y descomponerlas, debido al tamaño menor de sus moléculas.

Finalmente, debido a la variación del volumen específico y del calor específico, las secciones de paso de la válvula de expansión, son más pequeñas que en el caso del R12.

En cuanto al aspecto legal: La reglamentación referente a los fluidos utilizados en el circuito de climatización, está íntimamente relacionada con los efectos que éstos producen sobre el medio ambiente. A partir de la redacción del Protocolo de Montreal en 1987, se tomó la decisión de cesar a corto plazo la producción de los CFC (decisión acelerada tras la conferencia de Copenhague) y cesar a medio plazo la producción de los HCFC, dejando como única alternativa los HFC.

La reglamentación existente a día de hoy se puede resumir en la siguiente

Tabla XIV. **Reglamentación para el uso de refrigerantes**

<b>Año</b>	<b>CFC: Ejemplo R12</b>	<b>HCFC: Ejemplo DI24</b>	<b>HFC: Ejemplo R134a</b>
Fin 1994	Fin de la producción		
1998			Obligatoriedad de la recuperación del 100% de los fluidos para instalaciones >2 kg.
2000	Prohibición de la comercialización en posventa	Congelación de la producción al nivel de 1997	Obligatoriedad de la recuperación del 100% de los fluidos para instalaciones >0.5 kg.
2001	Prohibición de la utilización en posventa	Reducción de la puesta en mercado al nivel de 1989	
2004		Descenso de un 70 % de la producción	
2010		Prohibición de la utilización en posventa	

Fuente: Protocolo de Montreal. p. 32.

### **2.9.3. Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 6 a 8 horas**

En esta práctica se realizará un análisis físico de dos tipos de gases refrigerantes (R22 y R134a) funcionando en el módulo didáctico disponible en el laboratorio. Se tomarán datos de lecturas directas, como presión y temperatura, tomadas en cada elemento y fase de funcionamiento; también se encontrarán otros datos a través de resultado de efectuar cálculos matemáticos con formulas ya establecidas, también se elaborarán, tablas y gráficas de Mollier, para la comparación final.

**2.9.4. Materiales y equipos, se recomienda trabajar en grupos de 4 a 6 personas**

Los materiales con que se debe contar para la realización de la práctica se detallan en la siguiente tabla.

Tabla XV. **Detalle de materiales y equipos**

No	Cantidad	Descripción
1	2	Cuerpo de manómetros tipo Bourdon (para R22 y R134 C/U)
2	1	Bomba de vacío
3	6	Mangueras para cuerpo de manómetros (según código de color)
4	1	Tanque presurizado de nitrógeno
5	1	Tanque presurizado R22
6	1	Tanque presurizado R134a
7	1 por participante	Equipo de protección personal requerido según práctica a efectuar. Para el caso, gafas protectoras, guantes de látex, bata y calzado industrial.
8	1 juego de herramientas por grupo de trabajo	Tenaza de mecánico, un destornillador plano y de cruz de 4 pulg. Mín., un cepillo de alambre, multímetro digital con clasper.
9	1	Termómetro láser (20 a 450 °C)
10	1	Módulo didáctico como equipo de climatización automotriz ya instalado y listo para funcionar.
11	2	Termómetro de carátula análogo y digital con espiga metálica.

Fuente: elaboración propia.

Es oportuno mencionar que el instructor de la práctica de laboratorio, tiene

que explicar en detalle el funcionamiento de cada tipo de herramienta y equipo a utilizar en la práctica.

Se mencionan a continuación algunos pasos para realizar dicha práctica, dejando en libertad que se pueda añadir algunos, durante la elaboración de la misma.

- Formar grupos a discreción y/o afinidad
- Verificar que el módulo didáctico de climatización automotriz, no contenga gas refrigerante en el interior.
- Comprobar que cada elemento (mangueras, tuberías, condensador, evaporador y compresor) del módulo esté en condiciones aceptables.
- Efectuar métodos de limpieza por medio de barrido con nitrógeno seco
- Darle mantenimiento a filtros de ventilación y filtro deshidratador, (verificar que no exista un flujo restringido dentro de ellos).
- Con la bomba realizar procedimientos de vacío
- Empezar procedimientos de carga de refrigerante, monitoreando constantemente las presiones de trabajo.
- Mantener en funcionamiento dicho módulo, aproximadamente 10 minutos para que se nivelen las condiciones de funcionamiento.
- Calibrar sensores de presión y temperatura así como graduar la válvula de expansión y termostato, si fuera necesario.
- Empezar a tomar las lecturas de presión y temperatura de trabajo
- Realizar los cálculos matemáticos necesarios
- Efectuar las comparaciones y analizar que refrigerante proporciona las mejores condiciones de trabajo, así como mencionar las características, ventajas y desventajas, así como la mejor aplicación para cada uno de ellos.
- Discutir resultados

## **2.10. Práctica No. 10**

Aplicación de un gas refrigerante a sistemas de climatización automotriz y aire acondicionado

### **2.10.1. Objetivos**

Al finalizar la sesión de laboratorio, el participante estará en la capacidad de:

- Realizar los pasos necesarios, para hacer vacío a un sistema de refrigeración en aire acondicionado (R y A/A).
- Efectuar adecuadamente la carga un sistema de climatización automotriz y aire acondicionado, con la cantidad necesaria de refrigerante a utilizar, para que el sistema trabaje a la temperatura y presión recomendada por el fabricante.
- Comprobar mediante diferentes procedimientos y equipo electrónico, posibles fugas en tuberías, mangueras, acoples etc.

### **2.10.2. Introducción teórica**

El buen funcionamiento de un equipo de aire acondicionado, se basa en un manejo adecuado de la carga térmica a enfriar. Para esto, es necesario que el equipo cuente con una masa adecuada de gas refrigerante. Generalmente los métodos para averiguar la carga correcta de refrigerante se basan en las medidas de las presiones de trabajo en el lado de alta como la de baja. Para esto, se hace necesario consultar una tabla de presión y temperatura del gas a

utilizar y en la mayoría de los casos aplicar un  $\Delta T$  para ajustar la carga correcta. Para estos casos, se necesita el uso de un termómetro de contacto o de tipo láser.

En el caso de equipos de aire central como lo que se instalan en los grandes centros comerciales, en que la carga es mayor, se aplican análisis similares, sin embargo, el proceso de vacío en estas unidades para realizar la carga del gas, difiere en gran medida de las unidades de climatización automotriz como los vistos.

Finalmente el proceso de carga culmina, con una minuciosa prueba de fugas, lo que amerita de técnicas básicas, como el uso de espuma de jabón, hasta la más sofisticada, como es el uso de un detector de fugas electrónico.

#### **2.10.2.1. La reconversión del circuito de R12 A R134a**

¿Por qué utilizar el R134a en la reconversión?

Existen actualmente dos opciones para reconvertir los sistemas de aire acondicionado instalados antes de la aparición del R134a:

- Utilizar para la reconversión el fluido R134a, con las modificaciones sobre el circuito que ello conlleva.
- Utilizar refrigerantes llamados de transición que evitarían la reconversión de los sistemas de R12.

A primera vista, la segunda opción parece más ventajosa, ya que los fluidos de transición, son miscibles con el aceite mineral, por lo que son compatibles con los sistemas que antes llevaban R12. Además, no es necesaria

ninguna sustitución de componentes, por lo que el coste sería reducido. Sin embargo, esta solución puede acarrear problemas importantes a largo plazo, que pasamos a detallar:

El R134a, es el único fluido puro, que tiene condiciones similares de funcionamiento al R12 y es el único que ha sido aprobado por los constructores (Ford, GM, Daimler-Chrysler, Nissan, Mitsubishi) y por los fabricantes de equipos de todo el mundo (Visteon, Calsonic, Delphi).

Pruebas realizadas en cámaras climáticas y en condiciones reales han demostrado que el rendimiento de estos dispositivos, utilizando fluidos de sustitución es inferior o similar al rendimiento de dispositivos con R134a y por supuesto, claramente inferior a los dispositivos originales con R12.

No existen realmente mezclas que no necesiten ningún tipo de modificación. Incluso en los propios documentos de los fabricantes de estos fluidos, se aconsejan pequeños ajustes de la válvula de expansión, aspecto no se aconseja, ya que cada válvula es específica para cada circuito. Además también es necesario añadir aceite éster, por lo que el proceso de reconversión se complica.

La utilización de mezclas zeotrópicas aumenta el riesgo de contaminación cruzada. Además, el número de reciclajes es limitado debido al riesgo de descomposición química, hecho que también favorece el aumento de las fugas. Este riesgo de descomposición produce también deterioro de los componentes a largo plazo. Además, las mezclas zeotrópicas contienen R600, que es un hidrocarburo inflamable.

El rendimiento de los sistemas reconvertidos a R134a es bueno y ha sido

comprobado por fabricantes de compresores como Sanden, por constructores como Volvo y por fabricantes de fluido como Elf-Atochem. Si bien alguna mezcla zeotrópica tiene ODP cero, caso del ISCEON 49 (HFC), el grado de recalentamiento global (HGWP) que produce es mayor que en el caso del R134a.

### 2.10.2.2. Diferencias entre los sistemas que utilizan R12 y los que utilizan R134A

A continuación se detallan las diferencias entre el R12 y el R134a, en cuanto a sus características y como éstas afectan a las modificaciones que se deben realizar sobre el circuito.

Tabla XVI. **Transición de refrigerantes de R12 a R134A**

<b>Diferencias respecto del R12</b>	<b>Modificaciones necesarias en el circuito</b>
No es miscible con el aceite mineral	Aceite de compresor POE o PAG, que son más higroscópicos. A cada compresor, corresponderá un tipo y cantidad específica de aceite.
Puede atacar a ciertos componentes flexibles del circuito	Utilización de nuevos materiales, como juntas tóricas (mayor diámetro y composición, en base a Neopreno o Nitrilo Halogenado), retenes y en el caso de tuberías flexibles, sustitución por tuberías rígidas o por tuberías adaptadas al R134a, con composición diferente (caucho compuesto a base de Cloruro de Butilo).

Continuación de la tabla XVI.

<p>Las presiones de trabajo varían, siendo la presión de alta mayor y la de baja menor</p>	<p>El rendimiento de los condensadores, debe aumentarse hasta un 40%, en algunos casos. En cuanto al compresor, hay que incrementar la potencia de arrastre del embrague electromagnético debido al mayor trabajo de compresión necesario. Asimismo, los retenes y válvulas deberán soportar esa variación de presiones. La válvula de expansión, ha de tener un tarado distinto, ya que la caída de presión necesaria, es mayor (el orificio ha de ser más pequeño). La cantidad de carga en el circuito será de un 80 % de la cantidad de R12 necesaria. Las presiones de trabajo del presostato varían, por lo que en ciertos casos, será necesario cambiarlo.</p>
<p>No se puede mezclar el R134a con el R12 o el aceite mineral</p>	<p>Hay que identificar todos los materiales utilizados con la etiqueta de reconversión a R134a. Además, hay que cambiar las válvulas de carga en las canalizaciones. Por último, las estaciones de carga, recuperación y reciclaje, son específicas para R134a</p>

Fuente: elaboración propia.

### **2.10.2.3. Procedimiento de conversión a R134A, de circuitos funcionando con R12**

La producción de R12, está prohibida desde el 31/12/94. Un proyecto de ley prevé la prohibición de la comercialización en un breve espacio de tiempo (según la postura común nº 19/1999, aparecida en el boletín oficial de la UE del 4/5/1999. Así pues, el R12, ha de ser sustituido. La solución recomendada consiste, en utilizar R134a para efectuar la reconversión.

Cuando es necesaria una recarga del sistema, hay que sustituir el R12, por R134a.

#### **2.10.2.3.1. Tipos de reconversión**

Se pueden distinguir dos tipos de reconversiones rápida e integral o pesada. El primer paso consiste en determinar qué tipo de reconversión es suficiente para asegurar unas correctas prestaciones del circuito.

- Reconversión rápida o ligera: existen equipos que tienen un rendimiento correcto, mediante la sustitución de un número mínimo de componentes. Los componentes a sustituir son los siguientes: -aceite para R134a (pag o poe) -fluido frigorífico R134a, -juntas tóricas para R134a -filtro deshidratante para R134a. Aunque el que tuviese el circuito fuese compatible, hay que cambiarlo, debido al aceite mineral retenido - presostato, solo en el caso de que no esté preparado para funcionar con R12 -adaptadores de R12 a R134a para las válvulas de carga.
- Reconversión integral o pesada: hay otros equipos que requieren la sustitución de otros componentes adicionales para garantizar unas

prestaciones adecuadas. Los componentes suplementarios a sustituir serían: -condensador de elevadas prestaciones y con las mismas dimensiones que el sustituido -válvula de expansión para refrigerante R134a.

#### **2.10.2.3.2. Ventajas en la reconversión del circuito de R12 A R134A**

¿Por qué utilizar el R134a en la reconversión?

Existen actualmente dos opciones para reconvertir los sistemas de aire acondicionado instalados antes de la aparición del R134a:

- Utilizar para la reconversión, el fluido R134a, con las modificaciones sobre el circuito que ello conlleva
- Utilizar refrigerantes llamados de transición que evitarían la reconversión de los sistemas de R12

A primera vista, la segunda opción parece más ventajosa, ya que los fluidos de transición, son miscibles con el aceite mineral, por lo que son compatibles con los sistemas que antes llevaban R12. Además, no es necesaria a primera vista ninguna sustitución de componentes, por lo que el coste sería reducido. Sin embargo, esta solución puede acarrear problemas importantes a largo plazo, que pasamos a detallar.

El R134a es el único fluido puro que tiene condiciones similares de funcionamiento al R12 y es el único que ha sido aprobado por los constructores (Ford, GM, Daimler-Chrysler, Nissan, Mitsubishi) y por los fabricantes de equipos de todo el mundo (Visteon, Calsonic, Delphi).

Pruebas realizadas en cámaras climáticas y en condiciones reales han demostrado que el rendimiento de estos dispositivos utilizando fluidos de sustitución es inferior o similar al rendimiento de dispositivos con R134a, y por supuesto claramente inferior a los dispositivos originales con R12

No existen realmente mezclas que no necesiten ningún tipo de modificación. Incluso en los propios documentos de los fabricantes de estos fluidos, se aconsejan pequeños ajustes de la válvula de expansión, aspecto que se desaconseja ya que cada válvula es específica para cada circuito. Además también es necesario añadir aceite éster, por lo que el proceso de reconversión se complica.

La utilización de mezclas zeotrópicas aumenta el riesgo de contaminación cruzada. Además, el número de reciclajes es limitado debido al riesgo de descomposición química, hecho que también favorece el aumento de las fugas. Este riesgo de descomposición produce también deterioro de los componentes a largo plazo. Además, las mezclas zeotrópicas contienen R600, que es un hidrocarburo inflamable

El R134a es un fluido disponible a largo plazo y de precio claramente inferior al de las mezclas, ya que es el fluido que utilizan todos los sistemas de automoción en la actualidad

El rendimiento de los sistemas reconvertidos a R134a es bueno, y ha sido comprobado por fabricantes de compresores como Sanden, por constructores como Volvo y por fabricantes de fluido como Elf-Atochem

Si bien alguna mezcla zeotrópica tiene ODP cero, caso del ISCEON 49 (HFC), el grado de recalentamiento global (HGWP) que produce es mayor que

en el caso del R134a.

A continuación se detallan las diferencias entre el R12 y el R134a en cuanto a sus características y como éstas afectan a las modificaciones que se deben realizar sobre el circuito.

Tabla XVII. **Diferencias de refrigerantes R12 Y R134a**

<b>Diferencias respecto del R12</b>	<b>Modificaciones necesarias en el circuito</b>
No es miscible con el aceite mineral	Aceite de compresor POE o PAG, que son más higroscópicos. A cada compresor corresponderá un tipo y cantidad específica de aceite.
Puede atacar a ciertos componentes flexibles del circuito	Utilización de nuevos materiales, como juntas tóricas (mayor diámetro y composición en base a Neopreno o Nitrilo Halogenado), retenes y en el caso de tuberías flexibles, sustitución por tuberías rígidas o por tuberías adaptadas al R134a, con composición diferente (caucho compuesto a base de Cloruro de Butilo).
Admite un porcentaje menor de humedad en el circuito	Se aumenta hasta en un 20% la cantidad de gel desecante utilizado en los filtros. Esto lleva a la utilización de filtros deshidratantes adaptados a R134a, de mayor tamaño. Así mismo, los envases de aceite, deberán ir sellados para evitar que absorban humedad.

Continuación de la tabla XVII.

<p>Las presiones de trabajo varían, siendo la presión de alta mayor y la de baja menor</p>	<p>El rendimiento de los condensadores debe aumentarse hasta un 40% en algunos casos. En cuanto al compresor, hay que incrementar la potencia de arrastre del embrague electromagnético debido al mayor trabajo de compresión necesario. Así mismo, los retenes y válvulas deberán soportar esa variación de presiones. La válvula de expansión, ha de tener un tarado distinto, ya que la caída de presión necesaria es mayor (el orificio ha de ser más pequeño). La cantidad de carga en el circuito, será de un 80 % de la cantidad de R12 necesaria. Las presiones de trabajo del presostato varían, por lo que en ciertos casos, será necesario cambiarlo.</p>
<p>No se puede mezclar el R134a con el R12 o el aceite mineral</p>	<p>Hay que identificar todos los materiales utilizados con la etiqueta de reconversión a R134a. Además, hay que cambiar las válvulas de carga en las canalizaciones. Por último, las estaciones de carga, recuperación y reciclaje son específicas para R134a.</p>

Fuente: [www.refrigeracionenred.blogspot.com](http://www.refrigeracionenred.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

### **2.10.3. Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 6 a 8 horas**

A continuación se da la secuencia de pasos para realizar el proceso de carga de refrigerantes, para un sistema de acondicionamiento de aire automotriz estándar.

- Analizar previamente las diferencias entre climatización y acondicionamiento de aire, se inicia el proceso asegurándose que la unidad, se encuentra totalmente desactivada y el motor apagado, se identificarán todos los componentes del equipo, tuberías y mangueras tanto de alta como baja presión.
- Luego y para ver si aún contiene gas refrigerante, colocar los manómetros, tal como se ilustra en la siguiente figura 53.
- Abrir la válvula del manómetro de baja y alta presión, indicados con el color azul y rojo, respectivamente.
- Asegúrese que estén bien roscados los niples de las mangueras
- Luego, conectar la máquina recuperadora al sistema, utilizando para ello, el niple de servicio, ubicado al centro del manómetro compuesto.
- Recuperado el gas refrigerante, desconectar la máquina recuperadora para conectar en el mismo niple que ahora está libre, la bomba de vacío. Para esto puede auxiliarse de la figura 53 , que en lugar de la bomba, aquí está instalado el tanque de refrigerante.
- Manteniendo cerrada ambas válvula de manómetro compuesto, proceda con el encendido de la bomba de vacío para luego abrir lentamente ambas válvulas que fueron cerrada en el paso anterior.
- Deje que la bomba trabaje por un tiempo prudente, quedando pendiente de la lectura del manómetro de baja o del medidor electrónico de vacío, utilizado según el caso y cuando éste alcance alrededor de 29.9 in Hg

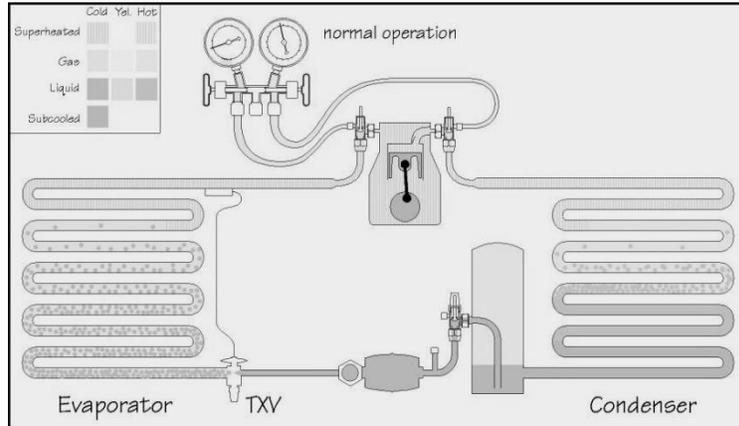
permita, dejar transcurrir 20 minutos, para lograr un buen vacío (o consulte con el instructor pues el tiempo depende del tamaño del equipo).

Tabla XVIII. **Materiales y equipos para grupos de 4 a 6 personas**

No	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	Juego de herramientas mecánicas (llaves y copas) y herramientas eléctricas, para reparaciones en equipos de climatización y A/A automotriz.
2	1	Módulo didáctico
3	1	Manómetro múltiple R22
4	1	Manómetro múltiple R134 a
5	1	Bomba de Vacío de 1.2 CFM mínimo.
6	1	Detector de fugas electrónico
7	1	Termómetro digital para refrigeración
8	1	Termómetro análogo para refrigeración
9	1	Balanza electrónica.
10	1	Equipode protección
		participante, adecuado para la práctica.
11	1	Tanque de 25b de R22
12	2	Tanque de 25 Lb de R134a
13	1	Detector electrónico de vacío

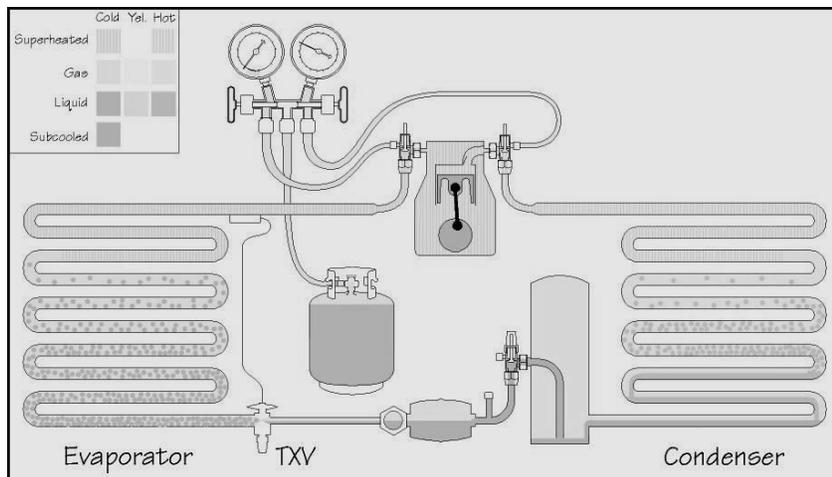
Fuente: elaboración propia.

Figura 52. **Esquema de conexión de manómetros a un sistema típico de climatización**



Fuente: [www.emagister.com](http://www.emagister.com). Consulta: abril de 2012.

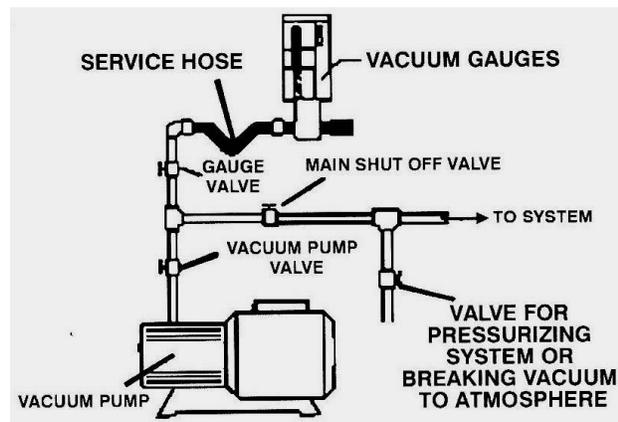
Figura 53. **Esquema de conexión de manómetros para cargar con refrigerante un sistema típico de climatización**



Fuente: [www.emagister.com](http://www.emagister.com). Consulta: abril de 2012.

Al respecto del punto anterior, la capacidad de una bomba de vacío, está definida por la rapidez con la cual puede efectuar la evacuación en un sistema; y el rendimiento de la bomba, está definido por el nivel de vacío que puede alcanzar en un cierto período de tiempo. El nivel de vacío que se desea lograr, sólo puede ser determinado (de modo efectivo) por medio de un vacuómetro. La mayoría de ingenieros de mantenimiento que poseen experiencia en la evacuación de sistemas conocen de antemano el tiempo aproximado, en que la bomba de vacío deberá funcionar. No obstante, la única manera que tienen de constatar si el sistema está realmente vacío, es mediante la lectura de un vacuómetro. La disposición que se presenta en la figura 54 es la más versátil y eficaz a la hora de conectar el dispositivo a un sistema al cual se le va a realizar un vaciado.

Figura 54. **Instalación de un vacuómetro a un sistema de climatización automotriz**



Fuente: [www.aireacondicionadoyclima.com](http://www.aireacondicionadoyclima.com). Consulta: abril de 2012.

- Pasados los 20 minutos recomendados, cierre completamente ambas válvulas del manómetro compuesto (de alta y baja).

- Si ambas válvulas están cerradas, apague la bomba de vacío
- Desconectar la manguera que conecta a la bomba de vacío y en su lugar, conecte a la válvula de cilindro de R134a.
- A continuación, abrir completamente la válvula del cilindro R134a
- Luego desenroscar ligeramente al niple central de los manómetros para purgar de aire (dos o tres, según es suficiente para la purga).
- A continuación cerrar de nuevo al niple central y cuidando que el tambor de refrigerante esté en posición normal y con la válvula completamente abierta, proceda a abrir la llave del manómetro A y escuche que el gas este entrando al sistema (NOTA: Este método se conoce como carga en modo gas, el cual es seguro pero lento. Existe el método de carga de líquido, el cual permite acelerar el proceso, sin embargo, requiere de más práctica, ya que un exceso de refrigerante puede quitarle vida útil a las válvulas de alta del compresor. El método de carga en modo líquido, será ejecutado como una práctica demostrativa por el instructor.
- Cuando ya no se escuche que fluye gas a la unidad, proceda a cerrar el manómetro de baja presión.
- Luego coloque el clumper en la línea de alimentación eléctrica al compresor.
- Proceda a conectar el compresor activando el botón de encendido del sistema, con la posición mínima de ventilación y espere a que la aguja del manómetro de baja, se quede en una posición fija.
- Si la lectura del manómetro de baja es menor que 35 PSI, abra la llave del manómetro A en alrededor de 5 segundos y finalizado este tiempo, cierre rápidamente la llave del manómetro A.
- Permita que se establezca la presión en el manómetro A y si la lectura es aún menor de 35 PSI, proceda a abrir la llave del manómetro A por espacio de 5 segundos y a continuación ciérrela y espere a que se establezca la presión en el manómetro A.

- Si la presión en el manómetro A, es aún menor que 50 PSI repita el paso 18 hasta que logre una presión la cual será determinada con la ayuda de la tabla de presión y temperatura para el R134a, para óptimos resultados, pero asegúrese que la carga final de este refrigerante, no se exceda a la carga nominal del compresor.
- Cuando se logre la presión de trabajo adecuada en el manómetro de baja, deje trabajar la unida por espacio de 1 hora, para monitorear al sistema.
- No se sorprenda que después encuentre una presión en el manómetro de baja menor que la que usted dejó inicialmente, ya que esto es lo que se espera cuando el ciclo de compresión se ha realizado. Para más información consulte al instructor.
- Luego, (se sugiere) apagar el equipo de climatización, junto con el motor de combustión del vehículo y espere por espacio de 5 minutos para estabilizar las presiones y a continuación proceda a mojar una solución de agua con jabón en las uniones (soldaduras, roscas, etc.) y si descubre en alguna de éstas, un burbujeo constante y fuerte proceda a realizar las reparaciones necesarias. Nota: Si dispone de nitrógeno antes de comenzar todo el proceso podría haber llenado con una presión de 100 PSI al equipo de ventana con el fin de buscar fugas.
- Si no se encuentran fugas con el método de jabón, asegúrese con el detector de fugas electrónico.
- Poner en funcionamiento el sistema y asegúrese que la corriente y la potencia de arranque, no supere al sugerido por el fabricante.
- Si el compresor no enciende, podría ser que éste ya esté vencido o que dejó un exceso de refrigerante. Para esto proceda a realizar las medidas correctivas. Sin embargo si todo resulta bien, desconecte los manómetros y apague todo el equipo.

Hasta aquí se ha dado una secuencia de paso para cargar un sistema estándar de climatización y aire acondicionado automotriz con gas refrigerante R134a. Sin embargo, no se puede generalizar este método, ya que no todos los sistemas trabajan de la misma forma, es decir, éstos operan a presiones más alta o más baja, que las indicadas con elementos de diferentes tipos.

#### **2.10.4. Análisis de resultados**

- ¿Cuáles son las presiones de trabajo, para un equipo de climatización automotriz con R134a?
- ¿Cuál es la función del proceso de vacío para este equipo?
- ¿Cuál es el propósito de abrir el manómetro de alta y el de baja en el proceso de vacío?
- ¿De qué depende el tiempo de sostenimiento que se mantiene conectada la bomba de vacío al sistema que se le hará la carga?

Elaborar un algoritmo del proceso de carga de equipo que trabajen con R22 y R134 a. en éste deberá incluir el proceso de vacío y carga de gas.

#### **2.10.5. Investigación complementaria**

¿Cuántos BTU/hora, se necesitan para un equipo doble de una camioneta chevrole suburban y un estimado de 8 personas, para mantenerlo a una temperatura de 15 °C.

Investigue sobre los distintos tipos de dispositivos utilizados para estrangular el flujo de refrigerante, dentro del ciclo de refrigeración, específicamente, tubo capilar y tipos válvulas de expansión termostáticas.

## **2.11. Práctica No. 11**

Recuperación, regeneración y reciclaje de gases refrigerantes utilizado en sistemas de climatización y aire acondicionado automotriz.

### **2.11.1. Objetivos**

- Conocer que al aplicar técnicas para la recuperación y reciclaje de gases refrigerantes, se está contribuyendo en gran manera, a prevenir una gran contaminación ambiental, por calentamiento global y destrucción de la capa de ozono.
- Aprender la mayoría de mecanismos y técnicas para la recuperación de un refrigerante desde un sistema de climatización automotriz con daño mecánico, para posteriormente a la reparación respectiva, pueda ser reutilizarlo sin ningún problema.
- Implementar las medidas de seguridad necesaria para esta práctica, así como para todos los casos donde trabaje y manipule gases refrigerantes, para sistemas de climatización automotriz.
- Identificar y resolver problemas en sistemas de climatización automotriz y saber identificar en que momento, poder aplicar una recuperación y efectuar un reciclaje del refrigerante, siguiendo las técnicas y mecanismos correspondientes, para que dicho proceso concluya sin problemas o reacciones dañinas posteriores.

## **2.11.2. Introducción teórica**

Recuperación, reciclado y reproceso de refrigerantes: debido a las leyes que gobiernan la liberación de refrigerantes clorofluorocarbonados (CFC's) hacia la atmósfera, ha tenido como consecuencia el desarrollo de procedimientos para recuperar, reciclar y volver a utilizar los refrigerantes.

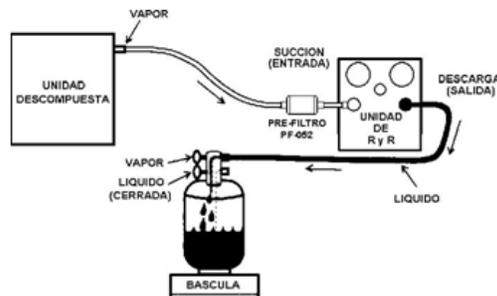
### **2.11.2.1. La industria ha adoptado definiciones específicas para estos términos**

- **Recuperación:** remover el refrigerante de un sistema en cualquier condición que se encuentre y almacenarlo en un recipiente externo, sin que sea necesario hacerle pruebas o procesarlo de cualquier manera.
- **Reciclado:** limpiar el refrigerante para volverlo a utilizar, para lo cual, hay que separarle el aceite y pasarlo una o varias veces, a través de dispositivos, tales como filtros deshidratadores de tipo recargable de bloques desecantes, lo cual reduce la humedad, acidez e impurezas. Este término, generalmente se aplica a procedimientos implementados en el sitio de trabajo o en un taller de servicio local.
- **Reproceso:** reprocesar el refrigerante hasta las especificaciones de un producto nuevo, por medios que pueden incluir la destilación. Esto requerirá análisis químicos del refrigerante, para determinar que se cumplan con las especificaciones apropiadas del producto. Este término, generalmente se refiere al uso de procesos o procedimientos, disponibles solamente en instalaciones o plantas que tienen la facilidad de reprocesar o fabricar refrigerantes. Esto también abarca talleres de servicio, que estén altamente equipados.

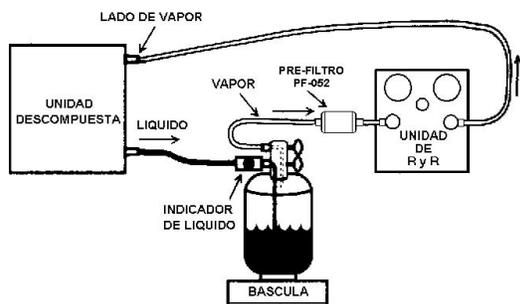
Muchas compañías han desarrollado el equipo necesario para los técnicos de servicio, a fin de evitar la liberación innecesaria de clorofluorocarbonos a la atmósfera. Los equipos para recuperación y manejo de refrigerante, pueden dividirse en tres categorías:

- Recuperación - unidad que recupera o remueve el refrigerante.
- Recuperación / Reciclado (R y R) - unidad que recupera y recicla el refrigerante.
- Reproceso - unidad que reprocesa el refrigerante dentro de las normas de la agencia de protección ambiental (EPA).

Figura 55. **Unidad que reprocesa el refrigerante**



*Recuperación de vapor de refrigerante de un sistema.*



*Recuperación de refrigerante de un sistema utilizando un método de transferencia de líquido.*

Fuente: [www.aln-refrigeracion.blogspot.com](http://www.aln-refrigeracion.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

### 2.11.2.2. Equipo para recuperar refrigerante

Hay máquinas de recuperación, disponibles en diferentes diseños. Las unidades pequeñas básicas, como la que se muestra en la siguiente figura están diseñadas para usarse con refrigerantes automotrices R-12, R134a e industriales R-22, R-500 y R-502 y para actuar como estaciones de recuperación, sin ventilación hacia la atmósfera.

Figura 56. **Equipo para recuperación de refrigerante**



*Equipo exclusivamente para recuperación.*

Fuente: [www.danyel91.blogspot.com](http://www.danyel91.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

El refrigerante es removido en la condición presente y almacenado en un cilindro desechable o transferible. Esta unidad, remueve el aceite del refrigerante y puede manejar vapor o líquido en un tiempo muy rápido. Después, el refrigerante puede reciclarse en el centro de servicio o enviado a una estación de reproceso para reutilizarlo posteriormente.

Utilizando un dispositivo de recuperación de refrigerante, el técnico es capaz de remover refrigerante de sistemas pequeños de aires acondicionados, comerciales, automotrices y residenciales. Durante el proceso de recuperación,

el refrigerante es removido del sistema en forma de vapor, utilizando la fuerza bombeadora de la máquina recuperadora.

La recuperación es similar a la evacuación de un sistema con una bomba de vacío. Los procedimientos varían con cada fabricante. Básicamente, la manguera se conecta a un puerto de acceso en el lado de baja, hacia la válvula de succión de la unidad recuperadora. Una vez que la manguera de salida está conectada, el dispositivo de recuperación se arranca y comienza la recuperación. Algunas unidades tienen una señal para indicar cuando el proceso de recuperación ha terminado. Esto significa que el equipo de recuperación, no está procesando más vapor. En algunas ocasiones, el dispositivo de recuperación cierra automáticamente el sistema de vacío.

Cuando se ha completado la recuperación, se cierra la válvula del lado de baja. El sistema deberá asentarse por lo menos 5 minutos. Si la presión se eleva a 10 psig o más, puede significar que quedaron bolsas de refrigerante líquido frío, a través del sistema y puede ser necesario reiniciar el proceso de recuperación.

Puesto que es mucho más rápido recuperar el refrigerante en fase líquida, que en fase vapor, el técnico puede preferir una máquina que remueva el refrigerante líquido. Muchas máquinas son diseñadas para llevar a cabo este proceso, usando cilindros para refrigerante normales. Algunas unidades de transferencia pequeñas, utilizan cilindros de recuperación especiales, que permiten al técnico remover refrigerante líquido y vapor.

Algunas unidades de recuperación, muestran un procedimiento para remover refrigerante mediante el concepto de transferencia de líquido. Este tipo requiere un cilindro con válvula de dos puertos.

La unidad de transferencia bombea el vapor de refrigerante de la parte

superior del cilindro y presuriza la unidad de refrigeración. La diferencia de presión entre el cilindro y la unidad, transfiere el refrigerante líquido, hacia el cilindro. Una vez que se ha removido el líquido, el vapor restante es removido al cambiar las conexiones.

Se recomienda cambiar el aceite del compresor de la unidad de recuperación, después de la recuperación de un sistema quemado o antes de la recuperación de un refrigerante diferente. También se recomienda que el filtro deshidratador se reemplace, y que las mangueras se purguen, antes de transferir un refrigerante diferente.

El técnico deberá asegurarse que no se sobrellene el cilindro. Lo normal es llenarlo al 80 por ciento de la capacidad. Conforme se va llenando el cilindro, deberá observarse la presión. Si la unidad de recuperación cuenta con indicador de líquido y humedad, deberá notarse cualquier cambio que ocurra.

Si el técnico utiliza un sistema que sólo recupera el refrigerante, la recarga puede llevarse a cabo de muchas maneras.

### **2.11.2.3. Equipo para reciclar refrigerante**

En el pasado, para hacerle servicio a un sistema, lo típico era descargar el refrigerante a la atmósfera. Ahora, el refrigerante puede ser recuperado y reciclado mediante el uso de tecnología moderna. Sin embargo, los clorofluorocarbonos viejos o dañados, no pueden ser reutilizados, simplemente por el hecho de removerlos de un sistema y comprimirlos. El vapor, para ser reutilizado, debe estar limpio. Algunas máquinas de recuperación/reciclado, están diseñadas para recuperar y limpiar el refrigerante en el sitio de trabajo o en el taller de servicio.

El reciclado como se realiza por la mayoría de las máquinas en el

mercado actualmente, reduce los contaminantes a través de la separación del aceite y la filtración. Esto limpia el refrigerante, pero no necesariamente a las especificaciones de pureza originales del fabricante. El equipo que se muestra en la figura anterior, es un sistema capaz de manejar los refrigerantes R-12, R-22, R-500 y R-502.

Muchas de estas unidades, conocidas como unidades de transferencias de refrigerante, están diseñadas para evacuar el sistema. Esto proporciona una máquina recicladora, capaz de regresar los refrigerantes reciclados a un mismo sistema. Algunas unidades tienen equipo para separar el aceite y el ácido y para medir la cantidad de aceite en el vapor. El refrigerante usado puede reciclarse mediante la máquina recicladora, utilizando filtros deshidratadores recargables de piedras y otros dispositivos que reduzcan la humedad, partículas, acidez, etc.

La separación de aceite del refrigerante usado, se lleva a cabo circulándolo una o varias veces, a través de la unidad. La máquina recicladora de un solo paso, procesa el refrigerante a través de un filtro deshidratador o mediante el proceso de destilación. Lo pasa sólo una vez por el proceso de reciclado a través de la máquina, para luego transferirlo al cilindro de almacenamiento. La máquina de pasos múltiples, recircula varias veces el refrigerante, a través del filtro deshidratador. Después de un período de tiempo determinado o un cierto número de ciclos, el refrigerante es transferido hacia el cilindro de almacenamiento.

La unidad que se muestra a continuación, es una unidad portátil, pesa aproximadamente 39 kilos y tiene una capacidad de almacenamiento interna de 3.6 kg. La capacidad de almacenamiento externo es ilimitada. Opera como una unidad de recuperación / reciclado y cuenta con un compresor de 1/2 caballo de

potencia. La capacidad de recuperación es de aproximadamente 900 g/min. de cualquiera de los refrigerantes conocidos.

Figura 57. **Unidad portátil de almacenamiento**



*Equipo para recuperación y reciclado de refrigerantes 12, 22, 500 y 502.*

Fuente: [www.danyel91.blogspot.com](http://www.danyel91.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

En la parte del frente, tiene los manómetros de alta y baja presión, así como los puertos de acceso, válvulas, interruptores, selectores, luces indicadoras y el indicador de líquido y humedad. En la parte baja, tienen los filtros deshidratadores.

En algunos equipos se puede recuperar refrigerante por ambos lados, baja y alta, al mismo tiempo. Este procedimiento, evita restricciones, a través de la válvula de expansión o tubo capilar. Si el técnico recupera solamente por uno de los lados, el resultado puede ser un tiempo excesivo de recuperación o una recuperación incompleta. Por lo tanto, las mangueras se conectan a los lados de alta y baja del sistema de recuperación y luego a través del lado de alta y baja del sistema de refrigeración. Por ningún motivo deberá removerse líquido del sistema en forma continua. La unidad está diseñada para recuperar vapor. La recuperación inicial de refrigerante del lado de alta presión, será de aproximadamente 200 psig.

Al operar la unidad y llevar a cabo la recuperación de vapor, se alcanzará un punto cuando se haya completado la recuperación, lo cual será indicado al encenderse una lámpara.

#### **2.11.2.4. Mezcla de gases diferentes**

En el primer tipo de contaminación, la mezcla de refrigerantes, la manera más fácil de evitar, es utilizando máquinas designadas (una para cada refrigerante).

Desafortunadamente, esto no siempre es posible. Si se va a utilizar la misma máquina sobre diferentes gases, se debe asegurar de que haya sido cuidadosamente limpiada, antes de usarla con un nuevo gas.

La mejor manera es cambiar el aceite (y filtros), antes de seguir adelante con otro gas.

Algunos fabricantes dicen que solamente se requiere hacer vacío antes de recuperar un gas diferente. Pero, si se hace esto, se recomienda que el vacío sea profundo y prolongado; ya que un vacío rápido, no necesariamente remueve todo el refrigerante disuelto en el aceite.

El otro tipo de contaminación cruzada, la introducción de contaminantes, es por mucho la peor de las dos, puesto que los ácidos pueden crecer dentro del sistema. La fuente de contaminantes más obvia, es la misma máquina de R y R. El lugar donde con más frecuencia puede ocurrir la contaminación, es en los tanques de recuperación, los cuales almacenan el gas mientras se hace la reparación.

### **2.11.3. Desarrollo de la práctica, duración aproximada de 6 a 8 horas**

Procedimiento para la recuperación del refrigerante

Como se definió anteriormente, reprocesar un refrigerante, es llevarlo a las especificaciones originales de producción, verificándolo mediante análisis químicos. Para poder llevar esto a cabo, en esta práctica con la maquinaria disponible, debe remover 100 % la humedad y partículas de aceite de un sistema dado. Muchas máquinas de recuperación/reciclado, no pueden garantizar que el refrigerante será restaurado a sus especificaciones originales.

Una estación de reciclado para el sitio de trabajo, deberá ser capaz de remover el aceite, ácido, humedad, contaminantes sólidos y aire, para poder limpiar el refrigerante utilizado.

Este tipo de unidades, las hay disponibles para usarse con refrigerantes R-12, R-22, R-500 y R-502, y están diseñadas para el uso continuo que requiere un procedimiento prolongado de recuperación/reciclado.

Este tipo de sistema puede describirse mejor como sigue:

- El refrigerante es aceptado en el sistema, ya sea como vapor o líquido.
- El refrigerante hierve violentamente a una temperatura alta y bajo una presión extremadamente alta.
- El refrigerante entra entonces a una cámara separadora grande única, donde la velocidad es reducida radicalmente. Esto permite que el vapor a alta temperatura suba. Durante esta fase, los contaminantes tales como las partículas de cobre, carbón, aceite, ácido y todos los demás, caen al

fondo del separador para ser removidos durante la operación de salida del aceite.

- El vapor destilado pasa al condensador enfriado por aire, donde es convertido a líquido.
- El líquido pasa hacia la cámara de almacenamiento. Dentro de la cámara, un ensamble de evaporador disminuye la temperatura del líquido, de aproximadamente 38°C, a una temperatura sub enfriada de entre 3° y 4°C.
- En este circuito, un filtro deshidratador recargable, remueve la humedad, al mismo tiempo que continúa el proceso de limpieza para remover los contaminantes microscópicos.
- Enfriar el refrigerante, también facilita transferirlo a cualquier cilindro externo, aunque esté a la temperatura ambiente.
- Muchos fabricantes de refrigerante y otros, han dispuesto servicios de recuperación / reproceso de refrigerante, que ofrece a los técnicos de recuperación y aire acondicionado, una forma de deshacerse del refrigerante usado y obtener reemplazos puros como los necesiten. El técnico de servicio, debe usar cilindros retornables aprobados, con etiquetas adecuadas. Los cilindros normales son de una capacidad aproximada de 45 kg. de refrigerante usado y aceite, aunque otros contenedores andarán en el rango de 18 kg hasta 1 tonelada.
- La máquina de aire comprimido de desplazamiento positivo, remueve tanto líquido como vapor. El refrigerante, es reprocesado a las especificaciones de pureza designadas.
- En instalaciones comerciales de gran tamaño, al técnico de servicio, se le proporcionan cilindros muestra, que son regresados a un centro de reproceso. Esto es a fin de obtener análisis de contaminantes de refrigerante, antes de la evacuación.
- Una vez aprobado para reprocesarlo, el refrigerante es removido. Los

técnicos llevan entonces el refrigerante al centro de servicio, donde es embarcado a la compañía y procesado de conformidad, para regresarlo para venta futura como refrigerante usado. El reproceso puede utilizarse para refrigerantes de baja (R-11 y R-113) y de alta presión (R-12, R-22, R-114, R-500 Y R-502).

Tabla XIX. **Materiales y equipos, para grupos de 5 a 6 personas**

No	Cantidad	Descripción
1	2	Cuerpo de manómetros tipo Bourdon (para R22 y R134 C/U)
2	1	Bomba de vacío
3	6	Mangueras para cuerpo de manómetros (según código de color)
4	1	Tanque presurizado de nitrógeno
5	1	Tanque presurizado R22
6	1	Tanque presurizado R134a
7	1 por participante	Equipo de protección personal requerido, según práctica a efectuar. Para el caso, gafas protectoras, guantes de látex, bata y calzado industrial.
8	1 juego de herramientas por grupo de trabajo	Tenaza de mecánico, un destornillador plano y de cruz de 4 pulg. Mín., un cepillo de alambre, multímetro digital con clasper.
9	1	Termómetro láser (20 a 450 °C)
10	1	Modulo didáctico como equipo de climatización automotriz ya instalado y listo para funcionar.
11	2	Termómetro de carátula análogo y digital con espiga metálica.

Fuente: elaboración propia.

- Las normas de cada compañía varían con respecto al tipo de recipiente

usado, para transportar el refrigerante del área de servicio al fabricante. Algunos aceptan cantidades mínimas de 200lts, 38lts, etc. Cada fabricante tiene un propio procedimiento, mismo que debe seguirse y cada compañía, requiere de cierto número de documentos.

- Las compañías de reproceso, también proporcionan soluciones para el desecho de refrigerantes no deseados.
- El desecho de refrigerantes sólo se puede llevar a cabo por incineración a 650°C. Actualmente existen aproximadamente 5 plantas en los Estados Unidos, que pueden realizar esto.

Es oportuno mencionar que el instructor de la práctica de laboratorio, tiene que explicar en detalle el funcionamiento de cada tipo de herramienta y equipo a utilizar en la práctica.

#### **2.11.4. Investigación complementaria**

Dentro de los temas a investigar para enriquecer el conocimiento del alumno se incluyen los que se encuentran a continuación.

##### **2.11.4.1. Aplicando normas de seguridad para la recuperación / reciclado / reproceso de cfc's**

Comúnmente, diferentes organizaciones, ofrecen talleres para lograr un mejor entendimiento de los requerimientos sobre la recuperación y reproceso de los CFC's, tal como lo establecen los reglamentos de la EPA. Los mayores tópicos que se abarcan son el manejo, almacenamiento, transportación, procedimientos y equipos de recuperación, reglamentaciones, para el almacenamiento y manejo de desechos peligrosos. También, es esencial que el técnico de servicio, tenga un completo entendimiento, sobre la seguridad que

involucra el manejo y almacenamiento de los refrigerantes.

También se ofrecen programas de certificación aprobados por la EPA. Otras áreas que cubren la mayoría de estos cursos de capacitación, son los procedimientos para la remoción, pruebas básicas en el campo sobre la pureza de refrigerantes, aislamiento de los componentes del sistema para evitar que se escape el refrigerante, detección, aislamiento y reparación de fugas.

Es responsabilidad del técnico, seguir los procedimientos de las prácticas de seguridad. Esto incluye el reemplazo de los filtros deshidratadores de líquido y succión. Si el sistema sólo tiene uno, instale otro en el lado opuesto. Esto ayudará al proceso de purificación del refrigerante. Los refrigerantes reciclados, siguen una norma establecida por ARI (Air Conditioning and Refrigeration Institute), la norma ARI - 700.

#### **2.11.4.2. Precauciones al utilizar equipo de recuperación y reciclado**

Todas las máquinas de recuperación vienen con un instructivo o manual de operación, donde aparecen las instrucciones sobre cómo operarlas. Sin embargo, aportan muy poco acerca de cómo aplicarlas e integrarlas.

Aplicar una máquina para recuperación y reproceso (R y R) es proceder de manera justa. Sin embargo, la otra opción, recuperar y recargar, debe considerarse muy cuidadosamente.

#### **2.11.4.3. Reemplazando el aceite de un sistema**

La solución es utilizar el mismo refrigerante para reemplazar todo el aceite que se haya removido de un sistema. Recargando totalmente con líquido, se

puede evitar este problema del tanque contaminado, usando el mismo refrigerante como un solvente para limpiar el tanque.

Sin embargo, antes de hacerlo, veamos las mejores opciones para hacer esto. La manera más segura para cargar con líquido, es con el compresor apagado. Se vuelve entonces importante aprender cómo sacar el mayor provecho del vacío hacia donde se está cargando.

Primero, verifique que el ventilador del evaporador esté apagado, si se recarga con el ventilador encendido, todo lo que se hace es forzar calor adicional, hacia el sistema, provocando que se evapore más líquido y se llene el sistema con gas, antes de que pueda entrar todo el líquido.

Hay que recordar que si está cargando líquido del tanque con una manguera solamente, no es bueno dividir en dos mangueras el manifold. En realidad, se pierde algo de habilidad para cargar líquido, puesto que el cambio en volumen de una a dos mangueras, causa que cierta cantidad se evapore, desplazando el volumen del líquido que pudo haber tomado el sistema.

## **2.12. Prácticas No. 12**

Gases refrigerantes hidrocarburos

### **2.12.1. Objetivos**

- Conocer que los hidrocarburos, pueden emplearse como otra opción en refrigerantes no halogenados, que aunque es muy poco conocido en esta aplicación, concede muy buenas ventajas en funcionamiento y costos de operación.

- Comprobar las ventajas y desventajas así como las propiedades físicas y químicas de estos refrigerantes, en contra parte con los conocidos y empleados actualmente, en sistemas de climatización y aire acondicionado automotriz.
- Conocer y aplicar las medidas de seguridad adicionales, que son necesarias para la manipulación e implementación de este tipo de refrigerantes e hidrocarburos, en sistemas de climatización automotriz.
- Realizar prácticas de funcionamiento, aplicando un gas hidrocarburo, en el módulo didáctico, para tener así, la experiencia real de todas las medidas tanto técnicas como de seguridad, así también datos técnicos, lecturas de control y comparaciones respectivas.

### **2.12.2. introducción teórica**

Aunque las características más sobresalientes relacionadas con los diseños de sistemas refrigerantes de hidrocarburo, son los temas de seguridad, también deben considerarse los aspectos generales de refrigeración. Esto incluye las propiedades termodinámicas, la compatibilidad de materiales y la selección de componentes.

#### **2.12.2.1. Selección del refrigerante**

La siguiente tabla proporciona una guía general y comparativa para la selección del refrigerante y sus campos de aplicación. Para obtener más información sobre la selección del refrigerante, comuníquese con el representante de asistencia técnica de productos refrigerantes de HC.

Tabla XX. **Campos de aplicación de los productos refrigerantes de HC**

Refrigerante	Campo de aplicación	Reemplazo
HC-12a®	Temperaturas elevadas/medias, electrodomésticos, automóviles	R12 R134a
HC-22a®	Temperaturas elevadas/medias, comercios, frigoríficos	R22 R407c R410a R411a
HC-502a®	Temperaturas medias/bajas, comercios, industrias, refrigeración de procesos industriales, enfriadores, frigoríficos	R502 R404a R408a R507a

Fuente: [www.refrigeracionenred.blogspot.com](http://www.refrigeracionenred.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

Utilizar solamente productos de tipo refrigerante

Los hidrocarburos comerciales, contienen cantidades significativas de agua y otras impurezas, que podrían contribuir a la degradación del aceite y a la reducción de la vida útil del compresor. Otro problema con el GLP comercial, es que la composición de todo hidrocarburo específico puede variar y cambiar drásticamente las propiedades del refrigerante de cilindro a cilindro.

#### 2.12.2.2. Propiedades de refrigerantes HC

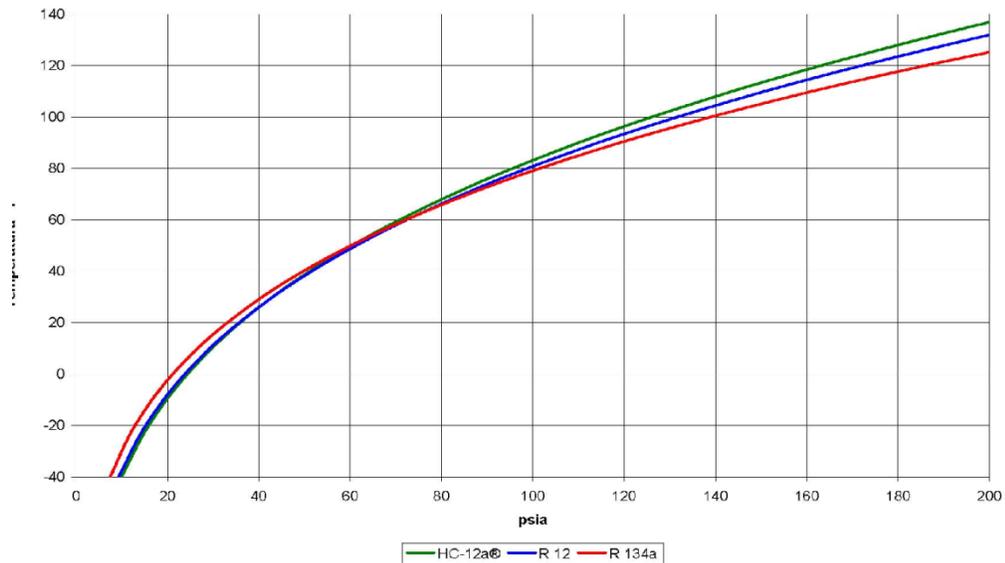
Las propiedades físicas de un refrigerante, determinan la aplicación. Las ya conocidas propiedades termodinámicas y de transporte del refrigerante, contribuyen a predecir el comportamiento y funcionamiento del sistema.

Tabla XXI. **Propiedades físicas de los refrigerantes**

<b>PROPIEDADES FÍSICAS DEL REFRIGERANTE MÉTRICO</b>							
Refrigerante	Densidad del líquido @ 30°C (Mg/m <sup>3</sup> )	Punto de ebullición a 1 atmósfera (°C)	Temperatura crítica (°C)	Presión crítica (kPa)	Cambio de temperatura a 25°C	Calor latente de evaporación en el punto de ebullición (kJ/kg)	Densidad del vapor saturado en el punto de ebullición (kg/m <sup>3</sup> )
R12	1.29	-29.8	112.0	4015	0	165	6.3
R22	1.17	-40.8	96.1	4877	0	233	4.7
R502	1.19	-45.4	82.2	3974	<1.0	172	6.2
HC-12a®	0.517	-32.6	113.0	3989	6	405	1.9
HC-22a®	0.484	-44.6	96.7	4248	0	426	2.4
HC-502a®	0.475	-49.8	93.5	4280	2	444	1.8
<b>PROPIEDADES FÍSICAS DEL REFRIGERANTE ESTÁNDAR</b>							
Refrigerante	Densidad del líquido a 90°F (lb/ft <sup>3</sup> )	Punto de ebullición a 1 atmósfera (°F)	Temperatura Crítica (°F)	Presión Crítica (psig)	Cambio de Temperatura a 77°F	Calor latente de evaporación en el punto de ebullición (Btu/lb)	Densidad del vapor saturado en el punto de ebullición (lb/ft <sup>3</sup> )
R12	80.12	-21.6	234	582	0	71.5	0.39
R22	72.52	-41.4	205	707	0	101.0	0.29
R502	73.49	-49.7	180	576	<1.0	74.6	0.38
HC-12a®	31.9	-24.7	235	579	6	177.0	0.12
HC-22a®	29.9	-43.8	206	616	0	186.0	0.15
HC-502a®	29.6	-56.2	200	621	2	191.0	0.12

Fuente: [www.refrigeracionenred.blogspot.com](http://www.refrigeracionenred.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

Figura 58. Presión del vapor vs. Temperatura



Fuente: [www.refrigeracionenred.blogspot.com](http://www.refrigeracionenred.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

### 2.12.2.3. Lubricantes

Los refrigerantes de hidrocarburo, tienen una compatibilidad química completa con casi todos los lubricantes que normalmente se utilizan en los sistemas de refrigeración.

- La buena miscibilidad, se mantiene con la mayoría de los lubricantes en todas las condiciones de funcionamiento.
- Cuando pueda producirse una dilución elevada
- Es posible que deba utilizarse un lubricante con menor solubilidad o mayor viscosidad para compensar la dilución.
- Esto se produce como consecuencia de la buena solubilidad en aceites minerales.

Tabla XXII. **Tipos y compatibilidad de lubricantes**

Tipo de lubricante	Compatibilidad
Mineral (M)	Completamente soluble en refrigerantes de HC. Excesivamente soluble a altas temperaturas. Compensar con un aceite de mayor viscosidad.
Alquilo benceno (AB)	Completamente soluble y los grados de viscosidad típicos, se aplican en todos los casos.
Semi sintético (AB/M)	Mezcla de aceites de AB y M, que adquiere propiedades convenientes para utilizarla con los refrigerantes de HC.
Poliéster (POE)	Por lo general, presenta solubilidad excesiva en los refrigerantes de HC. Puede requerir un grado de viscosidad más elevado.
Glicol de polialquileno (PAG)	Soluble o parcialmente soluble en refrigerantes de HC, según las condiciones. Generalmente, los grados normales son satisfactorios.
Polialfaolefina (PAO)	Soluble en refrigerantes de HC, pero generalmente se utiliza para aplicaciones a temperaturas bajas.

Fuente: [www.refrigeracionenred.blogspot.com](http://www.refrigeracionenred.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

Los lubricantes con silicona o silicato, (normalmente utilizados como aditivos antiespumantes), no son compatibles con los refrigerantes de hidrocarburo y no deberán emplearse.

Los productos refrigerantes de HC, son compatibles con todos los lubricantes utilizados en los sistemas de aire acondicionado. Es recomendable que el técnico, utilice el lubricante diseñado específicamente para el compresor en particular.

Tabla XXIII. **Materiales compatibles**

<b>Materiales compatibles</b>	<b>Materiales no compatibles</b>
Neopreno	EPDM (terpolímero de propilenoetilénico)
Viton	Cauchos naturales
Cauchos nitrílicos	Cauchos de silicona
HNBR (nitrilo hidrogenado)	
PTFE (poli tetrafluoretileno)	Se utilizan muy poco con los compresores modernos, pero pueden encontrarse en sistemas más antiguos.
Nailon	

Fuente: elaboración propia.

Prácticamente todos los elastómeros comunes y materiales plásticos para refrigeración utilizados como juntas tóricas, alojamientos de válvulas, juntas y obturadores, son compatibles con los refrigerantes hidrocarburos

#### **2.12.2.4. Componentes generales del sistema**

Por lo general, los componentes de sistema que se utilizan para refrigerantes fluorocarbonados, no difieren significativamente cuando se utilizan hidrocarburos. Se debe consultar a los proveedores de dichos componentes sobre otros componentes en línea, como reguladores, válvulas de solenoide, etc.

#### **2.12.2.4.1. Evaporadores y condensadores**

Los evaporadores y condensadores que se utilizan con hidrocarburos, tienden a presentar prácticamente el mismo diseño y tamaño, que aquellos utilizados con refrigerantes fluorocarbonados convencionales, que funcionan a presiones similares. Los coeficientes de transferencia de calor, tienden a ser más altos en la mayoría de los hidrocarburos.

Sin embargo, esto no afecta de manera significativa las dimensiones del intercambiador de calor. Todos los tipos de intercambiadores de calor son apropiados para el uso con refrigerantes a base de hidrocarburo. Éstos incluyen:

- Enfriados por aire
- De casco y tubo (recirculado y expansión directa)
- De placas

También deben considerarse los intercambiadores de calor con succión de líquidos, ya que éstos contribuyen a mejorar la eficiencia del sistema, especialmente cuando se utilizan refrigerantes de hidrocarburos.

#### **2.12.2.4.2. Compresores**

La mayoría de los compresores, son apropiados para el uso con refrigerantes de hidrocarburo. Debe consultarse a los proveedores de dichos compresores, sobre la elección y aplicación. Si se utiliza un compresor con hidrocarburos sin la autorización del proveedor, es posible que se invalide la garantía.

Para asegurar un funcionamiento satisfactorio, una vida útil por tiempo prolongado y para evitar la sobrecarga del compresor, se deben respetar ciertos criterios de diseño. Siempre que se diseñe un sistema, debe consultarse la señalización y la información de aplicación del compresor. Asegúrese de que los compresores, tengan la señalización correspondiente que indique que el sistema utiliza refrigerantes de hidrocarburo. Considere la posibilidad de utilizar calentadores de cárter para evitar que el aceite se diluya excesivamente.

#### **2.12.2.4.3. Dispositivos de control del refrigerante**

Todos los tipos de dispositivos de expansión, son apropiados para el uso con refrigerantes de HC. Los criterios de selección y diseño, son los mismos que se aplican para los refrigerantes de hidrocarburos fluorizados convencionales. Hay tablas y programas de computación, para determinar el tamaño y longitud del tubo capilar, aunque generalmente, se prefiere un método de prueba y error.

Pueden utilizarse válvulas de expansión termostática (TEV) para otros refrigerantes que funcionen con relaciones de presión-temperatura similares. También pueden utilizarse válvulas de expansión electrónica (EEV). Las EEV empleadas en los sistemas con refrigerantes de HC, deben cumplir con los requisitos para componentes eléctricos, según se detalla en el capítulo 2.6.6.

#### **2.12.2.4.4. Deshidratantes**

Los deshidratantes se utilizan dentro de los secadores del filtro. Los más utilizados son compatibles con los refrigerantes de hidrocarburo. Los tipos aceptados son XH-5 y XH-6 o equivalentes.

#### **2.12.2.4.5. Selección del tamaño de la tubería**

Cuando se elige el tamaño de las tuberías del refrigerante, se debe tener en cuenta la información específica, sobre el tamaño de la tubería para refrigerantes de hidrocarburo. Aunque la mayoría de los refrigerantes de hidrocarburo, utilizan presiones de funcionamiento similares a las de los refrigerantes fluorocarbonados equivalentes, las propiedades termodinámicas y de transporte pueden diferir significativamente. Por lo tanto, la información de otros refrigerantes, no podrá aplicarse directamente. Los proveedores de refrigerante, deben proporcionar la información necesaria para elegir el tamaño de la tubería.

#### **2.12.2.5. Aspectos generales de seguridad**

Todos los refrigerantes de hidrocarburo, son altamente inflamables, pero no son tóxicos. Estas características le confieren una clasificación A3, según la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers o ASHRAE).

Se deben consultar las normas que especifican los requisitos para el uso seguro de los refrigerantes de clasificación A3, en comercios e industrias. La norma más relevante y actualizada disponible es la EN 378, (Norma Europea 2000). Northcutt, Inc. recomienda que se consulte la norma EN 378 sobre el diseño y uso de refrigerantes de clasificación A3. En Canadá, Estados Unidos y cualquier otra región donde no se hayan dictado normas, el técnico debe remitirse a ASHRAE 15-2001. El equivalente europeo a la clasificación A3, que se utiliza en la Norma EN 378 es L3.

Independientemente de la inflamabilidad del refrigerante utilizado, existen numerosos requisitos de seguridad, que deben considerarse. Para obtener más información, deben consultarse las normas de seguridad general y los códigos de práctica.

#### **2.12.2.6. Carga de refrigerante admitida**

El factor limitante relacionado con el uso de refrigerantes de hidrocarburo, es la capacidad de carga, el tipo de ocupación y el tamaño de la habitación.

Los sistemas con capacidades de carga de 0.15 kg. (0.33 lb) o inferiores pueden instalarse en habitaciones de cualquier tamaño. Para los sistemas con capacidad de carga superior a 0.15 kg. (0.33 lb), la habitación debe tener un tamaño tal, que una pérdida repentina de refrigerante, no ocasione que la concentración media en la habitación supere el límite práctico de  $0.008\text{kg/m}^3$  ( $0.00049944\text{ lb/ft}^3$ ).

Los requisitos de capacidad de carga según la norma EN 378, sección 1, anexo C, están resumidos en la tabla 2.2. En la Norma EN 378, encontrará todos los requisitos de capacidad de carga.

Tabla XXIV. **Requisitos de capacidad de carga**

<b>Categoría</b>	<b>Ejemplos</b>	<b>Volúmenes calculados a partir de los límites prácticos anteriores hasta:</b>
A (Hogar/espacios públicos)	Hospitales, prisiones, teatros, escuelas, supermercados, hoteles, viviendas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.5 kg. (3.3lb) por sistema sellado, siempre que no haya fuentes de ignición asociadas al sistema de refrigeración</li> <li>• 5kg. (4.99kg) en salas de máquinas especiales o al aire libre.</li> </ul>
B (Comercio/espacios privados)	Oficinas de negocios o de profesionales, sitios para la fabricación en general y para el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.5 kg. (5.5lb) por sistema.</li> <li>• 10kg. (22lb) en salas de máquinas especiales o al aire libre.</li> </ul>
C (Industria/espacios restringidos)	Almacenes de refrigeración, industria de lácteos, de envasado de carne, refinerías, áreas restringidas en los supermercados, habitaciones en fábricas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 kg (22lb) para espacios donde hay personas</li> <li>• 25 kg. (55lb) si el lado de alta presión (excepto para condensadores enfriados por aire) se encuentra en una habitación especial para máquinas o al aire libre.</li> <li>• No tiene límites si todas las piezas que contienen refrigerante se colocan en una habitación especial para máquinas o al aire libre.</li> </ul>

Fuente: [www.refrigeracionenred.blogspot.com](http://www.refrigeracionenred.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

### 2.12.2.7. **Propiedades inflamables**

La siguiente tabla proporciona información sobre las propiedades de los refrigerantes de HC. Estos valores son necesarios en la etapa de diseño, cuando se determina la carga máxima de refrigerante, ventilación, velocidad de flujo y las temperaturas máximas admisibles de los componentes.

Tabla XXV. **Propiedades de inflamabilidad de los refrigerantes de HC seleccionados**

Refrigerante	Límite inferior de inflamabilidad (LFL)		Temperatura de encendido automático
	Por volumen (%)	Por masa (kg/m <sup>3</sup> ) (lb/ft <sup>3</sup> )	
HC-12a® (R600a & R290)	1.95	0.040 0.002497	891°C (1636°F)
HC-22a® (R290)	2.0	0.038 0.002372	480°C (896°F)
HC-502a® (R600a)	2.2	0.038 0.002372	472°C (882°F)

Fuente: [www.refrigeracionenred.blogspot.com](http://www.refrigeracionenred.blogspot.com). Consulta: abril de 2012.

#### 2.12.2.8. Normas de seguridad y código de práctica

Hay una gran cantidad de códigos y normas de seguridad apropiados para el uso de refrigerantes de HC y equipo relacionado. La elección de documentos apropiados, no siempre es obvia y por lo tanto, el objetivo de este capítulo es proporcionar cierto grado de claridad en este aspecto.

Por lo general, los sistemas de refrigeración deben diseñarse y fabricarse de acuerdo con los requisitos generales de seguridad para los refrigerantes de clasificación A3/L3. Los mismos, están detallados en varios códigos regionales (provinciales, estatales o municipales). Es responsabilidad del ingeniero o contratista de sistemas de refrigeración o aire acondicionado, conocer y entender las restricciones que regulan el uso de refrigerantes A3/L3 y seguir las pautas correspondientes.

La diferencia más importante entre los sistemas que utilizan refrigerantes inflamables y los que utilizan refrigerantes ignífugos es:

- La tolerancia de volumen por metro cuadrado y
- El uso de equipos eléctricos adecuados que no constituyan un riesgo en caso de fugas.

Se supone que los ingenieros y contratistas involucrados en el diseño, fabricación y mantenimiento de los sistemas de refrigeración, deben estar calificados y mantenerse actualizados a través de capacitación permanente.

Nota: los sistemas de refrigeración domésticos o de tipo hermético por lo general, tienen otros aspectos de seguridad, como reglamentaciones de electricidad relacionadas con los mismos, ya que se los considera electrodomésticos. Consulte los requisitos de seguridad específicos para electrodomésticos pequeños cuando realice la instalación.

Las normas no incluyen todos los requisitos y si un sistema de trabajo seguro puede demostrar un nivel similar de seguridad al sistema implícito en estas normas y puede cumplir con la legislación canadiense o estadounidense, este método también es aceptable. De hecho, los organismos notificados por lo general establecen el propio criterio de fabricación y prueba cuando aún no hay normas disponibles o cuando las que están en vigencia, no se consideran apropiadas para la aplicación.

- Diseño: los requisitos de diseño específicos se aplican generalmente a un sistema de acuerdo con la capacidad de carga de refrigerante y la ubicación.

- Carga de refrigerante: a continuación se detallan las equivalencias de los refrigerantes de hidrocarburo vs. las cargas para el sistema a base de clorofluorocarbonos (CFC) e hidroclofluorocarbono (HCFC). Bajo ninguna circunstancia el sistema podrá sobrecargarse. Es importante tener en cuenta que durante la carga, la densidad del refrigerante de HC, es básicamente equivalente al doble del volumen de los refrigerantes de CFC o HCFC, debido a que la densidad de los refrigerantes de HC, es mucho menor. Por consiguiente, los sistemas con sobrecarga, poseen diferencias muy significativas en cuanto a los aumentos en kPa (psig) y podrían dañar los sistemas y componentes.

#### **2.12.2.9. Señalización de los compresores y componentes del sistema**

Es recomendable que cada sistema unitario y cada compresor, posean una placa adhesiva que proporcione como mínimo la siguiente información:

- Nombre(s) del fabricante o vendedor
- Referencia del tipo o modelo
- Número de serie
- Peso de carga del sistema del refrigerante
- Presión de prueba y presión permitida (si es aplicable)

Las tuberías deben señalizarse preferentemente de acuerdo con un código apropiado (por ejemplo, un código de color para indicar la sustancia que circula por dentro).

- Etiquetas adhesivas para gases inflamables: es recomendable que todos los sistemas, tengan pegadas por lo menos dos etiquetas adhesivas de

gases inflamables antes de la puesta en funcionamiento. Las etiquetas, deben ubicarse sobre el compresor, el receptor y cualquier otra parte del sistema a través de la cual un ingeniero tendría acceso al refrigerante.

- Capacidad práctica: toda persona que esté encargada de trabajar con un circuito de refrigeración o de abrirlo, debe contar con un certificado válido, otorgado por una autoridad de evaluación acreditada de la industria, la cual certifique la competencia para trabajar con refrigerantes.

#### **2.12.2.10. Enfoque general para el manejo de refrigerantes de HC**

Todos los gases refrigerantes inflamables cuando se mezclan con el aire, forman una mezcla inflamable. Es posible que el efecto de la ignición de dicha mezcla sea grave. Por lo tanto, es importante que se cumplan los requisitos de seguridad apropiados en todo momento, cuando se trabaje con refrigerantes inflamables.

Todo equipo utilizado en el proceso de reparación, debe ser apropiado para el uso con refrigerantes inflamables. Se deberá controlar si todas las herramientas e instrumentos (inclusive instrumental de medida), son apropiados para trabajar en el equipo y se deberá prestar especial atención a la elección de:

- Equipos de recuperación de refrigerantes (sin escobillas exteriores)
- Detectores de fuga de refrigerante
- Medidores de pruebas eléctricas
- Cilindros de recuperación de refrigerante
- Luz portátil

Si la instalación lo permite, es recomendable trasladar el equipo desde la posición actual al ambiente controlado de un taller que sea apropiado para el tipo de reparación y donde el trabajo pueda realizarse con seguridad.

- **Controles de seguridad:** antes de comenzar a trabajar con sistemas que contienen refrigerantes de HC, es necesario, efectuar ciertos controles de seguridad, para asegurarse de que el riesgo de ignición sea mínimo. Antes de trabajar en el sistema, se deben tomar las siguientes precauciones:
  - **Procedimiento de trabajo:** el trabajo se debe realizar bajo un procedimiento controlado para minimizar el riesgo de un gas o vapor inflamable, mientras se lleva a cabo la tarea.
  - **Área de trabajo general:** todos los empleados, inclusive los de mantenimiento, que trabajen en el área local deben recibir instrucciones sobre la naturaleza del trabajo que se realiza. Debe evitarse el trabajo en espacios cerrados. El área alrededor de los lugares de trabajo, debe dividirse en secciones. Asegúrese de que las condiciones de seguridad dentro del área, se hayan cumplido mediante el control de materiales inflamables.
  - **Control para detectar la presencia de refrigerante:** antes y durante el trabajo, se debe controlar el área con un detector de refrigerante adecuado para asegurar que el técnico, tenga conocimiento de ambientes potencialmente inflamables. Asegúrese de que el equipo para detección de fugas utilizado sea apropiado para la utilización con refrigerantes inflamables, es decir, que no genere chispas, esté sellado correctamente o sea inherentemente seguro.

- Presencia de extinguidores de incendios: si se realizará algún trabajo a altas temperaturas sobre el equipo de refrigeración o alguna parte de éste, se deben tener al alcance de la mano equipos extinguidores de incendios adecuados. Tenga próximo al área de carga un extinguidor de incendios de polvo químico seco o de CO<sup>2</sup>.

#### **2.12.2.11. Ausencia de fuentes de ignición**

Toda persona que trabaje con un sistema de refrigeración que esté expuesto a tuberías que contienen o han contenido refrigerantes inflamables, no deberá utilizar fuente alguna de ignición, de manera tal, que pueda provocarse un incendio o explosión. Todas las fuentes posibles de ignición, incluidos los cigarrillos, deben permanecer lo suficientemente alejadas del lugar donde se realiza la instalación, reparación, traslado y eliminación, en que pueda producirse un escape de refrigerante inflamable, hacia los espacios colindantes. Si es necesario soldar con aleaciones de estaño y plomo o cinc y cobre, esto, debe realizarse en un lugar alejado del aire acondicionado o sistema de refrigeración, de ser posible, el sistema debe evacuarse totalmente según las pautas que se resumen en 3.5.1. Antes de comenzar el trabajo, el área que rodea al equipo, debe ser examinada para detectar todo riesgo de inflamabilidad o ignición. Exhiba carteles con la prohibición de fumar.

Ventilación del área: asegúrese de que el área se encuentre al aire libre o que esté adecuadamente ventilada antes de abrir el sistema o realizar algún trabajo. Durante el período de desarrollo del trabajo, debe mantenerse un cierto grado de ventilación. La ventilación debe disipar de manera segura todo refrigerante liberado y eliminarlo preferentemente hacia la atmósfera exterior.

#### **2.12.2.12. Los controles de seguridad iniciales, deben ser los siguientes**

- Descarga de los condensadores, con la seguridad adecuada para evitar la posibilidad de chispas.
- No trabajar con cables y componentes eléctricos activos mientras se realiza la carga, recuperación o depuración del sistema.
- Continuidad de la conexión a tierra

Durante la reparación de los componentes sellados, todas las fuentes de energía, deben desconectarse del equipo con el que se está trabajando antes de quitar las cubiertas selladas y otros elementos. Si es absolutamente necesario contar con energía eléctrica durante la reparación, se debe colocar algún tipo de detector de fugas que funcione ininterrumpidamente en el punto más crítico, para alertar al individuo sobre una posible situación de riesgo.

Cuando se reparen componentes sellados, se deberá prestar especial atención a lo siguiente:

Al trabajar con los componentes eléctricos, asegúrese de no alterar la cubierta de manera tal, que afecte el nivel de protección. Esto incluye, entre otros, daños en cables, exceso de conexiones, terminales no realizadas conforme a las especificaciones originales, daños en los precintos y colocación incorrecta de cubiertas, así también el montaje firme de los aparatos.

Asegúrese de que los precintos y materiales de sellado, no se hayan deteriorado, de manera tal, que no sirvan para evitar el ingreso de atmósferas

inflamables. Los repuestos deben cumplir con las especificaciones del fabricante.

Nota: es posible que la utilización de selladores de silicona, afecte la efectividad de algunos tipos de equipos de detección de fugas. Los componentes intrínsecamente seguros, no requieren ser aislados antes de trabajar sobre ellos.

- Se deberá respetar la información para la reparación de componentes intrínsecamente seguros:
- No deben aplicarse cargas inductivas o capacitivas permanentes al circuito, sin asegurarse de que ello, no excederá la tensión admisible y la corriente permitida para el equipo en funcionamiento.
- Los componentes intrínsecamente seguros, son los únicos elementos con los que se puede trabajar dentro de una atmósfera inflamable. Sin embargo, el aparato de prueba, deberá tener un valor apropiado.
- Sólo deben utilizarse los repuestos especificados por el fabricante. Es posible que, ante una fuga, la utilización de otros repuestos, provoque la ignición del refrigerante en la atmósfera.
- Verifique que el cableado no esté expuesto a corrosión por el uso, presión excesiva, bordes filosos o cualquier otro efecto ambiental adverso. Asimismo, deben tenerse en cuenta los efectos del paso del tiempo o la vibración continua de fuentes, tales como el compresor o los ventiladores.
- Cuando se instale o se le efectúen tareas de mantenimiento al sistema, deben seguirse los códigos locales de electricidad.

### **2.12.2.13. Detección de fugas de refrigerantes de hidrocarburo**

Bajo ninguna circunstancia, deberán utilizarse fuentes posibles de ignición para buscar o detectar fugas de refrigerante. No deberá utilizarse una lámpara de halogenuro (o cualquier otro detector que utilice una llama abierta).

Los siguientes métodos para la detección de fugas, pueden utilizarse en sistemas que contienen refrigerantes de HC:

- Pueden utilizarse detectores de fugas electrónicos para revelar los refrigerantes de HC, pero es posible que la sensibilidad, no sea apropiada o que se requiera la recalibración. (El equipo de detección, debe calibrarse en un área libre de refrigerante). Asegúrese de que el detector, no represente una fuente potencial de ignición y que sea adecuado para los refrigerantes de HC. El equipo de detección de fugas, debe ajustarse a un porcentaje del límite inferior de inflamabilidad (LFL) del refrigerante y debe calibrarse, de acuerdo con el refrigerante utilizado y el porcentaje de gas apropiado.
- Los fluidos de detección de fugas son apropiados para la utilización con refrigerantes de HC. Sin embargo, debe evitarse el uso de detergentes que contengan cloro, ya que éste puede corroer el sistema de tuberías de cobre.
- Los aditivos a base de aceite, como aquellos utilizados en los sistemas de detección de fugas fluorescentes, funcionarán con todos los refrigerantes de HC.

- Si existen sospechas de que se ha producido una fuga en un sistema con refrigerantes de HC, deberán eliminarse o extinguirse todas las fuentes posibles de ignición.
- Si se encuentra una fuga de refrigerante que requiera soldadura, deberá recuperarse todo el refrigerante del sistema o aislarse (mediante el cierre de las válvulas) en algún sector alejado de la fuga del sistema. Luego deberá purgarse el sistema con nitrógeno y aspirarse para asegurar que se haya eliminado todo remanente del refrigerante retenido en el aceite del sistema. Luego deberá usarse nitrógeno, para purgar el sistema durante el proceso de soldadura.

#### **2.12.2.14. Apertura de un sistema y carga**

Cuando se abre un circuito de refrigeración para realizar reparaciones o por cualquier otro motivo, se utilizan procedimientos convencionales. Sin embargo, es importante que se sigan las mejores prácticas, ya que ahora debe considerarse la inflamabilidad. Deberán respetarse los siguientes procedimientos:

- Eliminar el refrigerante
- Purgar el circuito con gas inerte
- Evacuar
- Purgar nuevamente con gas inerte
- Abrir el circuito mediante la realización de cortes o soldaduras

La carga del refrigerante, deberá recobrase en los cilindros de recuperación correctos. Luego, deberá purgarse el sistema con nitrógeno para

que la unidad esté segura. Es posible que este proceso, tenga que repetirse varias veces. No utilice oxígeno o aire a presión para realizar esta tarea.

Para realizar la purga, debe romperse el vacío del sistema con nitrógeno y llenarse hasta que se alcance la presión de trabajo. Luego, se debe despresurizar hacia la atmósfera y por último, eliminarse para recuperar el vacío. El proceso deberá repetirse hasta que exista la seguridad de que no hay refrigerante de hidrocarburo en el sistema. Cuando se utilice la última carga de nitrógeno, se podrá despresurizar el sistema, hasta alcanzar la presión atmosférica para permitir la realización del trabajo. Este procedimiento es de vital importancia si se realizarán soldaduras en el sistema de tuberías.

Asegúrese de que la salida de la bomba de vacío, no se encuentre próxima a alguna fuente de ignición y que exista ventilación.

La carga de los sistemas de refrigeración con refrigerantes de HC, es similar a aquellas que se realizan con refrigerantes halo carbonados. Al igual que con todos los refrigerantes mezclados, las combinaciones de refrigerantes de HC, también deberán cargarse en estado líquido, a los efectos de mantener la composición correcta de la mezcla. Se deberán cumplir los siguientes requisitos adicionales:

- Asegúrese de que no se contaminen los distintos refrigerantes, cuando utilice el equipo de carga. Las mangueras o tuberías deben ser lo más cortas posible, para minimizar la cantidad de refrigerante en ellas.
- Se recomienda mantener los cilindros en posición vertical y cargar el refrigerante en estado líquido.

- Asegúrese de que el sistema de refrigeración presente una conexión a tierra antes de cargarlo con el refrigerante.
- Coloque una etiqueta en el sistema, una vez que se haya completado la carga. La etiqueta debe indicar que los refrigerantes de HC, se han cargado en el sistema y que el refrigerante es inflamable. Coloque la etiqueta en un lugar llamativo del equipo.
- Se deberá tener extremo cuidado de no llenar excesivamente el sistema de refrigeración. (Tenga en cuenta que los volúmenes de carga de los refrigerantes de HC, generalmente contienen de 40% a 42% de HCFC y otros CFC y de 35% a 38% de HFC y otros volúmenes de carga de CFC).
- Antes de efectuar la recarga del sistema, debe realizarse una prueba de presión, de acuerdo con todas las reglamentaciones locales o regionales.
- Se debe realizar una prueba de fugas en el sistema al finalizar la carga, pero antes de la puesta en funcionamiento. Siempre, antes de abandonar el lugar, deberá llevarse a cabo una prueba de fugas.

#### **2.12.2.15. Puesta en funcionamiento y recuperación**

Los sistemas de refrigeración que utilizan refrigerantes de HC, se ponen en funcionamiento exactamente de la misma manera que los sistemas que emplean refrigerantes de CFC, HCFC y HFC.

## Recuperación

Las buenas prácticas, recomiendan que cuando se eliminen los refrigerantes de un sistema, ya sea para el mantenimiento o por la baja del servicio, se realice con precaución.

Cuando se transfiera refrigerante a los cilindros, asegúrese de que sólo se utilicen cilindros de recuperación de refrigerante apropiados. Asegúrese de que se encuentre disponible la cantidad correcta de cilindros, para contener la carga completa del sistema. Todos los cilindros a utilizar, deberán estar designados para el refrigerante recuperado y etiquetados para dicho refrigerante. Los cilindros deberán estar completos, con la válvula de reducción de presión. Asimismo, el cilindro y las válvulas de cierre, deberán estar en buenas condiciones. Los cilindros de recuperación vacíos deberán evacuarse y de ser posible, enfriarse antes de que se efectúe la recuperación.

El equipo de recuperación, deberá estar en buenas condiciones, poseer un conjunto de instrucciones y ser apropiado para la recuperación de refrigerantes de HC, además, se deberá disponer de un conjunto de balanzas calibradas, que se encuentren en buenas condiciones. Las mangueras deberán estar completas, con acoplamientos de desconexión libres de fugas y deberán encontrarse en buenas condiciones. Los puntos principales que deben respetarse son:

- Antes de utilizar el equipo de recuperación, controle que éste se encuentre en buenas condiciones y se le haya realizado el mantenimiento apropiado. Asimismo, verifique que se hayan sellado todos los componentes eléctricos asociados, para evitar la ignición en caso de una fuga de refrigerante. Si tiene dudas, consulte al fabricante.

- Siga las recomendaciones proporcionadas en este manual de prácticas sobre seguridad general y manejo de cilindros.

Nota: el refrigerante recuperado, deberá estar en el cilindro de recuperación correcto. No mezcle refrigerantes de HC con otros refrigerantes en las unidades de recuperación y en especial en los cilindros.

Si se eliminarán los compresores o el aceite de éstos, asegúrese de que se los haya evacuado a un nivel aceptable, para poder asegurar que el refrigerante inflamable, aún no permanece dentro del lubricante. El proceso de evacuación debe realizarse antes de devolver el compresor a los proveedores. Sólo podrá acelerarse este proceso, mediante la aplicación de calefacción eléctrica en el cuerpo del compresor. Cuando se extraiga aceite de un sistema, deberá realizarse con precaución.

#### **2.12.2.16. Manejo de los cilindros**

El refrigerante de HC-12a®, se encuentra disponible en recipientes de 6 oz (170 g) y al por mayor o en cilindros equivalentes a 30 lb (13.6 kg), 50 lb (22.6 kg) y 1.000 lb (454 kg).

Los refrigerantes de HC-22a® y HC-502a®, se encuentran disponibles al por mayor y en cilindros de 50 lb (22.6 kg), 1.000 lb (454 kg). En los cilindros se encuentra una válvula de reducción de presión, para evitar la acumulación excesiva de presión. Los cilindros cuentan con válvulas de descarga de líquido, con conexión Acme de ¼" (0.64 cm) y Flare de ½" (1.27 cm).

Nota: Cuando no se utilicen, deberá quitarse el conector y taparse el cilindro.

El manejo de los cilindros con precaución, presenta escasas diferencias con respecto al manejo de otros cilindros para refrigerante. Dichas precauciones consisten en:

- No eliminar ni ocultar las etiquetas oficiales de un cilindro
- Siempre colocar nuevamente la tapa de la válvula del cilindro cuando éste no se utilice.
- Utilizar y almacenar los cilindros en posición vertical
- Verificar el estado de la rosca y asegurarse de que ésta esté limpia y no se haya dañado.
- Almacenar y utilizar los cilindros en áreas secas, bien ventiladas y que se encuentren alejadas de todo riesgo de incendio.
- No exponer los cilindros a fuentes directas de calor, tales como el vapor o radiadores eléctricos.
- No reparar ni modificar los cilindros o sus válvulas
- Siempre utilizar equipo apropiado para trasladar los cilindros, aunque se trate de una distancia corta. Nunca hacer rodar los cilindros por el suelo.
- Tomar las precauciones necesarias para evitar que ingrese aceite, agua o alguna sustancia externa en el cilindro.
- De ser necesario, calentar el cilindro, sólo utilizar aire o agua caliente, cuya temperatura no debe exceder los 40°C (104°F). No se deben emplear llamas abiertas o calefactores por radiación.
- Siempre tomar el peso del cilindro, para verificar si se encuentra vacío. La presión no es una indicación precisa de la cantidad de refrigerante que contiene el cilindro.

Sólo utilice cilindros de recuperación especiales para la recuperación de refrigerantes de HC.

### **2.12.2.17. Almacenamiento de los cilindros**

Los cilindros deberán almacenarse en el exterior y nunca en establecimientos residenciales. Según lo disponga la autoridad que tenga jurisdicción, los cilindros pueden conservarse en establecimientos comerciales o industriales de acuerdo con las siguientes pautas de almacenamiento:

Las cantidades que se almacenen, deberán colocarse en áreas o cajas especiales y específicas.

El acceso a las zonas de almacenamiento, deberá estar restringido únicamente para personal autorizado. Estos lugares, deberán señalizarse con avisos que prohíban fumar y la utilización de fuentes potenciales de ignición.

Los cilindros que contengan refrigerantes, deberán almacenarse al nivel del suelo, nunca en sótanos. Los cilindros deberán almacenarse en posición vertical y deberán contar con un fácil acceso.

Nota: deberá evitarse la acumulación de electricidad estática.

### **2.12.3. Desarrollo de la práctica, duración aproximada 4 a 6 horas**

En esta práctica se desarrollará la utilización de un gas refrigerante hidrocarburo (R290) base propano, aplicándolo en el modulo didáctico disponible en el laboratorio.

Se tomarán lecturas técnicas necesarias, como presión y temperaturas de trabajo, así como la temperatura que se encuentra cada parte y elemento de dicho modulo. Al estar el sistemas funcionando y estabilizado, se procederá a

realizar comparaciones de datos técnicos y lecturas tomadas, con los otros refrigerantes utilizados en prácticas anteriores, sacando las conclusiones y discusiones respectivas.

Tabla XXVI. **Materiales y equipos, se recomienda para grupos de 4 a 6 integrantes**

No	Cantidad	Depscripción
1	2	Cuerpo de manómetros tipo Bourdon (para R22 y R134 C/U)
2	1	Bomba de vacío
3	6	Mangueras para cuerpo de manómetros (según código de color)
4	1	Extintidor de incendios tipo ABC
5	1	Tanque presurizado de nitrógeno
6	1	Tanque presurizado de refrigerante HC R290
7	1	Tanque presurizado R134a
8	1 por participante	Equipo de protección personal requerido, según práctica a efectuar. Para el caso, gafas protectoras, guantes de látex, bata y calzado industrial.
9	1 juego de herramientas por grupo de trabajo	Tenaza de mecánico, un destornillador plano y de cruz de 4 pulg. Mín., un cepillo de alambre, multímetro digital con clamper.
10	1	Termómetro láser (20 a 450 °C)
11	1	Modulo didáctico como equipo de climatización automotriz, ya instalado y listo para funcionar.
12	2	Termómetro de carátula análogo y digital con espiga metálica.

Fuente: elaboración propia.

Se recomienda que el instructor de la práctica de laboratorio realice una explicación en detalle del funcionamiento de cada tipo de herramienta y equipo a utilizar en la práctica.

#### **2.12.4. Investigación complementaria**

A continuación se detalla los temas a incluir en la investigación a realizar para completar la información correspondiente a la práctica.

##### **2.12.4.1. Precarga de refrigerante HC**

- Examinar el sistema y determinar si está funcionando correctamente. Cualquier reparación, se debe realizar antes de recargar el sistema de aire/acondicionado.
- Comprobar si hay escapes de refrigerante, usando procedimientos y las herramientas apropiadas de detección de fugas.
- Los escapes en líneas o tuberías del sistema, condensadores, evaporadores, conexiones y mangueras de goma, deben ser corregidos efectivamente con anterioridad.
- Utilizar un termómetro en el conducto para registrar y guardar la temperatura del centro del ducto. Esto proveerá al instalador una referencia de temperatura, permitiéndole que compare las lecturas de la temperatura antes y después de la carga.
- Determinar el tipo de refrigerante actual cargado en el sistema de aire acondicionado. La etiqueta del fabricante, indica el tipo y la cantidad de refrigerante en el sistema. Si la etiqueta no está, debe contactar al fabricante o el manual. Esto se debe determinar antes de iniciar una recarga de HC.

- La evacuación del refrigerante del sistema, se debe hacer antes de la recarga de refrigerante HC, se debe recuperar todo el refrigerante existente en un sistema, además es conveniente marcar el cilindro apropiadamente. Aunque el refrigerante hidrocarburo es compatible con la mayoría de los refrigerantes y los aceites existentes, no se deben mezclar los refrigerantes. La mezcla de refrigerantes, es ilegal en Canadá y USA y no se obtiene el mejor rendimiento del refrigerante HC.
- Localizar los puertos de servicio de baja y alta del sistema de aire/acondicionado.
- Determinar la cantidad correcta de refrigerante hidrocarburo, requerido en el sistema con el uso de la información del fabricante del refrigerante y de la tabla de conversión.
- El refrigerante se debe cargar a través del puerto de servicio de baja en estado líquido. Antes debe realizar vacío o evacuación de acuerdo con las especificaciones del fabricante del equipo correspondiente.

#### **2.12.4.2. Procedimientos de carga de refrigerante HC**

Seguir todas las medidas de seguridad antes de iniciar proceso de carga:

- Conectar correctamente el juego de manómetros al cilindro
- Localizar el puerto de servicio de baja y conectar la manguera de baja
- Localizar el puerto de servicio de alta y conectar la manguera de alta
- Colocar el cilindro refrigerante sobre la báscula electrónica de carga y fijarla por peso en el cero (0).
- Abrir lentamente la válvula de carga del líquido, permitiendo que el refrigerante se incorpore al sistema lentamente.
- Continuar el proceso de carga, como está determinado en la tabla de conversión, para obtener el enfriamiento adecuado, no sobrecargar.

- Después de que el procedimiento de carga se termina, cerrar la válvula del cilindro a la derecha, hasta que quede completamente cerrada.
- Quitar las mangueras de carga de los puertos de servicio de baja y alta. Almacenar el tanque de refrigerante en un lugar bien ventilado, lejos de posibilidad de llamas abiertas.
- Aplicar las etiquetas de identificación de refrigerantes en sitio bien visible, cerca al puerto de carga.

### **3. FASE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

#### **3.1. Descripción de actividades**

El presente manual contiene en detalle las actividades que determinado grupo de estudiantes, deben realizar con cada uno de los equipos de climatización automotriz existentes en el laboratorio. Dando a conocer por el inicio una explicación de conceptos fundamentales y el inicio, en la creación de una conciencia ecológica, para posteriormente dar a conocer la mayoría de las partes de la maquinaria, la función y el uso independiente y en conjunto según determinada necesidad.

Estas actividades se apoyan teóricamente, en gran parte en guías y folletos de los fabricantes, sumando a la fase investigativa, la experiencia de trabajadores en esta misma rama, etcétera y definiendo una duración anual o bien semestral, según sea la duración del curso o como se vaya comprobando el grado de eficiencia y aplicabilidad.

#### **3.2. Logros esperados**

- Que este manual se utilice de complemento en la labor enseñanza aprendizaje del ITUGS, para una mejor capacitación y tecnificación estudiantil.
- Que con la implementación de este manual, el alumno técnico, egrese con conocimientos de climatización y aire acondicionado automotriz y a la vez esté familiarizado con el uso de maquinaria y equipo de diagnóstico

y reparación de fallas en este ramo.

- Contribuir, con la enseñanza y aplicación de prácticas de recuperación y reciclaje de gases refrigerantes automotrices, evitando la liberación de éstos a la atmosfera, colaborando a disminuir así, de una manera clara el problema de la contaminación ambiental, que afecta directamente la disminución de la capa de ozono en estos días, tanto mundial como nacional, sabiendo que ésta es la capa que protege a la tierra de los efectos nocivos de la radiación solar.

### **3.3. Delimitación del campo de estudio**

El definir cuál será el alcance o las ventajas adquiridas sobre la elaboración de este manual de manejo y operación de maquinaria y equipo de climatización automotriz disponibles en ITUGS, puede observarse al ver que la gran mayoría de personas que prestan los servicios de mantenimiento o reparaciones automotrices, no cuentan con la capacitación o tecnificación adecuada en la rama de climatización, dejando esta tarea, a muy pocos técnicos o personas que de igual manera, no poseen la capacitación apropiada para la realización de esta actividad, repercutiendo directamente en la baja calidad de trabajos, daños a los equipo y por consiguiente gastos innecesarios al propietario. No dejando de mencionar que en forma secundaria, pero no por eso baja en la importancia, es el ver que por esta misma ignorancia o falta de tecnificación, se ha ido priorizando el incremento en la contaminación ambiental, el deterioro y destrucción en la capa de ozono, así como el afecto invernadero que va incrementando cada vez más al ir liberando este tipo de gases refrigerantes automotrices al medio ambiente, sin saber que existen

métodos o alternativas que siendo bien aplicadas, y de bajo costo, podrían evitar esto en gran manera.

También se debe considerar el alcance del proyecto y definir el presupuesto, y se debe ser cuidadoso y tener en cuenta que posiblemente se requiera la autorización de algún recurso que no se ha considerado o tomado en cuenta. Una posibilidad es presupuestar en varias acciones puntuales.

Durante la preparación e implementación de esta práctica, no se puede presentar resultados inmediatos de mejoramiento en la didáctica aplicada al estudiante. Esto llevara determinado tiempo, también se debe tomar en cuenta que se harán algunos ajustes en la metodología de esta, tomando en cuenta que esta tendrá la misma duración que el curso completo en si, evitando de esta forma ser muy superficial en la enseñanza y exista así una mejor comprensión y asimilación de parte de el alumnado a tecnificar.

### **3.4. Recursos humanos y materiales**

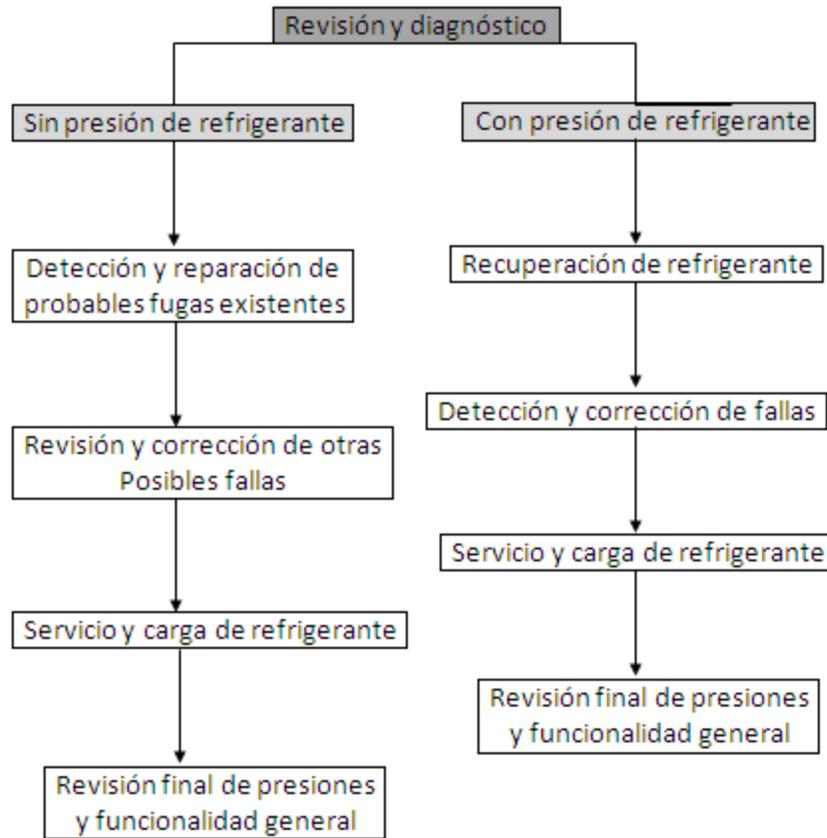
Humanos:

- Alumnado, personal docente, auxiliares e instructores del área de taller de mecánica automotriz del ITUGS, involucrándolos en el desarrollo del tema.
- Autoridades del ITUGS, para la autorización y supervisión de proyectos
- Asesor del proyecto para lograr aplicaciones directas en el laboratorio
- Supervisor del departamento de Ejercicio Profesional Supervisado del área de Ingeniería Mecánica, para implementar mejoras en el proyecto e informe final.

## Materiales:

- Manuales de manejo y operación del fabricante de la maquinaria y equipo de climatización y aire acondicionado automotriz a utilizar.
- Módulos didácticos para climatización automotriz
- Herramienta y equipo de trabajo
- Equipo de seguridad e higiene industrial
- Gases refrigerantes de uso actual
- Gases refrigerantes de hidrocarburos
- Lubricantes
- Software y programas de computación
- Bibliografías relacionadas al tema del proyecto
- Consultas por Internet
- Etc.

Figura 59. **Técnica cuantitativa de desarrollo**



Fuente: elaboración propia.

### 3.5. **Entrega de manuales y fichas técnicas**

Para que el programa de utilización del manual a elaborar, cumpla con un mayor número de actividades didácticas, se deben elaborar fichas de trabajo que contemplen las órdenes, materiales y repuestos, para finalmente reportar y hacer un historial de los equipos, destrezas y aprendizaje adquirido. Esto servirá para retroalimentar el programa de didáctica del laboratorio de mecánica automotriz, brindado en esta casa de estudios. Así como también, recalcando

conceptos básicos de contaminación ambiental y destrucción de la capa de ozono y la utilización de estas máquinas en el modo de recuperación y reciclaje de estos gases refrigerantes que, cada vez más crece la utilización en la rama automotriz.

### **3.6. Creación de programas de capacitación**

En los últimos años, el conocimiento de que algunos refrigerantes han estado deteriorando la capa superior de ozono, ha propiciado que los diferentes gobiernos,tomen acciones muy importantes para la eliminación y sustitución de estas sustancias. También es necesario desarrollar proyectos de capacitación de técnicos encaminados a la mejora y recuperación de refrigerantes y la reutilización, así como al mejoramiento de las prácticas de servicio a los sistemas de climatización.

Dentro de estas acciones,es importante capacitar también,a los técnicos en la sustitución de refrigerantes Clorofluorocarbonos, que son altamente perjudiciales a la capa estratosférica de ozono, ésto se ha convertido en un trabajo habitual para aquellos técnicos que realizan servicios de mantenimiento en equipos de refrigeración, principalmente.

## CONCLUSIONES

1. La utilización del manual de prácticas, facilita al instructor del Laboratorio de Mecánica Automotriz, la enseñanza de este tema, introduciendo en ella, el concepto de competencias laborales, para un mejoramiento en la calidad del aprendizaje y la aplicación de los conocimientos adquiridos por el estudiante, en aplicaciones reales de climatización y aire acondicionado automotriz.
2. Al desarrollar una práctica referente al tema de seguridad e higiene industrial, se logra iniciar en el estudiante del laboratorio; no solo el concepto y el conocimiento de normas, sino que la aplicación en cada una de ellas, para estar preparado a enfrentar las exigencias y protocolos nacionales e internacionales referentes a este tema.
3. La aplicación de este manual, ayuda a implementar una didáctica combinada, en donde el estudiante pueda conocer los temas de climatización y acondicionamiento de aire en forma teórica, para posteriormente poder practicarlos directamente en el módulo de ensayos, utilizando la maquinaria y equipo existentes en el laboratorio, de una forma más relacionada al tema, usándola como base en futuras aplicaciones laborales reales.

4. Enseñarle al estudiante procesos de recuperación, readecuación y reutilización de gases refrigerantes para equipos automotrices de climatización y acondicionamiento de aire, evita en gran manera que éstos, se sigan liberando al ambiente, no solo por malos manejos, si no por la ignorancia en temas de degradación de la capa de ozono y contaminación ambiental.
  
5. Impartir al estudiante prácticas relacionadas con gases refrigerantes hidrocarburos, es más que importante, debido a que son refrigerantes naturales con capacidad calorífica muy potente, pero con poca utilización en lo nacional, por sus propiedades de inflamabilidad, limitándolos en la aplicación como tal, un tema muy complejo, pero de importante auge en la industria de enfriamiento y climatización a nivel internacional.

## RECOMENDACIONES

1. Procurar que las autoridades del Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur, así como de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, conozcan la necesidad de implementar en el laboratorio de mecánica, normativas que ayuden a utilizar el equipo de climatización y aire acondicionado automotriz disponibles; ampliando los horarios, así como el personal didáctico, para obtener así, los más completos y mejores resultados en la calidad de enseñanza de este instituto, superando los estándares de calidad educativa, tanto nacionales como internacionales en los estudiantes egresados.
2. Poner en práctica al inicio del laboratorio, la realización de pruebas básicas que le indiquen al instructor el nivel de conocimientos generales que los estudiantes poseen y que son relacionados a temas de termodinámica y conceptos importantes respecto a la climatización y acondicionamiento de aire.
3. Iniciar y desarrollar en el estudiante de laboratorio de mecánica, durante el proceso de aprendizaje, una conciencia ecológica, sabiendo que las malas prácticas y el mal manejo de los gases refrigerantes, provocarían un alto grado de contaminación ambiental y deterioro de la capa de ozono, al momento de que se le deje escapar deliberadamente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BIRCH, Tomas W. *Manual de Aire Acondicionado y Calefacción Automotriz*. New York: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996. 348 p. Tomos I y II.
2. CABALLERO, Andres. *Química*. Carácas: Eneva, 1986. 112 p.
3. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, División técnica. *Competencias básicas y genéricas*. [en línea]  
[http://www.ilo.org/public//spanish/region/ampro/cinterfor/ifp/intecap/bas\\_gen.htm](http://www.ilo.org/public//spanish/region/ampro/cinterfor/ifp/intecap/bas_gen.htm). [Consulta: abril de 2012].
4. MORRISON THORNTON, Robert; BOYD. Robert Neilson. *Química Orgánica*. 5a ed. México: Limusa.1987. 1143 p.
5. PUIG, Ignacio. *Curso General de Química* Barcelona: Pro- venza. 1978. 185 p.



## ANEXOS

### ANEXO 1

#### ANÁLISIS QUÍMICO Y CARGA MÁXIMA DE REFRIGERANTES MÁS UTILIZADOS POR EQUIPOS Y SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN:

<b>a</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>d</b>
R-11	Triclorofluorometano	CCl <sub>3</sub> F	0,57
R-12	Diclorodifluorometano	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0,5
R-13	Clorotrifluorometano	CClF <sub>3</sub>	0,44
R-13B1	Bromotrifluorometano	CBrF <sub>3</sub>	0,61
R-14	Tetrafluoro de carbono	CF <sub>4</sub>	0,4
R-21	Diclorofluorometano	CHCl <sub>2</sub> F	0,1
R-22	Clorodifluorometano	CHClF <sub>2</sub>	0,36
R-113	1,1,2-Triclorotrifluoretano	CCl <sub>2</sub> FC <sub>2</sub> ClF <sub>2</sub>	0,19
R-114	1,2-Diclorotetrafluoretano	CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub>	0,72
R-115	Cloropentafluoretano	CClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	0,64
R-C318	Octofluorciclobutano	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	0,8
R-500	Diclorodifluorometano (R12) 73,8 % + Difluoretano (R- 152a) 26,2 %	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> 73,8 % + CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> 26,2 %	0,41
R-502	Clorodifluorometano (R22) 48,8 % + Cloropentafluoretano (R- 115) 51,2 %	CHClF <sub>2</sub> 43,8 % + CClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> 51,2 %	0,46
R-744	Anhídrido carbónico	CO <sub>2</sub>	0,1

Fuente: ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers).

a = Denominación simbólica numérica del refrigerante

b = Nombre químico común del refrigerante

c = Fórmula química del refrigerante

d = Carga máxima en Kg. por metro cúbico de espacio habitable

## ANEXO 2

### ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

#### a.) **Destrucción de la capa de ozono:**

Se advierte una baja concentración de ozono en ciertas áreas de la atmósfera, a las cuales se les denomina: agujero en la capa de ozono, concretamente se encuentra ubicado en el polo sur.

El ozono es una sustancia que constituye un filtro natural para la radiación solar ultravioleta. Esta radiación se evita que llegue a la superficie terrestre, permitiendo el desarrollo de las diferentes formas de vida.

La exposición de los seres humanos a las radiaciones ultravioletas, puede provocar enfermedades cutáneas.

Existen múltiples causas y agentes que contribuyen a este proceso. Una de las que se han identificado, es la emisión a la atmósfera de gases refrigerantes.

Los CFC están compuestos por C, F y Cl. Los BCFC, están compuestos por Br, F, Cl y C. Los HCFC, están compuestos por C, H, F y Cl.

La forma en que se destruye la molécula de ozono, se debe a su reacción con los átomos de cloro y de bromo que componen las moléculas de los refrigerantes.

Los átomos de Cl y Br no constituyen ningún peligro, pues al ser emitidos se combinan con otras sustancias y pasan a formar diferentes compuestos químicos.

El problema radica con los refrigerantes clorados y bromados, que presentan una gran estabilidad, por lo que pueden llegar intactas a altas capas de la atmósfera.

En la parte alta de la atmósfera el Cl y Br, contactan con el ozono, reaccionan y este último, se transforma en oxígeno.

Lo peor de este proceso, es que con esa reacción aparecen nuevos átomos de Cl, haciéndose este proceso interminable. En el caso del Br, sucede algo parecido.

Para determinar en que medida los diferentes gases refrigerantes influyen en este proceso se utiliza un indicador (potencial de destrucción del ozono ODP), que indica la cantidad destruida por la emisión de un determinado refrigerante.

Este índice toma como referencia el efecto que produce el R 11, es por eso que al ODP de este refrigerante se le asigna el valor 1.

<b>Refrigerantes</b>	<b>ODP</b>
R 134 a	0
R 22	0.055
R 404 A	0
R 507	0
R 227	0
R 23	0
R 401 A	0.03
R 401 B	0.04
R 402 A	0.02
R 402 B	0.03
R 407 C	0
R 407 B	0

R 407 A	0
R 403 A	0.028
R 403 B	0.037
R 290	0
R 717	0
R 11	1

Fuente: Protocolo de Montreal.

**b.) El efecto invernadero:**

Es conocido como calentamiento global, se trata de un aumento de la temperatura global de la superficie terrestre, debido a la emisión de gases producido por la actividad humana.

El proceso es el siguiente. Los gases emitidos a la atmósfera, ascienden y se acumulan en las capas altas creándose una barrera que absorbe las radiaciones solares, después de haber sido reflejadas por la superficie terrestre. Estas radiaciones, se vuelven a emitir hacia la superficie terrestre creando un proceso cíclico.

La temperatura de la atmósfera y de la superficie de la tierra, experimentan un incremento, debido a que una parte de la radiación solar se mantiene sobre la superficie terrestre en forma de calor acumulado.

Este efecto se agrava por el tiempo de permanencia de los gases en la atmósfera. El CO<sub>2</sub> permanece 500 años, el R 11 50 años y 2 años el R 123.

Cuanto mayor sea el tiempo de vida estimado del refrigerante, mayor será su potencial de efecto invernadero.

Para este proceso existe un índice de comparación entre los diferentes gases refrigerantes, que es el potencial de calentamiento global (GWP).

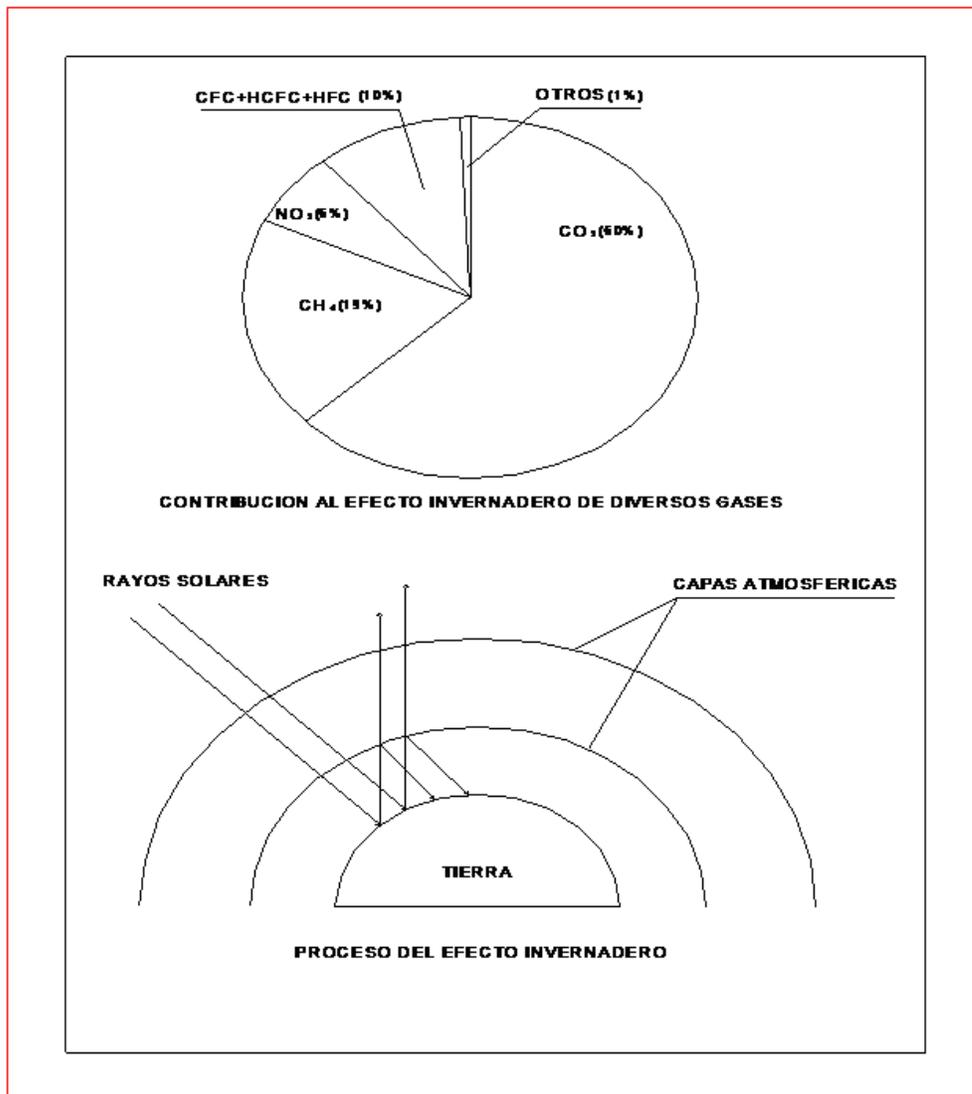
Este índice toma como referencia el efecto que produce el CO<sub>2</sub>, Es por eso que al GWP de este refrigerante, se le asigna el valor 1.

<b>Refrigerantes</b>	<b>GWP</b>
R 134 a	0.26
R 22	0.35
R 404 A	0.95
R 507	0.98
R 227	0.6
R 23	6
R 401 A	0.22
R 401 B	0.24
R 402 A	0.64
R 402 B	0.49
R 407 C	0.39
R 407 B	0
R 407 A	0.70
R 403 A	4.09
R 403 B	2.26
R 290	0
R 717	0
R 11	1.3

Fuente: Protocolo de Montreal.

### ANEXO 3

## DISTRIBUCIÓN DE EMISIÓN DE GASES REFRIGERANTES Y SU CONTRIBUCIÓN AL EFECTO INVERNADERO



Fuente: Protocolo de Montreal.

## ANEXO 4

### GRÁFICA DE PROPIEDADES DEL REFRIGERANTE 134A, EL MÁS UTILIZADO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

