



3

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION PARA LA  
ENSEÑANZA EXPERIMENTAL**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO**

**PRESENTA**

**PABLO AARON ANISTRO JIMENEZ**



**EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUIMICA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**MEXICO, D.F.**

**2002**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**Jurado Asignado:**

**Presidente** REYNALDO SANDOVAL GONZALEZ

**Vocal** GENOVEVO SILVA PICHARDO

**Secretario** RICARDO PEREZ CAMACHO

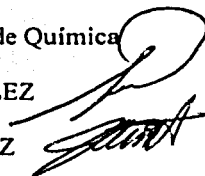
**1er Suplente** JOSE FERNANDO BARRAGAN AROCHE

**2do Suplente** BALDOMERO PEREZ GABRIEL

**Sitio donde se desarrollo el tema:** Edificio "E", Facultad de Quimica

**Asesor del tema** REYNALDO SANDOVAL GONZALEZ

**Sustentante** PABLO AARON ANISTRO JIMENEZ



---

**A mis padres y hermanos**

**Al Ing. Leodegario Francisco Jiménez García**

---

# DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION PARA LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL

<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
Objetivos.....	1
<b>ANTECEDENTES SOBRE REFRIGERACION</b> .....	<b>2</b>
<b>CONCEPTOS BASICOS</b> .....	<b>3</b>
Compresión .....	4
Condensación y Evaporación .....	6
Expansión .....	7
Tuberías y Recipientes .....	10
Aparatos Varios .....	10
<b>DISEÑO DEL SISTEMA</b> .....	<b>12</b>
Método de Determinación del Estado que Muestra el Refrigerante en el Diagrama P-H .....	12
Refrigerante 134a .....	15
Seguridad .....	17
Carga del Sistema de Refrigeración.....	18
Manifold .....	18
Procedimiento de Evacuación o Generación de Vacío en el Sistema .....	19
Método de Carga del Sistema.....	19
Diagnóstico .....	20
1° Condición de Diagnóstico. Funcionamiento Normal del Sistema .....	20
2° Condición de Diagnóstico. Presencia de Humedad en el Sistema .....	21
3° Condición de Diagnóstico. Deficiente Carga de Refrigerante.....	22
4° Condición de Diagnóstico. Deficiente Circulación de Refrigerante .....	23
5° Condición de Diagnóstico. Circulación Nula de Refrigerante.....	24
6° Condición de Diagnóstico. Enfriamiento Insuficiente del Condensador o Sobrecarga de Refrigerante .....	25
7° Condición de Diagnóstico. Aire en el Sistema .....	26
8° Condición de Diagnóstico. Exceso de Abertura de la Válvula de Expansión .....	27
9° Condición de Diagnóstico. Falla en el Compresor .....	28
Bases y Criterios de Diseño.....	29
Método de Cálculo.....	29
<b>OPERACION DEL EQUIPO</b> .....	<b>34</b>
Criterios de operación del equipo .....	34
Metodología de medición .....	34
<b>DATOS EXPERIMENTALES</b> .....	<b>35</b>

---

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>53</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>54</b>
<b>Anexo IA</b> .....	<b>54</b>
<b>Anexo IB</b> .....	<b>55</b>
<b>Anexo IIA</b> .....	<b>56</b>
<b>Anexo IIB</b> .....	<b>61</b>

---

## INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como origen la necesidad de crear una herramienta de apoyo a la enseñanza del servicio de refrigeración, el cual es uno de los servicios de mayor importancia que tanto estudiantes como egresados de las carreras del campo de la ingeniería tienen, por lo menos, un conocimiento básico. Esta herramienta pretende dar un mayor adiestramiento en el cálculo, manejo, operación y mantenimiento de los sistemas de refrigeración, con lo cual es posible establecer una propuesta de apoyo a los planes de estudio de las carreras relacionadas con éste servicio, siendo básicamente las carreras Ingeniería Química e Ingeniería Mecánica.

### *Objetivos*

1. Establecer los conocimientos básicos implicados en los sistemas de refrigeración;
2. Presentar el cálculo y construcción de un sistema de refrigeración en micro escala que permita la visualización de los fenómenos físicos que se presentan en el ciclo de refrigeración;
3. Establecer una metodología para el traspaso del refrigerante de su contenedor inicial al sistema;
4. Establecer al menos dos variables que puedan modificar las condiciones de operación del sistema de refrigeración; todo esto para:
5. Presentar una herramienta de capacitación integral para estudiantes y egresados de las áreas de la ingeniería, que permita un mejor conocimiento tanto teórico como práctico de los sistemas de refrigeración.

---

## ANTECEDENTES SOBRE REFRIGERACION

Antes del advenimiento de la refrigeración mecánica, el hombre dependió de los medios proporcionados por la naturaleza para el enfriamiento. Los Griegos y los Romanos, así como otras civilizaciones antiguas, transportaban nieve y hielo de las alturas en las montañas hacia las ciudades donde se almacenaba en bodegas bajo tierra especialmente acondicionadas para que la nieve se compactara hasta formar hielo sólido. De esta forma el hielo se conservaba durante largos periodos de tiempo permitiendo su uso para la refrigeración, al menos por aquellos que pudiesen asumir el costo de transportación al almacenamiento.

Durante el siglo XIX y principios del siglo XX, en Europa y los Estados Unidos, el hielo era cortado en grandes bloques en los lagos del norte durante el invierno y almacenado en bodegas para su uso durante el verano.

El primer efecto de refrigeración hecho por el hombre, producido por la evaporación de éter etílico, se le acredita a William Cullen de la universidad de Glaslow en 1748, aunque el desarrollo exitoso de una máquina de refrigeración de este tipo no se dio sino hasta 1834, cuando Jacob Perkins obtuvo la patente de un sistema de ciclo cerrado para un líquido volátil. John Gorrie desarrolló, en 1844, un sistema similar al propuesto por Oliver Evans en 1805. El sistema de Gorrie consistía en un compresor que comprimía aire, el cual se enfriaba con agua, cuando el aire se expandía en un cilindro se obtenía una temperatura lo suficientemente baja para la producción de hielo o enfriamiento. En 1856 Alexander C. Twinning produjo, por medio de una máquina de compresión de vapor, hielo a nivel comercial. James Harrison después de estudiar las máquinas de Gorrie y Twinning desarrolló las primeras máquinas de compresión de vapor para la industria de la cerveza y para el congelamiento de carne para su posterior transporte.

Un segundo sistema de refrigeración fue desarrollado en Francia en la década de 1850 por Ferdinand Carré. En este sistema el refrigerante es absorbido por un líquido. Esta solución es calentada liberando el refrigerante absorbido como vapor produciéndose el efecto de enfriamiento deseado. El ciclo se cierra al volverse a absorber el refrigerante en el líquido.

En general los principios básicos con los que operan actualmente los sistemas de refrigeración, son los desarrollados por los pioneros en refrigeración del siglo XIX. Los avances tecnológicos en materia de refrigeración sólo han consistido en modificaciones y mejoras en las máquinas y procesos.

El empleo de los sistemas de refrigeración no se ha restringido a la producción de hielo o la conservación de alimentos, en el último siglo el uso de estos sistemas se ha generalizado constituyendo hoy día uno de los servicios básicos en muchos procesos de la industria química.



## CONCEPTOS BASICOS

Para el estudio de un sistema de refrigeración es necesario empezar por definir el concepto de REFRIGERACION, acerca del cual la Encyclopædia Britannica, Inc. Dice: "La refrigeración implica el desarrollo y uso de temperaturas inferiores a las que existen en el ambiente, desde el enfriamiento con hielo hasta el mantenimiento de grandes almacenes, o incluso la producción de temperaturas tan bajas dentro de la región criogénica ( $-150^{\circ}\text{C}$  a  $-273^{\circ}\text{C}$ )", por otro lado Elonka, S. M. y Minich, Q. W. En su obra 'Refrigeración y Acondicionamiento de Aire: Preguntas y Respuestas' mencionan que: "La refrigeración es la ciencia de producir y mantener temperaturas por debajo de la temperatura atmosférica circundante"; estas dos definiciones son condensadas en la definición que da MYCOM (Mayekawa de México S. A. de C. V.) en su obra 'Refrigeración: Principios, Diseño y Aplicaciones' donde resume diciendo que "Por refrigeración se entiende el acto de enfriar un objeto para que su temperatura sea más baja que la ambiental".

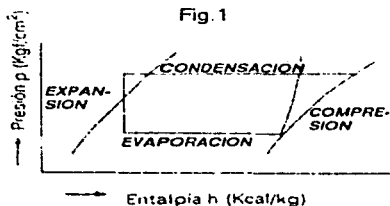
De las definiciones presentadas todas hacen referencia a lograr temperaturas por debajo de la temperatura ambiental, esto es, por ejemplo: en Guamúchil, Sinaloa, la temperatura ambiente promedio es de  $35^{\circ}\text{C}$ , por lo que bajar la temperatura a  $34^{\circ}\text{C}$  ya se esta hablando de refrigeración, por otro lado en Tokio, Japón para hablar de refrigeración debe existir la necesidad de lograr temperaturas por debajo de los  $25^{\circ}\text{C}$ . En general cuando en cierta región geográfica se necesita por alguna razón temperaturas por debajo de la temperatura ambiente se emplea la refrigeración, por otro lado si con la temperatura ambiente es suficiente para cubrir la necesidad basta con el uso de torres de enfriamiento.

Una vez entendido el concepto de refrigeración se puede enumerar los diversos métodos de refrigeración conocidos como son:

1. Método de refrigeración con aprovechamiento del calor de fusión.
2. Método de refrigeración con aprovechamiento del calor de sublimación.
3. Método de refrigeración con aprovechamiento del calor de evaporación.
4. Método de refrigeración con aprovechamiento del efecto Peltier.

En el presente trabajo se empleara el "Método de refrigeración con aprovechamiento del calor de evaporación" el cual es el que aplica en los sistemas de refrigeración mecánica, los cuales son posibles debido a que un liquido volátil llamado refrigerante, hervirá bajo las condiciones apropiadas y al hacerlo absorberá calor de los objetos que lo rodean.

Los sistemas de refrigeración mecánica tienen su base de cálculo en el ciclo de refrigeración, el cual consiste de cuatro etapas: Compresión, Condensación, Expansión y Evaporación las cuales se representan en un diagrama Presión-Entalpia del refrigerante empleado (Fig.1).



## Compresión

El sistema de compresión más utilizado en compresores es la compresión politrópica, en la que pese a las pequeñas fugas de calor que se registran, se observa un incremento de la temperatura del vapor después de la compresión. El trabajo requerido para la compresión, así como la proporción de presiones que se registran es mayor que en la compresión isotérmica pero menor que en la compresión adiabática. A continuación se muestran las relaciones de incremento de la presión que se registra al comprimirse el vapor tanto para compresión isotérmica, politrópica y adiabática

Compresión Isotérmica	Compresión Politrópica	Compresión Adiabática
$P_1 V_1 = P_2 V_2$	$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n$ $1 < n < \frac{C_p}{C_v}$	$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k$ $k = \frac{C_p}{C_v}$

El equipo empleado para esta etapa del ciclo de refrigeración es el compresor el cual tiene como finalidad aspirar los vapores producidos por la evaporación del refrigerante en el evaporador a baja presión y descargar a alta presión dichos vapores al condensador a fin de permitir su condensación por enfriamiento.

Existen diversos tipos de compresores los cuales se pueden agrupar en cuatro grupos principales debido a sus características principales:

- a) **Compresores reciprocantes.**- Consisten en una o más combinaciones de pistones y cilindros. El pistón o émbolo se desplaza con movimiento recíprocante para tirar del gas de succión hacia el cilindro en una carrera y a la vez comprimirlo y descargarlo en el condensador en la carrera de retorno (Fig.2).

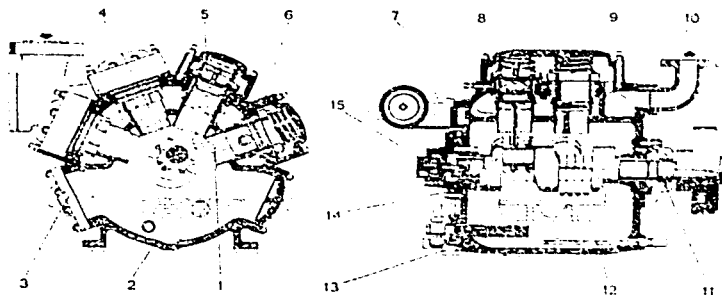


Fig.2 1. Biela; 2. Cuerpo del compresor. 3. Tapa de inspección. 4. Cámara del cilindro. 5. Culeta; 6. Cuerpo del cilindro. 7. Dispositivo de reducción de capacidad. 8. Valvula de aspiración anular; 9. Eje del pistón. 10. Pistón; 11. Prensa-estopas. 12. Calentador de aceite; 13. Toma de aspiración de la bomba de aceite; 14. Eje-cigüeñal; 15. Bomba de aceite.

(Doc. F. I. York)

- b) **Compresores centrífugos.**- Tienen un impulsor de alta velocidad de una o varias etapas para establecer suficiente fuerza centrífuga dentro de una carcasa circular

para elevar la presión del gas refrigerante hasta el nivel de condensación requerido (Fig.3).

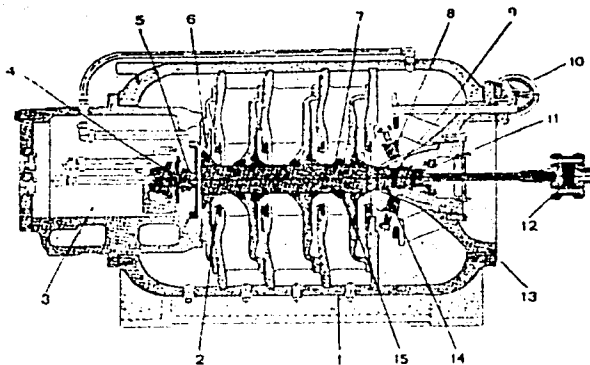


Fig.3 1. Cáter (fundición nodular o en acero); 2. Rodete (aleación de aluminio o de acero inoxidable); 3. Depósito de aceite; 4. Bomba de aceite; 5. Cojinete de empuje; 6. Disco equilibrador de la presión axial; 7. Eje; 8. Alabes de prerrotación; 9. Cojinete; 10. Mando manual o automático de los alabes de prerrotación; 11. Sello rotativo; 12. Acoplamiento; 13. Cubierta del cáter; 14. Junta estanca fluídoaceite; 15. Leberntes

- c) Compresores rotatorios de aletas o aspas deslizantes.- Son unidades de desplazamiento positivo en las que se atrapa un cierto volumen de gas, se comprime y se arroja fuera de la máquina. Casi siempre tiene un rotor excéntrico dentro de un cilindro, con aletas o aspas deslizantes apoyadas con fuerza contra la pared del cilindro. Cuando el espacio entre dos aspas pasa ante la lumbrera o puerto de succión, el volumen atrapado es grande. Conforme este volumen atrapado se mueve alrededor del cilindro, se hace más pequeño y como consecuencia se comprime hasta su presión más elevada al ser descargado del cilindro a través de la línea de descarga (Fig.4).

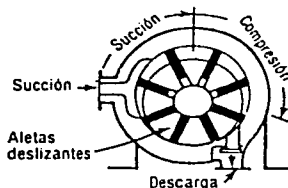


Fig.4 Aletas deslizantes giratorias

- d) Compresores de tornillo giratorio helicoidal.- También son unidades de desplazamiento positivo. Se utilizaron por primera vez a finales de la década de

1950. Constan básicamente de dos rotores ranurados o perfilados helicoidalmente, uno macho (con lóbulos) y uno hembra (con ranuras) (Fig.5) en un alojamiento estacionario con lumbreras de carga y descarga (Fig.6). Para sellar los lóbulos, en la mayor parte de los diseños se bombea el aceite y el refrigerante juntos. Una válvula que se desliza axialmente en el alojamiento proporciona desplazamiento variable en el compresor para satisfacer las necesidades de carga.

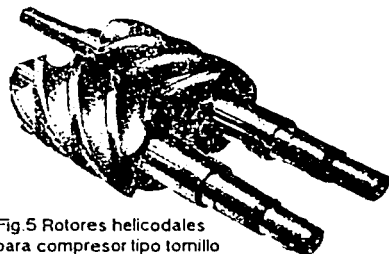


Fig.5 Rotores helicodales para compresor tipo tornillo

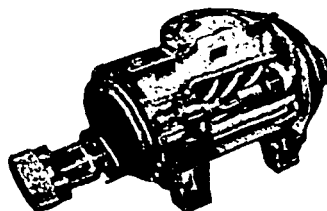


Fig.6 Vista en corte de un compresor de tornillo (Doc. Rowden)

### Condensación y Evaporación

En términos generales se entiende por condensación al cambio de estado físico de vapor a líquido de un gas, para lo cual se emplean intercambiadores de calor mejor conocidos como condensadores. En la mayoría de los casos, se utiliza agua para enfriar el gas, sin que se descarte el uso de aire en condensadores de tamaño pequeño. Sea cual sea el sistema de enfriamiento que emplee el condensador lo que se busca es la transferencia de calor del refrigerante al fluido de enfriamiento a través de la pared del tubo.

En los equipos enfriados por agua se puede decir que se cuenta con un flujo suficiente de agua si existe una diferencia de 4 a 6°C entre la temperatura de entrada y la de salida del agua, y se califica de excelente si la diferencia entre la temperatura media de agua del agua de enfriamiento y la temperatura del refrigerante líquido sea menor de 5°C (tanto para equipos de amoníaco como de freón).

En el condensador se llevan acabo tres funciones internas: 1) Enfriar o retirar el sobrecalentamiento de los vapores comprimidos hasta su temperatura de condensación; 2) Condensar los vapores; y 3) Subenfriar eventualmente el líquido condensado. Por consiguiente el condensador puede separarse en tres zonas las cuales permiten examinar el proceso de cambio térmico para los diferentes cambios físicos del fluido. Estas zonas las podemos nombrar como:

- Zona de enfriamiento (Z1),
- Zona de condensación (Z2), y
- Zona de subenfriamiento (Z3). (Fig.7)

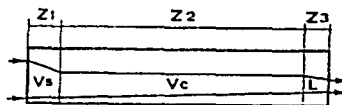


Fig.7

---

Las condiciones de transferencia son, pues, diferentes en cada zona y el coeficiente parcial de transferencia de calor será diferente y variable en cada una, de acuerdo con la naturaleza del medio de condensación. En la práctica el cálculo por sección en el condensador no se lleva a cabo, lo que se realiza es el cálculo por medio de un coeficiente de orden práctico como promedio de transmisión de calor (dado por los constructores), teniendo en cuenta que las cantidades de calor evacuadas en las zonas de enfriamiento y subenfriamiento son reducidas en relación con la zona de condensación.

En los condensadores, aún con el empleo de trampas de aceite a la salida del compresor, se presenta una película de aceite en los tubos por el lado del refrigerante y, por otra parte para conservar bien limpia la superficie exterior por del condensador, existe siempre una cantidad de polvo atmosférico (condensador de aire) o de sarro (condensador de agua) que aumenta el espesor de pared, lo cual nos da como resultado un muro compuesto por lo que el intercambio térmico se lleva a cabo por convección entre el refrigerante y la película de aceite, por conducción entre las diversas capas (aceite, tubo, sarro o polvo) y por convección de la superficie exterior hacia el medio de condensación.

Por otro lado tenemos que se entiende por evaporación al paso del estado líquido a vapor de un fluido. El elemento en un sistema de refrigeración encargado de llevar a cabo este cambio es el evaporador. En términos generales es el evaporador donde el refrigerante líquido se evapora a temperaturas bajas y se lleva a cabo la acción de refrigeración. En el evaporador independientemente de la forma, lo importante es que exista una excelente transmisión de calor desde el exterior hacia el refrigerante líquido que contiene el evaporador, para lo cual es necesario que se tenga un buen coeficiente global de transferencia de calor.

Contrariamente a lo que se ha mencionado en los condensadores, en los evaporadores no existe la necesidad de tres zonas funcionales, pues se trata únicamente del fluido ya expandido a la temperatura de evaporación que va a inyectarse por medio del elemento de expansión, dándose a lo largo del evaporador un cambio en la relación líquido-vapor ( $L/V$ ) tendiendo esta a cero, con lo cual se tiene vapor saturado para ser succionado por el compresor. Como esto no nos garantiza que sea vapor totalmente seco, en algunos casos se le da un cierto sobrecalentamiento, no mayor a  $10^{\circ}\text{C}$ , con el fin de garantizar que el refrigerante esté totalmente seco, pero por otro lado se corre el riesgo de obtener temperaturas tan altas a la descarga que puedan ocasionar que el compresor se quemé.

Los evaporadores pueden presentar el mismo problema de muro compuesto que se presenta en los condensadores, pero en las aplicaciones en que la temperatura de la pared exterior debe hallarse por debajo de los  $0^{\circ}\text{C}$  se observa una capa de escarcha, la cual presenta una resistencia a la transferencia de calor mayor que el corcho, para lo cual es necesario proporcionar los aditamentos necesarios para la eliminación de la escarcha.

### *Expansión*

Cuando un fluido fluye a través de un estrechamiento, tal como un orificio, una válvula parcialmente cerrada o una obstrucción porosa, sin ningún cambio apreciable en la energía cinética, el resultado principal del proceso es una caída de presión en el fluido. En ausencia de transferencia de calor el proceso ocurre a entalpía constante como se puede apreciar en la Fig. 1.

Se le llama de forma genérica válvula de expansión a cualquier dispositivo que dosifique o regule el flujo de refrigerante líquido hacia un evaporador para absorber la

aportación de calor proveniente del medio a enfriar. Estos dispositivos tienen dos propósitos: 1) reducir la presión del refrigerante líquido y 2) regular el flujo del refrigerante hacia el evaporador. Por esta razón divide los lados de alta y baja presión del sistema de refrigeración.

Las válvulas de expansión se clasifican de la siguiente manera:

- Válvula de expansión manual.
- Válvula de expansión de presión fija.
- Tubo capilar.
- Válvula de expansión térmica.

La válvula de expansión manual difiere a las válvulas de cierre comunes, en que en ella se emplea la obturación por aguja. (Fig.8).

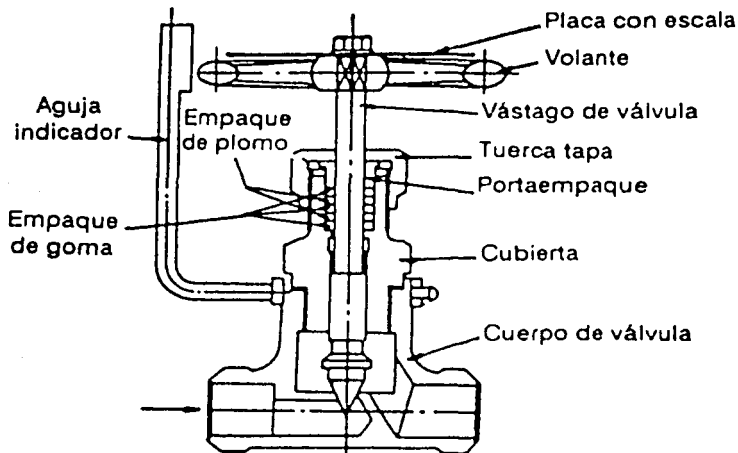


Fig.8 Válvula de expansión manual

Con respecto a la válvula de expansión de presión fija, en el interior de la válvula están colocados un fuelle y un obturador de aguja conectados por el vástago de soporte. La parte inferior del fuelle está comunicada con la descarga del evaporador y por consiguiente está afectado por la presión de ésta. En la parte superior está colocado un resorte de soporte. La parte inferior del fuelle está comunicada con la descarga del evaporador y por consiguiente está afectado por la presión de ésta. En la parte superior está colocado un resorte cuya fuerza es regulable por medio de la perilla de calibración. El tubo de líquido se comunica con el obturador de aguja mediante una junta abocinada inferior. Ver Fig.9.

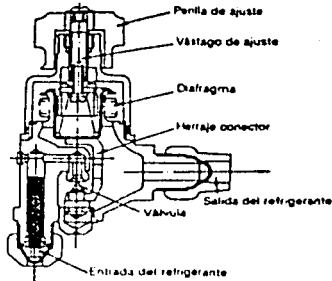


Fig 9 Válvula de expansión a presión constante

En el tubo capilar el refrigerante baja de presión debido a la resistencia que encuentra a fluir por un tubo delgado y largo (tubo capilar); éste se emplea para sistemas de refrigeración y aire acondicionado pequeños en que no se registran fluctuaciones grandes en la presión de condensación, ni en la de evaporación

La válvula de expansión térmica es la más usada en los sistemas de refrigeración. Esta válvula permite suministrar la cantidad necesaria de refrigerante al evaporador manteniendo la apertura adecuada de la válvula al registrarse una variación en la carga de refrigeración. El ajuste de la válvula busca mantener el sobrecalentamiento del refrigerante al nivel adecuado, es decir, entre 3 y 8°C. La determinación del grado de apertura de la válvula está en función del equilibrio entre la presión interior de la cámara del diafragma, el área interior efectiva del diafragma, la presión exterior de la cámara del diafragma (la cual está comunicada con el evaporador mediante la junta del tubo de igualación, la cual puede ser interna o externa), el área exterior efectiva del diafragma y la carga de compresión del resorte. En la Fig.10 se muestran las partes de una válvula de expansión térmica con igualador externo.

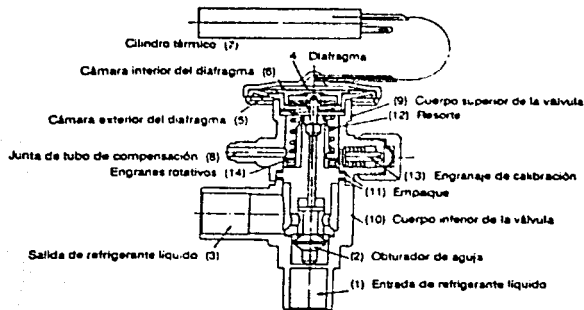


Fig.10 Válvula de expansión térmica con igualador externo

## tuberías y Recipientes

Es necesario que cada componente constitutivo del sistema de refrigeración y la tubería que lo conecta entre sí estén diseñadas para soportar el estado que presenta el refrigerante en las diversas etapas del proceso. El material empleado para la tubería debe satisfacer las siguientes condiciones:

- No presentar deterioro por la acción química y física del refrigerante y el aceite.
- Se debe seleccionar el material apropiado en función del refrigerante. A ciertos refrigerantes no se deben aplicar determinados materiales como es el caso del Amoniaco con el cobre y sus aleaciones, o el R-22 (Difluoroclorometano) con las aleaciones de aluminio con mas de 2% de magnesio.
- Las tuberías flexibles deben presentar la suficiente resistencia a la presión.
- Las tuberías para baja presión deben ser de materiales con alta resistencia aún cuando se empleen a bajas temperaturas.
- Las tuberías de aluminio con pureza inferior al 99.8% deben ser sometidas a un tratamiento anticorrosivo adecuado.

## Aparatos Varios

Válvulas de cierre para refrigerante.- Debe tener suficiente capacidad en relación a la presión y hermeticidad así como una estructura que genere poca resistencia. La diferencia con las otras válvulas radica en el uso común del asiento invertido. Además llevan una tapa cuyo empaque sirve para evitar la fuga del refrigerante por el casquillo del vástago de la válvula (Fig.11).

Válvula de servicio para Freón.- Permiten realizar diversas operaciones de servicio como la conexión de manómetro, suministro de gas para pruebas de hermeticidad, purga de aire, suministro de refrigerante, etc.(Fig.12)

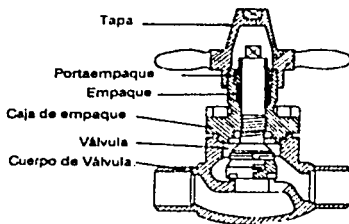


Fig.11 Válvula de cierre para refrigerante

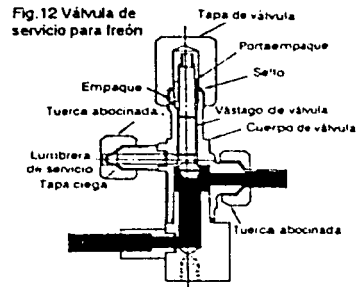


Fig.12 Válvula de servicio para freón

Válvulas sin empaque.- Presentan una estructura hermética en la sección llena con gas y tienen un fuelle o diafragma entre la manija y la válvula para eliminar la fuga del gas desde el casquillo.(Fig.13)

Deshidratador (Secador de refrigerante).- Permite la eliminación del agua en el refrigerante, la cual puede generar junto con el freón una sustancia corrosiva para los



componentes metálicos y que deteriora el aceite. Por lo general el deshidratador contiene sílice gelatinoso que absorbe el agua contenida en el refrigerante. (Fig.14)

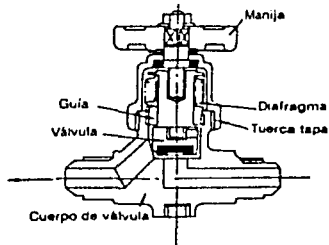


Fig.13 Válvula sin empaque

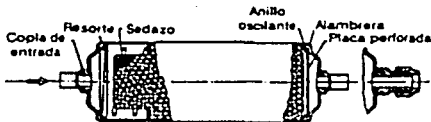


Fig.14 Deshidratador

Interruptor automático por caídas de presión.- Registra los cambio de presiones y abre o cierra los contactos del interruptor. Gracias a este sistema se controla automáticamente la presión. Los principales interruptores son: 1) Interruptor automático por caída de presión para alta presión, 2) Interruptor automático por caída de presión para baja presión, 3) Interruptor automático por caída de presión para alta y baja presión, 4) Interruptor automático por diferencial de presión, y 5) Interruptor automático por caída de presión del aceite.

Detectores de humedad.- Permiten conocer si el sistema está libre de humedad para proceder con la carga de refrigerante.

## DISEÑO DEL SISTEMA

### *Método de Determinación del Estado que Muestra el Refrigerante en el Diagrama P-H*

Al diagrama Presión-Entalpía se le puede considerar, por así decirlo, el mapa del refrigerante correspondiente. Para manejar el mapa lo primero que se debe hacer es localizar nuestro destino, es decir, el primer paso para realizar el cálculo necesario utilizando el diagrama P-H es situar el punto que muestra el estado dado del refrigerante en el diagrama de referencia.

Supongamos que el gas amoníaco succionado por un compresor tiene una presión de  $2.5 \text{ kg/cm}^2_{\text{abs}}$  y una temperatura de  $-10^\circ\text{C}$ . Para representar el punto que representa el refrigerante en este estado nos referimos a la Fig.15

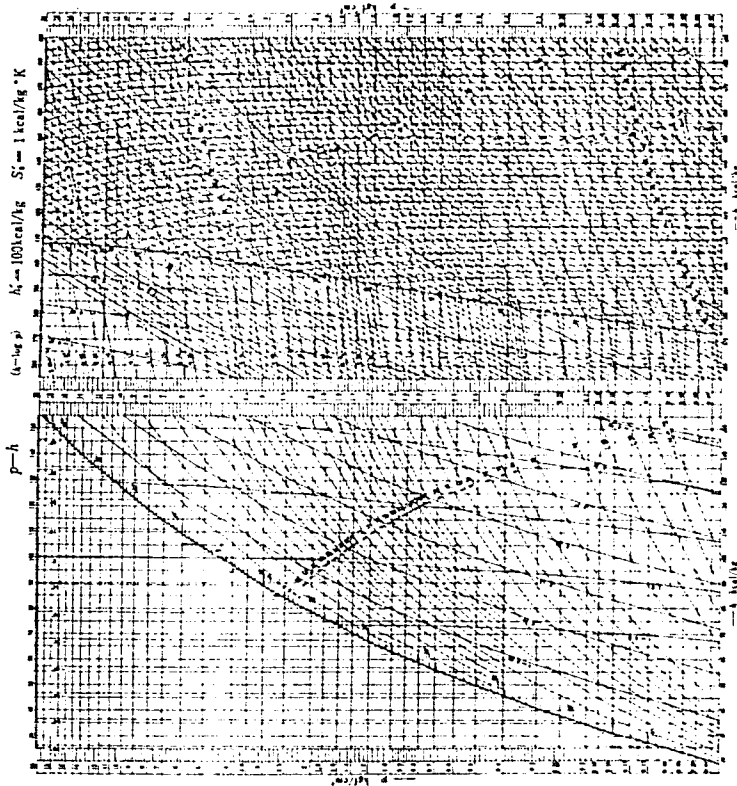


Fig 15 Diagrama P-H de Amoníaco



Se debe considerar también el caso donde el vapor de succión del compresor esté húmedo, es decir, que contenga gotas de líquido. Supongamos, por citar un ejemplo, determinar gráficamente el punto del refrigerante vaporizado con las siguientes características: calidad de 0.95, presión de  $2.5 \text{ kg/cm}^2_{\text{abs}}$ . El punto que representa las condiciones de este refrigerante es el punto de intersección de la línea de calidad de 0.95 y la línea isobárica de  $2.5 \text{ kg/cm}^2_{\text{abs}}$  (Punto C Fig. 16). De localizarlo así se sabe que su volumen específico es de  $0.47 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

Asimismo, es de importancia el determinar gráficamente los valores para un gas de alta presión y temperatura como el refrigerante gaseoso de descarga del compresor. Se recurrirá al mismo procedimiento para dicha determinación.

Tomando como ejemplo el gas de descarga del compresor de  $11 \text{ kg/cm}^2_{\text{abs}}$  y una temperatura de  $100^\circ\text{C}$ . El punto representativo en la gráfica se da en el punto de intersección de la línea isobárica de  $11 \text{ kg/cm}^2_{\text{abs}}$  y la línea isoterma de  $100^\circ\text{C}$  (Punto A Fig. 17). En este caso la entalpía presenta un valor de  $453 \text{ kcal/kg}$ . Por otra parte el punto determinado de esta manera se encuentra entre la línea isovolumétrica que expresa  $v = 0.14 \text{ m}^3/\text{kg}$  y la que expresa  $0.16 \text{ m}^3/\text{kg}$ . Se puede saber calculando a "ojo" que se trata de  $v = 0.146 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

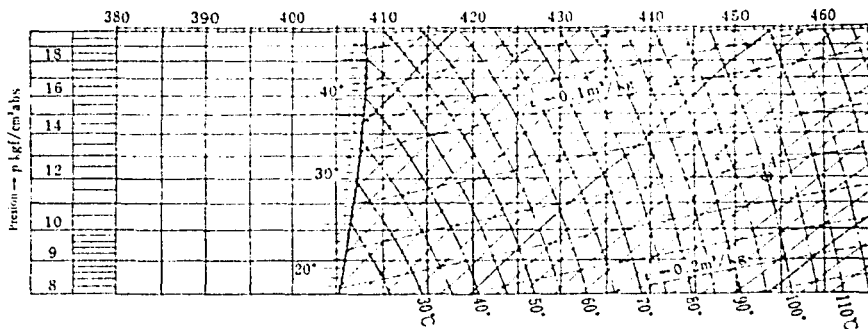


Fig. 17 Refrigerante a la descarga del compresor

Ahora se va a localizar el punto que representa el amoníaco líquido que fluye del receptor de líquido a la válvula de expansión. Suponiendo que el amoníaco de que se trata tiene una temperatura de  $20^\circ\text{C}$  y una presión de  $11 \text{ kg/cm}^2_{\text{abs}}$ , requerimos el punto de intersección de la línea isoterma de  $20^\circ\text{C}$  con la línea isobárica de  $11 \text{ kg/cm}^2_{\text{abs}}$ . La entalpía de dicho punto es de  $122.5 \text{ kcal/kg}$  (Fig. 18).

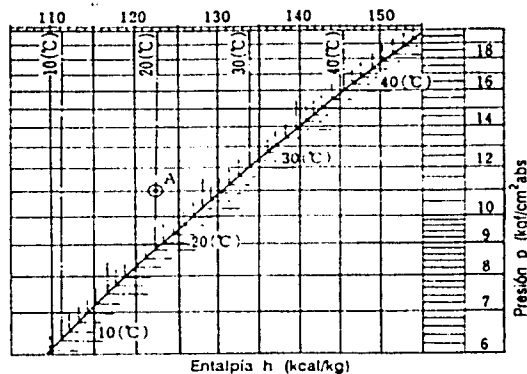


Fig. 18 Refrigerante a la salida del recibidor de líquido

Como se ha mostrado anteriormente, para la determinación del punto que representa el estado de un refrigerante en su correspondiente diagrama P-H, se requiere de dos datos para localizar el punto, generalmente los datos con los que se cuenta son presión y temperatura ya que de todos los pares de datos que se podrían proporcionar, este par de propiedades son fáciles de medir en la aplicación práctica.

### Refrigerante 134a

Los clorofluorocarbonos, que fueron desarrollados hace 60 años presentan propiedades únicas, como son su baja toxicidad, nula flamabilidad y corrosividad, así como compatibilidad con otros materiales. En general sus propiedades físicas y termodinámicas los hacen útiles en diversos usos.

La estabilidad de estos compuestos asociada con su contenido de cloro los ha enlazado con el fenómeno de la destrucción de la capa protectora de ozono. Como resultado a esto su producción se ha reducido, y por otro lado, se están introduciendo alternativas ambientalmente aceptables como el hidrofurocarbono (HFC) 134a.

El HFC-134a, también llamado refrigerante 134a (R-134a), no contiene cloro por lo cual su potencial de agotamiento de ozono (Ozone Deplete Potencial, ODP) tiene un valor de cero. En la tabla A se muestran las propiedades físicas del R-134, y por otro lado en la tabla B se tiene la relación presión - temperatura para el mismo refrigerante<sup>1</sup>.

En los Anexos IA y IB se puede observar el diagrama Presión-Entalpía para el R-134a, tanto en unidades del sistema internacional como del sistema inglés mientras que en los Anexos IIA y IIB se encuentran las tablas de vapor de dicho refrigerante en las unidades del sistema correspondiente.

<sup>1</sup> Dupont HFC-134a Properties, Uses, Storage and Handling

Tabla A  
PROPIEDADES

Propiedades Físicas	Unidades	HFC-134a
Nombre Químico	--	1,1,1,2-Tetrafluoroetano
Formula Química	--	$\text{C}_2\text{H}_2\text{FCF}_3$
Peso Molecular	--	102.03
Punto de Ebullición a 1 atm (101.3kPa o 1.013bar)	$^{\circ}\text{C}$	-26.1
	$^{\circ}\text{F}$	-14.9
Punto de Congelamiento	$^{\circ}\text{C}$	-103.3
	$^{\circ}\text{F}$	-153.9
Temperatura Crítica	$^{\circ}\text{C}$	101.1
	$^{\circ}\text{F}$	213.9
Presión Crítica	kPa	4060
	lb/in <sup>2</sup> abs	588.9
Volumen Crítico	m <sup>3</sup> /kg	$1.94 \cdot 10^{-3}$
	ft <sup>3</sup> /lb	0.031
Densidad Crítica	kg/m <sup>3</sup>	515.3
	lb/ft <sup>3</sup>	32.17
Densidad (Líquido) a 25°C (77°F)	kg/m <sup>3</sup>	1206
	lb/ft <sup>3</sup>	75.28
Densidad (Vapor Saturado) en el Punto de Ebullición	kg/m <sup>3</sup>	5.25
	lb/ft <sup>3</sup>	0.328
Capacidad Calorífica (Líquido) a 25°C (77°F)	kJ/kg·K	1.44
	Btu/lb°F	0.339
Capacidad Calorífica (Vapor a Presión Constante) a 25°C (77°F) y 1atm (101.3kPa o 1.013bar)	kJ/kg·K	0.852
	Btu/lb°F	0.204
Presión de vapor a 25°C (77°F)	kPa	666.1
	bar	6.661
	psia	96.61
Calor de Vaporización en el Punto de Ebullición	kJ/kg	217.2
	Btu/lb	93.4
Conductividad Térmica a 25°C (77°F)		
Líquido	W/m·K	0.0824
	Btu/hr·ft°F	0.0478
Vapor a 1 atm (101.3kPa o 1.013bar)	W/m·K	0.0145
	Btu/hr·ft°F	0.00836
Viscosidad a 25°C (77°F)		
Líquido	mPa·s (cP)	0.202
Vapor a 1 atm (101.3kPa o 1.013bar)	mPa·s (cP)	0.012
Solubilidad del HFC-134a a 25°C (77°F) y 1atm (101.3kPa o 1.013bar)	wt%	0.15
Solubilidad del HFC-134a a 25°C (77°F)	wt%	0.11
Límite de Flamabilidad en Aire a 1 atm (101.3kPa o 1.013bar)	vol%	Ninguno
Temperatura de Autoignición	$^{\circ}\text{C}$	770
	$^{\circ}\text{F}$	1418
Potencial de Agotamiento de Ozono	--	0
Potencial de Calentamiento Global por Halocarbonos (HGWP) (Para CFC-11, HGWP = 1)	--	0.28
Potencial de Calentamiento Global (GWP) (100 yr ITH. Para CO <sub>2</sub> , GWP = 1)	--	1200
Estado en Inventario TSCA		Reportado/Incluido
Toxicidad AEL*(8- y 12- hr TWA)	ppm (v/v)	1000
AEL Límite de Exposición Aceptable		

Tabla B Relación Presión - Temperatura	
Temperatura °F (°C)	R-134a psig (bar / kg/cm <sup>2</sup> )
-15 (-26.1)	0 (0)
-10 (-23.3)	2.0 (0.14 / 0.14)
-5 (-20.5)	4.1 (0.28 / 0.29)
0 (-17.8)	6.5 (0.45 / 0.46)
5 (-15.0)	9.1 (0.63 / 0.64)
10 (-12.2)	12.0 (0.89 / 0.84)
15 (-9.4)	15.1 (1.0 / 1.2)
20 (-6.7)	18.4 (1.3 / 1.3)
25 (-3.9)	22.1 (1.5 / 1.6)
30 (-1.1)	26.1 (1.8 / 1.8)
35 (1.7)	30.4 (2.1 / 2.1)
40 (4.4)	35.0 (2.4 / 2.5)
45 (7.2)	40.0 (2.8 / 2.8)
50 (10.0)	45.4 (3.1 / 3.2)
55 (12.8)	51.2 (3.5 / 3.6)
60 (15.6)	57.4 (4.0 / 4.0)
65 (18.3)	64.0 (4.4 / 4.5)
70 (21.1)	71.1 (5.0 / 5.0)
75 (23.9)	78.6 (5.4 / 5.5)
80 (26.7)	86.7 (6.0 / 6.1)
85 (29.4)	95.2 (6.6 / 6.7)
90 (32.2)	104.3 (7.2 / 7.3)
95 (35.0)	113.9 (7.9 / 8.0)
100 (37.8)	124.1 (8.6 / 8.7)
105 (40.6)	134.9 (9.3 / 9.5)
110 (43.3)	146.3 (10.1 / 10.3)
115 (46.1)	158.4 (11.0 / 11.1)
120 (48.9)	171.1 (11.8 / 12.0)

## Seguridad

El HFC-134a no representa ningún riesgo ligero o crónico cuando es manejado de acuerdo a las recomendaciones y la exposición es mantenida debajo de los límites de exposición aceptables (AEL, Acceptable Exposure Limits) de 1000 ppm, 8- o 12- horas con tiempo promedio exposición ponderado (TWA, Time-Weighted Average).

La inhalación de altas concentraciones del vapor de HFC-134a puede causar depresión temporal del sistema nervioso con efectos anestésicos como vértigo, dolor de cabeza, confusión, falta de coordinación, y pérdida de la conciencia. Exposiciones mayores a los vapores puede causar una alteración temporal de la actividad eléctrica del corazón con pulso irregular, palpitaciones, o inadecuada circulación.

El uso inadecuado o la inhalación deliberada de HFC-134a puede causar la muerte sin ninguna advertencia.

A temperatura ambiente, los vapores de HFC-134a tienen poco o ningún efecto en la piel o los ojos. Pero, en estado líquido, HFC-134a puede congelar la piel y los ojos al contacto, causando quemaduras por frío.

Por lo anterior, siempre se debe usar la ropa de protección adecuada cuando exista el riesgo de exposición al HFC-134a líquido. Cuando exista posibilidad de salpicaduras se deben emplear lentes protectores o incluso máscara protectora.

## Carga del Sistema de Refrigeración

### Manifold

El manifold es la herramienta más importante empleada en el servicio a los sistemas de refrigeración. Es empleado para determinar la presión tanto en el lado de alta como en el lado de baja presión, la carga correcta del refrigerante, así como, para el diagnóstico del sistema. Está diseñado para leer la presión en el lado de alta y baja al mismo tiempo, porque para determinar la operación del sistema es necesario comparar ambas lecturas. El manifold consta de las siguientes partes (Fig. 19):

- Manómetro de baja.- Este manómetro, identificado por su color azul, tiene la capacidad de medir tanto presión como vacío. Presenta una escala para presión de 0 a 150 psi en sentido de las manecillas del reloj, y una escala de vacío de 0 a 30 inHg en dirección contraria a las manecillas del reloj.
- Manómetro de alta.- Este manómetro, de color rojo, solo es un medidor de presión. La escala que presenta es de 0 a 500 psi en sentido de las manecillas del reloj.
- Válvulas manuales de alta y baja.
- Mangueras de conexión.- El manifold emplea tres mangueras con diferente identificación por colores, azul para conectarse al lado de baja del sistema, roja para el lado de alta y amarilla que es la de servicio, donde se conecta con la bomba de vacío o el contenedor de refrigerante.

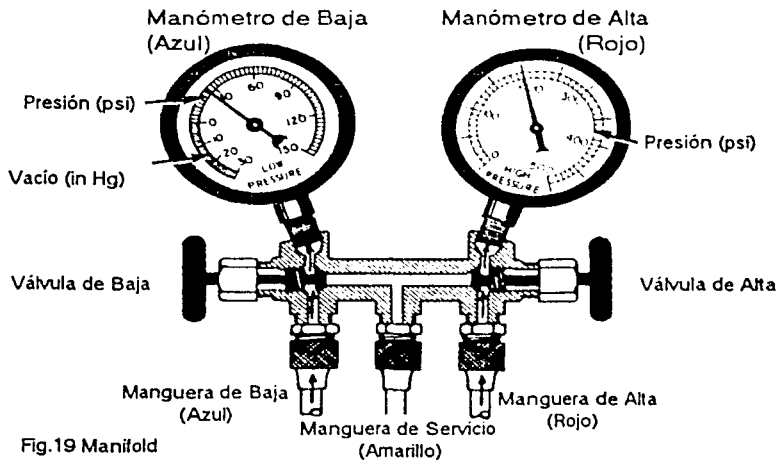


Fig.19 Manifold



---

## **Procedimiento de Evacuación o Generación de Vacío en el Sistema**

Este procedimiento previo a la carga con refrigerante del sistema tiene como fin, la eliminación del aire en el sistema y por lo tanto del agua contenida en el aire (humedad), para evitar la formación de sustancias corrosivas, así como, las posibles fallas operativas que pueda generar la existencia de aire en el sistema.

El siguiente procedimiento permite cumplir con el requerimiento antes expresado:

1. Después de que el sistema ha sido completamente descargado, conectar el manifold tanto al lado de alta como de baja del sistema y la manguera de servicio a la entrada de la bomba de vacío. Active la bomba de vacío.
2. Abrir totalmente las válvulas de alta y baja del manifold y observar el manómetro de baja para verificar que la bomba de vacío este realmente generando vacío en el sistema.
3. Después de 5 minutos, el manómetro de baja deberá marcar por lo menos 20 inHg. de vacío. El manómetro de alta deberá marcar un poco por debajo de cero. Si esto no sucede el sistema esta obstruido, por lo cual la evacuación del sistema deberá ser interrumpida hasta que se haya eliminado la obstrucción.
4. Una vez que se ha obtenido el máximo vacío, cerrar las válvulas del manifold y desactivar la bomba de vacío. Revisar la lectura en el manómetro de baja. Dejar el sistema en reposo por 5 minutos o mas y revisar nuevamente la lectura del manómetro de baja. Si el sistema ha perdido vacío, existen fugas. Si la lectura es la misma, no hay fugas.
5. Si existen fugas, localizarlas (Usar un detector electrónico y/o jabonadura) y repararlas según sea necesario. Realizar otra vez este procedimiento. Si no existen fugas, activar la bomba de vacío y abrir las válvulas. Operar la bomba de vacío por 30 minutos. Cerrar las válvulas, apagar la bomba de vacío y desconectarla de la manguera de servicio. Conectar la manguera de servicio al suministro de refrigerante y proceder a cargar el sistemas.

## **Método de Carga del Sistema**

Una vez realizada la evacuación de todo el aire y humedad, el sistema deberá ser cargado completamente por el siguiente método.

1. Purgar el aire de la línea de carga (servicio). Abrir lentamente la válvula de suministro de refrigerante permitiendo que escape un poco por el otro extremo de la conexión por algunos segundos. Procurar que las pérdidas de refrigerante sean mínimas. Apretar la conexión y cerrar la válvula.
2. Con el compresor apagado, abrir la válvula del lado de alta. Revisar la lectura en el manómetro de baja, y cerrar la válvula del lado de alta. Si la aguja del manómetro de baja no se mueve fuera del rango de vacío, indicando presión, es probable que exista una obstrucción en el sistema. Reparar la obstrucción, evacuar y cargar el sistema.
3. Verificar que las válvulas del manifold se encuentren cerradas. Colocar el contenedor de refrigerante en posición vertical en una báscula, y anotar el peso.
4. Arrancar el compresor.
5. Abrir la válvula de suministro de refrigerante, así como la válvula de baja del manifold, para cargar el sistema con el vapor del refrigerante. Cerrar las válvulas

cuando la cantidad adecuada de refrigerante, determinada por el cambio de peso en el contenedor, haya entrado al sistema.

6. Cuando el sistema esté totalmente cargado, cerrar la válvula del lado de baja así como la válvula de suministro de refrigerante. Retirar la conexión del contenedor de refrigerante. Retirar el manifold y coloque los tapones correspondientes

### Diagnóstico

En el diagnóstico de los sistemas de refrigeración las herramientas más importantes son los manómetros, por lo cual se puede decir que son la clave para un diagnóstico rápido y efectivo. Una vez con el manifold conectado al sistema, uno se encuentra en posición de poder realizar el diagnóstico de un amplio número de problemas internos del sistema<sup>2</sup>.

A continuación se muestran ejemplos típicos de problemas comunes. Cabe aclarar que en los diferentes sistemas varían las condiciones y los equipos por lo que las mediciones obtenidas en los manómetros puede variar con respecto a las que a continuación se presentan.

#### 1º Condición de Diagnóstico. Funcionamiento Normal del Sistema

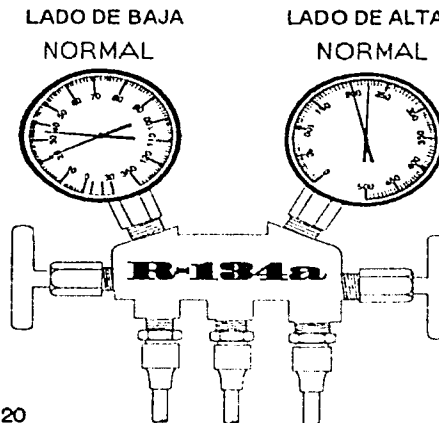


Fig.20

<b>LECTURA EN MANOMETROS</b>	Manómetro de Baja Manómetro de Alta	Normal Normal
<b>OTROS SINTOMAS</b>	Mirilla Evaporador	Clara Frio

Fig.20

## 2º Condición de Diagnóstico. Presencia de Humedad en el Sistema

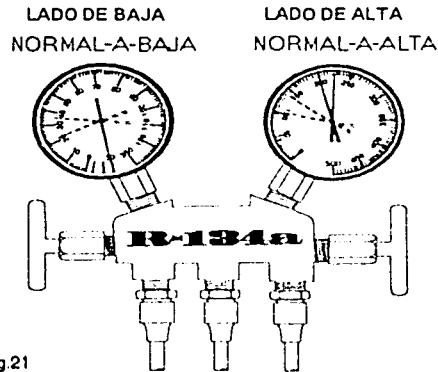


Fig.21

<b>LECTURA EN MANOMETROS</b>	Manómetro de Baja	Normal, en ocasiones cae por debajo de cero
	Manómetro de Alta	Normal, en ocasiones se eleva
<b>DIAGNOSTICO</b>	La humedad en el sistema se congela deteniendo temporalmente el ciclo, cuando el hielo se funde el sistema opera con normalidad	
<b>CORRECCION</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Evacuar el sistema</li> <li>2) Cambiar el secador</li> <li>3) Retirar la humedad evacuando repetidamente el sistema</li> <li>4) Cargar el sistema</li> <li>5) Operar el sistema y revisar el desempeño</li> </ol>	

Fig.21

### 3º Condición de Diagnóstico. Deficiente Carga de Refrigerante

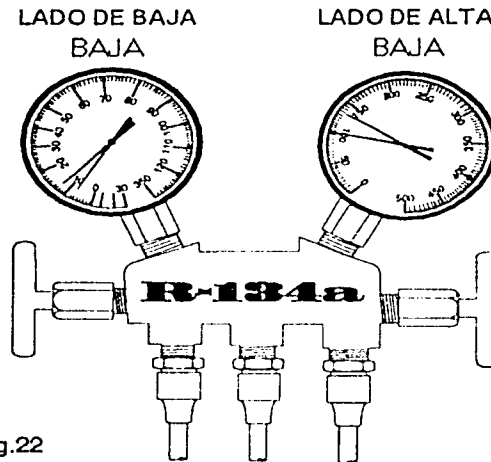


Fig.22

<b>LECTURA EN MANOMETROS</b>	Manómetro de Baja	Baja
<b>OTROS SINTOMAS</b>	Manómetro de Alta	Baja
<b>DIAGNOSTICO</b>	Mirilla	Burbujas continuamente visibles
<b>CORRECCION</b>	Existe una deficiencia de refrigerante en el sistema debido a una fuga o carga incorrecta de refrigerante	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Localizar la fuga</li> <li>2) Evacuar el sistema</li> <li>3) Reparar las fugas</li> <li>4) Cargar el sistema</li> <li>5) Operar el sistema y revisar el desempeño</li> </ol>	

Fig.22

#### 4º Condición de Diagnóstico. Deficiente Circulación de Refrigerante

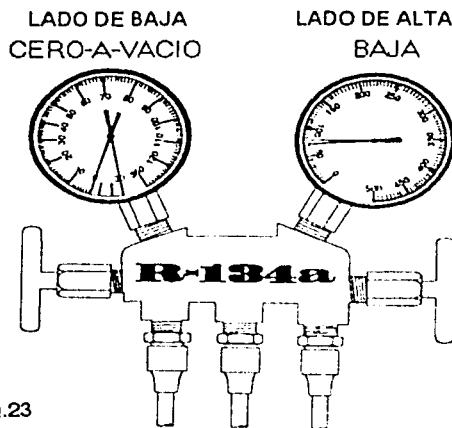


Fig.23

<b>LECTURA EN MANOMETROS</b>	Manómetro de Baja Manómetro de Alta	Cero a Negativa Baja
<b>OTROS SINTOMAS</b>	Secador	Escarcha en los tubos del secador a la unidad de evaporación
<b>DIAGNOSTICO</b>	Flujo de refrigerante obstruido por suciedad, secador atestado	
<b>CORRECCION</b>	1) Evacuar el sistema 2) Cambiar el secador 3) Cargar el sistema 4) Operar el sistema y revisar el desempeño	

Fig.23

## 5º Condición de Diagnóstico. Circulación Nula de Refrigerante

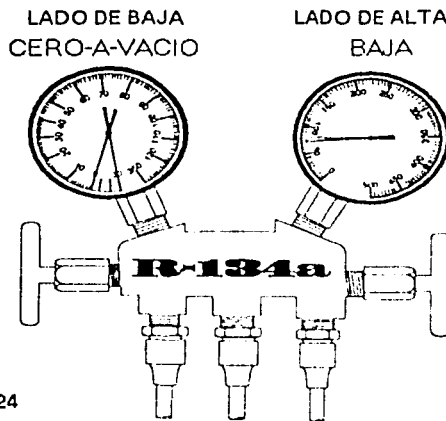


Fig.24

<b>LECTURA EN MANOMETROS</b>	Manómetro de Baja Manómetro de Alta	Cero a Negativa Baja
<b>OTROS SINTOMAS</b>	Secador	Escarcha en los tubos antes y después del secador
<b>DIAGNOSTICO</b>	Flujo de refrigerante obstruido por suciedad, humedad o por obstrucción de la válvula de expansión ocasionada por una fuga de refrigerante en el tubo sensor	
<b>CORRECCION</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Evacuar el sistema</li> <li>2) Revisar el tubo sensor de la válvula de expansión. De ser necesario cambiar la válvula de expansión</li> <li>3) Retirar la válvula de expansión e intentar remover la suciedad. Si no se puede retirar la suciedad cambiar la válvula de expansión</li> <li>4) Cambiar el secador</li> <li>5) Cargar el sistema</li> <li>6) Operar el sistema y revisar el desempeño</li> </ol>	

Fig.24

**6° Condición de Diagnóstico. Enfriamiento Insuficiente del Condensador o Sobrecarga de Refrigerante**

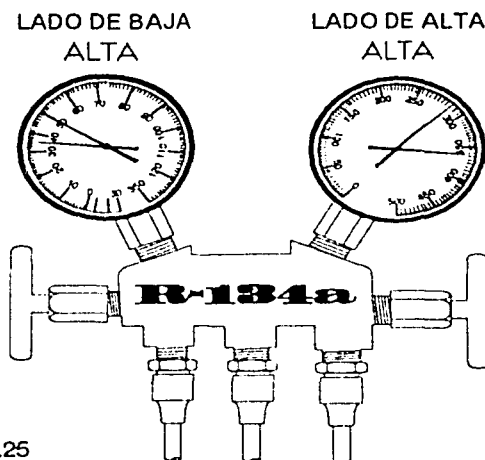


Fig.25

LECTURA EN MANOMETROS	Manómetro de Baja	Alta
DIAGNOSTICO	Manómetro de Alta	Alta
CORRECCION	1) Limpiar el condensador 2) Revisar los ventiladores de enfriamiento 3) Evacuar el sistema 4) Cargar el sistema 5) Operar el sistema y revisar el desempeño	

Fig.25

**7º Condición de Diagnóstico. Aire en el Sistema**

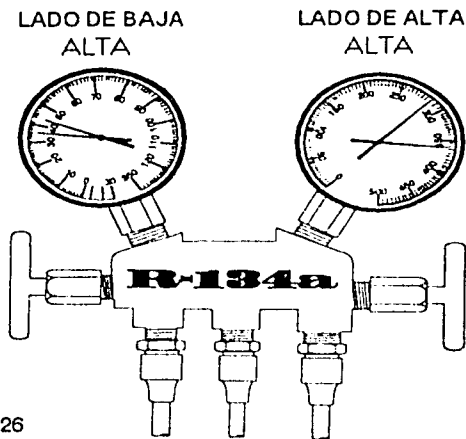


Fig.26

<b>LECTURA EN MANOMETROS</b>	Manómetro de Baja Manómetro de Alta	Alta Alta
<b>OTROS SINTOMAS</b>	Mirilla Tubos	Burbujas visibles durante la operación del sistema Tubería de baja presión caliente al tacto
<b>DIAGNOSTICO</b>	Aire presente en el sistema posiblemente por un procedimiento de evacuación inadecuado	
<b>CORRECCION</b>	1) Evacuar el sistema 2) Revisar si el aceite del compresor está contaminado. Revisar que el nivel de aceite en el compresor sea el adecuado. Ajustarlo de ser necesario 3) Cargar el sistema 4) Operar el sistema y revisar el desempeño	

Fig.26



**8° Condición de Diagnóstico. Exceso de Abertura de la Válvula de Expansión**

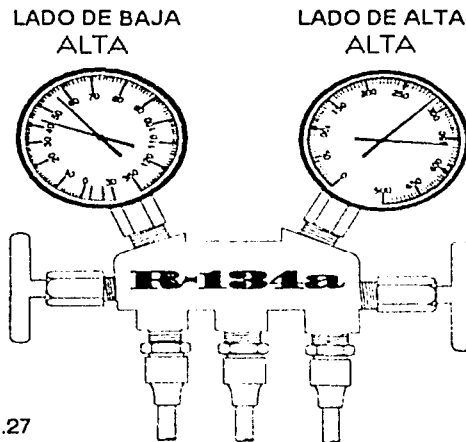


Fig.27

<b>LECTURA EN MANOMETROS</b>	Manómetro de Baja	Alta
	Manómetro de Alta	Alta
<b>OTROS SINTOMAS</b>	Tubos	Gran cantidad de escarcha o humedad en los tubos del lado de baja
<b>DIAGNOSTICO</b>	Excesivo refrigerante en la tuberías del lado de baja debido posiblemente por la apertura excesiva de la válvula de expansión	
<b>CORRECCION</b>	1) Revisar la correcta instalación del tubo sensor de la válvula de expansión 2) Si el tubo sensor está correctamente instalado evacuar el sistema 3) Revisar la válvula de expansión y reemplazarla de ser necesario 3) Cargar el sistema 4) Operar el sistema y revisar el desempeño	

Fig.27

9º Condición de Diagnóstico. Falla en el Compresor

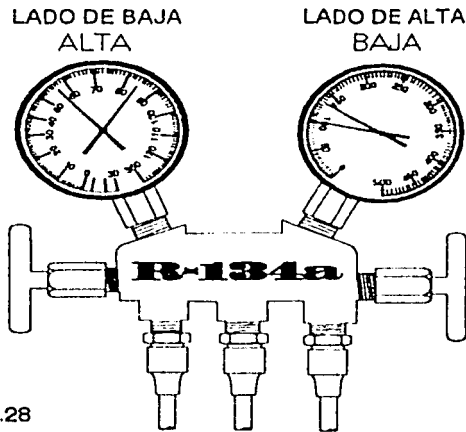


Fig.28

<b>LECTURA EN MANOMETROS</b>	Manómetro de Baja	Alta
	Manómetro de Alta	Baja
<b>DIAGNOSTICO</b>	Fuga interna del compresor o el compresor presenta una falla mecánica	
<b>CORRECCION</b>	1) Evacuar el sistema 2) Reparar o reemplazar el compresor 3) Cargar el sistema 4) Operar el sistema y revisar el desempeño	

Fig.28

### Bases y Criterios de Diseño

Se empleará como unidad de refrigeración la Tonelada Japonesa de Refrigeración o TJR, siendo que 1 TJR equivale a 3320 kcal/h ó 13173.8 Btu/h.

Por las características y propiedades descritas anteriormente se empleará como refrigerante el R-134a.

Todos los conectores necesarios para la elaboración del sistema se manejarán en latón y 1/8 NPT.

La instrumentación consistirá de manómetros tipo Bourdon con codificación para refrigeración y termopares tipo K

Se empleará un compresor de tipo hermético de 1/8 HP de potencia por ser el compresor más pequeño en dimensiones físicas, potencia y costo existente en el mercado.

Se utilizará, debido a su alta compatibilidad con el R-134a<sup>3</sup>, tubing de Nylon con una temperatura de operación continua de -65°F(-54°C) a 200°F(93°C) y las especificaciones de la tabla C.

Como el condensador trabaja a una presión mayor con respecto al evaporador el tubing con mayor presión de trabajo se empleará para su construcción.

Se utilizará una válvula de expansión manual de tipo aguja en latón de 1/8 NPT.

Tabla C ESPECIFICACIONES DE TUBING DE NYLON				
Diámetro externo nominal in	Diámetro interno in	Espesor de pared in	Presión de trabajo a 73°F (23°C)	Presión de Ruptura a 73°F (23°C)
1/4	0.170	0.040	310	1250
1/2	0.127	0.062	500	2000

### Método de Cálculo

Comúnmente el cálculo del sistema de refrigeración, se basa en los requerimientos que debe brindar el servicio (TJR) por lo cual, se parte de un ciclo teórico de refrigeración hasta el dimensionamiento del compresor. Para el caso que ocupa al presente trabajo se parte del conocimiento de las características del compresor, ya que se está definiendo como base de diseño que el compresor es de 1/8 HP por las características mencionadas anteriormente, así como por el ciclo teórico de refrigeración que se muestra (Fig.29), hasta llegar a obtener la capacidad de refrigeración del sistema, es decir, la capacidad de refrigeración que puede proporcionar el sistema.

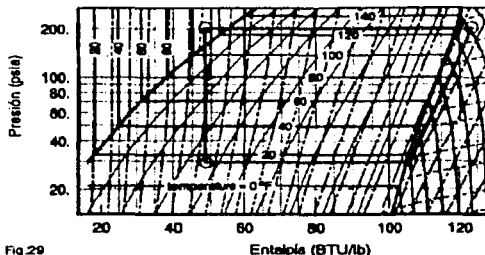


Fig.29

<sup>3</sup> Dupont HFC-134a Properties, Uses, Storage and Handling

Para el cálculo del sistema se emplearán las siguientes ecuaciones<sup>4</sup>:

$$H_d - H_s = dH_{comp} \quad \text{Ec.1}$$

$$\frac{13173.8}{H_s - H_{ev}} = m_{req} \quad \text{Ec.2}$$

$$P^* = \frac{dH_{comp} * TJR * m_{req}}{2545} \quad \text{Ec.3}$$

$$P_a = 1.10 * P^* \quad \text{Ec.4}$$

donde

$H_d$  = Entalpía de descarga en Btu/lb.

$H_s$  = Entalpía de succión en Btu/lb.

$H_{ev}$  = Entalpía de evaporación en Btu/lb.

$dH_{comp}$  = Cambio de entalpía ocasionado por la compresión en Btu/lb.

$m_{req}$  = Masa de refrigerante que se necesita evaporar para obtener una tonelada japonesa de refrigeración en lb/h

TJR = Toneladas japonesas de refrigeración (1TJR = 3320kcal/h = 13173.8Btu/h)

$P^*$  = Potencia requerida para la compresión

$P_a$  = Potencia nominal del compresor.

A partir de los datos que nos proporciona el ciclo de refrigeración presentado en la figura 29 se obtiene de las tablas de vapor del refrigerante las entalpías de descarga, succión y evaporación.

$$H_d = 123.0 \text{ Btu/lb}$$

$$H_s = 106.3 \text{ Btu/lb}$$

$$H_{ev} = 52.52 \text{ Btu/lb}$$

Con Ec.1

$$dH_{comp} = 122.04 \text{ Btu/lb} - 188.38 \text{ Btu/lb}$$

$$dH_{comp} = 3.66 \text{ Btu/lb}$$

y Ec.2

$$m_{req} = \frac{13173.8}{118.38 \text{ Btu/lb} - 46.41 \text{ Btu/lb}}$$

$$m_{req} = 183.05 \text{ lb/h}$$

Como el compresor tiene una potencia nominal de 1/8 HP, de Ec.4 se puede obtener la potencia requerida para la compresión Ec.5

$$P^* = \frac{P_a}{1.10} \quad \text{Ec.5}$$

<sup>4</sup> MYCOM Refrigeración. Principios, Diseño y Aplicaciones

$$P' = \frac{0.125HP}{1.10}$$

$$P' = 0.114HP$$

Despejando TJR en Ec.3 para obtener las toneladas japonesas de refrigeración.

$$TJR = \frac{2545 * P'}{dH_{comp} * m_{req}} \quad \text{Ec.6}$$

Sustituyendo en Ec.6.

$$TJR = \frac{2545 * 0.114HP}{3.66 \frac{Btu}{lb} * 183.05 \frac{lb}{h}}$$

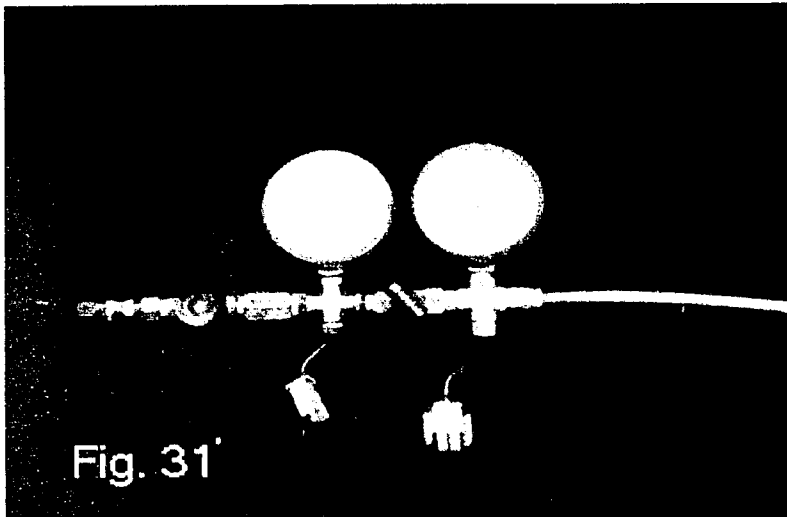
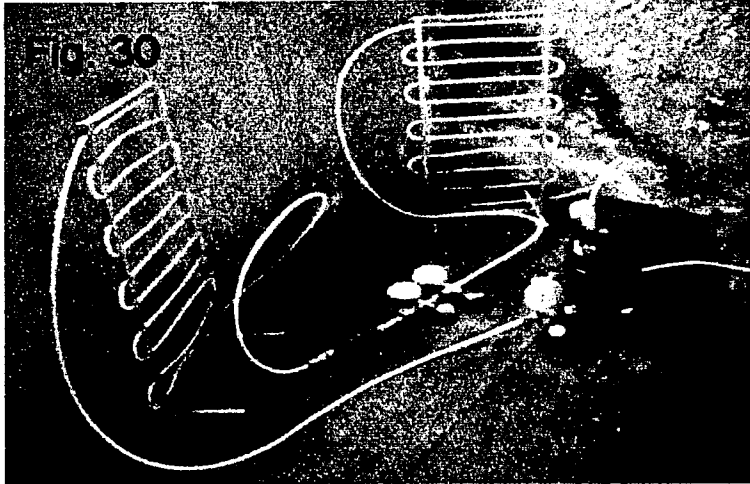
$$TJR = 0.432$$

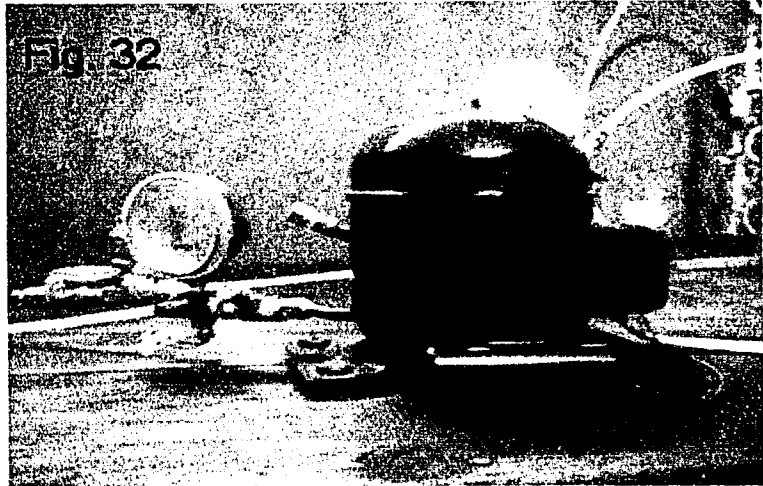
De lo anterior tenemos que el sistema de refrigeración teórico que se propone para construcción tiene las características de la tabla D.

Tabla D ESPECIFICACIONES DE DISEÑO		
Concepto	Unidad	Valor
Presión de descarga $P_d$	psia	200
Temperatura de succión $T_s$	°F	22
Presión de succión $P_s$	psia	30
Temperatura de descarga $T_d$	°F	142
Presión de condensación $P_c$	psia	200
Temperatura de condensado $T_c$	°F	110
Presión de evaporación $P_e$	psia	30
Temperatura de evaporación $T_e$	°F	14
Capacidad de refrigeración	TJR	0.432
Potencia nominal $P_a$	HP	1/8

En la tabla D.1 se muestran las especificación del sistema una vez armado, el cual se puede apreciar en las figuras 30, 31 y 32.

Tabla D.1 ESPECIFICACIONES DE ARMADO		
Concepto	Unidad	Valor
Compresor hermético	HP	1/8
Longitud del condensador	cm	650
Presión máxima de trabajo condensador	psi	500
Longitud del evaporador	cm	644
Presión máxima de trabajo evaporador	psi	310





---

## OPERACION DEL EQUIPO

### *Criterios de operación del equipo*

Durante la operación del equipo para la obtención de datos experimentales se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el equipo de protección mínimo necesario, así como seguir los lineamientos de seguridad propios de un laboratorio.
- Durante los procedimientos de carga de refrigerante emplear guantes protectores.

Por seguridad se detendrá la operación del equipo así como las mediciones cuando se presenten las siguientes condiciones:

- Temperatura de descarga es de 85°C.
- Presión de descarga es mayor a 450psig.

### *Metodología de medición*

La obtención de datos durante la corrida experimental se lleva a cabo con el siguiente procedimiento:

1. Cargar al sistema una cantidad conocida de refrigerante.
2. Con la válvula de expansión completamente cerrada, arrancar el compresor.
3. Abrir la válvula de expansión hasta observar que el compresor no esté succionando en vacío.
4. Permitir que el sistema se estabilice. Considerar al sistema como estable cuando la temperatura de evaporación no presente variación.
5. Tomar las lecturas de presión y temperatura.
6. Abrir la válvula de expansión hasta apreciar un cambio en la temperatura de evaporación.
7. Repetir los pasos 4 a 6 hasta obtener una temperatura de evaporación cercana a la temperatura ambiente.
8. Parar el sistema.
9. Incrementar la cantidad de refrigerante en el sistema y repetir el procedimiento.



## DATOS EXPERIMENTALES

Con la metodología de medición anteriormente explicada, se obtuvieron los valores que se muestran en la tabla E, en la cual se puede apreciar las diversas condiciones que se presentaron en el sistema en función del incremento en la temperatura de evaporación a masa de R-134a constante. La tabla F presenta los valores experimentales en las unidades correspondientes para el uso de tablas de vapor, así como también, el comportamiento de la caída de presión en la válvula de expansión y la relación de compresión.

En ambas tablas se pueden apreciar zonas donde la presión de descarga y la presión de condensación permanecen constantes, este comportamiento se puede observar claramente hasta una masa de R-134a de 60g; para masas superiores no se logra apreciar este comportamiento, posiblemente por la dificultad que presenta el sistema para alcanzar una condición estable. Por otra parte la caída de presión de la válvula de expansión presenta una tendencia hacia un máximo, esto se aprecia a masa constante si las mediciones realizadas son las suficientes para que se pueda observar dicho comportamiento. Con respecto a la relación de compresión, la tendencia es a disminuir conforme la presión de evaporación aumenta o, en su caso, cuando la presión de condensación disminuye, lo cual refleja que la relación de compresión es dependiente de las condiciones a las cuales se encuentra trabajando el sistema.

En la tabla G se encuentran registrados los valores necesarios de entalpía para obtener las toneladas de refrigeración correspondiente a los valores de las tablas E y F.

Las toneladas de refrigeración, al igual que el cambio de entalpía por compresión presentan una tendencia a disminuir conforme la temperatura de evaporación aumenta, este comportamiento se puede visualizar con mayor claridad en los gráficos 1 y 2. En el gráfico 1 se aprecia, en la mayoría de las series, una tendencia clara hacia un valor en el intervalo de 0.066-0.1TJR. Por otra parte, también se aprecian series de datos con comportamientos fuera de la tendencia mencionada, estas series corresponden a los valores de masa de R-134a en el sistema más altos, es decir, para 60, 70 y 80 gramos de R-134a. De estas tres series, la primera presenta un intervalo donde pierde la tendencia a disminuir para después recuperarla, esta inestabilidad en la tendencia probablemente esté relacionada con la temperatura de operación del aceite en el compresor, lo cual permite suponer que no se alcanzó el régimen permanente para ese punto en particular. En lo que respecta a las dos últimas, se pueden considerar como causas de su comportamiento la dificultad que presenta estabilizar el sistema para realizar las lecturas de presión y temperatura, así como, el hecho de que sobrepasan los límites establecidos de temperatura y presión para la operación con polyflow de nylon además de la cercanía a las condiciones críticas del refrigerante en cuestión.

En los gráficos 3 a 6 se muestra el comportamiento típico de las variables del sistema, estos gráficos están basados en los datos obtenidos con una alimentación de R-134a de 20 gramos. Los gráficos 3 y 4 muestran el comportamiento de presiones (Gráfico 3) y temperaturas (Gráfico 4) con respecto a la caída de presión en la válvula de expansión, ambos gráficos no permiten establecer un comportamiento del sistema. Debido a este inconveniente se ha optado por comparar las variables de presión y temperatura contra la temperatura de evaporación, tomando como criterio que esta temperatura es la que nos permite establecer el efecto de refrigeración del sistema al representar el ciclo de refrigeración sobre el diagrama P-H. Aclarado lo anterior, en los gráficos 5 y 6 se pueden apreciar la zona de estabilidad correspondiente a la condición de refrigerante alimentado,

esta zona permite establecer un intervalo de operación en el cual el comportamiento del lado de alta y el lado de baja del sistema se comportan de forma casi independiente; este intervalo no es precisamente aquel en el que obtiene la máxima capacidad de refrigeración, esto resulta más claro si se regresa a observar el gráfico 1 y en especial a la serie correspondiente a 20 gramos de R-134a (mr = 20g). En el gráfico 7 la intersección de las líneas de temperatura de evaporación y temperatura de succión nos representan el punto a partir del cual se presenta retorno de líquido al compresor, esto nos indica que para las condiciones correspondientes el evaporador no tiene la capacidad necesaria, lo cual puede ocasionar daños al compresor por el arribo de líquido. El compresor no sufrió daño alguno ya que esta construido de tal forma que, previo a que el refrigerante sea comprimido, pasa por un serpentín interno que garantiza la total evaporación, ya que esta sumergido en el aceite del compresor

Tabla E  
**DATOS EXPERIMENTALES**

mr	pd	td	pc	tc	pe	te	ps	ts
15	150	53	145	41	6	-22	6	24
	160	58	150	44	10	-17	10	23
	170	64	160	45	12	-15	12	21
	180	69	170	47	16	-12	16	20
	180	74	170	48	18	-9	18	19
	190	77	180	48	20	-7	20	18
	190	80	180	48	22	-6	22	18
	190	82	180	48	26	0	24	18
	190	84	180	47	26	4	24	18
	190	85	180	47	28	8	26	19
	180	86	175	46	28	12	28	19
	180	88	170	46	32	15	30	19
	180	88	170	45	34	19	32	20
	20	165	44	155	41	8	-20	8
210		56	200	51	20	-8	18	10
220		63	210	52	22	-6	22	9
230		69	220	53	26	-4	26	9
235		74	225	55	30	-1	30	8
240		76	230	55	34	1	33	10
240		79	230	56	40	4	40	12
240		82	230	53	43	6	42	12
230		83	225	52	46	15	44	15
230		85	220	53	48	18	46	16
230		87	220	53	50	21	48	18

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g  
 pd = Presión de descarga en psig      td = Temperatura de descarga en °C  
 pc = Presión de condensación en psig      tc = Temperatura de condensación en °C  
 pe = Presión de evaporación en psig      te = Temperatura de evaporación en °C  
 ps = Presión de succión en psig      ts = Temperatura de succión en °C

Tabla E  
**DATOS EXPERIMENTALES (Continuación)**

mr	pd	td	pc	tc	pe	te	ps	ts
30	160	43	160	12	0	-17	0	-10
	230	57	220	55	20	-9	20	-9
	260	62	250	62	28	-3	27	-3
	270	66	260	64	32	-1	30	0
	280	69	270	66	36	2	36	3
	290	75	280	66	40	4	40	5
	290	77	280	66	44	6	42	7
	290	79	280	65	50	8	48	10
	290	81	280	64	56	11	54	13
	290	84	280	65	60	14	58	16
280	85	270	64	64	20	62	18	
40	270	68	260	43	20	-10	20	-9
	320	72	310	60	28	-3	28	-3
	350	75	340	72	38	3	38	4
	370	78	360	74	42	5	42	6
	380	81	370	76	52	9	50	10
	380	84	370	76	58	12	56	14
	380	86	370	76	64	15	60	16
	380	87	370	76	68	17	66	18
	390	89	380	76	74	19	70	20
	390	91	380	76	80	21	76	22
50	270	63	260	42	16	-13	10	-10
	320	71	310	51	28	-3	28	-3
	350	76	340	68	48	0	46	3
	380	78	370	75	44	6	44	7
	390	80	380	77	50	8	48	9
	400	82	390	78	59	10	52	11
	410	83	400	79	58	12	56	13
	410	84	400	80	64	14	60	16
	410	87	400	80	70	17	66	18
	420	89	410	81	76	19	76	20

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g

pd = Presión de descarga en psig

pc = Presión de condensación en psig

pe = Presión de evaporación en psig

ps = Presión de succión en psig

td = Temperatura de descarga en °C

tc = Temperatura de condensación en °C

te = Temperatura de evaporación en °C

ts = Temperatura de succión en °C

Tabla E  
DATOS EXPERIMENTALES (Continuación)

mr	pd	td	pc	tc	pe	te	ps	ts
60	260	62	255	26	2	-21	2	14
	310	70	300	37	14	-12	12	16
	340	71	330	28	6	-19	6	14
	340	74	330	34	28	-3	28	-3
	340	75	330	64	36	3	36	4
	360	77	350	76	42	6	42	8
	390	80	380	79	48	9	48	10
	410	83	400	81	58	12	56	14
	410	85	400	82	60	13	58	15
	420	85	410	83	66	16	62	17
	425	88	415	83	72	18	68	20
430	90	420	83	78	20	74	22	
mr	pd	td	pc	tc	pe	te	ps	ts
70	410	79	400	49	24	-6	24	-5
	430	85	420	48	34	0	34	2
	425	85	415	65	42	4	42	7
	440	86	430	80	50	9	50	11
	455	88	445	84	58	12	56	14
	470	90	460	86	68	16	62	18
mr	pd	td	pc	tc	pe	te	ps	ts
80	410	80	400	44	34	0	34	1
	410	82	400	75	54	10	54	11
	450	86	440	81	60	12	58	13
	470	89	455	85	68	16	66	15
	480	90	470	86	78	20	74	20

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g

pd = Presión de descarga en psig

pc = Presión de condensación en psig

pe = Presión de evaporación en psig

ps = Presión de succión en psig

td = Temperatura de descarga en °C

tc = Temperatura de condensación en °C

te = Temperatura de evaporación en °C

ts = Temperatura de succión en °C

Tabla F  
**ACONDICIONAMIENTO DE DATOS EXPERIMENTALES**

mr	Pd	td*	Pc	tc*	Pe	te*	Ps	ts*	dPval	Pd/Ps
15	161.3	127.4	156.3	105.8	17.3	-7.6	17.3	75.2	139.00	9.317
	171.3	136.4	161.3	111.2	21.3	1.4	21.3	73.4	140.00	8.038
	181.3	147.2	171.3	113	23.3	5	23.3	69.8	148.00	7.777
	191.3	156.2	181.3	116.6	27.3	10.4	27.3	68	154.00	7.004
	191.3	165.2	181.3	118.4	29.3	15.8	29.3	66.2	152.00	6.527
	201.3	170.6	191.3	118.4	31.3	19.4	31.3	64.4	160.00	6.429
	201.3	176	191.3	118.4	33.3	21.2	33.3	64.4	158.00	6.043
	201.3	179.6	191.3	118.4	37.3	32	35.3	64.4	154.00	5.701
	201.3	183.2	191.3	116.6	37.3	39.2	35.3	64.4	154.00	5.701
	201.3	185	191.3	116.6	39.3	46.4	37.3	66.2	152.00	5.395
	191.3	186.8	186.3	114.8	39.3	53.6	39.3	66.2	147.00	4.866
	191.3	190.4	181.3	114.8	43.3	59	41.3	66.2	138.00	4.631
	191.3	190.4	181.3	113	45.3	66.2	43.3	68	136.00	4.417
mr	Pd	td*	Pc	tc*	Pe	te*	Ps	ts*	dPval	Pd/Ps
20	176.3	111.2	166.3	105.8	19.3	-4	19.3	60.8	147.00	9.129
	221.3	132.8	211.3	123.8	31.3	17.6	29.3	50	180.00	7.550
	231.3	145.4	221.3	125.6	33.3	21.2	33.3	48.2	188.00	6.944
	241.3	156.2	231.3	127.4	37.3	24.8	37.3	48.2	194.00	6.467
	246.3	165.2	236.3	131	41.3	30.2	41.3	46.4	195.00	5.962
	251.3	168.8	241.3	131	45.3	33.8	44.3	50	196.00	5.671
	251.3	174.2	241.3	132.8	51.3	39.2	51.3	53.6	190.00	4.898
	251.3	179.6	241.3	127.4	54.3	42.8	53.3	53.6	187.00	4.714
	241.3	181.4	236.3	125.6	57.3	59	55.3	59	179.00	4.363
	241.3	185	231.3	127.4	59.3	64.4	57.3	60.8	172.00	4.210
	241.3	188.6	231.3	127.4	61.3	69.8	59.3	64.4	170.00	4.068

Pd = Presión de descarga en psia

Pc = Presión de condensación en psia

Pe = Presión de evaporación en psia

Ps = Presión de succión en psia

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g

dPval = Caída de presión en la válvula de expansión en psia

td\* = Temperatura de descarga en °F

tc\* = Temperatura de condensación en °F

te\* = Temperatura de evaporación en °F

ts\* = Temperatura de succión en °F

Pd/Ps = Relación de compresión (adimensional)

**Tabla F**  
**ACONDICIONAMIENTO DE DATOS EXPERIMENTALES**  
**(Continuación)**

mr	Pd	td*	Pc	tc*	Pe	te*	Ps	ts*	dPval	Pd/Ps
30	171.3	109.4	171.3	53.6	11.3	1.4	11.3	14	160.00	15.143
	241.3	134.6	231.3	131	31.3	15.8	31.3	15.8	200.00	7.706
	271.3	143.6	261.3	143.6	39.3	26.6	38.3	26.6	222.00	7.081
	281.3	150.8	271.3	147.2	43.3	30.2	41.3	32	228.00	6.809
	291.3	156.2	281.3	150.8	47.3	35.6	47.3	37.4	234.00	6.157
	301.3	167	291.3	150.8	51.3	39.2	51.3	41	240.00	5.872
	301.3	170.6	291.3	150.8	55.3	42.8	53.3	44.6	236.00	5.652
	301.3	174.2	291.3	149	61.3	46.4	59.3	50	230.00	5.080
	301.3	177.8	291.3	147.2	67.3	51.8	65.3	55.4	224.00	4.613
	301.3	183.2	291.3	149	71.3	57.2	69.3	60.8	220.00	4.347
291.3	185	281.3	147.2	75.3	68	73.3	64.4	206.00	3.974	
mr	Pd	td*	Pc	tc*	Pe	te*	Ps	ts*	dPval	Pd/Ps
40	281.3	154.4	271.3	109.4	31.3	14	31.3	15.8	240.00	8.984
	331.3	161.6	321.3	140	39.3	26.6	39.3	26.6	282.00	8.428
	361.3	167	351.3	161.6	49.3	37.4	49.3	39.2	302.00	7.327
	381.3	172.4	371.3	165.2	53.3	41	53.3	42.8	318.00	7.152
	391.3	177.8	381.3	168.8	63.3	48.2	61.3	50	318.00	6.382
	391.3	183.2	381.3	168.8	69.3	53.6	67.3	57.2	312.00	5.813
	391.3	186.8	381.3	168.8	75.3	59	71.3	60.8	306.00	5.487
	391.3	188.6	381.3	168.8	79.3	62.6	77.3	64.4	302.00	5.061
	401.3	192.2	391.3	168.8	85.3	66.2	81.3	68	306.00	4.935
	401.3	195.8	391.3	168.8	91.3	69.8	87.3	71.6	300.00	4.596
mr	Pd	td*	Pc	tc*	Pe	te*	Ps	ts*	dPval	Pd/Ps
50	281.3	145.4	271.3	107.6	27.3	8.6	21.3	14	244.00	13.199
	331.3	159.8	321.3	123.8	39.3	26.6	39.3	26.6	282.00	8.428
	361.3	168.8	351.3	154.4	59.3	32	57.3	37.4	292.00	6.304
	391.3	172.4	381.3	167	55.3	42.8	55.3	44.6	326.00	7.075
	401.3	176	391.3	170.6	61.3	46.4	59.3	48.2	330.00	6.766
	411.3	179.6	401.3	172.4	70.3	50	63.3	51.8	331.00	6.496
	421.3	181.4	411.3	174.2	69.3	53.6	67.3	55.4	342.00	6.259
	421.3	183.2	411.3	176	75.3	57.2	71.3	60.8	336.00	5.908
	421.3	188.6	411.3	176	81.3	62.6	77.3	64.4	330.00	5.449
	431.3	192.2	421.3	177.8	87.3	66.2	87.3	68	334.00	4.940

Pd = Presión de descarga en psia

Pc = Presión de condensación en psia

Pe = Presión de evaporación en psia

Ps = Presión de succión en psia

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g

dPval = Caída de presión en la válvula de expansión en psia

td\* = Temperatura de descarga en °F

tc\* = Temperatura de condensación en °F

te\* = Temperatura de evaporación en °F

ts\* = Temperatura de succión en °F

Pd/Ps = Relación de compresión (adimensional)

Tabla F

## ACONDICIONAMIENTO DE DATOS EXPERIMENTALES (Continuación)

mr	Pd	td*	Pc	tc*	Pc	te*	Ps	ts*	dPval	Pd/Ps
60	271.3	143.6	266.3	78.8	13.3	-5.8	13.3	57.2	253.00	20.379
	321.3	158	311.3	98.6	25.3	10.4	23.3	60.8	286.00	13.783
	351.3	159.8	341.3	82.4	17.3	-2.2	17.3	57.2	324.00	20.292
	351.3	165.2	341.3	93.2	39.3	26.6	39.3	26.6	302.00	8.936
	351.3	167	341.3	147.2	47.3	37.4	47.3	39.2	294.00	7.425
	371.3	170.6	361.3	168.8	53.3	42.8	53.3	46.4	308.00	6.965
	401.3	176	391.3	174.2	59.3	48.2	59.3	50	332.00	6.766
	421.3	181.4	411.3	177.8	69.3	53.6	67.3	57.2	342.00	6.259
	421.3	185	411.3	179.6	71.3	55.4	69.3	59	340.00	6.078
	431.3	185	421.3	181.4	77.3	60.8	73.3	62.6	344.00	5.883
	436.3	190.4	426.3	181.4	83.3	64.4	79.3	68	343.00	5.501
	441.3	194	431.3	181.4	89.3	68	85.3	71.6	342.00	5.173
mr	Pd	td*	Pc	tc*	Pc	te*	Ps	ts*	dPval	Pd/Ps
70	421.3	174.2	411.3	60.313	35.3	21.2	35.3	23	376.00	11.931
	441.3	185	431.3	59.313	45.3	32	45.3	35.6	386.00	9.739
	436.3	185	426.3	76.313	53.3	39.2	53.3	44.6	373.00	8.184
	451.3	186.8	441.3	91.313	61.3	48.2	61.3	51.8	380.00	7.361
	466.3	190.4	456.3	95.313	69.3	53.6	67.3	57.2	387.00	6.928
	481.3	194	471.3	97.313	79.3	60.8	73.3	64.4	392.00	6.565
mr	Pd	td*	Pc	tc*	Pc	te*	Ps	ts*	dPval	Pd/Ps
80	421.3	176	411.3	55.313	45.3	32	45.3	33.8	366.00	9.298
	421.3	179.6	411.3	86.313	65.3	50	65.3	51.8	346.00	6.451
	461.3	186.8	451.3	92.313	71.3	53.6	69.3	55.4	380.00	6.655
	481.3	192.2	466.3	96.313	79.3	60.8	77.3	59	387.00	6.226
	491.3	194	481.3	97.313	89.3	68	85.3	68	392.00	5.759

Pd = Presión de descarga en psia

Pc = Presión de condensación en psia

Pc = Presión de evaporación en psia

Ps = Presión de succión en psia

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g

dPval = Caída de presión en la válvula de expansión en psia

td\* = Temperatura de descarga en °F

tc\* = Temperatura de condensación en °F

te\* = Temperatura de evaporación en °F

ts\* = Temperatura de succión en °F

Pd/Ps = Relación de compresión (adimensional)

**Tabla G**  
**TJR PROPORCIONADAS POR EL SISTEMA**

mr	Hd	Hs	He	mreq	mreq*	dHcomp	TJR
15	122.04	118.38	46.41	183.046	83.014	3.66	0.432
	123.85	117.8	50.66	196.214	88.986	6.05	0.244
	126.1	117.12	50.68	198.281	89.923	8.98	0.162
	128	116.35	49.26	196.360	89.052	11.65	0.126
	130.38	115.83	51.49	204.753	92.858	14.55	0.097
	131.3	115.32	50.69	203.834	92.442	15.98	0.089
	132.76	115.19	51.99	208.446	94.533	17.57	0.079
	133.73	115.09	50.18	202.955	92.043	18.64	0.076
	134.68	115.09	49.81	201.805	91.521	19.59	0.073
	135.14	115.3	50.05	201.897	91.563	19.84	0.072
	136.02	115.19	45.28	188.439	85.460	20.83	0.074
	136.95	115.08	47.08	193.732	87.860	21.87	0.068
	136.95	115.33	47.65	194.648	88.276	21.62	0.069
	20	116.44	115.33	47.58	194.447	88.185	1.11
	119.39	112.47	53.69	224.120	101.642	6.92	0.186
	122.48	111.83	51.99	220.150	99.841	10.65	0.123
	125.07	111.53	52.92	224.771	101.937	13.54	0.095
	127.43	110.89	55.15	236.344	107.185	16.54	0.074
	128.22	111.4	55.12	234.076	106.157	16.82	0.073
	129.78	111.66	53.18	225.270	102.163	18.12	0.071
	131.32	111.51	52.45	223.058	101.160	19.81	0.065
	132.33	112.55	53.51	223.133	101.194	19.78	0.066
	133.33	112.79	55	227.960	103.383	20.54	0.062
	134.34	113.42	54.96	225.347	102.198	20.92	0.061

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g

Hd = Entalpia de descarga en Btu/lb

Hs = Entalpia de succión en Btu/lb

He = Entalpia de evaporación en Btu/lb

mreq = masa de refrigerante a evaporar para obtener 1TJR en lb/h

mreq\* = masa de refrigerante a evaporar para obtener 1TJR en kg/h

dHcomp = Cambio de Entalpia por compresión en Btu/lb

TJR = Tonelada Japonesa de Refrigeración (1TJR = 3320 kcal/hr = 13173.8 Btu/h)



Tabla G							
TJR PROPORCIONADAS POR EL SISTEMA (Continuación)							
mr	Hd	Hs	He	mreq	mreq*	dlcomp	TJR
30	116.35	106.73	26.14	163.467	74.135	9.62	0.184
	118.42	104.36	54.14	262.322	118.967	14.06	0.078
	118.83	106.96	61.69	291.005	131.975	11.87	0.084
	120.45	107.83	60.3	277.168	125.700	12.62	0.083
	121.48	108.47	63.27	291.456	132.179	13.01	0.076
	125.12	108.93	62.44	283.368	128.512	16.19	0.063
	125.6	109.52	62.48	280.055	127.009	16.08	0.064
	126.76	110.25	62.47	275.718	125.042	16.51	0.064
	127.91	110.96	61.37	265.654	120.478	16.95	0.064
	129.62	111.94	62.76	267.869	121.483	17.68	0.061
	130.75	112.44	61.48	258.513	117.239	18.31	0.061
mr	Hd	Hs	He	mreq	mreq*	dlcomp	TJR
40	121.68	105.36	46.66	224.426	101.780	16.32	0.079
	119.87	106.82	61.99	293.861	133.270	13.05	0.075
	119.14	108.7	67.03	316.146	143.377	10.44	0.088
	119.43	109.12	70.4	340.232	154.300	10.31	0.082
	121.18	110.7	69.51	319.830	145.048	10.48	0.086
	122.98	111.25	69.98	319.210	144.766	11.73	0.077
	124.52	111.78	70.4	318.362	144.382	12.74	0.071
	125.3	112.15	70.44	315.843	143.239	13.15	0.070
	125.92	112.62	69.74	307.225	139.331	13.3	0.071
	127.34	113.05	69.8	304.597	138.139	14.29	0.066
	mr	Hd	Hs	He	mreq	mreq*	dlcomp
50	118.61	105.87	46.13	220.519	100.009	12.74	0.103
	119.17	106.82	52.48	242.433	109.947	12.35	0.097
	119.85	108.86	64.1	294.321	133.479	10.99	0.089
	120.11	109.41	70	334.276	151.599	10.7	0.081
	120.47	110.2	71.58	341.113	154.700	10.27	0.083
	119.2	110.28	71.51	339.794	154.101	8.92	0.095
	118.66	110.82	74.05	358.276	162.483	7.84	0.103
	119.54	111.78	74.88	357.014	161.911	7.76	0.104
	122.19	112.15	75.21	356.627	161.736	10.04	0.081
	122.86	112.08	74.47	350.274	158.854	10.78	0.077

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g  
 Hd = Entalpía de descarga en Btu/lb  
 Hs = Entalpía de succión en Btu/lb  
 He = Entalpía de evaporación en Btu/lb  
 mreq = masa de refrigerante a evaporar para obtener 1TJR en lb/h  
 mreq\* = masa de refrigerante a evaporar para obtener 1TJR en kg/h  
 dlcomp = Cambio de Entalpía por compresión en Btu/lb  
 TJR = Tonelada Japonesa de Refrigeración (1TJR = 3320 kcal/hr = 13173.8 Btu/h)

Tabla G

**TJR PROPORCIONADAS POR EL SISTEMA (Continuación)**

mr	Hd	Hs	He	mreq	mreq*	dHcomp	TJR
60	118.83	115.01	37.95	170.955	77.531	3.82	0.443
	119.85	115.07	59.64	237.666	107.785	4.78	0.255
	117.15	114.74	39.76	175.698	79.681	2.41	0.683
	119.36	106.82	42.1	203.551	92.313	12.54	0.113
	120.09	108.88	61.95	280.712	127.307	11.21	0.092
	119.49	109.93	71.67	344.323	156.156	9.56	0.088
	120.47	110.25	72.81	351.864	159.576	10.22	0.080
	118.66	111.25	74.87	362.117	164.225	7.41	0.108
	120.42	111.52	75.25	363.215	164.723	8.9	0.089
	119.24	112.03	76.46	370.363	167.965	7.21	0.108
	121.44	112.81	76.39	361.719	164.045	8.63	0.093
	122.77	113.24	76.39	357.498	162.131	9.53	0.085
mr	Hd	Hs	He	mreq	mreq*	dHcomp	TJR
70	116.62	106.46	39.75	197.479	89.559	10.16	0.144
	118.05	108.24	30.75	170.006	77.100	9.81	0.173
	118.64	109.52	45.61	206.130	93.483	9.12	0.154
	117.85	110.47	48.9	213.965	97.036	7.38	0.183
	118.2	111.25	51.24	219.527	99.559	6.95	0.190
119.9	112.44	50.05	211.152	95.761	7.46	0.184	
mr	Hd	Hs	He	mreq	mreq*	dHcomp	TJR
80	117.04	107.86	31.61	172.771	78.354	9.18	0.182
	117.88	110.1	32.11	168.917	76.606	7.78	0.220
	121.3	110.67	41.46	190.345	86.324	10.63	0.143
	114.65	110.93	48.45	210.848	95.623	3.72	0.369
	114.3	112.21	52.06	219.016	99.327	2.09	0.632

mr = Masa de refrigerante cargada en el sistema en g

Hd = Entalpía de descarga en Btu/lb

Hs = Entalpía de succión en Btu/lb

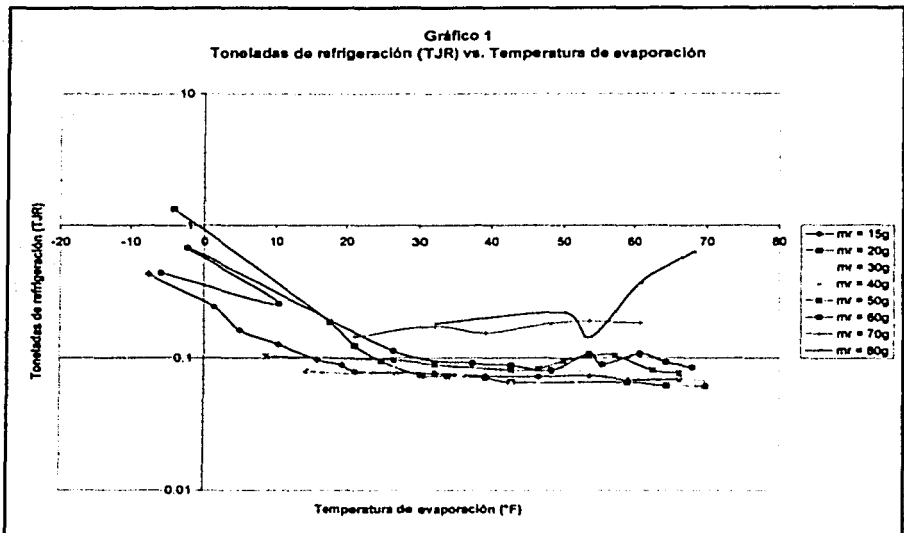
He = Entalpía de evaporación en Btu/lb

mreq = masa de refrigerante a evaporar para obtener 1TJR en lb/h

mreq\* = masa de refrigerante a evaporar para obtener 1TJR en kg/h

dHcomp = Cambio de Entalpía por compresión en Btu/lb

TJR = Tonelada Japonesa de Refrigeración (1TJR = 3320 kcal/hr = 13173.8 Btu/h)



**Gráfico 1. Toneladas de refrigeración (TJR) vs. Temperatura de evaporación.** Se presentan series a masa constante, estas series presentan una tendencia a estabilizarse en el intervalo de 0.066-0.1TJR, con excepción de las series de mayor masa.

Gráfico 2  
Relación de compresión (Pd/Ps) vs. Temperatura de evaporación

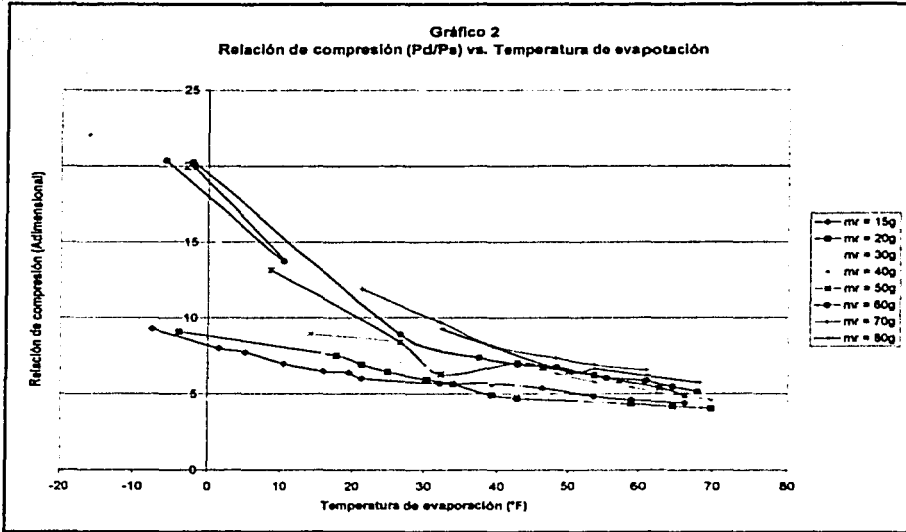
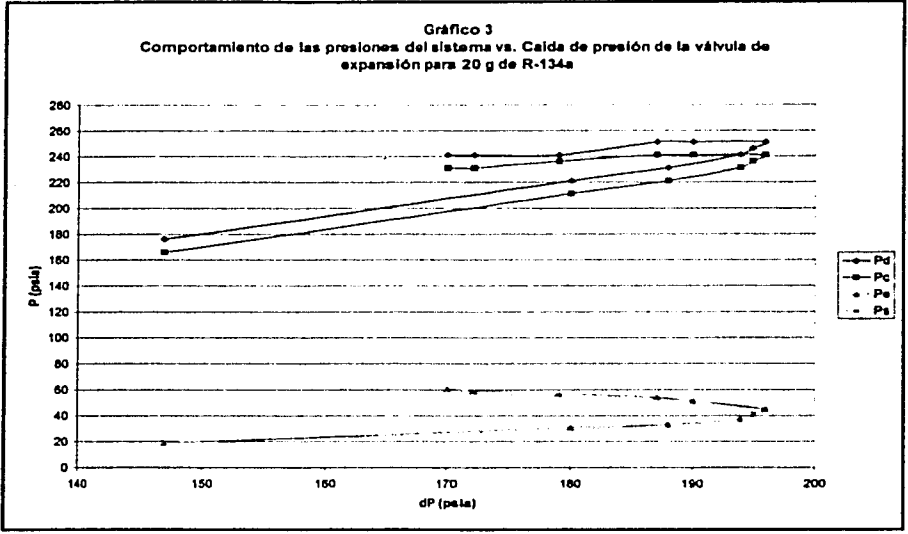


Gráfico 2 Relación de compresión (Pd/Ps) vs. Temperatura de evaporación. La relación de compresión tiende a disminuir cuando la temperatura de evaporación aumenta a masa de refrigerante constante, por otra parte, tiende a ser mayor al aumentar la masa de refrigerante en el sistema para una temperatura de evaporación constante.



**Gráfico 3. Comportamiento de las presiones del sistema vs. Caída de Presión de la válvula de expansión para 20g de R-134a. Para una misma caída de presión en la válvula de expansión existen dos condiciones de operación diferentes.**

Gráfico 4  
Comportamiento de las temperaturas del sistema vs. Caída de presión de la válvula de expansión para 20 g de R-134a

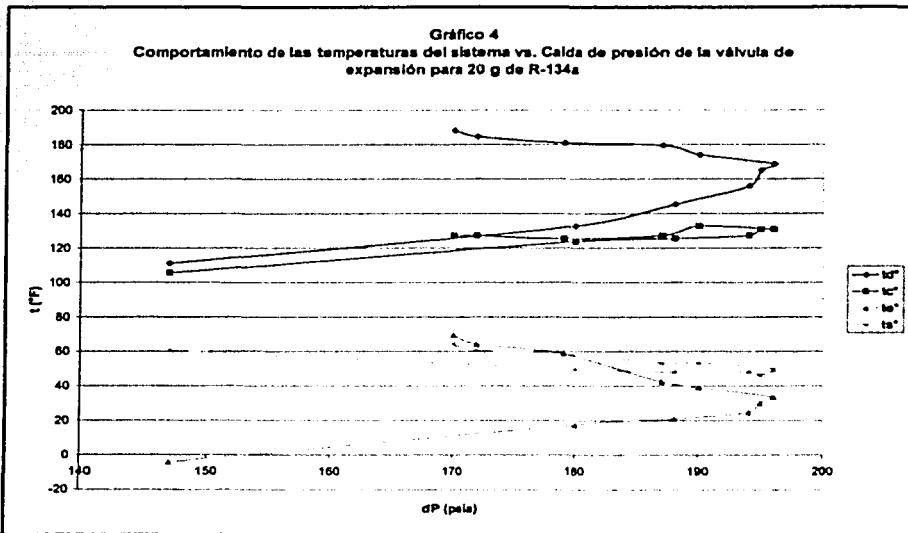


Gráfico 4. Comportamiento de las temperaturas del sistema vs. Caída de Presión de la válvula de expansión para 20g de R-134a. Se representan las temperaturas de las dos condiciones de operación existentes a dP constante.

Gráfico 5  
 Presión vs. Temperatura de evaporación para 20 g de R-134a

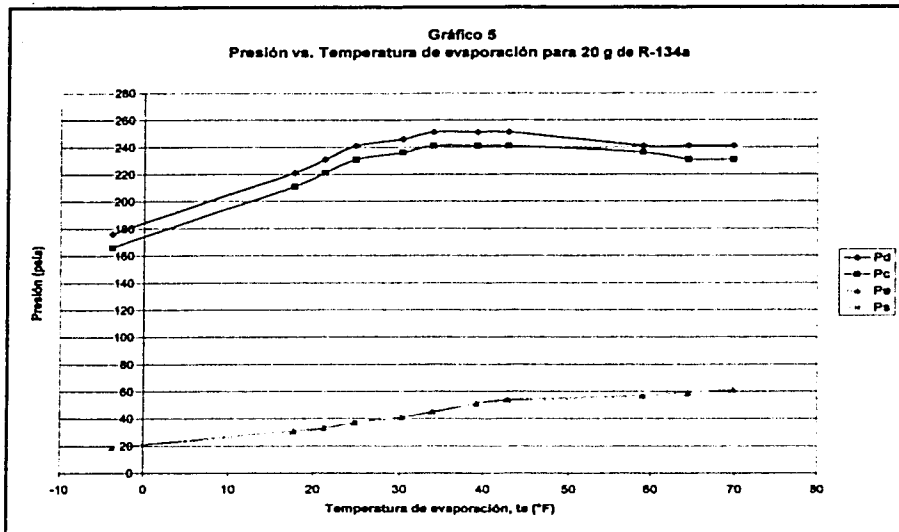


Gráfico 5. Presión vs. Temperatura de evaporación para 20g de R-134a. Aunque la temperatura de evaporación presenta un aumento a medida que las presiones del sistema aumentan, se presenta una zona donde las presiones prácticamente permanecen constantes. La caída de presión en el condensador presenta un valor promedio de 10 psi, mientras que en el evaporador es prácticamente nula.

Gráfico 6  
 Temperaturas del sistema vs. Temperatura de evaporación para 20 g de R-134a

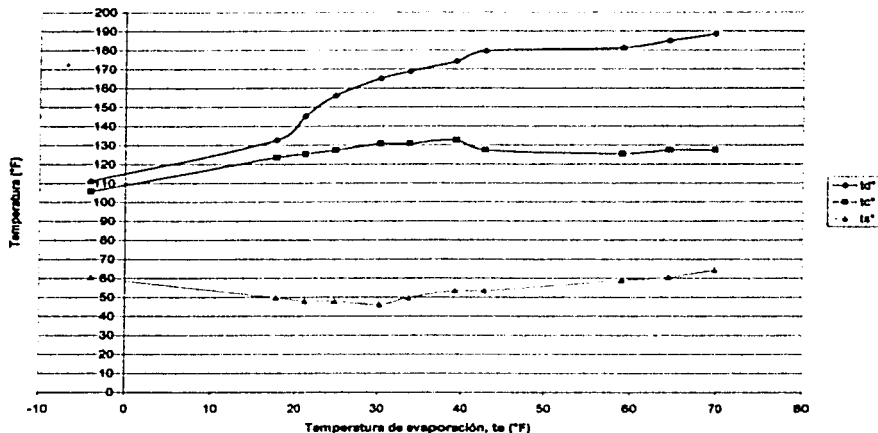


Gráfico 6. Temperaturas del sistema vs. Temperatura de evaporación para 20g de R-134a. El comportamiento de las temperaturas presenta zonas de estabilidad las cuales no son necesariamente donde se obtiene el mayor valor de TJR.



Gráfico 7  
Condición de Retorno de Líquido al Compresor para 20g de R-134a

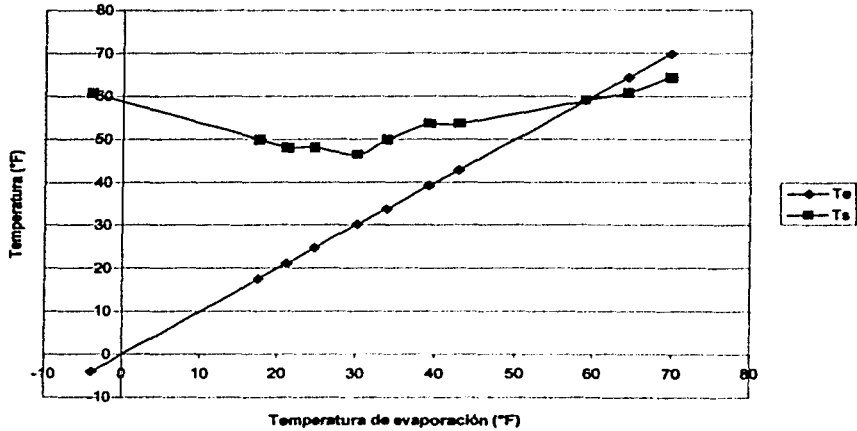


Gráfico 7. Condición de retorno de Líquido al Compresor para 20g de R-134a. La intersección de las líneas indica a partir de que condiciones de operación el evaporador es insuficiente para el sistema, y por otra parte, el hielo presente en el evaporador presenta un comportamiento significativo como aislante.

---

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de herramientas de capacitación enfocadas hacia las diversas áreas de la ingeniería presentan una dificultad de considerable importancia en la búsqueda y selección de los materiales que permitan la apreciación del fenómeno de un modo seguro, el presente caso no resulta una excepción, debido a la necesidad de mostrar visualmente el fenómeno de cambio de fase propio de la condensación y la evaporación, y la existencia de presiones elevadas en el sistema. Cuando este problema ha sido superado, las etapas de construcción y caracterización son relativamente rápidas.

En el sistema que se presenta, las cuatro operaciones unitarias que componen el ciclo de refrigeración (compresión, condensación, expansión y evaporación) se manifiestan, tanto en los instrumentos de medición, como de forma física ya que se pueden detectar las zonas frías y calientes del sistema por inspección visual y/o al tacto. Estas manifestaciones obligan a quien está operando el equipo, al empleo del equipo de protección necesario durante las diversas etapas de operación del sistema, sobre todo en las que implican un riesgo mayor como es el caso de la carga de refrigerante al sistema y el cambio de las condiciones de operación del sistema cuando éste está en funcionamiento.

Considerando todo lo anterior se puede concluir que:

- La caída de presión en la válvula de expansión no es una variable que permita un análisis claro del comportamiento sistema ya que está en función de la presión de condensación y la presión de evaporación.
- Por su parte la temperatura de evaporación permite realizar un análisis más claro del comportamiento del sistema, ya que se puede considerar una variable de control.
- La relación de compresión que presenta un sistema de refrigeración depende de las condiciones de operación del sistema.
- La capacidad de refrigeración del sistema está en función de la temperatura de evaporación.
- Para evitar la condición de retorno de líquido al compresor se debe cumplir que la temperatura más baja del sistema sea la temperatura de evaporación.
- Las variables mecánicas propias del compresor pueden afectar la estabilidad del sistema.

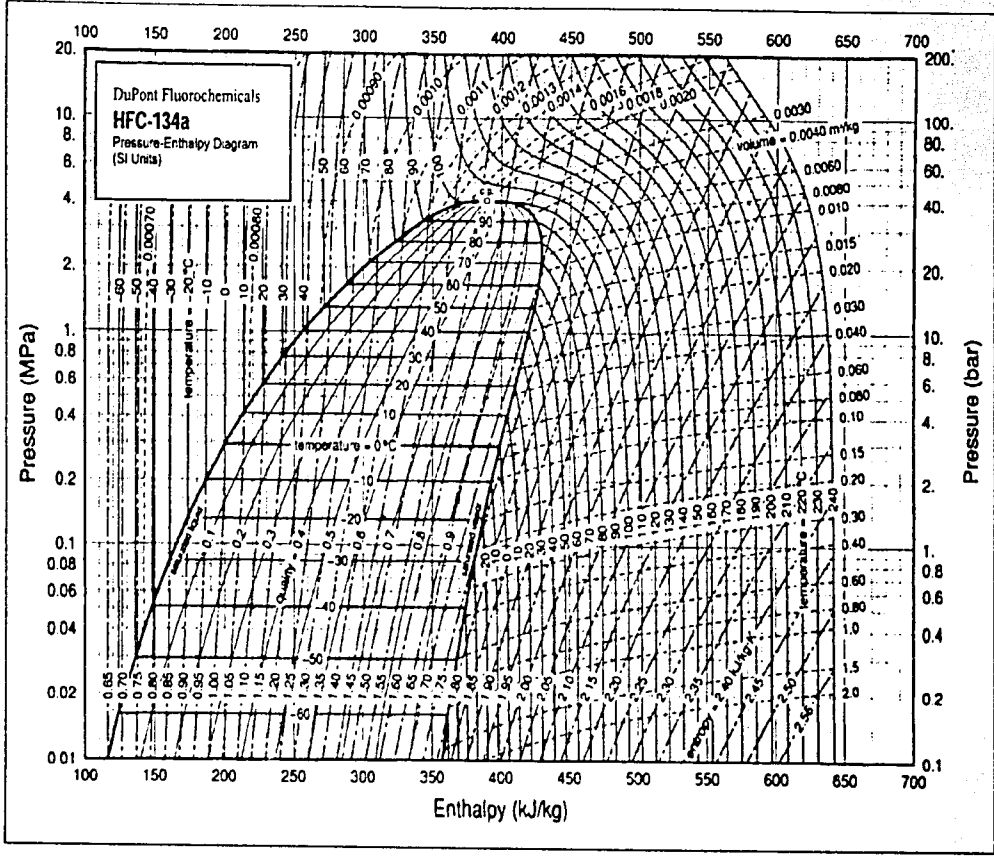
Por otra parte para continuar con el desarrollo del prototipo presentado así como para explorar más a fondo sus capacidades, se recomienda:

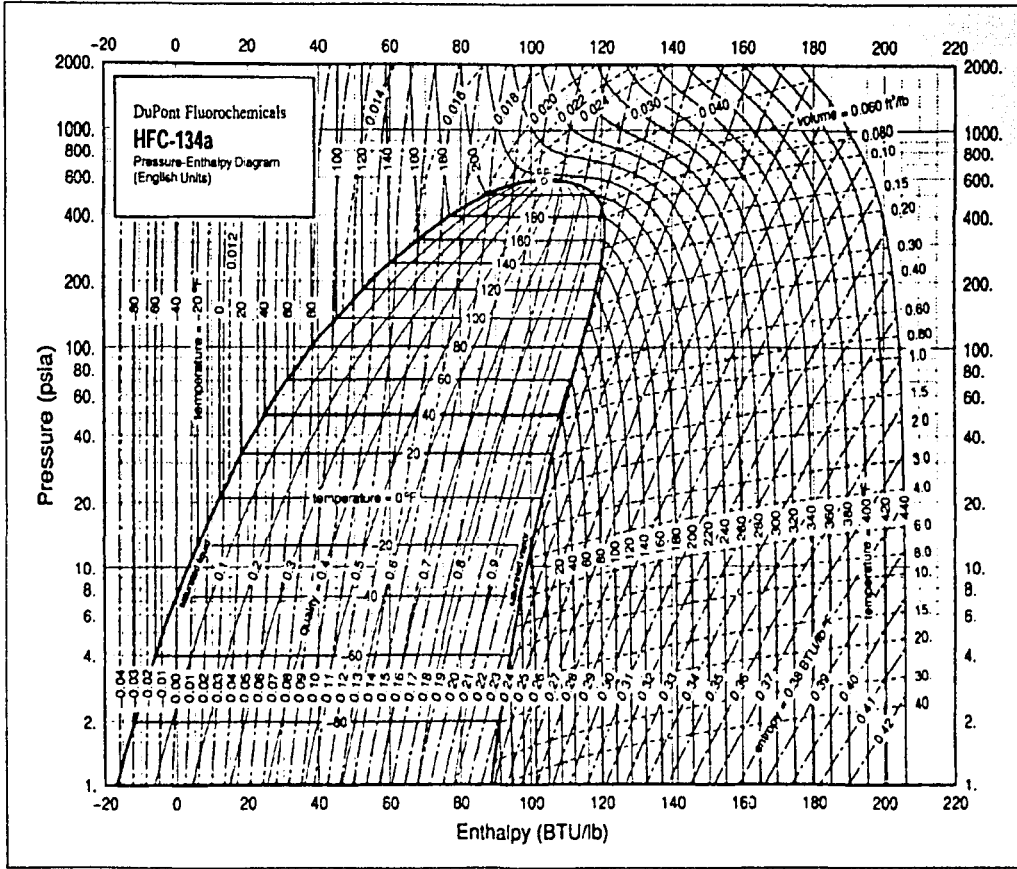
- Obtener datos experimentales con diversos refrigerantes (pe. R-22, R-502).
- Proponer un sistema en cascada con el fin de obtener temperaturas inferiores a las que se obtienen con el sistema de refrigeración simple.
- Realizar la caracterización de los coeficientes de conductividad térmica de los materiales empleados, a fin de poder realizar un análisis desde el punto de vista de la transferencia de calor.
- Construir sistemas didácticos para una mayor capacidad de refrigeración
- Desarrollar el sistema de control.
- Desarrollar una interface didáctica que permita modificar las condiciones de operación del sistema.
- Desarrollar los cursos de capacitación en materia de refrigeración.

---

## BIBLIOGRAFIA

- I. The new Encyclopædia Britannica  
Encyclopædia Britannica Inc. 1990
- II. MYCOM Refrigeración. Principios, Diseño y Aplicaciones  
Mayekawa de México, S.A. de C.V.
- III. Elonka S. & Minich Q.  
Refrigeración y Acondicionamiento de Aire: Preguntas y Respuestas  
McGraw-Hill, 1985
- IV. Automotive Air Conditioning  
Mitchell International, 1994
- V. Dupont HFC-134a Properties, Uses, Storage and Handling  
Dupont Technical Information, USA
- VI. Thermodynamic Properties of HFC-134a (T134a-ENG)  
Dupont Technical Information, USA
- VII. Thermodynamic Properties of HFC-134a (T134a-SI)  
Dupont Technical Information, USA
- VIII. マエカワ 熱量 計算 マニュアル  
(MAEKAWA. Manual de cálculo de cantidad de calor)





Anexo IIA

HFC-134A Propiedades de Saturación

TEMP °C	PRESION kPa (abs)	VOLUMEN m <sup>3</sup> /kg		DENSIDAD kg/m <sup>3</sup>		ENTALPIA kJ/kg			ENTROPIA kJ/(kg·K)		TEMP °C
		LIQUIDO V <sub>f</sub>	VAPOR V <sub>g</sub>	LIQUIDO 1/V <sub>f</sub>	VAPOR 1/V <sub>g</sub>	LIQUIDO hg	LATENTE hfg	VAPOR hg	LIQUIDO Sf	VAPOR Sg	
-100	0.37	0.0006	25.0000	1580.5	0.040	77.3	259.9	337.2	0.4448	1.9458	-100
-95	0.95	0.0006	15.3846	1566.8	0.065	83.0	255.1	340.1	0.4776	1.9208	-95
-90	1.53	0.0006	9.7087	1553.1	0.103	88.8	254.3	343.1	0.5095	1.8980	-90
-85	2.41	0.0006	6.3291	1539.4	0.158	94.6	251.6	346.2	0.5406	1.8778	-85
-80	3.68	0.0007	4.2553	1525.7	0.235	100.4	248.8	349.2	0.5710	1.8591	-80
-75	5.48	0.0007	2.9126	1512.0	0.341	106.2	246.1	352.3	0.6009	1.8429	-75
-70	7.98	0.0007	2.0576	1498.3	0.486	112.1	243.3	355.4	0.6302	1.8278	-70
-65	11.37	0.0007	1.4771	1484.5	0.677	118.0	240.5	358.5	0.6590	1.8144	-65
-60	15.89	0.0007	1.0799	1470.7	0.926	124.0	237.7	361.7	0.6873	1.8025	-60
-55	21.80	0.0007	0.8032	1456.9	1.245	130.0	234.8	364.8	0.7152	1.7915	-55
-50	29.41	0.0007	0.6068	1442.9	1.648	136.1	231.9	368.0	0.7428	1.7820	-50
-45	39.06	0.0007	0.4653	1428.8	2.149	142.2	228.9	371.1	0.7699	1.7732	-45
-40	51.14	0.0007	0.3614	1414.6	2.767	148.4	225.9	374.3	0.7967	1.7656	-40
-35	66.07	0.0007	0.2843	1400.2	3.517	154.6	222.8	377.4	0.8231	1.7586	-35
-30	84.29	0.0007	0.2260	1385.7	4.425	160.9	219.6	380.5	0.8492	1.7523	-30
-25	106.32	0.0007	0.1817	1371.0	5.404	167.3	216.4	383.7	0.8750	1.7471	-25
-20	132.67	0.0007	0.1474	1356.0	6.784	173.7	213.1	386.8	0.9005	1.7423	-20
-15	163.90	0.0007	0.1207	1340.8	8.285	180.2	209.7	389.9	0.9257	1.7380	-15
-10	200.60	0.0008	0.0996	1325.3	10.040	186.7	206.2	392.9	0.9507	1.7341	-10
-5	243.39	0.0008	0.0828	1309.4	12.077	193.3	202.5	395.8	0.9755	1.7307	-5
0	292.93	0.0008	0.0693	1293.1	14.430	200.0	198.8	398.8	1.0000	1.7278	0
5	349.87	0.0008	0.0583	1276.7	17.153	206.8	194.9	401.7	1.0244	1.7251	5
10	414.92	0.0008	0.0494	1259.8	20.243	213.6	190.9	404.5	1.0485	1.7227	10
15	488.78	0.0008	0.0421	1242.3	23.753	220.5	186.8	407.3	1.0726	1.7209	15
20	572.25	0.0008	0.0360	1224.4	27.778	227.5	182.5	410.0	1.0964	1.7189	20
25	666.06	0.0008	0.0309	1205.9	32.362	234.6	178.1	412.6	1.1202	1.7172	25
30	770.02	0.0008	0.0266	1186.7	37.594	241.8	173.3	415.1	1.1439	1.7156	30
35	887.91	0.0009	0.0230	1166.8	43.478	249.2	168.3	417.5	1.1676	1.7138	35
40	1017.61	0.0009	0.0200	1146.1	50.000	256.6	163.2	419.8	1.1912	1.7124	40
45	1161.06	0.0009	0.0174	1124.5	57.471	264.2	157.7	421.9	1.2146	1.7103	45
50	1319.00	0.0009	0.0151	1101.8	66.225	271.9	151.9	423.8	1.2384	1.7085	50
55	1492.59	0.0009	0.0132	1077.9	75.758	279.8	145.8	425.6	1.2622	1.7065	55
60	1682.76	0.0010	0.0115	1052.5	86.957	287.9	139.2	427.1	1.2861	1.7049	60
65	1890.54	0.0010	0.0100	1025.3	100.000	294.2	132.1	428.3	1.3102	1.7039	65
70	2117.34	0.0010	0.0087	995.9	114.943	304.8	124.4	429.2	1.3347	1.6972	70
75	2364.31	0.0010	0.0075	963.7	133.333	313.7	115.8	429.5	1.3597	1.6923	75
80	2632.97	0.0011	0.0065	927.8	153.846	322.9	106.3	429.2	1.3854	1.6864	80
85	2925.11	0.0011	0.0055	886.7	181.818	332.8	95.3	428.1	1.4121	1.6782	85
90	3242.87	0.0012	0.0046	837.3	217.391	343.4	82.1	425.5	1.4406	1.6667	90
95	3580.44	0.0013	0.0037	772.3	270.270	355.6	64.9	420.5	1.4727	1.6490	95
100	3969.94	0.0015	0.0027	651.4	370.370	373.2	33.8	407.0	1.5187	1.6093	100

HFC-134a Vapor sobrecalentado													
V = Volumen en m <sup>3</sup> /kg		H = Entalpia en kJ/kg					vs = Velocidad del sonido en m/s						
Cp = Color especifico a presion constante en kJ/(kg)(°C)		S = Entropia en kJ/(kg)(°C)					Cp/Cv = Relacion de capacidades calorificas (Adimensional)						
TEMP °C	PRESION = 10.00 kPa (abs)					LIQ SAT VAP SAT	PRESION = 20.00 kPa (abs)					TEMP °C	
	V	H	S	Cp	Cp/Cv		vs	V	H	S	Cp		Cp/Cv
-66.85	0.00067	115.8	0.8444	1.1863	1.5234	8317	0.00056	128.3	0.7075	1.2578	1.5677	-56.39	
-66.85	1.66687	357.4	1.8192	0.6625	1.1477	137.7	0.87032	363.9	1.7945	0.6568	1.1466	140.3	-56.39
-65	1.66097	356.6	1.8252	0.6727	1.1465	136.3	---	---	---	---	---	---	-65
-60	1.72414	362.0	1.8413	0.6818	1.1434	139.9	---	---	---	---	---	---	-60
-55	1.76878	365.4	1.8572	0.6908	1.1425	141.4	---	---	---	---	---	---	-55
-50	1.80832	368.9	1.8730	0.6998	1.1378	142.9	0.87542	365.4	1.7999	0.6590	1.1458	140.7	-50
-45	1.84843	372.4	1.8886	0.7087	1.1352	144.1	0.91912	372.0	1.8306	0.7154	1.1392	143.9	-45
-40	1.89036	376.0	1.9040	0.7178	1.1328	145.9	0.93985	375.6	1.8462	0.7238	1.1364	145.4	-40
-35	1.93250	379.6	1.9193	0.7269	1.1304	147.4	0.95621	379.2	1.8617	0.7323	1.1337	146.9	-35
-30	1.97239	383.3	1.9345	0.7360	1.1283	148.9	0.97122	382.9	1.8770	0.7409	1.1311	148.4	-30
-25	2.01207	387.0	1.9496	0.7451	1.1262	150.3	1.00301	386.6	1.8921	0.7495	1.1288	149.8	-25
-20	2.05339	390.7	1.9646	0.7541	1.1242	151.7	1.02354	390.4	1.9072	0.7482	1.1265	151.3	-20
-15	2.09544	394.5	1.9794	0.7632	1.1223	153.1	1.04493	394.2	1.9227	0.7669	1.1244	152.7	-15
-10	2.13675	398.3	1.9941	0.7722	1.1204	154.5	1.06496	398.1	1.9369	0.7756	1.1224	154.1	-10
-5	2.17895	402.2	2.0087	0.7813	1.1187	155.9	1.08578	402.0	1.9516	0.7843	1.1205	155.5	-5
0	2.21729	406.2	2.0233	0.7902	1.1170	157.2	1.10919	405.9	1.9661	0.7930	1.1186	156.9	0
5	2.26244	410.1	2.0377	0.7992	1.1154	158.6	1.12740	409.9	1.9808	0.8017	1.1169	158.3	5
10	2.30415	414.1	2.0520	0.8081	1.1139	159.9	1.14811	413.9	1.9950	0.8104	1.1152	159.6	10
15	2.34192	418.2	2.0662	0.8169	1.1124	161.2	1.16822	418.0	2.0092	0.8191	1.1136	161.0	15
20	2.38095	422.3	2.0803	0.8257	1.1109	162.6	1.18906	422.1	2.0234	0.8277	1.1121	162.3	20
25	2.42178	426.4	2.0944	0.8345	1.1094	163.9	1.21059	426.3	2.0375	0.8363	1.1106	163.6	25
30	2.46305	430.7	2.1083	0.8432	1.1082	165.1	1.23001	430.5	2.0514	0.8449	1.1092	164.9	30
35	2.50627	434.9	2.1222	0.8518	1.1089	166.4	1.25156	434.7	2.0653	0.8534	1.1078	166.2	35
40	2.54453	439.2	2.1360	0.8605	1.1094	167.7	1.27226	439.0	2.0791	0.8619	1.1065	167.5	40
45	2.58387	443.5	2.1497	0.8693	1.1104	168.9	1.29199	443.3	2.0929	0.8704	1.1052	168.8	45
50	2.63158	447.9	2.1633	0.8775	1.1133	170.2	1.31244	447.7	2.1065	0.8789	1.1040	170.0	50
55	2.67380	452.3	2.1768	0.8860	1.1121	171.4	1.33333	452.1	2.1200	0.8871	1.1029	171.2	55
60	2.71003	456.7	2.1903	0.8943	1.1110	172.7	1.35318	456.6	2.1335	0.8954	1.1017	172.5	60
65	2.75482	461.2	2.2037	0.9027	1.1100	173.9	1.37324	461.1	2.1469	0.9037	1.1006	173.7	65
70	2.79330	465.8	2.2170	0.9110	1.0989	175.1	1.39470	465.6	2.1603	0.9119	1.0995	174.9	70
75	2.83296	470.3	2.2302	0.9192	1.0979	176.3	1.41444	470.2	2.0735	0.9201	1.0984	176.1	75
80	2.87356	474.9	2.2434	0.9273	1.0962	177.5	1.43678	474.8	2.0867	0.9282	1.0974	177.3	80
85	2.91545	479.6	2.2565	0.9354	1.0942	178.7	1.45560	479.5	2.1008	0.9362	1.0965	178.5	85
-44.57	0.00070	142.8	0.7722	1.2311	1.5059	831.3	0.00071	152.2	0.8130	1.2478	1.5040	795.3	-36.91
-44.57	0.45496	371.4	1.7725	0.7301	1.1475	142.8	0.31114	376.2	1.7611	0.7533	1.1493	144.2	-36.91
-40	0.46490	374.8	1.7871	0.7364	1.1440	144.3	---	---	---	---	---	---	-40
-35	0.47574	378.5	1.8029	0.7437	1.1404	145.9	0.31397	377.7	1.7672	0.7555	1.1477	144.6	-35
-30	0.48662	382.2	1.8183	0.7511	1.1372	147.4	0.32134	381.5	1.7830	0.7618	1.1436	146.4	-30
-25	0.49727	386.0	1.8336	0.7587	1.1342	148.9	0.32873	385.3	1.7986	0.7683	1.1400	148.0	-25
-20	0.50787	389.8	1.8489	0.7665	1.1314	150.4	0.33591	389.2	1.8140	0.7752	1.1366	149.8	-20
-15	0.51867	393.6	1.8639	0.7745	1.1286	151.9	0.34317	393.0	1.8292	0.7823	1.1334	151.5	-15
-10	0.52910	397.5	1.8789	0.7825	1.1264	153.4	0.35039	397.0	1.8443	0.7896	1.1309	153.2	-10
-5	0.53987	401.5	1.8937	0.7906	1.1241	154.8	0.35763	400.9	1.8592	0.7971	1.1279	154.1	-5
0	0.55036	405.4	1.9083	0.7988	1.1219	156.2	0.36470	404.9	1.8740	0.8047	1.1254	155.6	0
5	0.56085	409.4	1.9229	0.8070	1.1199	157.7	0.37189	409.0	1.8887	0.8124	1.1230	157.0	5
10	0.57110	413.5	1.9374	0.8152	1.1180	159.0	0.37893	413.1	1.9032	0.8202	1.1208	158.4	10
15	0.58173	417.6	1.9517	0.8235	1.1161	160.4	0.38595	417.2	1.9176	0.8280	1.1186	159.8	15
20	0.59207	421.7	1.9659	0.8318	1.1144	161.8	0.39306	421.3	1.9319	0.8359	1.1168	161.2	20
25	0.60241	425.9	1.9801	0.8401	1.1128	163.1	0.40000	425.5	1.9461	0.8439	1.1150	162.6	25
30	0.61312	430.1	1.9941	0.8484	1.1112	164.4	0.40700	429.8	1.9602	0.8519	1.1132	163.9	30
35	0.62344	434.2	2.0081	0.8566	1.0997	165.7	0.41406	434.1	1.9742	0.8599	1.1116	165.3	35
40	0.63371	438.7	2.0219	0.8649	1.1082	167.0	0.42105	438.4	1.9881	0.8679	1.1100	166.6	40
45	0.64392	443.0	2.0357	0.8731	1.1068	168.3	0.42806	442.7	2.0020	0.8759	1.1085	167.9	45
50	0.65445	447.4	2.0494	0.8813	1.1055	169.6	0.43497	447.1	2.0157	0.8839	1.1070	169.2	50
55	0.66489	451.9	2.0630	0.8895	1.1042	170.9	0.44189	451.6	2.0293	0.8919	1.1056	170.5	55
60	0.67526	456.2	2.0765	0.8977	1.1030	172.1	0.44883	456.1	2.0429	0.8999	1.1043	171.8	60
65	0.68540	460.6	2.0899	0.9058	1.1018	173.4	0.45579	460.6	2.0563	0.9079	1.1030	173.0	65
70	0.69589	465.4	2.1033	0.9138	1.1006	174.6	0.46275	465.1	2.0697	0.9158	1.1018	174.3	70
75	0.70623	470.2	2.1165	0.9219	1.0995	175.8	0.46967	469.7	2.0830	0.9237	1.1006	175.5	75
80	0.71633	474.6	2.1297	0.9299	1.0985	177.0	0.47642	474.4	2.0962	0.9316	1.0995	176.7	80
85	0.72674	479.3	2.1429	0.9378	1.0974	178.2	0.48356	479.1	2.1094	0.9394	1.0984	177.9	85
90	0.73682	484.0	2.1559	0.9457	1.0964	179.4	0.49070	483.8	2.1225	0.9472	1.0973	179.1	90
95	0.74738	488.7	2.1689	0.9535	1.0954	180.6	0.49772	488.6	2.1355	0.9550	1.0963	180.3	95
100	0.75758	493.5	2.1818	0.9613	1.0945	181.8	0.50403	493.3	2.1484	0.9627	1.0953	181.5	100
105	0.76805	498.3	2.1947	0.9691	1.0936	183.0	0.51099	498.2	2.1613	0.9703	1.0944	182.7	105
110	0.77821	503.2	2.2074	0.9768	1.0927	184.1	0.51817	503.0	2.1741	0.9780	1.0934	183.9	110
115	---	---	---	---	---	---	0.52466	508.2	2.1868	0.9853	1.0925	185.0	115

HFC-134a Vapor sobrecalentado (Continuación)

V = Volumen en m<sup>3</sup>/kg  
 H = Entalpía en kJ/kg

S = Entropía en kJ/(kg·K)  
 Cp/Cv = Relación de capacidades caloríficas (Adimensional)

vs = Velocidad del sonido en m/sec

TEMP °C	PRESIÓN = 80 00 kPa (abs)					LIQ SAT VAP SAT	PRESIÓN = 100 00 kPa (abs)					TEMP °C	
	V	H	S	Cp	vs		V	H	S	Cp/Cv	vs		
-31.09	0.00072	165.5	0.8435	1.2600	1.5336	768.3	0.00373	165.9	0.8661	1.2715	1.5046	746.2	-26.34
-31.09	0.23747	379.9	1.7536	0.7718	1.1515	145.0	0.19246	362.8	1.7484	0.7676	1.1539	145.7	-26.34
-30	0.23872	380.7	1.7572	0.7729	1.1505	145.4	---	---	---	---	---	---	-30
-25	0.24438	384.6	1.7730	0.7783	1.1460	147.1	0.19372	383.9	1.7537	0.7688	1.1525	146.1	-25
-20	0.24994	388.5	1.7886	0.7842	1.1420	148.7	0.19529	387.9	1.7665	0.7935	1.1477	147.8	-20
-15	0.25549	392.4	1.8040	0.7904	1.1383	150.3	0.20284	391.8	1.7840	0.7968	1.1434	149.5	-15
-10	0.26103	396.4	1.8192	0.7969	1.1349	151.9	0.20734	395.8	1.7994	0.8045	1.1395	151.1	-10
0	0.26645	400.4	1.8343	0.8037	1.1316	153.4	0.21182	399.9	1.8146	0.8106	1.1358	152.7	0
5	0.27196	404.5	1.8492	0.8107	1.1280	154.9	0.21626	404.0	1.8297	0.8169	1.1327	154.2	5
10	0.27732	408.5	1.8640	0.8179	1.1243	156.4	0.22065	408.1	1.8445	0.8235	1.1296	155.7	10
15	0.28273	412.6	1.8786	0.8252	1.1208	157.8	0.22502	412.2	1.8593	0.8304	1.1265	157.2	15
20	0.28810	416.6	1.8931	0.8329	1.1175	159.3	0.22941	416.4	1.8739	0.8373	1.1233	158.7	20
25	0.29343	421.0	1.9079	0.8402	1.1143	160.7	0.23370	420.6	1.8883	0.8445	1.1201	160.1	25
30	0.30404	429.4	1.9359	0.8555	1.1153	163.5	0.23804	424.8	1.9027	0.8517	1.1169	161.6	30
35	0.30941	433.7	1.9500	0.8622	1.1125	164.8	0.24231	429.1	1.9169	0.8589	1.1137	163.0	35
40	0.31466	438.1	1.9640	0.8709	1.1118	166.2	0.24661	433.4	1.9310	0.8665	1.1105	164.3	40
45	0.32000	442.4	1.9778	0.8787	1.1101	167.5	0.25098	437.7	1.9450	0.8741	1.1073	165.7	45
50	0.32520	446.9	1.9916	0.8865	1.1085	168.8	0.25542	442.0	1.9592	0.8817	1.1041	167.1	50
55	0.33047	451.3	2.0053	0.8944	1.1071	170.1	0.25984	446.6	1.9737	0.8892	1.1010	168.5	55
60	0.33566	455.8	2.0188	0.9022	1.1056	171.4	0.26426	451.0	1.9884	0.8968	1.0978	169.9	60
65	0.34095	460.3	2.0323	0.9100	1.1043	172.7	0.26870	455.5	2.0001	0.9045	1.1070	171.0	65
70	0.34614	464.9	2.0457	0.9178	1.1030	173.9	0.27323	460.1	2.0126	0.9121	1.1055	172.3	70
75	0.35137	469.5	2.0591	0.9255	1.1017	175.2	0.27784	464.7	2.0270	0.9198	1.1042	173.6	75
80	0.35656	474.2	2.0723	0.9333	1.1005	176.4	0.28246	469.2	2.0437	0.9270	1.1028	174.9	80
85	0.36179	478.6	2.0855	0.9410	1.0994	177.6	0.28885	478.6	2.0669	0.9427	1.1004	177.4	85
90	0.36697	483.6	2.0986	0.9487	1.0982	178.9	0.29300	483.4	2.0800	0.9503	1.0992	178.6	90
95	0.37216	488.3	2.1118	0.9564	1.0972	180.2	0.29717	488.1	2.0932	0.9578	1.0981	179.8	95
100	0.37736	493.1	2.1246	0.9640	1.0961	181.3	0.30139	492.9	2.1060	0.9654	1.0970	181.0	100
105	0.38256	498.0	2.1375	0.9716	1.0951	182.5	0.30553	497.8	2.1189	0.9729	1.0959	182.2	105
110	0.38775	502.8	2.1503	0.9792	1.0942	183.8	0.30969	502.7	2.1318	0.9804	1.0949	183.4	110
115	0.39293	507.8	2.1630	0.9867	1.0933	184.8	0.31377	507.6	2.1445	0.9878	1.0940	184.6	115
120	0.39809	512.7	2.1757	0.9941	1.0923	186.0	0.31797	512.5	2.1572	0.9952	1.0930	185.8	120
125	---	---	---	---	---	---	0.32218	517.5	2.1698	1.0026	1.0921	186.9	125

TEMP °C	PRESIÓN = 101.325 kPa (abs)					LIQ SAT VAP SAT	PRESIÓN = 200 00 kPa (abs)					TEMP °C	
	V	H	S	Cp	vs		V	H	S	Cp/Cv	vs		
-26.06	0.00073	165.9	0.8908	1.2722	1.5046	744.9	0.00075	186.0	0.9503	1.3124	1.5125	671.3	-10.06
-26.06	0.19011	383.0	1.7481	0.7886	1.1540	145.7	0.09985	392.8	1.7342	0.8468	1.1661	146.9	-10.06
-25	0.19106	383.9	1.7515	0.7895	1.1530	146.1	---	---	---	---	---	---	-25
-20	0.19562	387.8	1.7873	0.7942	1.1481	147.7	---	---	---	---	---	---	-20
-15	0.20012	391.8	1.7829	0.7994	1.1438	149.4	---	---	---	---	---	---	-15
-10	0.20454	395.8	1.7982	0.8050	1.1390	151.0	0.09989	392.9	1.7344	0.8468	1.1660	146.9	-10
0	0.20894	399.9	1.8135	0.8110	1.1362	152.6	0.10235	397.1	1.7504	0.8485	1.1595	148.9	0
5	0.21336	403.9	1.8285	0.8173	1.1329	154.2	0.10478	401.4	1.7661	0.8510	1.1537	150.0	5
10	0.21780	408.0	1.8434	0.8239	1.1299	155.7	0.10717	405.6	1.7815	0.8543	1.1485	152.3	10
15	0.22220	412.2	1.8581	0.8307	1.1271	157.2	0.10953	409.9	1.7968	0.8583	1.1438	154.0	15
20	0.22630	416.3	1.8727	0.8377	1.1244	158.6	0.11186	414.2	1.8118	0.8627	1.1398	155.7	20
25	0.23057	420.5	1.8872	0.8448	1.1220	160.1	0.11417	418.5	1.8267	0.8676	1.1358	157.3	25
30	0.23485	424.8	1.9015	0.8520	1.1197	161.5	0.11647	422.9	1.8414	0.8729	1.1323	158.9	30
35	0.23906	429.1	1.9158	0.8594	1.1176	162.9	0.11874	427.3	1.8560	0.8784	1.1291	160.4	35
40	0.24331	433.4	1.9299	0.8668	1.1156	164.3	0.12099	431.7	1.8704	0.8843	1.1261	162.0	40
45	0.24759	437.7	1.9439	0.8743	1.1137	165.7	0.12324	436.1	1.8847	0.8904	1.1234	163.4	45
50	0.25178	442.1	1.9578	0.8818	1.1119	167.0	0.12547	440.6	1.8989	0.8967	1.1208	164.9	50
55	0.25595	446.5	1.9716	0.8894	1.1102	168.4	0.12767	445.1	1.9128	0.9031	1.1185	166.3	55
60	0.26015	451.0	1.9853	0.8970	1.1086	169.7	0.12989	449.5	1.9268	0.9097	1.1163	167.8	60
65	0.26427	455.9	2.0009	0.9046	1.1071	171.1	0.13207	454.0	1.9408	0.9164	1.1142	169.2	65
70	0.26846	460.1	2.0125	0.9123	1.1056	172.3	0.13425	458.6	1.9543	0.9232	1.1122	170.5	70
75	0.27263	464.6	2.0259	0.9199	1.1042	173.6	0.13643	463.4	1.9679	0.9301	1.1104	171.9	75
80	0.27678	469.3	2.0393	0.9275	1.1029	174.8	0.13860	468.1	1.9814	0.9370	1.1087	173.2	80
85	0.28090	473.9	2.0526	0.9352	1.1016	176.1	0.14075	472.8	1.9948	0.9440	1.1070	174.6	85
90	0.28508	478.6	2.0658	0.9428	1.1004	177.3	0.14290	477.5	2.0082	0.9511	1.1055	175.9	90
95	0.28918	483.3	2.0789	0.9504	1.0992	178.6	0.14505	482.3	2.0214	0.9581	1.1040	177.2	95
100	0.29326	488.1	2.0919	0.9579	1.0981	179.8	0.14719	487.1	2.0345	0.9652	1.1026	178.4	100
105	0.29725	492.9	2.1049	0.9654	1.0970	181.0	0.14932	491.9	2.0476	0.9722	1.1013	179.7	105
110	0.30157	497.8	2.1178	0.9730	1.0960	182.2	0.15145	496.8	2.0606	0.9794	1.1000	181.0	110
115	0.30562	502.6	2.1306	0.9804	1.0950	183.4	0.15359	501.7	2.0735	0.9865	1.0988	182.2	115
120	0.30969	507.6	2.1434	0.9878	1.0940	184.6	0.15571	506.7	2.0864	0.9936	1.0976	183.4	120
125	0.31377	512.5	2.1561	0.9953	1.0931	185.7	0.15783	511.7	2.0991	1.0007	1.0965	184.7	125
130	---	---	---	---	---	---	0.15995	516.7	2.1117	1.0078	1.0954	185.9	130
135	---	---	---	---	---	---	0.16207	521.8	2.1244	1.0148	1.0944	187.1	135
140	---	---	---	---	---	---	0.16418	526.8	2.1370	1.0218	1.0934	188.2	140
---	---	---	---	---	---	---	0.16628	532.0	2.1495	1.0288	1.0924	189.4	---



**HFC-134a Vapor sobrecalentado (Continuación)**

V = Volumen en m<sup>3</sup>/kg      H = Entalpía en kJ/kg      vs = Velocidad del sonido en m/sec  
 Cp = Calor específico a presión constante en kJ/kg(°C)      S = Entropía en kJ/kgK      C<sub>p</sub>C<sub>v</sub> = Relación de capacidades caloríficas (Adimensional)

TEMP °C	PRESION = 4000 kPa (abs)					LÍQ SAT VAP SAT	PRESION = 600 00 kPa (abs)					TEMP °C	
	V	H	S	Cp	C <sub>p</sub> C <sub>v</sub>		vs	V	H	S	Cp		C <sub>p</sub> C <sub>v</sub>
8.91	0.00079	212.1	1.0433	1.3695	1.5329	564.1	0.03062	229.7	1.0388	1.4163	1.5545	525.8	21.54
8.91	0.05122	403.9	1.7234	1.3990	1.9116	146.5	0.03432	410.6	1.7183	0.9954	1.2187	145.0	21.54
10	0.05152	404.9	1.7259	0.9281	1.8933	147.0	---	---	---	---	---	---	10
15	0.05288	409.6	1.7432	0.9249	1.1797	149.1	---	---	---	---	---	---	10
20	0.05421	414.2	1.7590	0.9233	1.1714	151.2	---	---	---	---	---	---	20
25	0.05552	418.8	1.7747	0.9230	1.1641	153.1	---	---	---	---	---	---	20
30	0.05680	423.4	1.7900	0.9238	1.1576	155.0	---	---	---	---	---	---	30
35	0.05806	428.0	1.8051	0.9254	1.1519	156.9	0.03502	414.2	1.7299	0.9940	1.2090	146.7	25
40	0.05930	432.7	1.8201	0.9278	1.1467	158.6	0.03600	419.2	1.7463	0.9819	1.1967	149.0	30
45	0.06052	437.3	1.8348	0.9309	1.1421	160.4	0.03695	424.1	1.7623	0.9711	1.1862	151.3	35
50	0.06172	442.0	1.8493	0.9345	1.1379	162.0	0.03787	428.9	1.7780	0.9740	1.1771	153.4	40
55	0.06293	446.7	1.8637	0.9385	1.1341	163.7	0.03878	433.8	1.7934	0.9723	1.1692	155.5	45
60	0.06411	451.4	1.8779	0.9429	1.1308	165.3	0.03967	438.7	1.8085	0.9718	1.1622	157.4	50
65	0.06529	456.1	1.8920	0.9477	1.1274	166.9	0.04054	443.5	1.8235	0.9724	1.1560	159.3	55
70	0.06645	460.8	1.9059	0.9527	1.1244	168.4	0.04140	448.4	1.8382	0.9738	1.1505	161.2	60
75	0.06761	465.6	1.9198	0.9580	1.1217	169.9	0.04224	453.3	1.8527	0.9759	1.1455	163.0	65
80	0.06878	470.4	1.9335	0.9635	1.1192	171.4	0.04308	458.1	1.8671	0.9781	1.1410	164.7	70
85	0.06995	475.3	1.9471	0.9692	1.1168	172.8	0.04390	463.0	1.8813	0.9818	1.1369	166.4	75
90	0.07102	480.1	1.9605	0.9751	1.1146	174.3	0.04472	468.0	1.8953	0.9854	1.1331	168.1	80
95	0.07215	485.0	1.9739	0.9810	1.1125	175.7	0.04552	472.9	1.9092	0.9895	1.1297	169.7	85
100	0.07328	489.9	1.9872	0.9871	1.1104	177.1	0.04633	477.9	1.9229	0.9938	1.1265	171.3	90
105	0.07440	494.9	2.0004	0.9933	1.1087	178.4	0.04712	482.8	1.9365	0.9985	1.1236	172.8	95
110	0.07551	499.9	2.0134	0.9996	1.1070	179.8	0.04790	487.8	1.9500	1.0034	1.1208	174.3	100
115	0.07661	504.9	2.0264	1.0059	1.1054	181.1	0.04865	492.9	1.9634	1.0084	1.1184	175.8	105
120	0.07772	509.9	2.0394	1.0123	1.1040	182.4	0.04945	497.9	1.9767	1.0137	1.1161	177.3	110
125	0.07881	515.0	2.0522	1.0187	1.1023	183.7	0.05023	503.0	1.9899	1.0191	1.1139	178.7	115
130	0.07991	520.1	2.0649	1.0251	1.1009	185.0	0.05100	508.1	2.0032	1.0247	1.1118	180.1	120
135	0.08101	525.2	2.0776	1.0316	1.0993	186.3	0.05175	513.3	2.0159	1.0303	1.0999	181.5	125
140	0.08210	530.3	2.0902	1.0381	1.0978	187.6	0.05252	518.4	2.0286	1.0361	1.0881	182.9	130
145	0.08318	535.6	2.1028	1.0445	1.0971	188.8	0.05327	523.6	2.0413	1.0419	1.0833	184.3	135
150	0.08426	540.9	2.1152	1.0510	1.0960	190.0	0.05402	528.8	2.0544	1.0478	1.0785	185.6	140
155	0.08535	546.1	2.1276	1.0575	1.0949	191.2	0.05477	534.1	2.0670	1.0538	1.0732	186.9	145
160	0.08642	551.4	2.1399	1.0640	1.0936	192.4	0.05552	539.4	2.0795	1.0598	1.0717	188.2	150
165	---	---	---	---	---	---	0.05626	544.7	2.0921	1.0657	1.0703	189.5	155
170	---	---	---	---	---	---	0.05700	550.0	2.1045	1.0719	1.0690	180.8	160
175	---	---	---	---	---	---	0.05774	555.4	2.1168	1.0780	1.0677	182.0	165
---	---	---	---	---	---	---	0.05848	560.8	2.1291	1.0840	1.0665	183.3	170
---	---	---	---	---	---	---	0.05921	566.3	2.1413	1.0901	1.0654	184.5	175

TEMP °C	PRESION = 800 00 kPa (abs)					LÍQ SAT VAP SAT	PRESION = 1000 00 kPa (abs)					TEMP °C	
	V	H	S	Cp	C <sub>p</sub> C <sub>v</sub>		vs	V	H	S	Cp		C <sub>p</sub> C <sub>v</sub>
31.29	0.00085	243.7	1.1500	1.4602	1.5775	480.2	0.03007	258.6	1.1861	1.5035	1.6225	442.1	39.35
31.29	0.02585	415.7	1.7150	1.0569	1.2485	142.9	0.02034	419.5	1.7124	1.1177	1.2817	140.6	39.35
35	0.02626	419.8	1.7278	1.0453	1.2344	145.0	---	---	---	---	---	---	35
40	0.02705	424.8	1.7445	1.0332	1.2184	147.6	0.02044	420.2	1.7147	1.1144	1.2782	141.0	40
45	0.02782	430.0	1.7608	1.0243	1.2049	150.1	0.02114	425.7	1.7322	1.0928	1.2546	144.1	45
50	0.02856	435.1	1.7767	1.0178	1.1935	152.4	0.02181	431.2	1.7491	1.0786	1.2354	146.9	50
55	0.02928	440.2	1.7928	1.1330	1.1836	154.7	0.02248	436.7	1.7656	1.0658	1.2193	149.6	55
60	0.02998	445.2	1.8076	1.0105	1.1750	156.8	0.02308	441.8	1.7818	1.0552	1.2061	152.1	60
65	0.03067	450.3	1.8226	1.0089	1.1674	158.8	0.02368	447.1	1.7972	1.0465	1.1947	154.4	65
70	0.03135	455.3	1.8374	1.0085	1.1607	160.6	0.02427	452.3	1.8126	1.0388	1.1848	156.7	70
75	0.03202	460.4	1.8520	1.0090	1.1548	162.7	0.02485	457.5	1.8277	1.0408	1.1762	158.9	75
80	0.03267	465.4	1.8664	1.0103	1.1494	164.6	0.02541	462.7	1.8425	1.0386	1.1687	160.9	80
85	0.03331	470.5	1.8803	1.0122	1.1446	166.4	0.02596	467.9	1.8571	1.0381	1.1619	162.9	85
90	0.03395	475.5	1.8947	1.0147	1.1402	168.1	0.02650	473.1	1.8715	1.0383	1.1558	164.9	90
95	0.03457	480.6	1.9088	1.0177	1.1362	169.8	0.02703	478.3	1.8857	1.0393	1.1508	166.8	95
100	0.03520	485.7	1.9223	1.0212	1.1325	171.5	0.02756	483.5	1.8997	1.0409	1.1457	168.6	100
105	0.03581	490.8	1.9360	1.0250	1.1292	173.1	0.02807	488.7	1.9138	1.0432	1.1416	170.4	105
110	0.03642	495.9	1.9494	1.0291	1.1261	174.7	0.02859	493.9	1.9273	1.0459	1.1372	172.1	110
115	0.03703	501.1	1.9628	1.0334	1.1233	176.3	0.02909	499.1	1.9409	1.0489	1.1335	173.6	115
120	0.03763	506.3	1.9761	1.0380	1.1205	177.8	0.02959	504.4	1.9543	1.0525	1.1301	175.1	120
125	0.03822	511.5	1.9892	1.0428	1.1181	179.3	0.03008	509.7	1.9676	1.0563	1.1270	177.0	125
130	0.03881	516.7	2.0023	1.0478	1.1157	180.8	0.03059	515.0	1.9801	1.0604	1.1241	178.4	130
135	0.03940	522.0	2.0152	1.0529	1.1136	182.2	0.03108	520.3	1.9924	1.0647	1.1214	180.1	135
140	0.03998	527.2	2.0281	1.0582	1.1115	183.6	0.03155	525.6	2.0070	1.0692	1.1189	181.7	140
145	0.04056	532.5	2.0408	1.0636	1.1095	185.0	0.03203	531.0	2.0198	1.0739	1.1165	183.1	145
150	0.04114	537.9	2.0535	1.0690	1.1078	186.4	0.03250	536.3	2.0326	1.0787	1.1143	184.6	150
155	0.04171	543.2	2.0661	1.0745	1.1063	187.8	0.03298	541.8	2.0453	1.0837	1.1122	186.0	155
160	0.04229	548.6	2.0786	1.0801	1.1045	189.1	0.03345	547.2	2.0579	1.0888	1.1103	187.5	160
165	0.04285	554.0	2.0910	1.0858	1.1029	190.5	0.03392	552.6	2.0705	1.0940	1.1084	188.9	165
170	0.04342	559.5	2.1034	1.0915	1.1015	191.8	0.03438	558.1	2.0829	1.0993	1.1067	190.2	170
175	0.04398	565.0	2.1157	1.0972	1.1001	193.1	0.03485	563.6	2.0953	1.1046	1.1050	191.6	175
180	0.04455	570.5	2.1279	1.1030	1.0988	194.3	0.03531	569.2	2.1078	1.1100	1.1033	192.9	180
185	0.04511	576.0	2.1400	1.1087	1.0975	195.6	0.03577	574.7	2.1198	1.1154	1.1020	194.2	185
190	---	---	---	---	---	---	0.03623	580.3	2.1319	1.1209	1.1008	195.6	190

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

HFC-134a Vapor sobrecalentado (Continuación)

V = Volumen en m<sup>3</sup>/kg  
 Cp = Calor específico a presión constante en kJ/(kg)(°C)

H = Entalpía en kJ/kg  
 S = Entropía en kJ/(kg)(K)

vs = Velocidad del sonido en m/sec  
 Cp/Cv = Relación de capacidades caloríficas (Adimensional)

TEMP °C	PRESIÓN = 2000.00 kPa (abs)					
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs
67.47	0.00999	300.4	1.3223	1.7690	1.7844	302.2
67.47	0.00931	429.8	1.8991	1.5055	1.5484	127.2
70	0.00959	432.5	1.7101	1.4452	1.4943	129.9
75	0.01009	439.5	1.7303	1.3620	1.4173	134.7
80	0.01055	446.1	1.7493	1.3019	1.3636	138.9
85	0.01097	452.5	1.7673	1.2601	1.3242	142.7
90	0.01137	458.8	1.7845	1.2291	1.2936	146.2
95	0.01175	464.8	1.8011	1.2055	1.2692	149.3
100	0.01211	470.8	1.8173	1.1874	1.2493	152.3
105	0.01246	476.7	1.8330	1.1733	1.2327	155.1
110	0.01279	482.6	1.8483	1.1625	1.2186	157.7
115	0.01312	488.4	1.8633	1.1542	2.2056	160.2
120	0.01344	494.1	1.8781	1.1479	1.1991	162.6
125	0.01374	499.8	1.8925	1.1433	1.1909	164.9
130	0.01405	505.5	1.9068	1.1401	1.1799	167.1
135	0.01434	511.2	1.9208	1.1380	1.1717	169.2
140	0.01463	516.9	1.9347	1.1369	1.1652	171.3
145	0.01492	522.6	1.9483	1.1366	1.1594	173.3
150	0.01520	528.3	1.9619	1.1370	1.1541	175.2
155	0.01547	534.0	1.9752	1.1380	1.1493	177.1
160	0.01575	539.7	1.9884	1.1395	1.1449	178.9
165	0.01602	545.4	2.0015	1.1415	1.1409	180.7
170	0.01629	551.1	2.0145	1.1439	1.1372	182.4
175	0.01655	556.8	2.0274	1.1468	1.1343	184.1
180	0.01681	562.6	2.0401	1.1498	1.1305	185.7
185	0.01707	568.3	2.0527	1.1528	1.1276	187.4
190	0.01733	574.1	2.0653	1.1563	1.1248	189.0
195	0.01758	579.9	2.0777	1.1599	1.1222	190.5
200	0.01784	585.7	2.0900	1.1638	1.1196	192.1
205	0.01809	591.5	2.1023	1.1678	1.1175	193.6
210	0.01834	597.4	2.1145	1.1719	1.1153	195.0
215	0.01858	603.2	2.1265	1.1761	1.1133	196.5
220	0.01883	609.1	2.1386	1.1804	1.1114	197.9
225	---	---	---	---	---	---
230	---	---	---	---	---	---
235	---	---	---	---	---	---
240	---	---	---	---	---	---

TEMP °C	PRESIÓN = 3000.00 kPa (abs)					
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs
0.00114	335.3	1.4168	2.3643	2.2770	1.95.0	86.22
0.00528	427.6	1.8756	2.5300	2.3769	1.12.1	86.22
---	---	---	---	---	---	70
---	---	---	---	---	---	75
---	---	---	---	---	---	80
---	---	---	---	---	---	83
0.00575	436.1	1.6992	2.0156	1.9317	1.119.1	90
0.00624	445.3	1.7245	1.7214	1.6778	1.126.1	95
0.00665	453.5	1.7466	1.5654	1.5427	1.131.7	100
0.00701	461.1	1.7667	1.4676	1.4573	1.136.6	105
0.00733	468.2	1.7855	1.4037	1.3977	1.140.9	110
0.00764	475.1	1.8034	1.3523	1.3537	1.144.8	115
0.00792	481.8	1.8204	1.3181	1.3197	1.148.120	120
0.00819	488.3	1.8369	1.2884	1.2926	1.151.7	125
0.00845	494.7	1.8529	1.2659	1.2704	1.154.7	130
0.00869	501.0	1.8683	1.2500	1.2520	1.157.6	135
0.00893	507.2	1.8836	1.2368	1.2363	1.160.140	140
0.00918	513.3	1.8983	1.2252	1.2229	1.163.0	145
0.00939	519.4	1.9128	1.2178	1.2113	1.165.5	150
0.00960	525.5	1.9271	1.2118	1.2011	1.167.9	155
0.00982	531.6	1.9411	1.2068	1.1921	1.170.2	160
0.01003	537.6	1.9549	1.2032	1.1841	1.172.4	165
0.01023	543.6	1.9696	1.2007	1.1770	1.174.5	170
0.01043	549.6	1.9820	1.1992	1.1705	1.176.6	175
0.01063	555.6	1.9953	1.1984	1.1646	1.178.8	180
0.01083	561.6	2.0085	1.1983	1.1593	1.180.5	185
0.01102	567.6	2.0215	1.1988	1.1544	1.182.4	190
0.01121	573.6	2.0344	1.1998	1.1499	1.184.3	195
0.01139	579.6	2.0471	1.2012	1.1458	1.186.1	200
0.01158	585.6	2.0598	1.2030	1.1420	1.187.6	205
0.01178	591.6	2.0723	1.2051	1.1384	1.189.6	210
0.01194	597.6	2.0847	1.2075	1.1351	1.191.3	215
0.01212	603.7	2.0970	1.2102	1.1320	1.192.9	220
0.01230	609.7	2.1092	1.2130	1.1291	1.194.5	225
0.01248	615.8	2.1214	1.2161	1.1264	1.196.1	230
0.01265	621.9	2.1334	1.2194	1.1239	1.197.7	235
0.01283	628.0	2.1454	1.2227	1.1215	1.199.2	240

TEMP °C	PRESIÓN = 4000.00 kPa (abs)					
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs
100.37	0.00156	375.6	1.5250	28.1470	24.2211	95.7
100.37	0.00254	404.4	1.6022	42.1018	35.2394	95.0
105	0.00378	433.7	1.6804	3.1309	2.8151	111.6
110	0.00429	446.7	1.7143	2.2716	2.0540	120.4
115	0.00468	456.8	1.7426	1.8180	1.7663	127.1
120	0.00501	465.7	1.7634	1.6927	1.6108	132.7
125	0.00530	473.8	1.7840	1.5762	1.5117	137.5
130	0.00556	481.5	1.8031	1.4963	1.4429	141.8
135	0.00580	488.8	1.8212	1.4384	1.3921	145.8
140	0.00603	495.9	1.8385	1.3950	1.3530	149.4
145	0.00624	502.8	1.8540	1.3615	1.3219	152.8
150	0.00645	509.5	1.8710	1.3354	1.2965	155.9
155	0.00664	516.2	1.8866	1.3146	1.2755	158.9
160	0.00683	522.7	1.9018	1.2981	1.2577	161.7
165	0.00702	529.2	1.9166	1.2849	1.2424	164.4
170	0.00719	535.6	1.9311	1.2743	1.2293	167.0
175	0.00737	541.9	1.9454	1.2654	1.2177	169.4
180	0.00753	548.2	1.9594	1.2591	1.2076	171.8
185	0.00770	554.5	1.9732	1.2539	1.1985	174.1
190	0.00786	560.8	1.9867	1.2499	1.1904	176.3
195	0.00802	567.0	2.0001	1.2470	1.1833	178.4
200	0.00817	573.2	2.0134	1.2450	1.1765	180.5
205	0.00833	579.4	2.0265	1.2438	1.1705	182.5
210	0.00848	585.7	2.0394	1.2432	1.1650	184.5
215	0.00863	591.9	2.0522	1.2431	1.1600	186.4
220	0.00877	598.1	2.0649	1.2436	1.1554	188.3
225	0.00892	604.3	2.0774	1.2445	1.1511	190.1
230	0.00906	610.5	2.0898	1.2458	1.1471	191.8
235	0.00920	616.8	2.1022	1.2475	1.1434	193.6
240	0.00934	623.0	2.1144	1.2494	1.1400	195.3
245	0.00948	629.3	2.1265	1.2515	1.1368	197.0
250	0.00962	635.5	2.1386	1.2539	1.1337	198.6

Anexo IIB.

IIFC-134A Propiedades de Saturación											
TEMP °F	PRESION psia	VOLUMEN ft <sup>3</sup> /lb		DENSIDAD lb/ft <sup>3</sup>		ENTALPIA Btu/lb			ENTROPIA Btu/(lb·°R)		TEMP °F
		LIQUIDO h <sub>f</sub>	VAPOR h <sub>g</sub>	LIQUIDO l <sub>f</sub>	VAPOR l <sub>g</sub>	LIQUIDO h <sub>f</sub>	LATENTE h <sub>fg</sub>	VAPOR h <sub>g</sub>	LIQUIDO s <sub>f</sub>	VAPOR s <sub>g</sub>	
-150	0.073	0.0101	454.5455	98.86	0.0022	-11.2	112.1	80.9	-0.0859	0.2761	-150
-145	0.098	0.0102	333.3333	98.38	0.0030	-29.8	111.4	81.6	-0.0815	0.2725	-145
-140	0.130	0.0102	256.4103	97.91	0.0039	-28.4	110.7	82.3	-0.0771	0.2692	-140
-135	0.171	0.0103	200.0000	97.43	0.0050	-27.0	110.1	83.1	-0.0728	0.2663	-135
-130	0.222	0.0103	156.2500	96.96	0.0064	-25.6	109.4	83.8	-0.0686	0.2632	-130
-125	0.287	0.0104	121.9512	96.48	0.0082	-24.3	108.8	84.5	-0.0645	0.2606	-125
-120	0.366	0.0104	97.0874	96.01	0.0103	-22.9	108.1	85.2	-0.0604	0.2579	-120
-115	0.465	0.0105	77.5194	95.53	0.0129	-21.5	107.4	85.9	-0.0563	0.2553	-115
-110	0.584	0.0105	62.5000	95.06	0.0160	-20.1	106.8	86.7	-0.0523	0.2531	-110
-105	0.729	0.0106	51.0204	94.58	0.0196	-18.7	106.1	87.4	-0.0484	0.2508	-105
-100	0.903	0.0106	41.6667	94.11	0.0240	-17.3	105.5	88.2	-0.0444	0.2489	-100
-95	1.111	0.0107	34.2466	93.63	0.0292	-15.9	104.8	88.9	-0.0406	0.2468	-95
-90	1.358	0.0107	28.4091	93.15	0.0352	-14.5	104.1	89.6	-0.0367	0.2449	-90
-85	1.649	0.0108	23.6407	92.68	0.0423	-13.1	103.5	90.4	-0.0329	0.2433	-85
-80	1.991	0.0108	19.8413	92.20	0.0504	-11.6	102.8	91.2	-0.0291	0.2417	-80
-75	2.389	0.0109	16.7224	91.72	0.0598	-10.2	102.1	91.9	-0.0254	0.2400	-75
-70	2.850	0.0110	14.1844	91.24	0.0705	-8.8	101.4	92.6	-0.0217	0.2385	-70
-65	3.384	0.0110	12.0773	90.76	0.0828	-7.3	100.7	93.4	-0.0180	0.2371	-65
-60	3.996	0.0111	10.3306	90.27	0.0968	-5.9	100.0	94.1	-0.0143	0.2359	-60
-55	4.696	0.0111	8.8810	89.78	0.1126	-4.4	99.3	94.9	-0.0107	0.2347	-55
-50	5.493	0.0112	7.6687	89.30	0.1304	-3.0	98.6	95.6	-0.0071	0.2336	-50
-45	6.397	0.0113	6.6489	88.81	0.1504	-1.5	97.9	96.4	-0.0035	0.2326	-45
-40	7.417	0.0113	5.7904	88.34	0.1727	0.0	97.2	97.2	0.0000	0.2316	-40
-35	8.565	0.0114	5.0582	87.87	0.1977	1.5	96.4	97.9	0.0015	0.2305	-35
-30	9.851	0.0115	4.4366	87.31	0.2254	3.0	95.7	98.7	0.0070	0.2297	-30
-25	11.287	0.0115	3.9032	86.81	0.2562	4.5	94.9	99.4	0.0105	0.2288	-25
-20	12.885	0.0116	3.4471	86.30	0.2901	6.0	94.2	100.2	0.0139	0.2282	-20
-15	14.659	0.0117	3.0525	85.79	0.3276	7.5	93.4	100.9	0.0174	0.2274	-15
-10	16.620	0.0117	2.7115	85.28	0.3688	9.0	92.6	101.6	0.0208	0.2268	-10
-5	18.774	0.0118	2.4125	84.77	0.4140	10.6	91.8	102.4	0.0241	0.2260	-5
0	21.163	0.0119	2.1580	84.23	0.4634	12.1	91.0	103.1	0.0275	0.2255	0
5	23.782	0.0119	1.9327	83.70	0.5174	13.7	90.2	103.7	0.0308	0.2249	5
10	26.625	0.0120	1.7355	83.17	0.5762	15.2	89.4	104.3	0.0342	0.2245	10
15	29.739	0.0121	1.5620	82.63	0.6402	16.8	88.5	105.0	0.0375	0.2239	15
20	33.129	0.0122	1.4090	82.08	0.7097	18.4	87.7	105.7	0.0408	0.2236	20
25	36.810	0.0123	1.2737	81.52	0.7851	20.0	86.8	106.4	0.0440	0.2231	25
30	40.800	0.0124	1.1538	80.96	0.8667	21.6	85.9	107.1	0.0473	0.2227	30
35	45.115	0.0124	1.0472	80.40	0.9549	23.2	85.0	107.8	0.0505	0.2223	35
40	49.771	0.0125	0.9523	79.82	1.0501	24.8	84.1	108.2	0.0538	0.2219	40
45	54.787	0.0126	0.8675	79.24	1.1527	26.4	83.1	109.5	0.0570	0.2217	45
50	60.180	0.0127	0.7916	78.64	1.2633	28.0	82.1	110.1	0.0602	0.2213	50
55	65.963	0.0128	0.7234	78.04	1.3824	29.7	81.2	110.9	0.0634	0.2212	55
60	72.167	0.0129	0.6622	77.43	1.5101	31.4	80.2	111.6	0.0666	0.2209	60
65	78.803	0.0130	0.6069	76.81	1.6472	33.0	79.1	112.1	0.0698	0.2206	65
70	85.890	0.0131	0.5570	76.18	1.7953	34.7	78.1	112.8	0.0729	0.2204	70
75	93.447	0.0132	0.5119	75.54	1.9535	36.4	77.0	113.4	0.0761	0.2201	75
80	101.494	0.0134	0.4709	74.89	2.1236	38.1	75.9	114.0	0.0792	0.2198	80
85	110.050	0.0135	0.4337	74.22	2.3057	39.9	74.8	114.7	0.0824	0.2197	85
90	119.138	0.0136	0.3999	73.54	2.5006	41.6	73.6	115.2	0.0855	0.2194	90
95	128.782	0.0137	0.3690	72.84	2.7100	43.4	72.4	115.8	0.0886	0.2191	95
100	138.996	0.0139	0.3408	72.13	2.9343	45.1	71.2	116.3	0.0918	0.2190	100
105	149.804	0.0140	0.3149	71.40	3.1756	46.9	69.9	116.8	0.0949	0.2187	105
110	161.227	0.0142	0.2912	70.66	3.4341	48.7	68.6	117.3	0.0981	0.2185	110
115	173.298	0.0143	0.2695	69.89	3.7106	50.5	67.3	117.8	0.1012	0.2183	115
120	186.023	0.0145	0.2494	69.10	4.0096	52.4	65.9	118.3	0.1043	0.2180	120
125	199.443	0.0146	0.2310	68.29	4.3290	54.3	64.5	118.8	0.1075	0.2178	125
130	213.572	0.0148	0.2139	67.46	4.6751	56.2	63.0	119.2	0.1106	0.2174	130
135	228.436	0.0150	0.1981	66.60	5.0480	58.1	61.5	119.6	0.1138	0.2172	135
140	244.068	0.0152	0.1835	65.70	5.4496	60.0	60.0	119.9	0.1170	0.2170	140
145	260.488	0.0154	0.1699	64.78	5.8858	62.0	58.2	120.2	0.1202	0.2168	145
150	277.721	0.0157	0.1573	63.81	6.3573	64.0	56.5	120.5	0.1234	0.2161	150
155	295.820	0.0159	0.1455	62.80	6.8729	66.0	54.6	120.6	0.1266	0.2154	155
160	314.800	0.0162	0.1344	61.74	7.4405	68.1	52.7	120.8	0.1299	0.2149	160
165	334.696	0.0165	0.1241	60.63	8.0580	70.2	50.7	120.9	0.1332	0.2144	165
170	355.547	0.0168	0.1143	59.45	8.7489	72.4	48.5	120.9	0.1366	0.2136	170
175	377.393	0.0172	0.1051	58.19	9.5147	74.6	46.2	120.9	0.1400	0.2128	175
180	400.280	0.0176	0.0964	46.83	10.3576	76.9	43.7	120.6	0.1435	0.2118	180
185	424.258	0.0181	0.0880	55.35	11.3636	79.3	41.0	120.3	0.1471	0.2107	185
190	449.384	0.0186	0.0800	53.73	12.5000	81.8	38.0	119.8	0.1508	0.2093	190
195	475.717	0.0193	0.0722	51.88	13.8504	84.4	34.6	119.0	0.1547	0.2076	195
200	503.361	0.0201	0.0645	49.73	15.5039	87.3	30.7	118.0	0.1589	0.2054	200
205	532.410	0.0212	0.0565	47.06	17.6991	90.5	25.8	116.3	0.1635	0.2023	205
210	563.037	0.0232	0.0474	43.3	21.0970	94.4	18.9	113.3	0.1693	0.1975	210

HFC-134a Vapor sobrecalentado

V = Volumen en l3/lb      H = Entalpia en Btu/lb      S = Entropia en Btu/(lb°R)      v = Velocidad del sonido en ft/seg  
 Cp = Calor especifico a presion constante en Btu/(lb°F)      CpCv = Relacion de capacidades calorificas (Asimétrico)

TEMP °F	PRESION = 5.000 PSIA					LIQ SAT VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	
-53	0.01110	-3.8	0.0091	0.2929	1.9071	2768.7
-53	8.37321	95.2	0.2343	0.1726	1.1471	466.8
-50	8.44595	95.7	0.2356	0.1732	1.1458	468.8
-40	8.60651	97.8	0.2401	0.1752	1.1418	474.4
-30	8.88889	99.2	0.2419	0.1772	1.1382	480.0
-20	9.10747	101.0	0.2480	0.1793	1.1349	485.6
-10	9.32816	102.8	0.2521	0.1814	1.1318	491.1
0	9.55110	104.7	0.2561	0.1835	1.1289	496.5
10	9.76563	106.5	0.2601	0.1857	1.1261	501.8
20	9.98034	108.4	0.2640	0.1879	1.1238	507.0
30	10.20408	110.3	0.2679	0.1901	1.1215	512.2
40	10.41067	112.2	0.2718	0.1923	1.1191	517.3
50	10.62099	114.1	0.2756	0.1944	1.1171	522.3
60	10.84590	116.1	0.2794	0.1964	1.1152	527.3
70	11.06195	118.0	0.2832	0.1989	1.1134	532.2
80	11.27396	120.0	0.2869	0.2012	1.1116	537.0
90	11.49425	122.1	0.2885	0.2034	1.1100	541.7
100	11.70960	124.1	0.2911	0.2056	1.1084	546.5
110	11.91985	126.2	0.2930	0.2078	1.1068	551.2
120	12.13592	128.3	0.2946	0.2100	1.1054	555.9
130	12.34568	130.4	0.2959	0.2122	1.1040	560.5
140	12.56281	132.5	0.2972	0.2144	1.1026	565.0
150	12.77118	134.6	0.2983	0.2165	1.1013	569.5
160	12.98701	136.8	0.2992	0.2187	1.1001	574.0
170	13.19261	139.0	0.2999	0.2209	1.0989	578.4
180	13.40483	141.3	0.3005	0.2230	1.0979	582.8
190	13.62388	143.5	0.3010	0.2251	1.0966	587.2
200	13.83126	145.8	0.3019	0.2272	1.0955	591.5
210	14.04404	148.0	0.3031	0.2293	1.0945	595.8
220	14.24501	150.3	0.3043	0.2313	1.0935	600.0
230	14.44718	152.7	0.3054	0.2334	1.0925	604.3
240	14.64842	155.0	0.3065	0.2354	1.0916	608.4
250	14.84933	157.4	0.3076	0.2374	1.0907	612.6
260	---	---	---	---	---	---
270	---	---	---	---	---	---
280	---	---	---	---	---	---

TEMP °F	PRESION = 10.000 PSIA					LIQ SAT VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	
0.01146	11	0.0074	0.2996	1.9018	2767.0	---
4.37445	98.8	0.2297	0.1821	1.1401	474.4	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---
4.48430	100.5	0.2316	0.1816	1.1377	480.1	---
4.49470	102.3	0.2378	0.1852	1.1414	486.0	---
4.71254	104.2	0.2419	0.1869	1.1374	491.8	---
4.82303	109.1	0.2469	0.1888	1.1338	497.4	0
4.93881	108.0	0.2469	0.1886	1.1306	502.9	20
5.04796	109.9	0.2519	0.1926	1.1275	508.3	30
5.15996	111.8	0.2578	0.1945	1.1247	513.7	40
5.26870	111.8	0.2616	0.1966	1.1222	518.9	50
5.37824	117.8	0.2635	0.1986	1.1197	524.1	60
5.48847	117.8	0.2693	0.2007	1.1175	529.2	70
5.60010	119.8	0.2711	0.2027	1.1154	534.2	80
5.70376	121.8	0.2768	0.2048	1.1134	539.2	90
5.81734	121.9	0.2805	0.2069	1.1115	544.0	100
5.92417	125.9	0.2842	0.2090	1.1097	548.8	110
6.03500	128.0	0.2879	0.2111	1.1080	553.6	120
6.14251	130.2	0.2915	0.2132	1.1064	558.3	130
6.24803	132.3	0.2951	0.2153	1.1049	563.0	140
6.35728	134.5	0.2987	0.2174	1.1034	567.6	150
6.46412	136.7	0.3022	0.2194	1.1020	572.1	160
6.57030	138.9	0.3057	0.2216	1.1007	576.7	170
6.68015	141.1	0.3091	0.2237	1.0994	581.1	180
6.78887	143.3	0.3127	0.2257	1.0982	585.6	190
6.89180	145.6	0.3162	0.2278	1.0970	590.0	200
6.99790	147.9	0.3196	0.2298	1.0958	594.4	210
7.10712	150.2	0.3231	0.2319	1.0946	598.8	220
7.21500	152.5	0.3265	0.2339	1.0934	603.2	230
7.32664	154.9	0.3298	0.2359	1.0923	607.2	240
7.42942	157.2	0.3332	0.2379	1.0911	611.4	250
7.53580	159.6	0.3366	0.2398	1.0900	615.6	260
7.63942	162.0	0.3399	0.2418	1.0889	619.7	270
7.74501	164.5	0.3437	0.2437	1.0880	624.8	280

TEMP °F	PRESION = 14.696 PSIA					LIQ SAT VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	
-14.9	0.01166	7.5	0.0174	0.1941	1.9466	2484.1
-14.9	3.04507	100.9	0.2274	0.1885	1.1440	470.9
-10	3.08447	101.9	0.2295	0.1891	1.1431	482.9
0	3.16556	103.8	0.2336	0.1904	1.1401	488.8
10	3.24465	105.7	0.2378	0.1918	1.1415	494.7
20	3.32330	107.6	0.2418	0.1934	1.1374	500.4
30	3.40136	109.5	0.2458	0.1950	1.1336	506.0
40	3.47947	111.5	0.2498	0.1967	1.1302	511.5
50	3.55619	113.5	0.2537	0.1985	1.1271	516.8
60	3.63240	115.5	0.2576	0.2004	1.1242	522.1
70	3.70920	117.5	0.2614	0.2023	1.1215	527.3
80	3.78501	119.5	0.2652	0.2042	1.1180	532.4
90	3.85951	121.6	0.2689	0.2062	1.1147	537.5
100	3.93456	123.6	0.2727	0.2082	1.1115	542.5
110	4.01123	125.6	0.2764	0.2102	1.1083	547.5
120	4.08947	127.8	0.2801	0.2122	1.1053	552.5
130	4.16973	130.0	0.2837	0.2142	1.1024	557.0
140	4.23770	132.1	0.2874	0.2162	1.1011	561.7
150	4.30849	134.3	0.2910	0.2182	1.1055	566.4
160	4.38212	136.5	0.2945	0.2203	1.1039	571.0
170	4.45931	138.7	0.2981	0.2223	1.1025	575.6
180	4.52989	140.9	0.3016	0.2241	1.1011	580.1
190	4.60191	143.2	0.3051	0.2261	1.0998	584.6
200	4.67727	145.5	0.3086	0.2281	1.0985	589.0
210	4.75614	147.8	0.3120	0.2304	1.0973	593.4
220	4.82393	150.1	0.3154	0.2324	1.0961	597.8
230	4.89476	152.4	0.3188	0.2343	1.0950	602.1
240	4.97018	154.8	0.3222	0.2363	1.0939	606.4
250	5.04286	157.1	0.3256	0.2383	1.0929	610.7
260	5.11599	159.5	0.3289	0.2402	1.0919	614.9
270	5.18672	161.9	0.3323	0.2422	1.0910	619.0
280	5.26390	164.4	0.3356	0.2441	1.0903	623.2
290	5.33331	166.8	0.3389	0.2460	1.0891	627.3

TEMP °F	PRESION = 19.250 PSIA					LIQ SAT VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	
0.01167	7.8	0.0170	0.1941	1.9467	2484.1	---
2.98846	101.1	0.2273	0.1888	1.1441	478.1	---
3.01912	103.8	0.2290	0.1893	1.1420	483.7	0
3.09085	101.7	0.2312	0.1886	1.1407	486.9	10
3.17662	105.6	0.2331	0.1920	1.1420	492.8	20
3.25415	107.6	0.2414	0.1935	1.1378	498.7	30
3.33111	109.5	0.2454	0.1952	1.1348	504.6	40
3.40716	111.5	0.2494	0.1969	1.1306	510.4	50
3.48189	113.5	0.2531	0.1987	1.1274	515.5	60
3.55745	115.4	0.2571	0.2003	1.1245	520.8	70
3.63240	117.5	0.2610	0.2024	1.1218	525.1	80
3.70685	119.5	0.2648	0.2043	1.1191	531.1	90
3.78032	121.5	0.2688	0.2063	1.1169	536.1	100
3.85256	123.6	0.2723	0.2082	1.1147	541.1	110
3.92733	125.7	0.2760	0.2102	1.1122	546.0	120
4.00160	127.8	0.2797	0.2122	1.1098	551.1	130
4.07332	130.0	0.2833	0.2142	1.1080	556.1	140
4.14594	132.1	0.2869	0.2163	1.1072	560.9	150
4.21941	134.3	0.2905	0.2183	1.1064	565.6	160
4.29185	136.5	0.2941	0.2204	1.1051	570.3	170
4.36500	138.7	0.2977	0.2223	1.1026	574.9	180
4.43856	140.9	0.3012	0.2244	1.1012	579.4	190
4.50857	143.2	0.3047	0.2264	1.0998	584.0	200
4.58085	145.5	0.3081	0.2284	1.0986	588.4	210
4.65333	147.7	0.3116	0.2304	1.0974	592.8	220
4.72367	150.1	0.3150	0.2324	1.0962	597.2	230
4.79610	152.4	0.3184	0.2344	1.0951	601.6	240
4.86618	154.7	0.3218	0.2363	1.0940	605.9	250
4.93827	157.1	0.3252	0.2383	1.0929	610.2	260
5.01002	159.5	0.3285	0.2403	1.0919	614.4	270
5.08130	161.9	0.3319	0.2422	1.0910	618.6	280
5.15198	164.4	0.3352	0.2441	1.0900	622.8	290
5.22466	166.8	0.3385	0.2460	1.0890	626.9	300

HFC-134a Vapor sobrecalentado (Continuación)

V = Volumen en ft<sup>3</sup>/lb H = Entalpía en Btu/lb S = Entropía en Btu/(lb°R) vs = Velocidad del sonido en ft/sec  
 Cp = Calor específico a presión constante en Btu/(lb°R) CpCv = Relación de capacidades caloríficas (Adimensional)

TEMP °F	PRESIÓN = 30.00 PSIA						LIQ SAT VAP SAT	PRESIÓN = 30.00 PSIA						TEMP °F
	V	H	S	Cp	CpCv	vs		V	H	S	Cp	CpCv	vs	
-2.4	0.01184	11.4	0.0259	0.1081	1.5071	2338.7	0.01211	10.9	0.0337	0.1142	1.5132	2189.7	15.4	
-1.4	2.27635	102.8	0.2258	0.1943	1.1855	480.2	1.54895	109.4	0.2239	0.2032	1.1670	482.1	15.4	
0	2.29093	103.1	0.2308	0.1945	1.1569	481.8	---	---	---	---	---	---	0	
10	2.31181	105.2	0.2310	0.1955	1.1510	488.2	---	---	---	---	---	---	10	
20	2.47158	109.1	0.2351	0.1966	1.1457	494.3	1.56841	106.3	0.2294	0.2033	1.1635	485.3	20	
30	2.47158	109.1	0.2392	0.1970	1.1410	503.3	1.61082	108.3	0.2301	0.2039	1.1566	491.9	30	
40	2.52972	111.1	0.2432	0.1994	1.1368	506.2	1.65235	110.4	0.2342	0.2046	1.1505	498.4	40	
50	2.58799	111.1	0.2472	0.2009	1.1326	511.9	1.69319	112.4	0.2383	0.2056	1.1451	504.6	50	
60	2.64550	115.1	0.2511	0.2025	1.1295	517.5	1.73340	114.5	0.2423	0.2068	1.1403	510.7	60	
70	2.70270	117.2	0.2550	0.2042	1.1263	523.0	1.77316	116.6	0.2462	0.2080	1.1360	516.6	70	
80	2.76034	119.2	0.2588	0.2060	1.1231	528.4	1.81278	118.7	0.2501	0.2094	1.1321	522.4	80	
90	2.81800	121.3	0.2626	0.2078	1.1200	533.0	1.85185	120.8	0.2540	0.2108	1.1285	528.0	90	
100	2.87184	123.4	0.2664	0.2096	1.1181	538.8	1.89107	122.9	0.2578	0.2124	1.1253	533.5	100	
110	2.92826	125.5	0.2701	0.2115	1.1158	543.9	1.92938	125.0	0.2616	0.2141	1.1223	538.8	110	
120	2.98418	127.6	0.2738	0.2134	1.1136	549.0	1.96773	127.2	0.2653	0.2157	1.1196	544.2	120	
130	3.03951	129.7	0.2774	0.2153	1.1116	553.9	2.00562	129.4	0.2690	0.2174	1.1173	549.4	130	
140	3.09502	131.9	0.2811	0.2172	1.1097	558.8	2.04332	131.5	0.2727	0.2192	1.1147	554.6	140	
150	3.14981	134.1	0.2847	0.2192	1.1078	563.6	2.08117	133.7	0.2764	0.2210	1.1125	559.8	150	
160	3.20513	136.3	0.2883	0.2211	1.1068	568.4	2.11864	135.9	0.2803	0.2228	1.1105	564.6	160	
170	3.26032	138.5	0.2918	0.2231	1.1045	573.1	2.15610	138.2	0.2841	0.2247	1.1085	569.5	170	
180	3.31455	140.8	0.2954	0.2251	1.1030	577.7	2.19346	140.4	0.2879	0.2265	1.1067	574.3	180	
190	3.36927	143.0	0.2989	0.2270	1.1015	584.3	2.23015	142.7	0.2916	0.2284	1.1050	579.0	190	
200	3.42349	145.3	0.3024	0.2290	1.1002	586.9	2.26706	145.0	0.2954	0.2303	1.1034	583.7	200	
210	3.47826	147.6	0.3058	0.2310	1.0988	591.4	2.30415	147.3	0.2991	0.2321	1.1019	588.4	210	
220	3.53232	149.9	0.3091	0.2329	1.0976	595.8	2.34182	149.6	0.3028	0.2340	1.1006	593.0	220	
230	3.58680	152.3	0.3127	0.2349	1.0964	600.2	2.37975	152.0	0.3065	0.2359	1.0994	597.5	230	
240	3.64033	154.6	0.3162	0.2368	1.0954	604.6	2.41842	154.4	0.3102	0.2378	1.0987	602.0	240	
250	3.69413	157.0	0.3197	0.2387	1.0941	608.9	2.45718	156.7	0.3139	0.2396	1.0985	606.5	250	
260	3.74813	159.4	0.3232	0.2407	1.0930	613.2	2.49646	159.1	0.3177	0.2415	1.0985	610.9	260	
270	3.80228	161.8	0.3267	0.2426	1.0920	617.5	2.53534	161.6	0.3214	0.2434	1.0985	615.3	270	
280	3.85654	164.2	0.3294	0.2445	1.0910	621.7	2.57491	164.1	0.3251	0.2452	1.0985	619.7	280	
290	3.91081	166.7	0.3328	0.2464	1.0901	625.9	2.61505	166.6	0.3288	0.2471	1.0985	624.0	290	
300	3.96514	169.2	0.3360	0.2482	1.0891	630.0	2.65586	169.1	0.3325	0.2489	1.0985	628.2	300	
310	---	---	---	---	---	---	2.69646	171.6	0.3362	0.2507	1.0985	632.2	310	
320	---	---	---	---	---	---	2.74116	174.0	0.3344	0.2526	1.0985	636.4	320	

TEMP °F	PRESIÓN = 40.00 PSIA						LIQ SAT VAP SAT	PRESIÓN = 50.00 PSIA						TEMP °F
	V	H	S	Cp	CpCv	vs		V	H	S	Cp	CpCv	vs	
29	0.01211	21.2	0.0467	0.1194	1.5201	2075.7	0.01251	24.9	0.0519	0.1219	1.5271	1981.8	40.3	
29	1.17866	107.3	0.2258	0.2106	1.1356	482.3	0.94805	108.9	0.2220	0.2172	1.1846	481.7	40.3	
40	1.21242	109.6	0.2275	0.2105	1.1661	490.2	---	---	---	---	---	---	40.3	
50	1.24571	111.7	0.2316	0.2108	1.1589	497.0	0.97496	111.0	0.2262	0.2166	1.1748	489.0	50	
60	1.27665	113.8	0.2357	0.2114	1.1525	503.8	1.01863	113.1	0.2304	0.2165	1.1665	496.2	60	
70	1.30787	116.0	0.2398	0.2122	1.1468	510.0	1.02687	115.1	0.2345	0.2167	1.1589	503.1	70	
80	1.33887	118.1	0.2437	0.2131	1.1417	516.2	1.03506	117.5	0.2386	0.2172	1.1524	509.8	80	
90	1.36930	120.2	0.2477	0.2142	1.1372	522.2	1.04313	119.7	0.2426	0.2178	1.1467	516.3	90	
100	1.39958	122.4	0.2515	0.2155	1.1333	528.1	1.05116	121.8	0.2465	0.2187	1.1416	522.5	100	
110	1.42930	124.5	0.2554	0.2168	1.1294	533.8	1.12905	124.0	0.2502	0.2197	1.1370	528.6	110	
120	1.45840	126.7	0.2592	0.2183	1.1263	539.4	1.15354	126.2	0.2542	0.2209	1.1329	534.5	120	
130	1.48812	128.9	0.2629	0.2198	1.1229	544.9	1.17772	128.5	0.2580	0.2222	1.1292	540.2	130	
140	1.52745	131.1	0.2666	0.2213	1.1201	550.3	1.20178	130.7	0.2617	0.2235	1.1258	545.8	140	
150	1.56655	133.3	0.2703	0.2229	1.1174	555.5	1.22534	132.9	0.2655	0.2250	1.1226	551.4	150	
160	1.57505	135.6	0.2719	0.2246	1.1150	560.7	1.14801	135.2	0.2691	0.2265	1.1198	556.8	160	
170	1.60359	137.8	0.2774	0.2263	1.1127	565.8	1.22229	137.5	0.2728	0.2280	1.1171	562.1	170	
180	1.63212	140.0	0.2811	0.2280	1.1106	570.8	1.29550	139.8	0.2765	0.2290	1.1147	567.1	180	
190	1.66056	142.2	0.2848	0.2298	1.1086	575.7	1.31874	142.0	0.2800	0.2312	1.1124	572.4	190	
200	1.68890	144.7	0.2882	0.2316	1.1068	580.6	1.34174	144.4	0.2839	0.2329	1.1103	577.4	200	
210	1.71674	147.0	0.2917	0.2333	1.1050	585.4	1.36444	146.7	0.2879	0.2346	1.1084	582.5	210	
220	1.74520	149.3	0.2952	0.2351	1.1031	590.1	1.38714	149.1	0.2918	0.2363	1.1064	587.2	220	
230	1.77350	151.7	0.2986	0.2369	1.1018	594.8	1.41034	151.4	0.2940	0.2380	1.1046	592.0	230	
240	1.80050	154.1	0.3020	0.2388	1.1003	599.4	1.43296	153.8	0.2974	0.2398	1.1030	596.8	240	
250	1.82848	156.5	0.3054	0.2406	1.0989	604.0	1.45518	156.2	0.3008	0.2415	1.1014	601.5	250	
260	1.85598	158.9	0.3088	0.2424	1.0976	608.5	1.47704	158.6	0.3042	0.2433	1.0999	606.1	260	
270	1.88359	161.3	0.3122	0.2442	1.0963	612.9	1.50015	161.1	0.3076	0.2450	1.0985	610.7	270	
280	1.91131	163.8	0.3156	0.2460	1.0951	617.4	1.52230	163.5	0.3109	0.2468	1.0972	615.2	280	
290	1.93911	166.2	0.3189	0.2478	1.0939	621.7	1.54440	166.0	0.3142	0.2485	1.0960	619.8	290	
300	1.96657	168.7	0.3221	0.2496	1.0928	626.1	1.56691	168.5	0.3175	0.2503	1.0947	624.1	300	
310	1.99362	171.2	0.3254	0.2514	1.0917	630.3	1.58907	171.0	0.3208	0.2521	1.0935	628.4	310	
320	2.02102	173.8	0.3286	0.2532	1.0907	634.6	1.61108	173.6	0.3241	0.2538	1.0924	632.8	320	
330	---	---	---	---	---	---	1.63292	176.1	0.3273	0.2555	1.0914	637.0	330	
340	---	---	---	---	---	---	1.65458	178.7	0.3306	0.2573	1.0903	641.3	340	
350	---	---	---	---	---	---	1.67701	181.2	0.3338	0.2591	1.0893	645.4	350	

HFC-134a Vapor sobrecalentado (Continuación)

V = Volumen en ft<sup>3</sup>/lb  
 Cp = Calor específico a presión constante en Btu/(lb·°F)

S = Entropía en Btu/(lb·°R)  
 Cp/Cv = Relación de capacidades caloríficas (Admisionales)

vs = Velocidad del sonido en ft/sec  
 S = Entropía en Btu/(lb·°R)  
 Cp/Cv = Relación de capacidades caloríficas (Admisionales)

TEMP °F	PRESIÓN = 60.00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs		
49.8	0.01371	28.0	0.0521	0.3282	1.961	3		
49.8	0.79390	110.2	0.2214	0.2232	1.934	480.5		
50	0.79428	110.2	0.2215	0.2232	1.934	480.6		
60	0.81793	112.4	0.2258	0.2222	1.820	489.5		
70	0.84104	114.6	0.2300	0.2217	1.725	496.0		
80	0.85356	116.9	0.2342	0.2215	1.664	503.2		
90	0.85656	119.1	0.2382	0.2217	1.572	510.7		
100	0.90728	121.3	0.2422	0.2222	1.509	516.7		
110	0.92688	123.5	0.2462	0.2229	1.453	523.2		
120	0.94967	125.8	0.2500	0.2237	1.403	529.4		
130	0.97040	128.0	0.2539	0.2247	1.359	535.5		
140	0.99098	130.3	0.2577	0.2258	1.318	541.4		
150	1.01133	132.5	0.2614	0.2271	1.282	547.1		
160	1.03135	134.8	0.2651	0.2284	1.248	552.8		
170	1.05130	137.1	0.2688	0.2298	1.218	558.3		
180	1.07101	139.4	0.2724	0.2312	1.189	563.7		
190	1.09075	141.7	0.2760	0.2327	1.163	569.0		
200	1.11042	144.0	0.2796	0.2343	1.139	574.2		
210	1.12943	146.4	0.2831	0.2359	1.117	579.3		
220	1.14903	148.8	0.2865	0.2375	1.096	584.3		
230	1.16895	151.1	0.2901	0.2391	1.076	589.2		
240	1.18723	153.5	0.2936	0.2408	1.057	594.1		
250	1.20627	156.0	0.2970	0.2425	1.040	598.9		
260	1.22519	158.4	0.3004	0.2442	1.024	603.7		
270	1.24409	160.9	0.3039	0.2459	1.009	608.4		
280	1.26295	163.3	0.3073	0.2476	0.993	613.0		
290	1.28172	165.8	0.3105	0.2493	0.979	617.5		
300	1.30039	168.3	0.3138	0.2510	0.966	622.0		
310	1.31891	170.7	0.3171	0.2527	0.954	626.5		
320	1.33781	173.4	0.3204	0.2544	0.943	630.9		
330	1.35630	175.9	0.3236	0.2561	0.930	635.3		
340	1.37457	178.5	0.3268	0.2578	0.919	639.8		
350	1.39334	181.1	0.3301	0.2595	0.908	644.3		
360								

TEMP °F	PRESIÓN = 70.00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs		
49.8	0.01268	30.8	0.0553	0.3321	1.5417	1830.2	58.3	
49.8	0.68236	11.3	0.2209	0.2206	1.2026	478.9	58.3	
50							50	
60	0.68601	11.7	0.2217	0.2285	1.2002	483.3	60	
70	0.70591	11.0	0.2260	0.2272	1.1860	488.5	70	
80	0.72717	11.6	0.2302	0.2264	1.1777	493.8	80	
90	0.74694	11.8	0.2344	0.2260	1.1688	503.7	90	
100	0.76629	12.0	0.2385	0.2259	1.1611	510.8	100	
110	0.78524	12.0	0.2425	0.2262	1.1543	517.6	110	
120	0.80388	12.3	0.2464	0.2267	1.1484	524.2	120	
130	0.82217	12.7	0.2503	0.2274	1.1431	530.6	130	
140	0.84034	12.9	0.2541	0.2283	1.1383	536.8	140	
150	0.85807	13.1	0.2579	0.2293	1.1341	542.8	150	
160	0.87573	13.4	0.2617	0.2304	1.1302	548.7	160	
170	0.89326	13.6	0.2654	0.2318	1.1266	554.4	170	
180	0.91058	13.9	0.2690	0.2329	1.1234	560.0	180	
190	0.92773	14.1	0.2726	0.2343	1.1203	565.5	190	
200	0.94473	14.3	0.2762	0.2357	1.1177	570.9	200	
210	0.96172	14.6	0.2798	0.2372	1.1152	576.2	210	
220	0.97847	14.8	0.2833	0.2387	1.1128	581.4	220	
230	0.99512	15.0	0.2868	0.2403	1.1108	586.4	230	
240	1.01184	15.3	0.2903	0.2419	1.1086	591.5	240	
250	1.02828	15.5	0.2937	0.2435	1.1067	596.4	250	
260	1.04462	15.8	0.2971	0.2451	1.1049	601.2	260	
270	1.06135	16.0	0.3005	0.2467	1.1032	606.0	270	
280	1.07747	16.3	0.3039	0.2484	1.1018	610.8	280	
290	1.09385	16.5	0.3072	0.2501	1.1000	615.4	290	
300	1.11014	16.8	0.3105	0.2518	1.0986	620.0	300	
310	1.12625	17.0	0.3139	0.2534	1.0972	624.6	310	
320	1.14233	17.3	0.3172	0.2551	1.0959	629.1	320	
330	1.15835	17.5	0.3204	0.2567	1.0947	633.5	330	
340	1.17428	17.8	0.3237	0.2584	1.0935	637.9	340	
350	1.19033	18.0	0.3269	0.2601	1.0923	642.3	350	
360	1.20642	18.3	0.3301	0.2618	1.0913	646.4	360	

TEMP °F	PRESIÓN = 80.00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs		
65.9	0.01304	33.3	0.0703	0.3359	1.5492	1766.4		
65.9	0.59787	112.3	0.2205	0.2342	1.2120	477.0		
70	0.60580	113.2	0.2224	0.2333	1.2058	480.7		
80	0.62445	115.6	0.2267	0.2317	1.1928	489.1		
90	0.64255	117.9	0.2309	0.2306	1.1816	497.1		
100	0.66020	120.2	0.2351	0.2300	1.1723	504.7		
110	0.67741	122.5	0.2392	0.2298	1.1642	511.9		
120	0.69430	124.8	0.2432	0.2299	1.1571	518.9		
130	0.71083	127.1	0.2471	0.2303	1.1508	525.6		
140	0.72711	129.4	0.2510	0.2308	1.1453	532.1		
150	0.74322	131.7	0.2548	0.2316	1.1403	538.4		
160	0.75988	134.0	0.2586	0.2325	1.1358	544.6		
170	0.77465	136.3	0.2623	0.2335	1.1318	550.4		
180	0.79020	138.7	0.2660	0.2347	1.1281	556.4		
190	0.80548	141.0	0.2696	0.2359	1.1248	562.0		
200	0.82068	143.4	0.2733	0.2372	1.1217	567.6		
210	0.83577	145.8	0.2768	0.2386	1.1188	573.0		
220	0.85063	148.2	0.2804	0.2400	1.1162	578.4		
230	0.86556	150.6	0.2839	0.2412	1.1138	583.6		
240	0.88020	153.0	0.2874	0.2429	1.1115	588.8		
250	0.89501	155.4	0.2908	0.2445	1.1094	593.8		
260	0.90950	157.9	0.2943	0.2460	1.1074	598.8		
270	0.92404	160.4	0.2977	0.2476	1.1056	603.7		
280	0.93853	162.8	0.3011	0.2492	1.1039	608.5		
290	0.95302	165.3	0.3044	0.2508	1.1023	613.3		
300	0.96721	167.9	0.3078	0.2525	1.1008	618.0		
310	0.98155	170.4	0.3111	0.2541	1.0991	622.6		
320	0.99582	172.9	0.3144	0.2557	1.0977	627.2		
330	1.01012	175.4	0.3178	0.2574	1.0964	631.8		
340	1.02417	178.1	0.3209	0.2590	1.0951	636.4		
350	1.03810	180.7	0.3241	0.2606	1.0939	640.7		
360	1.05230	183.3	0.3273	0.2623	1.0927	645.0		
370	1.06644	185.9	0.3305	0.2639	1.0916	649.4		
380								

TEMP °F	PRESIÓN = 90.00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs		
65.9	0.01319	35.7	0.0747	0.3396	1.5568	1706.1	72.8	
65.9	0.53155	113.1	0.2202	0.2395	1.2217	475.0	72.8	
70							70	
80	0.54416	114.9	0.2234	0.2378	1.2100	481.6	80	
90	0.56107	117.2	0.2278	0.2357	1.1964	490.2	90	
100	0.57743	119.6	0.2320	0.2344	1.1849	498.3	100	
110	0.59333	121.9	0.2361	0.2337	1.1751	506.0	110	
120	0.60887	124.3	0.2402	0.2333	1.1666	513.4	120	
130	0.62408	126.6	0.2442	0.2333	1.1592	520.5	130	
140	0.63908	128.9	0.2481	0.2336	1.1527	527.4	140	
150	0.65368	131.3	0.2520	0.2341	1.1470	534.0	150	
160	0.66814	133.6	0.2558	0.2347	1.1418	540.4	160	
170	0.68236	136.0	0.2596	0.2355	1.1372	546.6	170	
180	0.69643	138.3	0.2633	0.2363	1.1331	552.6	180	
190	0.71023	140.7	0.2670	0.2378	1.1293	558.5	190	
200	0.72401	143.1	0.2708	0.2387	1.1258	564.2	200	
210	0.73766	145.4	0.2742	0.2400	1.1227	569.9	210	
220	0.75126	147.9	0.2778	0.2413	1.1197	575.4	220	
230	0.76470	150.3	0.2813	0.2426	1.1170	580.8	230	
240	0.77791	152.7	0.2848	0.2439	1.1144	586.0	240	
250	0.79108	155.2	0.2883	0.2455	1.1122	591.2	250	
260	0.80431	157.6	0.2917	0.2470	1.1101	596.3	260	
270	0.81746	160.1	0.2951	0.2485	1.1080	601.4	270	
280	0.83036	162.6	0.2985	0.2501	1.1061	606.3	280	
290	0.84331	165.1	0.3019	0.2516	1.1043	611.2	290	
300	0.85616	167.6	0.3052	0.2532	1.1026	616.0	300	
310	0.86904	170.2	0.3086	0.2548	1.1010	620.7	310	
320	0.88191	172.7	0.3119	0.2564	1.1001	625.4	320	
330	0.89481	175.3	0.3151	0.2580	1.0981	630.0	330	
340	0.90728	177.9	0.3184	0.2596	1.0967	634.5	340	
350	0.91988	180.5	0.3216	0.2612	1.0955	639.0	350	
360	0.93257	183.1	0.3249	0.2628	1.0942	643.5	360	
370	0.94518	185.7	0.3280	0.2644	1.0930	647.9	370	
380	0.95767	188.4	0.3312	0.2660	1.0919	652.3	380	

HFC-134a Vapor sobrecalentado (Continuación)

V = Volumen en ft<sup>3</sup>/lb  
 Cp = Calor específico a presión constante en Btu/lb·°F

H = Entalpía en Btu/lb  
 S = Entropía en Btu/lb·°R

vs = Velocidad del sonido en ft/sec  
 Cp·Cv = Relación de capacidades caloríficas (Adimensional)

TEMP °F	PRESION = 100.00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT	TEMP °F
	V	H	S	Cp	Cp·Cv	vs			
79.1	0.01333	37.8	0.0787	0.3433	1.5645	1654.2	---	---	80.5
79.14	0.01333	113.9	0.2194	0.3446	1.5717	1654.8	---	---	80.5
80	0.01333	114.1	0.2203	0.2442	1.2300	473.6	---	---	80
90	0.49552	116.6	0.2248	0.2413	1.2129	482.9	---	---	90
100	0.51093	119.0	0.2291	0.2393	1.1899	491.7	---	---	100
110	0.52587	121.4	0.2333	0.2379	1.1671	499.9	---	---	110
120	0.54037	123.7	0.2375	0.2370	1.1770	507.8	---	---	120
130	0.55451	126.1	0.2415	0.2366	1.1663	515.3	---	---	130
140	0.56836	128.5	0.2455	0.2365	1.1608	522.5	---	---	140
150	0.58194	130.8	0.2494	0.2366	1.1541	529.4	---	---	150
160	0.59527	133.2	0.2533	0.2370	1.1462	536.1	---	---	160
170	0.60835	135.6	0.2570	0.2376	1.1400	542.5	---	---	170
180	0.62135	137.9	0.2608	0.2384	1.1363	548.8	---	---	180
190	0.63418	140.3	0.2645	0.2393	1.1340	554.9	---	---	190
200	0.64675	142.7	0.2682	0.2403	1.1301	560.9	---	---	200
210	0.65924	145.1	0.2718	0.2414	1.1268	566.7	---	---	210
220	0.67155	147.6	0.2754	0.2426	1.1234	572.3	---	---	220
230	0.68385	150.0	0.2789	0.2439	1.1204	577.8	---	---	230
240	0.69604	152.4	0.2825	0.2452	1.1177	583.3	---	---	240
250	0.70806	154.9	0.2859	0.2466	1.1151	588.6	---	---	250
260	0.72015	157.4	0.2894	0.2480	1.1128	593.9	---	---	260
270	0.73196	159.9	0.2928	0.2494	1.1108	599.0	---	---	270
280	0.74388	162.4	0.2962	0.2509	1.1085	604.1	---	---	280
290	0.75569	164.9	0.2996	0.2524	1.1066	609.0	---	---	290
300	0.76740	167.4	0.3030	0.2540	1.1047	613.9	---	---	300
310	0.77896	170.0	0.3063	0.2556	1.1030	618.7	---	---	310
320	0.79064	172.5	0.3096	0.2571	1.1014	623.5	---	---	320
330	0.80225	175.1	0.3129	0.2586	1.0999	628.2	---	---	330
340	0.81387	177.7	0.3162	0.2602	1.0984	632.8	---	---	340
350	0.82535	180.3	0.3195	0.2618	1.0970	637.5	---	---	350
360	0.83675	182.9	0.3226	0.2634	1.0957	641.9	---	---	360
370	0.84818	185.6	0.3256	0.2649	1.0945	646.4	---	---	370
380	0.85955	188.2	0.3290	0.2665	1.0933	650.8	---	---	380

TEMP °F	PRESION = 120.00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT	TEMP °F
	V	H	S	Cp	Cp·Cv	vs			
79.1	0.01361	41.8	0.0859	0.3504	1.5608	1657.1	---	---	80.5
79.14	0.01361	115.3	0.2194	0.2446	1.2529	467.0	---	---	80.5
80	---	---	---	---	---	---	---	---	80
90	0.41044	117.7	0.2238	0.2505	1.2326	477.6	---	---	90
100	0.42402	120.2	0.2282	0.2475	1.2153	487.1	---	---	100
110	0.43710	122.6	0.2324	0.2453	1.2010	496.0	---	---	110
120	0.44978	125.1	0.2366	0.2436	1.1890	504.4	---	---	120
130	0.46205	127.5	0.2407	0.2429	1.1788	512.4	---	---	130
140	0.47405	129.9	0.2447	0.2423	1.1700	520.0	---	---	140
150	0.48577	132.3	0.2487	0.2421	1.1623	527.3	---	---	150
160	0.49724	134.8	0.2525	0.2422	1.1555	534.3	---	---	160
170	0.50860	137.2	0.2564	0.2425	1.1495	541.1	---	---	170
180	0.51967	139.6	0.2601	0.2430	1.1442	547.6	---	---	180
190	0.53064	142.0	0.2639	0.2437	1.1394	554.0	---	---	190
200	0.54139	144.5	0.2675	0.2445	1.1351	560.1	---	---	200
210	0.55205	146.9	0.2712	0.2454	1.1311	566.2	---	---	210
220	0.56266	149.4	0.2747	0.2465	1.1275	572.0	---	---	220
230	0.57307	151.9	0.2783	0.2476	1.1243	577.8	---	---	230
240	0.58350	154.4	0.2818	0.2488	1.1212	583.4	---	---	240
250	0.59394	156.8	0.2852	0.2499	1.1182	589.0	---	---	250
260	0.60439	159.3	0.2886	0.2510	1.1154	594.7	---	---	260
270	0.61486	161.8	0.2922	0.2527	1.1124	599.5	---	---	270
280	0.62414	164.4	0.2958	0.2541	1.1112	604.7	---	---	280
290	0.63428	167.0	0.2992	0.2555	1.1091	609.8	---	---	290
300	0.64404	169.5	0.3023	0.2570	1.1071	614.8	---	---	300
310	0.65389	172.1	0.3057	0.2584	1.1052	619.8	---	---	310
320	0.66375	174.7	0.3090	0.2599	1.1035	624.6	---	---	320
330	0.67364	177.3	0.3124	0.2614	1.1019	629.4	---	---	330
340	0.68329	179.9	0.3155	0.2629	1.1003	634.1	---	---	340
350	0.69300	182.6	0.3187	0.2645	1.0988	638.8	---	---	350
360	0.70264	185.2	0.3220	0.2660	1.0974	643.4	---	---	360
370	0.71225	187.9	0.3252	0.2675	1.0961	648.0	---	---	370
380	0.72192	190.6	0.3283	0.2690	1.0948	652.5	---	---	380
390	0.73142	193.3	0.3315	0.2706	1.0936	656.9	---	---	390

TEMP °F	PRESION = 140.00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT	TEMP °F
	V	H	S	Cp	Cp·Cv	vs			
100.5	0.01388	45.3	0.0921	0.3576	1.5980	1470.8	---	---	100.5
100.5	0.01388	116.4	0.2190	0.2646	1.2757	462.7	---	---	100.5
110	0.35042	118.9	0.2234	0.2593	1.2512	473.2	---	---	110
120	0.36256	121.4	0.2279	0.2553	1.2307	483.3	---	---	120
130	0.37438	124.0	0.2322	0.2523	1.2140	492.8	---	---	130
140	0.38608	126.5	0.2364	0.2502	1.2001	501.7	---	---	140
150	0.39662	129.0	0.2406	0.2487	1.1884	510.1	---	---	150
160	0.40727	131.5	0.2446	0.2477	1.1784	518.1	---	---	160
170	0.41784	133.9	0.2486	0.2472	1.1697	525.7	---	---	170
180	0.42779	136.4	0.2524	0.2470	1.1622	533.0	---	---	180
190	0.43777	138.9	0.2563	0.2470	1.1555	540.1	---	---	190
200	0.44755	141.3	0.2601	0.2473	1.1496	546.9	---	---	200
210	0.45716	143.8	0.2638	0.2478	1.1443	553.5	---	---	210
220	0.46659	146.3	0.2675	0.2485	1.1395	559.9	---	---	220
230	0.47596	148.8	0.2711	0.2492	1.1352	566.1	---	---	230
240	0.48520	151.3	0.2747	0.2501	1.1313	572.1	---	---	240
250	0.49432	153.8	0.2782	0.2510	1.1277	578.0	---	---	250
260	0.50342	156.3	0.2818	0.2522	1.1244	583.8	---	---	260
270	0.51235	158.8	0.2853	0.2534	1.1214	589.4	---	---	270
280	0.52121	161.4	0.2887	0.2546	1.1186	594.9	---	---	280
290	0.53001	164.0	0.2924	0.2558	1.1160	600.3	---	---	290
300	0.53884	166.5	0.2955	0.2572	1.1136	605.6	---	---	300
310	0.54750	169.1	0.2989	0.2585	1.1113	610.9	---	---	310
320	0.55600	171.7	0.3022	0.2599	1.1092	616.0	---	---	320
330	0.56447	174.3	0.3056	0.2613	1.1071	621.0	---	---	330
340	0.57290	176.9	0.3089	0.2627	1.1054	626.0	---	---	340
350	0.58124	179.5	0.3121	0.2641	1.1036	630.9	---	---	350
360	0.58958	182.2	0.3154	0.2656	1.1020	635.9	---	---	360
370	0.59806	184.8	0.3186	0.2670	1.1004	640.4	---	---	370
380	0.60716	187.5	0.3218	0.2685	1.0989	645.1	---	---	380
390	0.61542	190.2	0.3250	0.2700	1.0975	649.7	---	---	390
400	0.62375	192.9	0.3282	0.2715	1.0963	654.3	---	---	400
410	0.63203	195.6	0.3313	0.2730	1.0949	658.8	---	---	410

TEMP °F	PRESION = 160.00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT	TEMP °F
	V	H	S	Cp	Cp·Cv	vs			
100.5	0.01414	48.5	0.0977	0.3648	1.6163	1392.4	---	---	100.5
100.5	0.01414	117.3	0.2195	0.2748	1.3005	457.2	---	---	100.5
110	0.29426	117.5	0.2188	0.2744	1.2968	457.9	---	---	110
120	0.30608	120.2	0.2235	0.2675	1.2665	469.6	---	---	120
130	0.31726	122.8	0.2281	0.2624	1.2468	480.3	---	---	130
140	0.32792	125.4	0.2324	0.2588	1.2298	490.4	---	---	140
150	0.33817	128.0	0.2367	0.2561	1.2151	499.7	---	---	150
160	0.34809	130.5	0.2409	0.2541	1.1970	508.5	---	---	160
170	0.35767	133.1	0.2449	0.2528	1.1859	516.0	---	---	170
180	0.36700	135.6	0.2489	0.2519	1.1764	524.7	---	---	180
190	0.37611	138.1	0.2529	0.2515	1.1681	532.3	---	---	190
200	0.38504	140.6	0.2568	0.2513	1.1608	539.8	---	---	200
210	0.39378	143.1	0.2604	0.2514	1.1544	546.7	---	---	210
220	0.40238	145.7	0.2641	0.2517	1.1486	553.4	---	---	220
230	0.41085	148.2	0.2678	0.2522	1.1435	560.0	---	---	230
240	0.41918	150.7	0.2715	0.2528	1.1388	566.6	---	---	240
250	0.42748	153.2	0.2751	0.2536	1.1346	573.0	---	---	250
260	0.43554	155.8	0.2786	0.2545	1.1308	579.2	---	---	260
270	0.44346	158.3	0.2821	0.2555	1.1273	585.5	---	---	270
280	0.4								

HFC-134a Vapor sobrecalentado (Continuación)

V = Volumen en ft<sup>3</sup>/lb

H = Entalpía en Btu/lb

S = Entropía en Btu/(lb·°R)

vs = Velocidad del sonido en ft/sec

Cp = Calor específico a presión constante en Btu/(lb·°F)

Cp/Cv = Relación de capacidades caloríficas (Adimensional)

TEMP °F	PRESION = 100 00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT	PRESION = 200 00 PSIA						TEMP °F
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs			V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs	
117.7	0.01439	51.5	0.1029	0.3723	1.6360	32.2	---	0.01468	54.3	0.1018	0.3574	1.253.0	125.2		
120	0.24656	118.8	0.2182	0.2954	1.3280	45.1	---	0.23026	118.8	0.2178	0.2966	1.3582	445.6		
122	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
130	0.27221	121.6	0.2241	0.2749	1.2838	46.7	---	0.23544	120.2	0.2202	0.2908	1.3352	452.3		
140	0.28251	124.3	0.2287	0.2690	1.2572	47.8	---	0.24955	123.0	0.2250	0.2816	1.2919	465.3		
150	0.29231	126.9	0.2331	0.2647	1.2361	48.7	---	0.26521	125.8	0.2296	0.2749	1.2478	477.0		
160	0.30170	129.6	0.2374	0.2615	1.2189	49.6	---	0.28429	128.5	0.2340	0.2700	1.2449	487.8		
170	0.31073	132.2	0.2415	0.2591	1.2046	50.7	---	0.27294	131.2	0.2383	0.2664	1.2263	497.9		
180	0.31948	134.8	0.2456	0.2575	1.1925	51.9	---	0.28129	133.9	0.2425	0.2637	1.2110	507.2		
190	0.32803	137.3	0.2496	0.2563	1.1822	52.4	---	0.28930	136.5	0.2466	0.2618	1.1981	516.1		
200	0.33629	139.9	0.2535	0.2556	1.1732	53.2	---	0.29712	137.1	0.2505	0.2604	1.1872	524.5		
210	0.34438	142.4	0.2573	0.2553	1.1654	53.9	---	0.30477	141.7	0.2545	0.2595	1.1777	532.5		
220	0.35227	145.0	0.2611	0.2552	1.1596	54.6	---	0.31217	144.3	0.2583	0.2590	1.1694	540.2		
230	0.36006	147.5	0.2648	0.2554	1.1524	55.3	---	0.31946	145.9	0.2621	0.2587	1.1622	547.5		
240	0.36778	150.1	0.2685	0.2557	1.1470	56.0	---	0.32658	149.5	0.2658	0.2588	1.1557	554.6		
250	0.37536	152.7	0.2722	0.2562	1.1420	56.7	---	0.33360	152.1	0.2695	0.2590	1.1500	561.5		
260	0.38278	155.2	0.2757	0.2569	1.1376	57.3	---	0.34046	154.7	0.2731	0.2594	1.1448	568.1		
270	0.39014	157.8	0.2793	0.2577	1.1335	57.8	---	0.34727	157.3	0.2767	0.2600	1.1401	574.6		
280	0.39739	160.4	0.2828	0.2586	1.1298	58.5	---	0.35398	159.9	0.2802	0.2607	1.1359	580.9		
290	0.40461	163.0	0.2863	0.2596	1.1264	59.1	---	0.36063	162.5	0.2837	0.2615	1.1320	587.0		
300	0.41183	165.6	0.2897	0.2605	1.1234	59.7	---	0.36721	165.1	0.2871	0.2623	1.1285	593.0		
310	0.41873	168.2	0.2931	0.2617	1.1204	60.2	---	0.37365	167.7	0.2906	0.2630	1.1252	598.8		
320	0.42577	170.8	0.2965	0.2629	1.1177	60.8	---	0.38008	170.4	0.2941	0.2645	1.1222	604.5		
330	0.43299	173.4	0.2999	0.2641	1.1152	61.3	---	0.38646	173.0	0.2974	0.2656	1.1194	610.3		
340	0.43994	176.0	0.3032	0.2653	1.1129	61.8	---	0.39280	175.7	0.3008	0.2668	1.1168	615.5		
350	0.44645	178.7	0.3065	0.2666	1.1107	62.4	---	0.39909	178.3	0.3041	0.2679	1.1144	620.9		
360	0.45325	181.4	0.3098	0.2679	1.1086	62.9	---	0.40532	181.0	0.3074	0.2692	1.1121	626.2		
370	0.46007	184.1	0.3131	0.2693	1.1067	63.4	---	0.41151	183.7	0.3107	0.2704	1.1100	631.3		
380	0.46677	186.8	0.3164	0.2706	1.1049	63.9	---	0.41765	186.4	0.3139	0.2717	1.1080	636.3		
390	0.47344	189.5	0.3197	0.2720	1.1032	64.4	---	0.42375	189.2	0.3171	0.2730	1.1061	641.3		
400	0.48015	192.2	0.3227	0.2734	1.1016	64.9	---	0.42989	191.9	0.3203	0.2743	1.1044	646.4		
410	0.48686	195.0	0.3259	0.2748	1.1000	65.3	---	0.43599	194.7	0.3235	0.2757	1.1027	651.3		
420	0.49336	197.7	0.3290	0.2762	1.0989	65.8	---	0.44191	197.4	0.3267	0.2770	1.1011	656.1		
430	---	---	---	---	---	---	---	0.44791	200.2	0.3298	0.2784	1.0996	660.8		

TEMP °F	PRESION = 300 00 PSIA						LIQ SAT	VAP SAT	PRESION = 400 00 PSIA						TEMP °F
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs			V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs	
156.1	0.01598	66.5	0.1274	0.4287	1.8027	95.5	---	0.01759	76.9	0.1432	0.5155	2.0697	722.7		
156.1	0.14292	120.7	0.2154	0.3688	1.5771	413.9	---	0.09649	120.7	0.2119	0.5108	2.0521	380.0		
160	0.14674	122.1	0.2177	0.3549	1.5251	421.9	---	---	---	---	---	---	---		
170	0.15567	125.5	0.2232	0.3298	1.4305	440.1	---	0.09655	120.1	0.2119	0.5097	2.0487	380.2		
180	0.16367	128.7	0.2282	0.3235	1.3683	455.7	---	0.10650	125.2	0.2190	0.4139	1.6946	406.0		
190	0.17099	131.8	0.2330	0.3024	1.3241	469.0	---	0.11448	129.1	0.2249	0.3701	1.5401	429.3		
200	0.17783	134.8	0.2375	0.2943	1.2907	482.0	---	0.12136	132.7	0.2303	0.3445	1.4457	447.2		
210	0.18434	137.7	0.2419	0.2883	1.2647	493.4	---	0.12758	136.0	0.2352	0.3278	1.3678	462.7		
220	0.19050	140.6	0.2462	0.2838	1.2437	504.1	---	0.13325	139.3	0.2399	0.3160	1.3375	476.6		
230	0.19641	143.3	0.2503	0.2805	1.2265	514.0	---	0.13858	142.4	0.2444	0.3075	1.3031	489.2		
240	0.20210	146.2	0.2543	0.2779	1.2121	523.4	---	0.14362	145.4	0.2487	0.3011	1.2762	500.8		
250	0.20463	148.9	0.2582	0.2761	1.1999	532.2	---	0.14842	148.4	0.2529	0.2963	1.2544	511.6		
260	0.21302	151.7	0.2621	0.2747	1.1893	540.7	---	0.15302	151.3	0.2570	0.2926	1.2364	521.7		
270	0.22332	157.2	0.2696	0.2732	1.1721	556.5	---	0.15746	154.3	0.2609	0.2998	1.2214	531.2		
280	0.22634	159.9	0.2733	0.2729	1.1649	564.0	---	0.16176	157.1	0.2648	0.2978	1.2095	540.3		
300	0.23327	162.6	0.2769	0.2728	1.1568	571.2	---	0.16594	160.0	0.2686	0.2950	1.1974	548.9		
310	0.23810	165.4	0.2804	0.2730	1.1529	578.2	---	0.17001	162.9	0.2724	0.2849	1.1878	557.2		
320	0.24289	168.1	0.2840	0.2733	1.1477	584.9	---	0.17399	165.7	0.2760	0.2841	1.1793	565.1		
330	0.24756	170.8	0.2875	0.2738	1.1430	591.5	---	0.17786	168.5	0.2796	0.2833	1.1717	572.8		
340	0.25219	173.5	0.2910	0.2741	1.1387	597.9	---	0.18174	171.4	0.2832	0.2833	1.1650	580.2		
350	0.24677	176.3	0.2945	0.2750	1.1348	604.1	---	0.18546	174.2	0.2867	0.2833	1.1590	587.3		
360	0.26129	179.1	0.2977	0.2758	1.1312	610.2	---	0.18916	177.0	0.2902	0.2834	1.1535	594.3		
370	0.26577	181.8	0.3010	0.2768	1.1279	616.1	---	0.19280	179.9	0.2937	0.2837	1.1485	601.3		
380	0.27020	184.6	0.3042	0.2778	1.1248	621.9	---	0.19639	182.7	0.2971	0.2842	1.1440	607.3		
390	0.27460	187.4	0.3077	0.2785	1.1220	627.6	---	0.19994	185.6	0.3004	0.2847	1.1399	613.9		
400	0.27896	190.2	0.3109	0.2795	1.1193	633.2	---	0.20345	188.4	0.3038	0.2853	1.1360	620.1		
410	0.28328	193.0	0.314	0.2805	1.1168	638.6	---	0.20692	191.3	0.3071	0.2860	1.1323	626.2		
420	0.28757	195.8	0.3174	0.2817	1.1147	644.0	---	0.21034	194.1	0.3103	0.2868	1.1292	632.2		
430	0.29183	198.6	0.3206	0.2828	1.1123	649.3	---	0.21375	197.0	0.3136	0.2876	1.1260	638.0		
440	0.29607	201.4	0.3237	0.2840	1.1102	654.5	---	0.21712	199.9	0.3168	0.2883	1.1233	643.7		
450	0.30027	204.3	0.3269	0.2851	1.1083	659.6	---	0.22046	202.8	0.3200	0.2894	1.1207	649.3		
460	0.30446	207.1	0.3300	0.2863	1.1064	664.6	---	0.22377	205.7	0.3232	0.2904	1.1182	654.8		
470	---	---	---	---	---	---	---	0.22706	208.6	0.3263	0.2914	1.1159	660.2		
480	---	---	---	---	---	---	---	0.23033	211.5	0.3294	0.2924	1.1137	665.5		



HFC-134a Vapor sobrecalentado (Continuación)

V = Volumen en ft<sup>3</sup>/lb      H = Entalpia en Btu/lb      S = Entropia en Btu/(lb·°R)      vs = Velocidad del sonido en ft/sec  
 Cp = Calor específico a presión constante en Btu/(lb·°F)      Cp/Cv = Relación de Capacidades caloríficas (Adimensional)

TEMP °F	PRESION = 300.00 PSIA						LIQ SAT VAP SAT
	V	H	S	Cp	Cp/Cv	vs	
199.4	0.02000	96.9	0.1584	0.7818	3.0254	496.8	
199.4	0.06538	118.1	0.2057	0.9822	3.6942	345.3	
200	0.06646	118.7	0.2065	0.9106	3.4361	348.6	
210	0.07860	125.3	0.2184	0.9274	2.0697	367.4	
220	0.08669	130.0	0.2234	0.4325	1.7319	413.4	
230	0.09326	134.1	0.2294	0.3868	1.5687	434.1	
240	0.09896	137.8	0.2348	0.3596	1.4704	451.7	
250	0.10410	141.3	0.2397	0.3416	1.4041	467.2	
260	0.10883	144.6	0.2444	0.3289	1.3561	481.1	
270	0.11326	147.9	0.2489	0.3195	1.3198	493.8	
280	0.11744	151.0	0.2532	0.3125	1.2909	505.5	
290	0.12142	154.1	0.2573	0.3072	1.2677	516.4	
300	0.12523	157.2	0.2614	0.3030	1.2486	526.7	
310	0.12891	160.2	0.2653	0.2998	1.2325	536.4	
320	0.13248	163.2	0.2692	0.2974	1.2188	545.6	
330	0.13594	166.1	0.2730	0.2955	1.2070	554.4	
340	0.13930	169.1	0.2767	0.2940	1.1966	562.9	
350	0.14260	172.0	0.2803	0.2930	1.1876	571.0	
360	0.14582	174.9	0.2839	0.2923	1.1795	578.8	
370	0.14898	177.9	0.2874	0.2918	1.1726	586.3	
380	0.15208	180.8	0.2909	0.2916	1.1659	593.8	
390	0.15513	183.7	0.2944	0.2916	1.1600	600.7	
400	0.15813	186.6	0.2978	0.2917	1.1547	607.6	
410	0.16110	189.5	0.3012	0.2920	1.1499	614.3	
420	0.16402	192.5	0.3045	0.2923	1.1454	620.8	
430	0.16691	195.4	0.3078	0.2928	1.1413	627.1	
440	0.16976	198.3	0.3111	0.2934	1.1376	633.4	
450	0.17259	201.2	0.3143	0.2940	1.1341	639.4	
460	0.17538	204.2	0.3176	0.2947	1.1308	645.4	
470	0.17815	207.1	0.3208	0.2955	1.1278	651.2	
480	0.18090	210.1	0.3239	0.2963	1.1249	656.9	
490	0.18362	213.1	0.3271	0.2972	1.1223	662.5	
500	0.18632	216.0	0.3302	0.2981	1.1198	668.0	