



# Manual de Ingeniería



GRUPO FRIGUS THERME  
REGISTRO ISO 9001:2000  
No. DE ARCHIVO: A5405

# Glosario de Términos

1. **Acumulador de Succión** - Recipiente presión en la línea de succión para separar el refrigerante líquido arrastrado en la succión del gas.
2. **Cambio de Aire** - Es la cantidad de aire que se escapa y que algunas veces es calculada considerando un cierto número de cambios de aire por hora para cada cuarto, el número de cambios considerados depende del tipo, uso y ubicación del cuarto.
3. **Enfriador de Aire, Circulación Forzada** - Es un conjunto de elementos ensamblado desde fábrica por medio del cual el calor se transfiere del aire al refrigerante que se evapora.
4. **Aire Ambiental** - Genéricamente hablando, el aire alrededor de un objeto. En un sistema de refrigeración doméstico o comercial en el que se cuenta con un condensador enfriado por aire, la temperatura del aire a la entrada del condensador.
5. **Presión de Retorno** - Terminología indefinida para la presión de succión del vapor de refrigeración en un sistema.
6. **Unidad Térmica Británica (BTU)** - Calor requerido para producir aumento en la temperatura de 1°F en 1 libra de agua. El significado de BTU es 1/180 de la energía requerida para calentar agua de 32°F a 212 °F.
7. **Cambio de Aire** - Introducción de aire nuevo, limpio o recirculado en un espacio acondicionado, medido por el número completo de cambios por unidad de tiempo.
8. **Enfriamiento** - Aplicación moderada de refrigeración tal como con la carne sin llegar a la congelación.
9. **Cuarto de Enfriamiento** - Cuarto donde se enfrían las canales de los animales después de ser preparados y antes de almacenarse en frío.
10. **Aire Acondicionado de Confort** - Control simultáneo de todos o por lo menos los primeros tres de los siguientes factores, que afectan las condiciones físicas y químicas de la atmósfera dentro de una estructura para el confort humano; temperatura, humedad, movimiento, distribución, polvo, bacterias, colores, gases tóxicos o ionización, la mayoría de los cuales afectan en mayor o menor grado la salud o confort humano.
11. **Enfriamiento de Confort** - Es la refrigeración para el confort opuesta a la refrigeración que se usa para el almacenamiento.
12. **Ciclo de Deshielo** - Ciclo de refrigeración el cual permite a la unidad evaporadora el deshielo durante el periodo de paro.
13. **Deshumidificación** - Condensación del vapor de agua del aire por enfriamiento abajo del punto de rocío, o remoción del vapor de agua del aire por métodos físicos o químicos.
14. **Deshidratación** - Eliminación de vapor de agua del aire por el uso de materiales absorbentes. (2) eliminación de agua de los productos almacenados.
15. **Punto de Rocío** - Temperatura la cual inicia la condensación, sin aire húmedo es enfriado a una presión constante sin pérdida ganancia de humedad durante el proceso de enfriamiento.
16. **Diferencial (de un control)** - Es la diferencia entre arranque y paro de temperaturas y presiones.
17. **Temperaturas de bulbo seco** - Temperatura medida por un termómetro ordinario (término usado solamente para distinguir del término de temperatura de bulbo húmedo).
18. **Ducto** - Conducto o tubo usado para transportar aire u otro gas.
19. **Evaporador** - Parte de un sistema en el cual el refrigerante líquido es vaporizado para producir refrigeración.
20. **Igualador Externo** - En una válvula de expansión termostática una conexión de tubo desde la cámara que contiene presión de evaporación, acciona al elemento de la válvula hacia la salida o el serpentín evaporador. Es un dispositivo para compensar el exceso de caída de presión a través del evaporador.
21. **"Flasheo" de Gas** - Gas resultante de la evaporación instantánea del refrigerante en un dispositivo reductor de presión, para enfriar refrigerante a la temperatura de evaporación obtenida, al reducir la presión.
22. **Sistema Inundado** - Sistema en el cual solamente parte del refrigerante que pasa sobre la superficie de transferencia de calor es evaporado, y la porción no evaporada es separada del vapor y recirculada. En sistemas comerciales, puede ser controlada por una válvula de flotador.
23. **Escarchamiento posterior** - Inundación de líquido de un evaporador en la línea de succión acompañado por la formación de escarcha en la línea de succión en la mayoría de los casos.
24. **Presión del Lado de Alta** - Presión de funcionamiento medida en la línea de descarga a la salida del compresor.
25. **Intercambiador de Calor** - Aparato mediante el cual hay un intercambio de calor de un fluido a otro a través de una división.
26. **Calor latente** - Calor caracterizado por el cambio de estado de la sustancia en estudio, para una presión dada y siempre a temperatura constante para una sustancia pura.
27. **Lado de Alta** - Parte del sistema de refrigeración bajo la presión del condensador.
28. **Infiltración** - Aire fluyendo al interior como sería a través de la pared, fuga, etc.
29. **Línea de Líquido** -Tubo o tubería que transporta el refrigerante líquido desde el condensador o receptor de un sistema de refrigeración a un dispositivo reductor de presión.
30. **Lado de Baja** - Parte de un sistema de refrigeración bajo la presión del evaporador.
31. **Caída de Presión** - Pérdida de presión desde un extremo a otro en una tubería de refrigeración, debido a la fricción, etc.
32. **Sistema de Refrigeración** - Combinación de partes contenidas interconectadas en las cuales un refrigerante está circulando con el propósito de extraer calor.
33. **Respiración** - Producción de CO2 (bióxido de carbono) y calor por maduración de perecederos en almacenamiento.
34. **Retorno de Aire** - Aire que regresa de un espacio refrigerado o acondicionado.
35. **Calor Sensible** - Calor del cual es asociado con un cambio de temperatura, calor específico por cambio de temperatura, en contraste a un intercambio de calor en el cual ocurre un cambio de estado (calor latente).
36. **Calor Específico** - Energía por unidad de masa requerida para producir que la temperatura, aumente un grado, generalmente BTU/lb °F numéricamente igual a cal/gr °C.
37. **Aire Estándar** - Aire que pesa alrededor de 0.075 lb/ft3 el cual es aire muy cercanamente a 68°F de bulbo seco y 50% de humedad relativa a una presión barométrica de 29.92 pulgadas de mercurio de aproximadamente 70°F de aire seco a la misma presión.
38. **Línea de Succión** - Tubo o tubería la cual transporta el refrigerante en estado de vapor, desde el evaporador a la entrada del compresor.
39. **Temperatura de Bulbo Húmedo** - Temperatura de equilibrio de evaporación del agua dentro del aire, cuando el calor latente de vaporización es suministrado por el calor sensible del aire.
40. **Válvula Térmica** - Válvula controlada por la respuesta de un elemento térmico, por ejemplo una válvula de expansión termostática la cuales generalmente sensible a la temperatura de succión o evaporación.
41. **Tiro** - Distancia la que será medida el aire a lo largo del eje de una corriente de aire, desde la apertura de suministro hasta la posición en la que el movimiento de la corriente de aire se reduce hasta 50 pm (10 por minuto).
42. **Tonelada de Refrigeración** - Proporción del intercambio de calor de 12000 BTU por hora, 200 BTU por min; 3024 kcal/hr.
43. **ft** - Unidad de medida de longitud en pies. (Sist. inglés).
44. **ft<sup>3</sup>** - Unidad de medida de volumen en pies cúbicos (Sist. Inglés).
45. **lb o lbs** - Unidad de medida de masa o peso en lb. (Sist. inglés).
46. **cfm** - Generalmente el flujo del aire medido en pies cúbicos por minuto. (Sist. inglés).

## Continuación.

Esta edición del manual de ingeniería Frigus Bohn cubre las aplicaciones de refrigeración y congelación comercial, además contiene cálculos de la carga térmica. Se ha preparado en forma del texto condensado y de referencia. La teoría principios de la refrigeración moderna han sido omitidos debido a las muchas y excelentes publicaciones disponibles en la materia. El propósito de este manual es simplificar el cálculo de la carga térmica con

precisión e información específica al ingeniero, vendedor y organizaciones de servicio. No se pretende que esta publicación especifique una marca en particular de equipo. Nosotros sinceramente contamos con que nuestros esfuerzos sean una contribución tangible a nuestro rápido crecimiento industrial.

## Tabla de Contenidos

Glosario de términos .....	Cubierta Frontal	Selección del equipo de refrigeración .....	10
Cálculos de la carga térmica en refrigeración comercial .....	1-4	Tipo de Operación / Flujo de Aire .....	11
Ejemplos de cálculos para cámaras por arriba de 32°F (0°C) .....	5-6	Factores de Reducción .....	11
Ejemplos de cálculos para cámaras por abajo de 32°F (0°C) .....	7-8	Instrucciones generales .....	12
Cálculo rápido de la carga térmica para refrigeradores y congeladores grandes .....	9	Ubicación del Evaporador .....	13
		Diámetros de las tuberías de refrigerante .....	22
		Carta Psicométrica .....	35-37
		Guía de selección rápida .....	38

## Apéndice de Tablas

Tabla No.	Página No.	Tabla No.	Página No.
1. Carga Térmica en paredes .....	14	21. Temperaturas del aire exterior en verano y temperaturas para las condiciones de diseño del lugar .....	21
2. Factores K en bloques de aislamiento .....	14	22. Diámetros recomendados de las tuberías para R134a .....	22, 23
3. Tolerancia permitida para el efecto solar .....	14	23. Diámetros recomendados de las tuberías para R-22 .....	24,25
4. Cambios de aire promedia en 24 horas para cuartos de almacenamiento arriba de 32°F(0°C) debido a la apertura de puertas e infiltración .....	15	24. Diámetros recomendados de las tuberías para R502 .....	26,27
5. Cambios de aire promedio en 24 hrs. para cuartos de almacenamiento abajo de 32°F (0°C) debido a la apertura de puertas e infiltración .....	15	25. Diámetros recomendados de las tuberías para R-404A /R-507 .....	28,29
6. Calor removido por aire de enfriamiento para condiciones de cuarto de almacenamiento (BTU por pie <sup>3</sup> ).....	15	26. Corrección de la temperatura del refrigerante, °F por cada lb de caída de presión en la línea de succión.....	30
7. Requerimientos de almacenamiento y propiedad de los productos perecederos .....	16	27. Pies equivalentes de tubería para válvulas y accesorios.....	30
8. Calor de respiración .....	18	28. Caída de la presión de refrigerantes líquidos en elevadores de la línea de líquido (expresada la caída de Presión en PSIG y la línea de subenfriamiento en°F) .....	30
9. Carga térmica de cerveza embotellada y en barril .....	19	29. Peso de refrigerante en las líneas de cobre durante la operación (lb por 100 pies lineales de tubería tipo "L").....	31
10. Peso del canal de animales.....	19	30. Diámetros de tubería recomendados para condensador remoto .....	32
11. Calor equivalente disipado por motores eléctricos .....	19	31. Tabla para conversión de temperatura Fahrenheit - Celsius .....	33
12. Calor equivalente disipado por personas .....	19	32. Factores de conversión en el sistema inglés .....	34
13. Espesor de aislamiento estándar en cuartos de almacenamiento .....	19	33. Factores de conversión del sistema inglés a métrico .....	34
14. Calor disipado debido al funcionamiento de montacargas operados con batería .....	19		
15. Calor específico de varios sólidos y líquidos.....	19		
16. Requerimientos para cuartos de refrigeración de plátanos .....	20		
17. Cámaras para preparación y corte de carne .....	20		
18. Selección rápida de la carga térmica de las barras frías .....	20		
19. Requerimientos de refrigeración para endurecimiento de helado .....	20		
20. Carga térmica por puertas de vidrio .....	20		

# Trabajo de reconocimiento

La persona involucrada en los cálculos de la transferencia de calor necesita información con el propósito de pronosticar con exactitud la carga térmica de una necesidad de refrigeración específica. Cuando se cuenta con información más completa obtendrán los mejores resultados de cálculo, un buen cálculo es el primer paso para asegurar la selección adecuada del equipo de refrigeración en un proyecto. El trabajo inicial de reconocimiento deberá ser tan completo como sea posible y deberá incluir lo siguiente:

## Temperaturas ambientes de diseño

El ambiente de los alrededores de la cámara es necesario para el cálculo de la carga térmica. Otro ambiente que debe ser considerado es el de los alrededores de la unidad condensadora el cual afectará la selección del equipo.

## Temperatura de Almacenamiento y Requerimientos de Humedad

Por su naturaleza el equipo de refrigeración es un proceso de deshumidificación. Nosotros tratamos de minimizar el efecto desecado debido al equipo, mediante la selección adecuada del diferencial de temperatura (DT) entre las temperaturas de saturación de succión del evaporador y la temperatura del aire en la cámara, para seleccionar el (DT) aproximado para la humedad relativa deseada (ver pág. 10).

## Dimensiones, Aislamiento, Tipo de Construcción y Orientación

Este criterio se presta por sí solo para ser bien establecido, obtener cálculos confiables, sino se omite frecuentemente la información elemental desde el trabajo de reconocimiento inicial. **La carga por transmisión para 4" de poliestireno es el doble de la carga térmica por transmisión para 4" de poliuretano.**

## Infiltración o Carga Térmica por Cambios de Aire

El calor, ambos el sensible y latente entran a una cámara a través de las aperturas de la puerta, cada vez que el aire en los alrededores de la cámara esté más caliente que la temperatura de la cámara.

Conociendo la localización, tamaño y número de aperturas de la puerta, y la temperatura a la cual están expuestos, será más favorable para la determinación de la carga térmica por infiltración de aire.

## Producto

1. Tipo- requerimientos de almacenamiento
2. Peso
3. Temperatura de entrada
4. Tiempo de disminución (abatimiento)

## Cargas misceláneas

1. Luces
2. Motores, incluyendo motores ventiladores montacargas y transportadores
3. Personas
4. Puertas de vidrio

## Funcionamiento

1. Cámaras de refrigeración y congelación
2. Túneles de enfriamiento o congelación
3. Cámaras de preparación, proceso o corte
4. Almacenes de distribución
5. Vitrinas o exhibidores

## Condiciones Especiales

## Servicio Eléctrico y tipo de Equipo Deseado

Aunque no afectan directamente los cálculos de la carga de refrigeración, son esenciales en el trabajo de reconocimiento, para determinar el equipo adecuado.

# Cálculos Para la Carga de Refrigeración

Con el reconocimiento inicial completo, el cálculo de la carga térmica es dividido en las siguientes fuentes de calor por un periodo de 24 hrs.

1. Carga por Transmisión
2. Carga por cambio de aire
3. Carga Miscelánea
4. Carga del producto

## Precisión

La precisión en los cálculos es el primer paso para contar con un cliente satisfecho. Existen estimaciones de la carga térmica basadas en promedios que pueden emplearse cuando la carga del producto es indefinida o desconocida (ver la tabla de selección rápida en la contraportada pág. 38 y la gráfica de cálculo rápido en la pág. 9). Pero cuando se tienen disponibles todos los datos necesarios para el cálculo de las cuatro fuentes de calor ganado, deberá realizarse el cálculo completo.

## Tabla de Selección Rápida para Refrigeradores y Congeladores Pequeños y Medianos

La tabla de selección rápida mostrada en la contraportada (pág. 38) puede usarse como comparativo de la carga térmica calculada en la forma H-ENG-2.1. ó H-ENG - 3.1 o también para obtener la carga térmica aproximada para cámaras pequeñas y medianas. Las cargas mostradas son para una temperatura exterior de 95°F.

## Calculador Rápido de Carga para Refrigeradores y Congeladores Grandes

El calculador rápido de carga en la pág. 9 puede ser usado para aproximaciones rápidas de carga térmica en cámaras grandes y como un comparativo razonable de la carga térmica calculada en la forma No. H-ENG-2.1. ó H-ENG-3.1. El calculador gráfico en la página 9 está basado en los siguientes promedios de carga de producto diario, para enfriadores y congeladores:

Volumen Pies <sup>3</sup>	Promedio diario de la carga del Producto (lbs) para refrigeradores	Promedio diario de la carga del producto (lbs) para congeladores
500 - 3,000	6,200 - 8,000	1,600 - 2,000
3,000 - 4,600	8,000 - 11,000	2,000 - 2,500
4,600 - 8,100	11,000 - 17,000	2,500 - 4,000
8,100 - 12,800	17,000 - 26,000	4,000 - 6,200
12,800 - 16,000	26,000 - 33,000	6,200 - 7,500
16,000 - 20,000	33,000 - 40,000	7,500 - 9,500
20,000 - 28,000	40,000 - 56,000	9,500 - 13,000
28,000 - 40,000	56,000 - 66,000	13,000 - 17,000
40,000 - 60,000	66,000 - 110,000	17,000 - 25,000
60,000 - 80,000	110,000 - 150,000	25,000 - 34,000
80,000 - arriba	150,000 - arriba	34,000 - arriba

## 1. Carga por Transmisión

Los métodos para determinar la cantidad de flujo de calor a través de los muros, piso y techo, están bien establecidos. Esta ganancia de calor es directamente proporcional al DT, entre los dos lados del muro. El tipo y espesor del aislamiento usado en construcción de la pared, El área exterior de la pared y el DT entre los dos lados del muro son los tres factores que establecen la carga a través de muros. Existen tablas que proporcionan información para simplificar los cálculos (ver tabla 1 pág. 14). Algunos refrigeradores para temperaturas arriba del punto de congelación son construidos con el piso sin aislamiento.

La pérdida de calor está sujeta a muchas variables predecibles con exactitud, los factores mostrados en la (tabla 1) de calor ganado a través de muros, están basados en piso de concreto y el DT entre la temperatura del suelo y la temperatura de almacenamiento de la cámara.

Para congeladores puede ser necesario proveer calor en la base de la losa para evitar congelamiento del agua del terreno y levantamiento del piso. La temperatura mínima de la losa deberá ser por lo menos 40°F, normalmente 55°F deberá ser usada para aplicaciones de congeladores.

## 2. Carga por Cambios de Aire

- (a) **Cambios de aire Promedio** - Siempre que la puerta de una cámara de refrigeración es abierta, cierta cantidad de aire caliente del exterior entrará a la cámara. Este aire deberá ser enfriado a la temperatura de la cámara refrigerada, resultando una considerable fuente de ganancia de calor. Esta carga es algunas veces llamada carga de infiltración. El número probable de cambios de aire por día y el calor que debe ser removido por cada pie cúbico de aire infiltrado, se muestran en las tablas basadas en la experiencia (ver tablas 4, 5 y 6, en la página 15) (para uso pesado la infiltración puede ser del doble o más).
- (b) **Infiltración a través de una apertura determinada** - Como una alternativa para el cambio de aire promedio, el método es usar la carta psicométrica (pág. 34), la siguiente fórmula puede ser usada para calcular la infiltración resultante de la ventilación natural (sin viento) a través de las aperturas de las puertas.

$$\frac{[(4.88) \sqrt{\text{altura de puerta}} (\text{área}/2) (\text{minutos de apertura}) (\sqrt{\text{DT}^\circ\text{F}}) (\text{entalpía de aire entrando}-\text{entalpía del aire del almacén})]}{\text{volumen específico del aire entrando}}$$

donde x = % de calor de transmisión bloqueada por la barrera térmica. La carga térmica puede ser sustancial y cualquier medio debe considerarse para reducir la cantidad de infiltración entrando a la cámara. Algunos medios efectivos para reducir esta carga son:  
Cierre automático de las puertas del refrigerador  
Vestíbulos o ante cámaras refrigeradas  
Cortinas de aire  
Cortinas de plástico en tiras (Hawaianas)

## 3. Cargas Misceláneas

Aun cuando la mayoría de la carga térmica en una cámara refrigerada o un congelador es causada por la pérdida a través de paredes, cambios de aire y producto enfriado o congelado. Existen otras tres fuentes de calor que no deben ser descuidadas para la selección del equipo de refrigeración. Puesto que el equipo tiene que mantener la temperatura bajo las condiciones de diseño, estas cargas son generalmente promediadas a un periodo de 24 hrs. para suministrar la capacidad durante este lapso.

- (a) **Luces.** - Los requerimientos típicos son de 1 a 1/2 watt por pie<sup>2</sup>. Las cámaras de cortes o proceso puedan ser del doble de capacidad estimado. Cada watt el multiplicado por 3.42 BTU / watt para obtener un BTUH estimado. Este es entonces multiplicado por 24 para tener un porcentaje diario estimado.
- (b) **Motores** - Los motores más pequeños usualmente son menos eficientes y tienden a generar más calor por HP que los motores más grandes, por ésta razón la tabla 11 en la página 19, está dividida en grupos de HP.

Los motores dentro del área refrigerada rechazarán toda esa pérdida de calor como se muestra la tabla 11. sin embargo, los motores están ubicados en el exterior pero que el trabajo se realiza el interior, común transportador, rechazarán menos calor dentro del espacio refrigerada. Si para manejar el material o producto se utiliza equipo como montacargas, deberá incluirse la carga térmica del motor. Generalmente se usan montacargas los cuales funcionan con batería en las cámaras refrigeradas, lo cual representa una ganancia de calor de 8,000 a 15,000 BTU, o más sobre el periodo de funcionamiento. Si las condiciones de carga debidas a los motores se desconoce, se puede asumir un motor de 1 HP para cada 16,000 pies<sup>3</sup> en cámara de enfriamiento, y 1 HP por cada 12,500 pies<sup>3</sup> en camara de congelación, aplicándose a motores de ventiladores y algunos montacargas en funcionamiento. Estos cálculos pueden ser más altos en áreas de uso pesado, ejemplo embarcadero o almacén de distribución.

- (c) **Ocupación** - Personal trabajando en el área del almacén refrigerado, disipa calor a un porcentaje que depende de la temperatura de la cámara (tabla 12). La ocupación múltiple para un periodo corto debe promediarse a un periodo superior a 24 hrs. Si la carga por ocupación no es conocida, se permite una persona cada 24 hrs para cada 25,000 pies<sup>3</sup> de espacio.

## 4. Carga del Producto.

Siempre que un producto tenga una temperatura más alta y sea colocado en una cámara de refrigeración o congelación, el producto perderá su calor hasta que éste alcance la temperatura de almacenamiento. Esta carga térmica consta con tres componentes que se definen a continuación (ver tabla 7).

- (a) **Calor específico** - Es la cantidad de calor que debe de ser removido de una libra de producto para reducir su temperatura 1°F, se le llama calor específico. Este tiene dos valores: uno aplicado cuando el producto está arriba del punto de congelación; el segundo es aplicable después de que el producto ha alcanzado su punto de congelación.
- (b) **Calor Latente** - La cantidad de calor que debe eliminarse a una libra de producto para congelarlo, se le llama calor latente de fusión. La mayoría de los productos tienen un punto de congelación en el rango de 26°F a 31°F, y si la temperatura exacta es desconocida, ésta puede considerarse de 28°F.

Existe una relación definida entre el calor latente de fusión del contenido de agua del producto, su calor específico y latente.

Estimación de los calores específico y latente:

Calores específico arriba del punto de congelación = 0.20 + (0.008% agua)  
Calor específico abajo del punto de congelación = 0.20 + (0.003% agua)  
Calor latente = 143.3 x % agua

- (c) **Respiración** - Las frutas frescas y los vegetales están vivos. Incluso en el almacén refrigerado generan calor, el cual es llamado calor de respiración. Estos continuamente son sometidos a un cambio en el cual se libera energía en forma de calor, la cual varía con el tipo y temperatura del producto. Los valores son generalmente tabulados en BTU/lbs/24hrs y son aplicados al peso total del producto que se almacena y no sólo lo retirado diariamente (tabla 8).
- (d) **Tiempo de Abatimiento** - Cuando la carga del producto es calculada con un tiempo de abatimiento diferente a 24 hrs., un factor de corrección:
- $$\frac{24 \text{ hrs.}}{\text{tiempo de abatimiento}}$$
- debe de multiplicar a la carga del producto.

**Nota:** Mientras que el abatimiento de temperatura del producto puede ser calculado, no debe otorgarse ninguna garantía en relación con la temperatura final del producto debido a los diversos factores incontrolables. (Esto es el tipo de empaque, posición de la carga, método de almacenamiento, etc.)

## 5. Factor de Seguridad

Cuando las cuatro fuentes de calor principales son calculadas un factor de seguridad del 10% es agregado a la carga total de refrigeración, para considerar la mínima omisión o inexactitud (seguridad adicional o reserva que puede estar disponible desde el funcionamiento del compresor y la carga promedio).

## 6. Carga Térmica por Hora

La carga térmica por hora sirve como guía en la selección del equipo. Se calcula dividiendo la carga térmica final en BTU/24 hrs por el tiempo de funcionamiento deseado de la unidad condensadora

cámaras sin reloj a 35 °F	16 hrs
cámaras con reloj a 35 °F	18 hrs
Túnel de enfriamiento/congelación con deshielo positivo	18 hrs
Conservador de congelados	20 hrs
Refrigeradores de 25°F a 34°F con deshielo eléctrico ó por gas caliente	20-22 hrs
Camaras a 50°F y temperaturas mayores, con temperatura del serpentín por arriba de 32°F	20-22 hrs

## 7. Formas para el cálculo de la Carga

Para simplificar el cálculo y tabulación de las cargas de refrigeración, Frigus Bohn cuenta con dos formas disponibles:

Forma No. H-ENG-2.1 es usada para todas las cámaras por arriba de 32°F (0°C)

Forma No. H-ENG-3.1 es usada para todas las cámaras por abajo de 32°F (0°C)

Todos los datos y tablas necesarias para el llenado de las formas del cálculo de la carga se encuentran en el apéndice al final de esta manual.

**Recomendaciones:** Pretendemos que los métodos de cálculo para la carga de refrigeración presentados en este manual, sean utilizados en la selección del equipo de refrigeración para cámaras que tienen aplicaciones para mantener y algunas veces para reducir la temperatura del producto. Para procesos o aplicaciones inusuales tales como: en congeladores rápidos o en situaciones de comida procesada, por favor contacte al departamento de ingeniería y aplicación de Frigus Bohn.

## Formato para Estimar la Carga de Refrigeración (para cuartos arriba de 32°F) Boletín No. H-ENG-2.1

**Refrigerador de Tienda de Conveniencia a 35 °F con Puertas de Cristal**

Calculado para:

Calculado por:

Fecha:

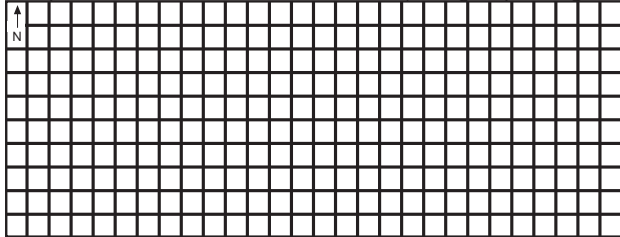
Calculado para:

### Bases para Cálculo

Dimensiones del cuarto: Ancho 8 pie x longitud 28 pie x 28 pie.

Volumen: (L) 28 x (W) 8 x (H) 8 = 1792 pie<sup>3</sup>

Temperatura amb. 85 °F (corregido por carga solar) - Temperatura del cuarto 35 °F = 50 °F D.T.



### Aislamiento

	Pulgadas	Tipo
Techo	4	Estireno
Paredes	4	Estireno
Piso	6	Concreto

### Carga del Producto

(a) 2000 Lbs./dia de Refresco para ser reducido desde la temperatura de entrada de 85 °F hasta 35 °F Disminución de Temperatura 50 °F

(b) 200 Lbs./dia de Productos Lácteos para ser reducidos desde la temperatura de entrada de 40 °F hasta 35 °F Disminución de Temperatura 5 °F

### Misceláneos

Motores (incluye todos los motores ventiladores) .2 HP

Temperatura del Piso 60 (Tabla 21)

Luces (se asume 1 watt/pie<sup>2</sup>) 224 Watts

No. de Personas 0

### 1. Transmisión por Cargas

Techo (L)	<u>28</u>	x(W)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>16128</u>
Pared Norte: (L)	<u>28</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>16128</u>
Pared Sur: (L)	<u>28</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>16128</u>
Pared Este: (W)	<u>8</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>4608</u>
Pared Oeste: (W)	<u>8</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>4608</u>
Piso: (L)	<u>28</u>	x(W)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>125</u>	(Tabla 1)	=	<u>28000</u>

### 2. Carga por Cambios de Aire

Volumen 1792 pie<sup>3</sup> x 19.5 Factor (Tabla 4) x 1.86 Factor (Tabla 6) = 64996

### 3. Cargas Adicionales

Motores Eléctricos	<u>.2</u> HP x 75000 BTU/HP/24hrs.	=	<u>15000</u>
Iluminación Eléctrica	<u>224</u> Watts x 82	=	<u>18368</u>
Carga por Personas:	<u>0</u> Personas x <u>      </u> BTU/24hrs. (Tabla 12)	=	<u>      </u>
Cargas por Puertas de Vidrio	<u>10</u> Puertas x 19200 BTU/24hrs.	=	<u>19200</u>

### 4. Carga de Producto: Sensible

(Carga del Producto estimada @ 24 hrs. de Abatimiento)\*

(a)	<u>2000</u> Lbs./dia x <u>.9</u> Calor Específ. (Tabla 7) x <u>50</u> °F Disminución de Temp.	=	<u>90000</u>
(b)	<u>200</u> Lbs./dia x <u>.7</u> Calor Específ. (Tabla 7) x <u>5</u> °F Disminución de Temp.	=	<u>700</u>

\*Para el tiempo de abatimiento del producto diferente a 24 hrs. Suponer 24 hrs. de carga x (24/Tiempo de Abatimiento)

### 5. Carga del Producto: Respiración\*

(a)	<u>      </u> Lbs.almacenadas x <u>      </u> BTU/Lb./ 24 hrs. (Tabla 8)	=	<u>      </u>
(b)	<u>      </u> Lbs.almacenadas x <u>      </u> BTU/Lb./ 24 hrs. (Tabla 8)	=	<u>      </u>

\*Para consideración de producto previamente cargado, un multiplicador de (5) es normalmente aplicado a la carga diaria del producto (Línea No. 4)

Carga Total de Refrigeración (1+2+3+4+5) BTU/24 hrs.	=	<u>466664</u>
Agregar 10% por factor de seguridad	=	<u>46666</u>
Total con factor de seguridad BTU. /24 hrs.	=	<u>513330</u>

Dividir entre el número de horas de operación (16) para obtener los requerimientos de enfriamiento en BTUH 32083

### SELECCION DE EQUIPO

UNIDAD CONDENSADORA  
CANTIDAD MOD. No.

EVAPORADOR  
CANTIDAD MOD. No.

CAPACIDAD DEL SISTEMA  
BTU/HR.

## Formato para Estimar la Carga de Refrigeración (para cuartos arriba de 32°F) Boletín No. H-ENG-2.1

### Refrigerador de Carne a 35 °F

Calculado para:

Calculado por:

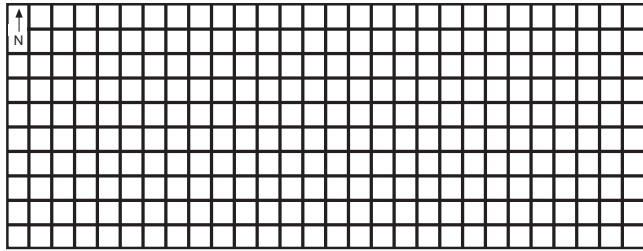
Fecha:

#### Bases para Cálculo

Dimensiones del cuarto: Ancho 14 pie x longitud 16 pie x 8 pie.

Volumen: (L) 16 x (W) 14 x (H) 8 = 1792 pie<sup>3</sup>

Temperatura amb. 95 °F (corregido por carga solar) - Temperatura del cuarto 35 °F = 60 °F D.T.



#### Aislamiento

	Pulgadas	Tipo
Techo	4	Estireno
Paredes	4	Estireno
Piso	6	Concreto

#### Carga del Producto

(a) 1000 Lbs./día de Carne para ser reducido desde la temperatura de entrada

de 50 °F hasta 35 °F Disminución de Temperatura 15 °F

(b)      Lbs./día de      para ser reducidos desde la temperatura de entrada

de      °F hasta      °F Disminución de Temperatura      °F

#### Misceláneos

Motores (incluye todos los motores ventiladores) .1 HP

Temperatura del Piso 60 (Tabla 21)

Luces (se asume 1 watt/pie<sup>2</sup>) 224 Watts

No. de Personas 0

#### 1. Transmisión por Cargas

Techo: (L)	<u>16</u>	x(W)	<u>14</u>	x Carga del Calor	<u>87</u>	(Tabla 1)	=	<u>19488</u>
Pared Norte: (L)	<u>16</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>87</u>	(Tabla 1)	=	<u>11136</u>
Pared Sur: (L)	<u>16</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>87</u>	(Tabla 1)	=	<u>11136</u>
Pared Este: (W)	<u>14</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>87</u>	(Tabla 1)	=	<u>9744</u>
Pared Oeste: (W)	<u>14</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>87</u>	(Tabla 1)	=	<u>9744</u>
Piso: (L)	<u>16</u>	x(W)	<u>14</u>	x Carga del Calor	<u>125</u>	(Tabla 1)	=	<u>28000</u>

#### 2. Carga por cambios de Aire

Volumen: 1792 pie<sup>3</sup> x 13 Factor (Tabla 4) x 2.49 Factor (Tabla 6) = 58007

#### 3. Cargas Adicionales

Motores Eléctricos	<u>.1</u> HP x 75000 BTU/HP/24hrs.	=	<u>7500</u>
Iluminación Eléctrica	<u>224</u> Watts x 82	=	<u>18368</u>
Carga por Personas:	<u>0</u> Personas x <u>    </u> BTU/24hrs. (Tabla 12)	=	<u>    </u>
Cargas por Puertas de Vidrio	<u>0</u> Puertas x 19200 BTU/ Puerta 24hrs.	=	<u>    </u>

#### 4. Carga del Producto: Sensible

(Carga del Producto estimada @ 24 hrs. de Abatimiento)\*

(a) 1000 Lbs./día x .77 Calor Específ. (Tabla 7) x 15 °F Disminución de Temp. = 11550

(b)      Lbs./día x      Calor Específ. (Tabla 7) x      °F Disminución de Temp. =     

\*Para el tiempo de abatimiento del producto diferente a 24 hrs. Suponer 24 hrs. de carga x (24/Tiempo de Abatimiento)

#### 5. Carga del Producto: Respiración\*

(a)      Lbs. almacenadas x      BTU/Lb./ 24 hrs. (Tabla 8) =     

(b)      Lbs. almacenadas x      BTU/Lb./ 24 hrs. (Tabla 8) =     

\*Para consideración de producto previamente cargado, un multiplicador de (5) es normalmente aplicado a la carga diaria del producto (Línea No. 4)

Carga Total de Refrigeración (1+2+3+4+5) BTU./24 hrs.	=	<u>184673</u>
Agregar 10% por factor de seguridad	=	<u>18467</u>
Total con factor de seguridad BTU. /24 hrs.	=	<u>203140</u>

Dividir entre el número de horas de operación (16) para obtener los requerimientos de enfriamiento en BTUH 12696

#### SELECCION DE EQUIPO

UNIDAD CONDENSADORA

EVAPORADOR

CAPACIDAD DEL SISTEMA

CANTIDAD MOD. No.

CANTIDAD MOD. No.

BTU/HR.

## Formato para Estimar la Carga de Refrigeración (para cuartos abajo de 32°F) Boletín No. H-ENG-3.1

### Congelador para Endurecimiento de Helado -20° F

Calculado para:

Calculado por:

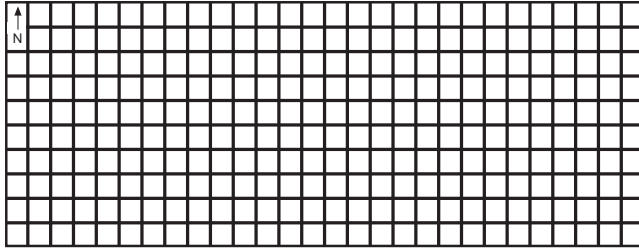
Fecha:

#### Bases para Cálculo

Dimensiones del cuarto: Ancho 12 pie x longitud 14 pie x altura 8 pie.

Volumen: (L) 14 x (W) 12 x (H) 8 = 1344 pie<sup>3</sup>

Temperatura amb. 85 °F (corregido por carga solar) - Temperatura del cuarto - 20 °F = 105 °F D.T.



#### Aislamiento

	Pulgadas	Tipo
Techo	4	Espuma de Uretano Espreado
Paredes	4	Espuma de Uretano Espreado
Piso	4	Espuma de Uretano Espreado

#### Carga del Producto

(a)        Lbs./día de        para ser reducido desde la temperatura de entrada de        °F al punto de congelación a temperatura hasta        °F (Tabla 7)        °F Disminución de Temperatura inicial y entonces ser reducido del punto de congelación a temperatura de almacenaje de        °F (Tabla 7)        °F Disminución de Temperatura Final.

(b) 100 galones de helado @ 100% exceso

#### Misceláneos

Motores (incluye todos los motores ventiladores) .2 HP

Temperatura del Piso 60 (Tabla 21)

Luces (se asume 1 watt/pie<sup>2</sup>) 168 Watts

No. de Personas 0

#### 1. Transmisión por Cargas

Techo: (L)	<u>14</u>	x(W)	<u>12</u>	x Carga del Calor	<u>76</u>	(Tabla 1)	=	<u>12768</u>
Pared Norte: (L)	<u>14</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>76</u>	(Tabla 1)	=	<u>8512</u>
Pared Sur: (L)	<u>14</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>76</u>	(Tabla 1)	=	<u>8512</u>
Pared Este: (W)	<u>12</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>76</u>	(Tabla 1)	=	<u>7296</u>
Pared Oeste: (W)	<u>12</u>	x(H)	<u>8</u>	x Carga del Calor	<u>76</u>	(Tabla 1)	=	<u>7296</u>
Piso: (L)	<u>14</u>	x(W)	<u>12</u>	x Carga del Calor	<u>58</u>	(Tabla 1)	=	<u>9744</u>

#### 2. Carga por cambios de Aire

Volumen 1344 pie<sup>3</sup> x 12 Factor (Tabla 5) x 3.49 Factor (Tabla 6) = 56287

#### 3. Cargas Adicionales

Motores Eléctricos	<u>.2</u>	HP x 75000 BTU/HP/24hrs.	=	<u>15000</u>
Iluminación Eléctrica	<u>168</u>	Watts x 82	=	<u>13776</u>
Carga por Personas:	<u>0</u>	Personas x <u>      </u> BTU/24hrs. (Tabla 12)	=	<u>      </u>
Cargas por Puertas de Vidrio	<u>0</u>	Puertas x 31200 BTU/ Puerta 24hrs.	=	<u>      </u>

#### 4. Carga del Producto (Tabla 7)

(Carga del Producto estimada @ 24 hrs. Abatimiento)\*

(a)        Lbs./día x        Calor Específ. arriba del punto de congelación x        °F Disminución de Temp. inicial =         
       Lbs./día x        Calor Latente de Fusión  
       Lbs./día x        Calor Específ. abajo del punto de congelación x        °F Disminución de Temp. Final =         
 (b) 100 galones de helado/día x 425 BTU/gal. (Tabla 19) x 2.4 (10 hrs. de Abatimiento)\* = 102 000

\*Para otros tiempos de abatimiento de temperatura del producto diferente a 24 hrs. Suponer 24 hrs. de carga x (24/Tiempo de Abatimiento)

Carga Total de Refrigeración (1+2+3+4) BTU / 24 hrs.	=	<u>241191</u>
Agregar 10% por factor de seguridad	=	<u>24119</u>
Total con factor de seguridad BTU. /24 hrs.	=	<u>265310</u>

Dividir entre el número de horas de operación (18) para obtener los requerimientos de enfriamiento en BTUH 14739

#### SELECCION DE EQUIPO

UNIDAD CONDENSADORA  
CANTIDAD MOD. No.

EVAPORADOR  
CANTIDAD MOD. No.

CAPACIDAD DEL SISTEMA  
BTU/HR.

# **Formato para Estimar la Carga de Refrigeración (para cuartos abajo de 32°F) Boletín No. H-ENG-3.1**

## **Congelador de Carne a -10° F**

Calculado para:

Calculado por:

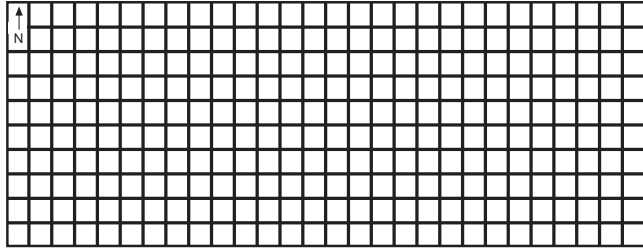
Fecha:

### **Bases para Cálculo**

Dimensiones del cuarto: Ancho 20 pie x longitud 24 pie x altura 12 pie.

Volumen: (L) 24 x (W) 20 x (H) 12 = 5760 pie<sup>3</sup>

Temperatura amb. 90 °F (corregido por carga solar) - Temperatura del cuarto -10 °F = 100 °F D.T.



### **Aislamiento**

	Pulgadas	Tipo
Techo	4	Espuma de Uretano Esreado
Paredes	4	Espuma de Uretano Esreado
Piso	4	Espuma de Uretano Esreado

### **Carga del Producto**

(a) 3000 Lbs./dia de Carne para ser reducido desde la temperatura de entrada de 35 °F al punto de congelación de 28 °F (Tabla 7) 7 °F Disminución de Temperatura Inicial y entonces ser reducido del punto de congelación a temperatura de almacenaje de -10 °F (Tabla 7) 38 °F Disminución de Temperatura Final.

(b)      galones de helado @      exceso

### **Misceláneos**

Motores (incluye todos los motores ventiladores) .5 HP

Temperatura del Piso 60 (Tabla 21)

Luces (se asume 1 watt/pie<sup>2</sup>) 480 Watts

No. de Personas 0

### **1. Transmisión por Cargas**

Techo (L)	<u>24</u>	x(W)	<u>20</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>34560</u>
Pared Norte: (L)	<u>24</u>	x(H)	<u>12</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>20736</u>
Pared Sur: (L)	<u>24</u>	x(H)	<u>12</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>20736</u>
Pared Este: (W)	<u>20</u>	x(H)	<u>12</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>17280</u>
Pared Oeste: (W)	<u>20</u>	x(H)	<u>12</u>	x Carga del Calor	<u>72</u>	(Tabla 1)	=	<u>17280</u>
Piso: (L)	<u>24</u>	x(W)	<u>20</u>	x Carga del Calor	<u>50</u>	(Tabla 1)	=	<u>24000</u>

### **2. Carga por cambios de Aire**

Volumen 5760 pie<sup>3</sup> x 5.2 Factor (Tabla 5) x 3.85 Factor (Tabla 6) = 115315

### **3. Cargas Adicionales**

Motores Eléctricos	<u>.5</u> HP x 75000 BTU/HP/24hrs.	=	<u>37500</u>
Iluminación Eléctrica	<u>480</u> Watts x 82	=	<u>39360</u>
Carga por Personas:	<u>0</u> Personas x <u>    </u> BTU/24hrs. (Tabla 12)	=	<u>    </u>
Cargas por Puertas de Vidrio	<u>0</u> Puertas x 31,200 BTU/ Puerta 24hrs.	=	<u>    </u>

### **4. Carga del Producto (Tabla 7) (Carga del Producto estimada @ 24 hrs. Abatimiento)\***

(a) <u>3000</u> Lbs./dia x <u>.77</u> Calor Específ. arriba del punto de congelación x <u>7</u> °F Disminución de Temp. inicial =	<u>16170</u>
<u>3000</u> Lbs./dia x <u>100</u> Calor Latente de Fusión	<u>300000</u>
<u>3000</u> Lbs./dia x <u>.4</u> Calor Específ. abajo del punto de congelación x <u>38</u> °F Disminución de Temp. Final =	<u>45600</u>
(b) <u>    </u> Galones de Helado /dia x <u>    </u> BTU/gal.(Tabla 19)	= <u>    </u>

\*Para otros tiempos de abatimiento de temperatura del producto diferente a 24 hrs. Suponer 24 hrs. de carga x (24/Tiempo de Abatimiento)

Carga Total de Refrigeración (1+2+3+4) BTU / 24 hrs.	=	<u>688537</u>
Agregar 10% por factor de seguridad	=	<u>68853</u>
Total con factor de seguridad BTU. /24 hrs.	=	<u>757390</u>

Dividir entre el número de horas de operación (18) para obtener los requerimientos de enfriamiento en BTUH 42077

### **SELECCION DE EQUIPO**

UNIDAD CONDENSADORA

EVAPORADOR

CAPACIDAD DEL SISTEMA

CANTIDAD MOD. No.

CANTIDAD MOD. No.

BTU/HR.

# Calculador Rápido de la Carga Térmica para Refrigeradores y Congeladores Grandes

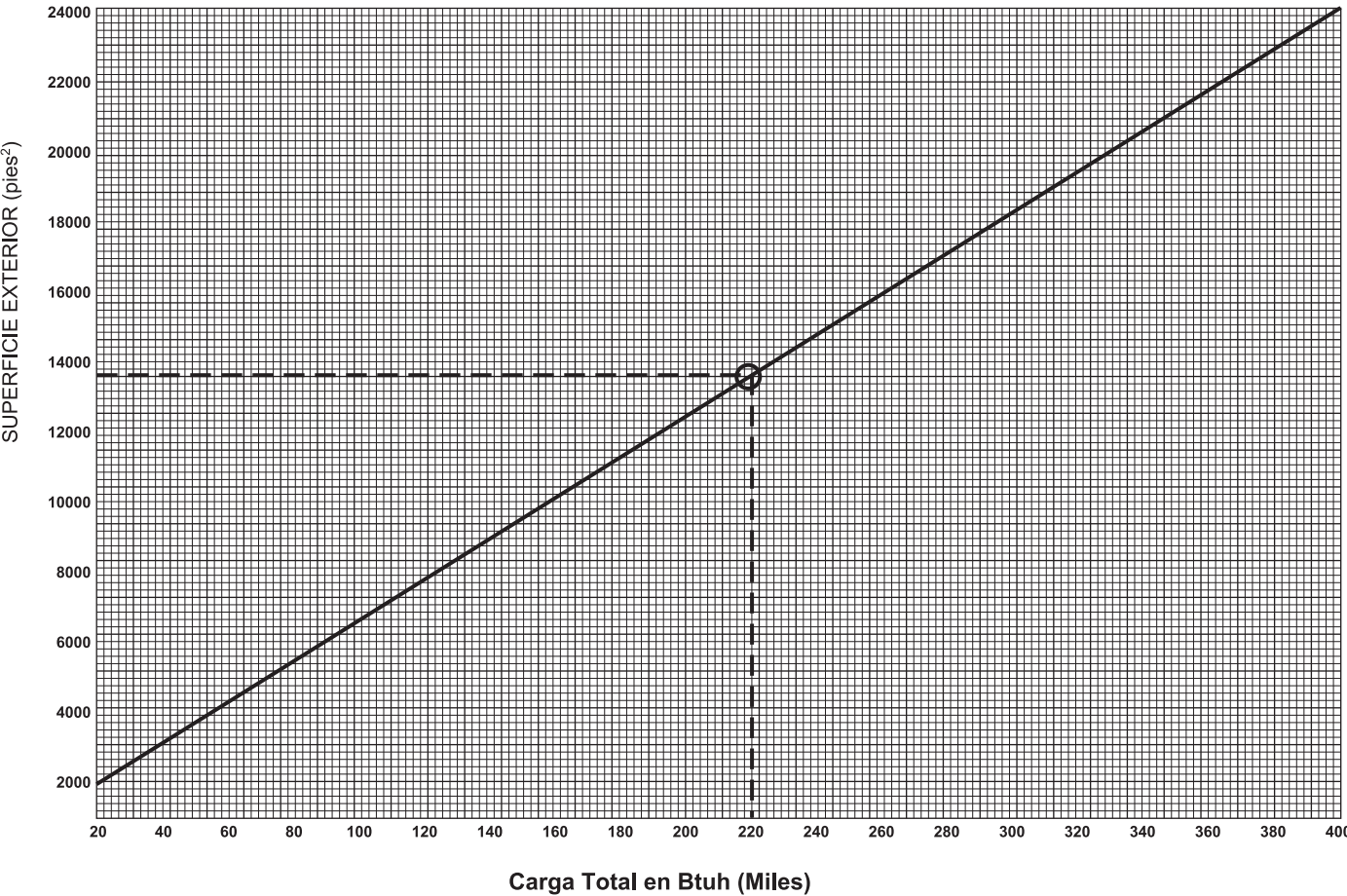
**CONDICIONES DE DISEÑO:**

Temp. ambiente de 95°F servicio pesado; funcionamiento del compresor de 16 hrs; número promedio de luces, motores y personas; carga térmica estimada del producto ; movimiento del producto calculado para una disminución de temperatura de 30°F en los refrigeradores, 10°F de disminución de temperatura en los congeladores (ver pág.2)

**NOTA:** Este calculador trabajará en forma igual de correcta para refrigeradores como congeladores, indicando el material aislante de la cámara como los listados abajo:

refrigerador	35°F-	3"	Poliestireno o equivalente
refrigerador	30°F-	4"	Poliestireno o equivalente
refrigerador	0°F-	5"	Poliestireno o equivalente
refrigerador	-10°F-	5 1/2"	Poliestireno o equivalente
refrigerador	-20°F-	6"	Poliestireno o equivalente

**EJEMPLO:** Congelador de 100x40x20 Pies a 0°F. Superficie exterior total 13600 pies.<sup>2</sup> Localizar 13600 pies<sup>2</sup> sobre la línea vertical del lado izquierdo de la tabla (eje Y), e interceptar esta con la línea que cruza en la gráfica, posteriormente trazar una línea recta hacia abajo y localizar el valor de la carga total (eje X). La carga total para este ejemplo es 224 000 BTUH. Con esto seleccionar el equipo correspondiente.



Material reciente generado por Hugo Smith, consultor editor en negocios de aire acondicionado y refrigeración. Reimpreso bajo permiso de Negocios de Aire Acondicionado y Refrigeración. Derechos reservados para Corporación de Publicación Industrial, División de la Corporación Pittway

# Selección del Equipo de Refrigeración

## General

Cuando la carga térmica por hora ha sido determinada, se puede proceder a seleccionar el equipo basado en la información obtenida del trabajo inicial de reconocimiento, algunos otros factores afectan la selección del equipo, como son:

1. Balance del equipo
2. Diferencial de temperatura (DT)
3. Control de la capacidad / seguridad del producto
4. Tipo de operación / flujo de aire

### 1. Balance del Equipo

La unidad condensadora es la unidad que se selecciona primero, para tener la capacidad mayor a la carga térmica calculada de refrigeración o congelación. El evaporador(es) se debe seleccionar para balancear la capacidad de la unidad condensadora.

La capacidad de la unidad condensadora debe ser seleccionada a una temperatura de succión la cual será balanceada con el evaporador(es) a un diferencial de temperatura entre el refrigerante en el evaporador y el aire en la cámara de almacenamiento refrigerada. La capacidad de la unidad condensadora también deberá seleccionarse a una temperatura de condensación correspondiente al aire ambiente o agua del medio de condensación a la temperatura disponible en el lugar de trabajo.

### 2. Diferencial de Temperatura

#### Para Cámaras de Almacenamiento Arriba de 32°F (0°C)

La naturaleza del producto determina la humedad relativa deseable en la cámara de almacenamiento. La humedad relativa deseable en cuestión dictamina el diferencial de temperatura (DT) aproximado entre el aire dentro de la cámara de almacenamiento y el refrigerante en el evaporador(es).

Para el propósito general del refrigerador, involucrar carnes, vegetales y productos lácteos, es común el proceder para balancear el lado de baja de la unidad condensadora a un diferencial de temperatura de 10°F a 12°F. Se ha aprendido por experiencia que, si se hace esto, se puede esperar que se mantenga una humedad relativa de 80% a 85% en el evaporador, el cual es un buen rango para el almacenamiento en general.

Ejemplo 2 Cálculo de la Carga Térmica (pág. 6) que trata del enfriamiento y almacenamiento de carne. La tabla muestra que el diferencial de temperatura recomendado es aproximadamente 10°F. Ya que la carga térmica calculada por hora basada en un funcionamiento de la unidad condensadora de 16 hrs fue 12696 BTU/hr., la unidad condensadora que se va a seleccionar debe tener una capacidad mayor que 12696 BTU/hr. basada en una temperatura de succión de + 23°F. (10°DT + 2°F de tolerancia para la caída de presión en la línea de succión, consulte la Tabla 23).

El evaporador a ser seleccionado debe tener una capacidad mínima como base (BTU / °DT) de 12696/10° DT ó 1270 BTU/°DT/hr. para estar seguro que el evaporador es lo suficientemente grande para balancearse correctamente con la unidad condensadora.

Los requerimientos de humedad relativa baja, permiten un DT mayor el cual permitirá la selección del evaporador con una base menor de capacidades (BTU/hr/°DT).

#### Para cuartos de almacenamiento abajo de 32°F (0°C.)

En cuartos a baja temperatura la cantidad de deshidratación de los productos desempacados, es proporcional al DT. Aún cuando la prevención del exceso de deshidratación es importante y a pesar de presentarse disminuciones bruscas en las capacidades de las unidades condensadoras de baja temperatura como es reducida la temperatura de succión, esta es una buena consideración práctica para usar un DT máximo de 10°F.

Los DT pueden obtenerse aproximados mediante una división de la capacidad de la unidad condensadora a la temperatura de succión de saturación deseada (T.S.S.), entre la capacidad del evaporador a 1° DT, por ejemplo:

$$\frac{\text{Capacidad de la unidad condensadora a T.S.S.}}{\text{Capacidad del evaporador a 1° DT}} = \text{DT}$$

#### Diferenciales de temperatura recomendados (DT) para Cuatro Clases de Productos Alimenticios (Evaporadores de Aire Forzado)

CLASE	DT	H.R. APROX.	DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DE LOS PRODUCTOS
1	7° - 9°F	90%	Resulta una cantidad mínima de evaporación de la humedad durante el almacenamiento, incluye vegetales, productos agrícolas, flores, hielo sin empaque y cuartos para enfriar.
2	10° - 12°F	80-85%	Incluye almacenamiento en general y refrigeradores de tiendas de conveniencia, comida y vegetales empacados, frutas y productos similares. Productos que requieren ligeramente menores niveles de humedad relativa que aquellos de la Clase 1.
3	12° - 16°F	65-80%	Incluye cerveza, vino, farmacéuticos, papas y cebollas, frutas de cáscara dura como son melones y en término corto productos empacados. Estos productos requieren sólo humedades relativas moderadas.
4	17° - 22°F	50-65%	Incluye cámaras de preparación y corte, almacenes de cerveza, dulce o almacenaje de películas y diques de carga. Estas aplicaciones necesitan sólo bajas humedades relativas o aquellas que no son afectadas por la humedad.

### 3. Seguridad del Producto/Control de la Capacidad

En cuartos fríos más grandes, se recomienda que la carga sea dividida entre el número de unidades. Una carga que requiere una unidad de más de 10 HP debe ser dividida para proporcionar al cliente un nivel de confianza por el hecho de una falla mecánica. Además la refrigeración está seleccionada como el 1% del peor acontecimiento del año, múltiples unidades son suministradas para algún control de la capacidad. En situaciones de carga baja algunas unidades pueden ser desactivadas y el cuarto o cámara mantenerse adecuadamente con un porcentaje de la potencia necesaria para el funcionamiento en verano. Múltiples unidades al inicio también representan bajar la demanda de cargas que se reflejará favorablemente en la utilidad de la compañía al reducirse el gasto monetario de sus clientes en el consumo eléctrico.

#### 4. Tipo de Operación / Flujo de Aire

Dos importantes consideraciones en la selección y ubicación del evaporador son distribución uniforme y velocidad del aire, las cuales son compatibles con la aplicación en particular.

La dirección del aire y el tiro de aire debe ser de tal forma que haya movimiento en donde se dé una ganancia de calor; esto se aplicará las paredes de la cámara, techo además del producto. El evaporador debe contar con el arreglo para dirigir la descarga del aire a cualquier puerta o apertura, si todo esto es posible. Evitar ubicar el evaporador en una posición cercana a una puerta donde esto pueda ocasionar una infiltración adicional dentro de la cámara; esto puede ocasionar un escarchado en el ventilador y una condición conocida como escarcha. También evitar la ubicación del evaporador en las corrientes de aire de otro evaporador porque pueden presentarse dificultades para el deshielo.

Para los refrigeradores y conservadores en congelación en general, no hay un criterio para la velocidad del aire dentro de la cámara, el total del aire suministrado es aproximadamente de 40 a 80 cambios de aire que ocurren cada hora. Este es un término de aire acondicionado el cual se calcula como sigue:

$$\text{Cambios de Aire} = \frac{(\text{cfm} * \text{totales}) \times 60}{\text{volumen interno de la cámara}}$$

\*incluye todos los evaporadores y ventiladores auxiliares

La ecuación descarta el movimiento del aire que es inducido por la descarga de aire del evaporador. Para simplicidad, el mayor volumen de la cámara es usado sólo si el producto y el equipo ocupan más del 10% del volumen. Aplicaciones específicas tales como cámaras de corte y cámaras de maduración de plátano tiene límites deseados. La tabla mostrada abajo indica las cantidades mínimas y máximas de aire para aplicaciones particulares.

#### Cambios de aire recomendados por hora

TIPO DE APLICACION	NUMERO DE CAMBIOS DE AIRE RECOMENDADO	
	MINIMO	MAXIMO
Conservación en Congelación	40	80
Conservación al Refrigeración	40	80
Cámaras de corte	20	30
Cámara de enfriamiento de carne	80	120
Maduración de plátano	120	200
Almacenamiento de frutas y vegetales	30	60
Túneles de congelación rápida	150	300
Salas de Proceso	20	30
Almacenamiento de carne sin empacar	30	60

### Factores de Reducción

- A. Ambiente
- B. Altitud
- C. Temperatura de saturación en la succión (T.S.S.)
- D. Potencia a 50 ciclos

En la selección de los equipos de refrigeración se debe tomar en cuenta que la capacidad de los equipos tienen capacidades basadas en ciertos criterios. Procurar tener cuidado para determinar las condiciones de trabajo actual y los factores propios de disminución que deben ser aplicados. Estos factores pueden variarse por el fabricante pero pueden ser usados aquí como regla de aproximación empírica.

#### A. Ambiente

El ambiente de la unidad condensadora es el concerniente al equipo generalmente catalogada a la temperatura ambiente de 90° a 95°F.

La unidad condensadora disminuye su capacidad 6% por cada 10°F de incremento en la temperatura ambiente de operación.

La unidad condensadora incrementa su capacidad 6% por cada 10°F de disminución en la temperatura ambiente de operación.

#### B. Altitud

La mayoría de los fabricantes consideran sus equipos a las condiciones a nivel del mar. Un incremento en la altitud resulta en una disminución de la densidad del aire. Mientras que los ventiladores trabajan en control directo con el equipo entregando un flujo volumétrico constante (pie<sup>3</sup>/min) de aire sin tomar en cuenta la densidad, la ligereza del aire afectará la capacidad de funcionamiento. Los equipos accionados por bandas pueden ser acelerados a una cierta amplitud sin exceder la sobrecarga del motor para compensar la disminución en la densidad del aire.

#### Efectos de la Altitud en los Equipos Enfriados por Aire

Altitud Sobre el Nivel de Mar (pies)	Presión Absoluta		Densidad de Aire Estandár a 70 °F lbs/pie <sup>3</sup>	Den- sidad de Aire Pro- me di o	Multiplicadores de Capacidad	
	Pulg.Hg	PSIA			Ventiladores de Accionamiento Directo	
					Evaporador para Refrigeración	Unid. Conden. Enfriadas por Aire
1,000	31.02	15.27	.0778	1.04	1.03	1.005
500	30.47	14.97	.0763	1.02	1.02	1.002
0	29.92	14.70	.0749	1.00	1.00	1.00
500	29.38	14.43	.0735	0.98	0.98	0.995
1,000	28.86	14.28	.0719	0.96	0.97	0.998
2,000	27.82	13.67	.0697	0.93	0.94	0.985
3,000	26.81	13.27	.0671	0.90	0.91	0.98
4,000	25.84	12.70	.0647	0.86	0.875	0.975
5,000	24.89	12.23	.0623	0.83	0.85	0.969
6,000	23.98	11.78	.0600	0.80	0.82	0.960
7,000	23.09	11.34	.0578	0.77	0.79	0.955
8,000	22.22	10.92	.0556	0.74	0.76	0.946
9,000	21.38	10.50	.0535	0.71	0.73	0.939
10,000	20.58	10.11	.0515	0.69	0.71	0.93
12,000	19.03	9.35	.0477	0.64	0.66	0.91
14,000	17.57	8.63	.0439	0.59	0.61	0.88

#### C. Factores de Corrección para Temperatura de Succión

Tener precaución en la selección del evaporador, especialmente los modelos de los congeladores. No se tiene condiciones estándar establecidas por la industria para el criterio de las clasificaciones. El número del modelo de un evaporador de baja temperatura puede ser determinado a -30°F TSS, -20°F TSS, -10°F TSS, 0°F TSS ó también + 10 TSS. La diferencia de capacidades entre -30° TSS y +10° TSS puede ser de 15% mayor para los evaporadores de capacidad nominal menor. La mayoría de los fabricantes proporcionan un factor de corrección en la temperatura de succión para sus evaporadores y este debe ser considerado en la selección de los equipos.

#### D. Potencia a 50 Ciclos

Desde que vivimos dentro de una población global la oportunidad para cotizar un equipo de refrigeración es algo que no debe ser ignorado. Los motores que son dimensionados para 60 ciclos de operación girando a 83% (50/60) de velocidad a 50 ciclos de funcionamiento. Los compresores generan sólo 5/6 de su capacidad. Sin embargo, mientras los ventiladores están girando a 83% de velocidad, hay también una disminución en la presión estática a través del condensador o evaporador y el rendimiento no sufre el 17% completo de afección. Si el fabricante ha verificado que sus equipos pueden girar a 50 ciclos de potencia, se pueden aplicar entonces los siguientes factores de reducción de la capacidad normal.

- A. Evaporador y condensador enfriado por aire (capacidad x .92)
- B. Unidades condensadoras enfriadas por aire (capacidad x .85)

La capacidad de los sistemas (evaporador y unidad condensadora enfriada por aire) puede ser disminuida por .88.

Para seleccionar un equipo de refrigeración después de que ha sido determinada la carga térmica, dividir los BTUH requeridos por (.88):

$$\frac{\text{BTUH}}{.88} = \text{Conversión para seleccionar equipo de 60 ciclos para carga térmica de 50 ciclos}$$

Esto proporciona para equipos grandes una compensación necesaria para 50 ciclos del factor de la disminución de capacidad nominal.

## Guía General

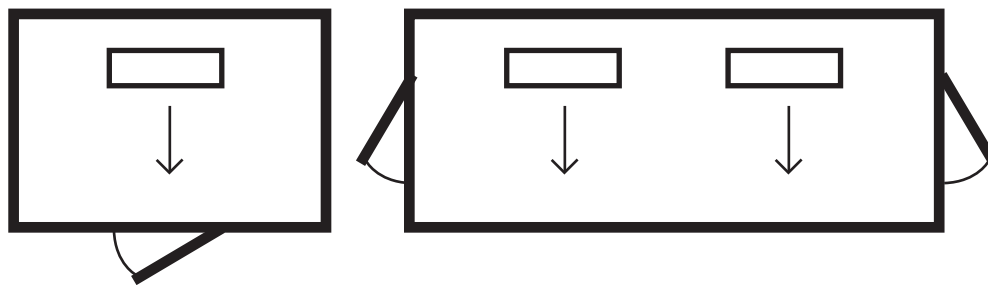
Aplicación	D.T.	Serpentín	Notas
Tienda de Conveniencia	10 - 15°F	Bajo Perfil	Evaporadores múltiples para la circulación adecuada del aire. Arriba de 18' de largo = 1 serpentín Arriba de 30' de largo = 2 serpentines Arriba de 40' de largo = 3 serpentines Valor estimado: Refrigerador 100 Pies <sup>2</sup> /ton* Congelador 100 Pies <sup>2</sup> /ton*
Cámara de Conservación	10 - 15°F	Bajo Perfil Trabajo pesado	Operación de montacargas Cambios de aire promedio Carga del producto 10 - 15% del total de la carga Algunos almacenes de mariscos pueden requerir Serpentines con aletas de cobre. Valor estimado: 200 - 300 Pies <sup>2</sup> /ton.
Cámara de Refrigeración	7 - 10°F	Baja Velocidad Bajo Perfil Trabajo Pesado	Cargas altas debidas a la estación Respiración del producto pesada Humedad adicional puede ser requerida Valor estimado 150 - 200 Pies <sup>2</sup> /ton.
Túnel de Enfriamiento o Congelación	7 - 10°F	Trabajo Pesado	Velocidad del aire alta, infiltración elevada Deshielo rápido (4-6 APP serpentín) Producto espaciado para permitir la circulación del aire. Equipo dimensionado para extraer todo el calor interior. Temperatura de la cámara por abajo de la temperatura deseada del producto. Evaporadores múltiples para proporcionar la capacidad del control, un factor de seguridad de 1.5 en ocasiones es aplicado para manejar un porcentaje inicial elevado del calor de evolución del producto.
Endurecedor de Helado	10°F	Trabajo Pesado	10 horas de abatimiento de temperatura con 30% del producto congelado y el resto blando.
Almacén de Cerveza con Temperatura Controlada	15 - 20°F	Trabajo Pesado	Temperatura variable de la cámara entre 40 y 72°F, por arriba del valor de la temperatura del punto de rocío promedio mensual. Circulación auxiliar del aire puede ser requerida debido al alto D.T. Carga pesada-infiltración alta 20-30°F abatimiento de temperatura de la cerveza
Almacén para Dulce	20 - 25°F	Trabajo Pesado	Humedad relativa baja Circulación auxiliar de aire y recalentamiento pueden requerirse. Barrera de vapor esencial.
Cámara de Preparación	20°F	Baja Velocidad	Motor pesado y carga de personal Valor estimado 150 Pies <sup>2</sup> /ton*
Cámara de Flores	8°F	Baja Velocidad	Condiciones de carga ligera de alumbrado Paredes de vidrio Valor estimado 100 Pies <sup>2</sup> /ton*

1 ton= 12 000 BTUH

Nota: Los valores estimados son sólo datos aproximados. Deberán hacerse todo lo necesario para obtener un trabajo de reconocimiento acertado y subsecuentemente los cálculos de refrigeración.

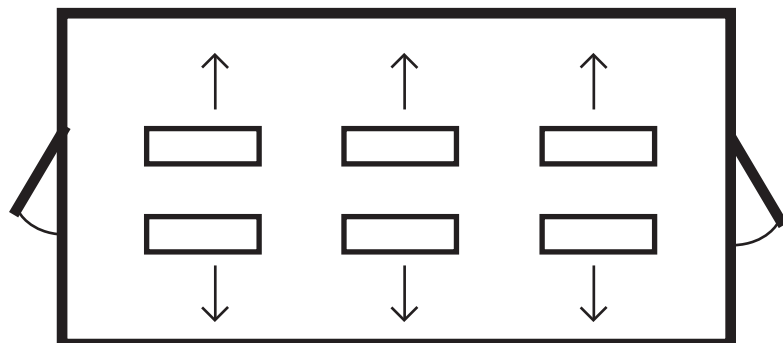
\*Puertas de vidrio, se asume que están únicamente en una de las paredes largas.

## Ubicación Recomendada del Evaporador

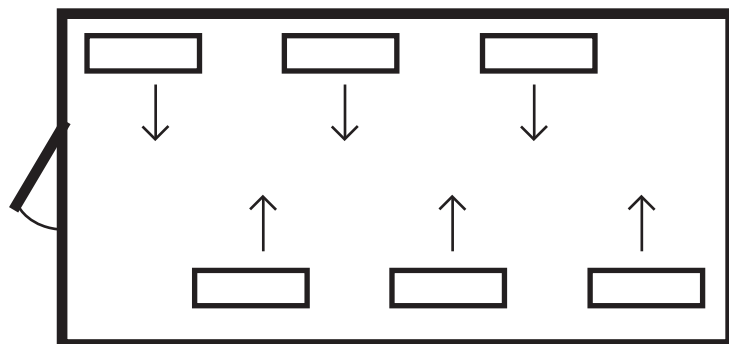


Lado Izquierdo  
Refrigerador o Congelador  
Grande - de un evaporador

Lado Derecho  
Refrigerador o Congelador Grande  
De dos evaporadores



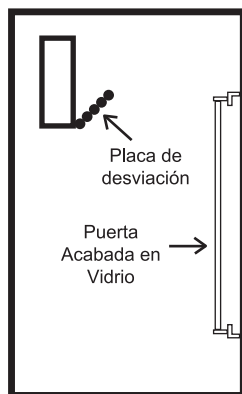
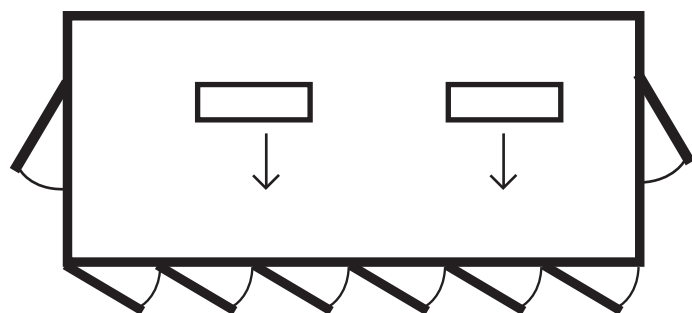
Arregló para Refrigeradores o Congeladores Grandes, en donde no es posible acomodar todos los evaporadores en un solo lado o en donde la distancia del tiro de aire debe tomarse en cuenta.



**Nota:** Siempre evite colocar los evaporadores directamente arriba de las puertas o cerca de la abertura de la puertas en donde la baja temperatura se está manteniendo y en cualquier parte que sea posible para mantener una temperatura normal.

Dar el espacio necesario entre la parte posterior del evaporador y la pared que permitan el retorno libre del aire. Referirse al catálogo del fabricante para dar el espacio más adecuado.

Siempre instale trampas en las líneas del dren de manera individual para prevenir la migración de vapor. Las trampas en baja temperatura deben instalarse fuera de los espacios refrigerados.



Lado Izquierdo  
Refrigerador o Congelador con puertas  
acabadas en vidrio.

Lado Derecho  
Vista en elevación del Refrigerador o  
Congelador con Puerta Acabada en  
Vidrio. Asegúrese que el aire de descarga  
no fluya directamente contra las puertas.  
Coloque una placa de desviación cuando  
la puerta se extienda por arriba del nivel  
del ventilador.

## APENDICE - TABLAS

**Tabla 1**

### Cargas de Transmisión de Calor en Paredes

Aislamiento (Pulg.)					Carga de Trasmisión de Calor (BTU por 24 Hrs. por 1 pie <sup>2</sup> de Superficie Exterior)																		
Corcho o Lana Mineral	Fibra de Vidrio o Poliestireno	Uretano Espreado	Uretano Aplicado en el lugar	R	Reducción de temperatura en °F  (Temperatura exterior del aire menos Temperatura del cuarto)																		
					1	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
K=0.30	K=0.26	K=0.16	K=0.12		5.10	204	230	255	281	306	332	357	383	408	434	459	485	510	536	561	587	612	
	2			4	8	3.40	136	153	170	187	204	221	238	255	272	289	306	323	340	357	374	391	408
4	3	2		12.6	1.80	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198	207	216	
5	4		2	16.4	1.44	58	65	72	79	87	94	101	108	115	122	130	137	144	151	159	166	173	
6	5	3		19.6	1.20	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	
8	6	4	3	25	0.90	36	41	45	50	54	59	63	68	72	77	81	86	90	95	99	104	108	
10	8		4	33	0.72	29	32	36	40	43	47	50	54	58	61	65	68	72	76	79	83	86	
	10	6		38.7	0.60	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	
			6	50	0.48	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41	43	46	48	51	53	55	58	
Ventana de vidrio sencilla				9	27.00	1080	1220	1350	1490	1620	1760	1890	2030	2160	2290	2440	2560	2700	2840	2970	3100	3240	
Ventana de vidrio doble				2.2	11.00	440	500	550	610	660	715	770	825	880	936	990	1050	1100	1160	1210	1270	1320	
Ventana de vidrio triple				3.4	7.00	280	320	350	390	420	454	490	525	560	595	630	665	700	740	770	810	840	
Piso de concreto de 6"				4.8	5.00	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	

**Nota:** Los factores "K" de aislamiento arriba indicados [Conductividad Térmica, BTU por (hora) (pie<sup>2</sup>) (°F por pulg. de espesor)] y factores de ganancias de calor para el corcho y ventanas de vidrio son extraídos y reimpresos con permiso de ASHRAE.

#### Valores de aislamiento

Factor "K" - El valor de aislamiento de cualquier material es considerado por su conductividad térmica

Factor "U" - Coeficiente global de transferencia de calor, BTU por hora / por pie<sup>2</sup> / °F

Factor "R" - Resistencia térmica

"X" = Pulgadas de aislamiento

**Tabla 2**

### Factor Efectivo K en Bloques de Espesor de

Aislamiento	Factor K de Aislamiento	6"	8"	10"	12"
Aire	4.65	6.94	6.65	6.50	6.40
Vermiculita	.47	2.73	2.67	2.64	2.62
Aserrín	.45	2.70	2.65	2.62	2.60
Corcho	.38	2.6	2.57	2.55	2.53
Lana mineral	.30	2.52	2.49	2.47	2.45
Papel impermeable	.28	2.50	2.46	2.45	2.43
Poliestireno	.24	2.45	2.42	2.40	2.40
Poliuretano	.16	2.36	2.33	2.33	2.32

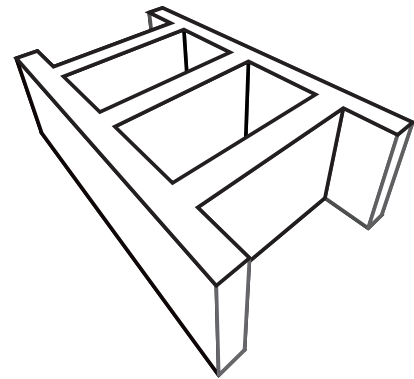
$$K = UX = X/R$$

$$U = K/X = 1/R$$

$$R = 1/U = X/K$$

**Nota:** Si los bloques tienen tres hoyos, agregar 0.75 a todos los valores mostrados. Los datos de arriba son mostrados para propósitos de referencia - este es un método muy ineficiente de construcción /aislamiento debido a:

1. Las estructuras de concreto son un factor dominante en el cálculo debido al aislamiento.
2. Las técnicas de llenado pueden generar bloques incorrectamente llenados.
3. Sin barreras de vapor la infiltración de humedad disminuye el efecto de aislamiento.
4. Si se usa para congelación, la humedad se congelará dentro del bloque y se romperá la cara del bloque.
5. Los bloques están altamente sujetos a la aparición de rupturas - mayor infiltración.



**Tabla 3**

### Tolerancia por Efecto Solar

(Grados Fahrenheit que debe agregar a la diferencia de temperatura normal para los cálculos de la pérdida de calor considerando la compensación solar- no se use para diseño de aire acondicionado).

TIPO DE SUPERFICIE	PARED ESTE	PARED SUR	PARED OESTE	TECHO
Superficies de colores Oscuros como: Techo de pizarra Techo con cera Pinturas negras	8	5	8	20
Superficies de colores Claros, como son: Piedra Blanca Cemento blanco Pintura blanca	4	2	4	9

TIPO DE SUPERFICIE	PARED ESTE	PARED SUR	PARED OESTE	TECHO
Superficies de color en tono medio como son: Madera sin pintar Ladrillos Teja roja Cemento gris Pintura roja, gris o verde	6	4	6	15

**Nota:** Se recomiendan pisos aislados en todos los congeladores

**Tabla 4**  
Cambios de aire promedio en 24 horas para cuartos de almacenamiento arriba de 32°F (0°C) debido a la apertura de puertas e infiltración

Volumen pies <sup>3</sup>	Cambios de Aire en 24 Hrs.	Volumen pies <sup>3</sup>	Cambios de Aire en 24 Hrs.	Volumen pies <sup>3</sup>	Cambios de Aire en 24 Hrs.
200	44.0	2,000	12.0	25,000	3.0
250	38.0	3,000	9.5	30,000	2.7
300	34.5	4,000	8.2	40,000	2.3
400	29.5	5,000	7.2	50,000	2.0
500	26.0	6,000	6.5	75,000	1.6
600	23.0	8,000	5.5	100,000	1.4
800	20.0	10,000	4.9	150,000	1.2
1,000	17.5	15,000	3.9	200,000	1.1
1,500	14.0	20,000	3.5	300,000	1.0

**Nota:** Para uso pesado multiplicar los valores de arriba por 2.0  
Para largos periodos de almacenamiento multiplicar los valores por 0.6.

**Tabla 5**  
Cambios de aire promedio en 24 horas para cuartos de almacenamiento abajo de 32°F (0°C) debido a la apertura de puertas e infiltración

Volumen pies <sup>3</sup>	Cambios de Aire en 24 Hrs.	Volumen pies <sup>3</sup>	Cambios de Aire en 24 Hrs.	Volumen pies <sup>3</sup>	Cambios de Aire en 24 Hrs.
200	33.5	2,000	9.3	25,000	2.3
250	29.0	3,000	7.4	30,000	2.1
300	26.2	4,000	6.3	40,000	1.8
400	22.5	5,000	5.6	50,000	1.6
500	20.0	6,000	5.0	75,000	1.3
600	18.0	8,000	4.3	100,000	1.1
800	15.3	10,000	3.8	150,000	1.0
1,000	13.5	15,000	3.0	200,000	0.9
1,500	11.0	20,000	2.6	300,000	0.85

**Tabla 6**  
Calor removido del aire de enfriamiento para cuartos de almacenamiento (BTU por pie<sup>3</sup>)

Temperatura del cuarto de almacenamiento		Temperatura del aire exterior											
		40°F (4.4°C)		50°F (10°C)		85°F (29.4°C)		90°F (32.2°C)		95°F (35°C)		100°F (37.8°C)	
		Humedad Relativa del Aire Exterior, %											
°F	°C	70	80	70	80	50	60	50	60	50	60	50	60
55	12.8	—	—	—	—	1.12	1.34	1.41	1.66	1.72	2.01	2.06	2.44
50	10.0	—	—	—	—	1.32	1.54	1.62	1.87	1.93	2.22	2.28	2.65
45	7.2	—	—	—	—	1.50	1.73	1.80	2.06	2.12	2.42	2.47	2.85
40	4.4	—	—	—	—	1.69	1.92	2.00	2.26	2.31	2.62	2.67	3.65
35	1.7	—	—	0.36	0.41	1.86	2.09	2.17	2.43	2.49	2.79	2.85	3.24
30	-1.1	0.24	0.29	0.58	0.66	2.00	2.24	2.26	2.53	2.64	2.94	2.95	3.35
25	-3.9	0.41	0.45	0.75	0.83	2.09	2.42	2.44	2.71	2.79	3.16	3.14	3.54
20	-6.7	0.56	0.61	0.91	0.99	2.27	2.61	2.62	2.90	2.97	3.35	3.33	3.73
15	-9.4	0.71	0.75	1.06	1.14	2.45	2.74	2.80	3.07	3.16	3.54	3.51	3.92
10	-12.2	0.85	0.89	1.19	1.27	2.57	2.87	2.93	3.20	3.29	3.66	3.64	4.04
5	-15.0	0.98	1.03	1.34	1.42	2.76	3.07	3.12	3.40	3.48	3.87	3.84	4.27
0	-17.8	1.12	1.17	1.48	1.56	2.92	3.23	3.28	3.56	3.64	4.03	4.01	4.43
-5	-20.6	1.23	1.28	1.59	1.67	3.04	3.36	3.41	3.69	3.78	4.18	4.15	4.57
-10	-23.3	1.35	1.41	1.73	1.81	3.19	3.49	3.56	3.85	3.93	4.33	4.31	4.74
-15	-26.1	1.50	1.53	1.85	1.92	3.29	3.60	3.67	3.96	4.05	4.46	4.42	4.86
-20	-28.9	1.63	1.68	2.01	2.00	3.49	3.72	3.88	4.18	4.27	4.69	4.66	5.10
-25	-31.7	1.77	1.80	2.12	2.21	3.61	3.84	4.00	4.30	4.39	4.80	4.78	5.21
-30	-34.4	1.90	1.95	2.29	2.38	3.86	4.05	4.21	4.51	4.56	5.00	4.90	5.44

Las tablas 3,4,5 y 6 fueron extraídas y reimpresas con permiso de ASHRAE.

**Tabla 7**  
**Requerimientos y propiedades de almacenamiento para productos perecederos**

Mercancía	Condiciones de Almacenamiento			Punto de Congelación más alto °F	Calor Específico Arriba del punto de congelación BTU / Lb / °F	Calor Específico Abajo del punto de congelación BTU / Lb / °F	Calor Latente de Fusión BTU / Lb	Densidad Aprox. de la Carga del Producto Lb / pie <sup>3</sup>
	Temp. Almacenamiento °F	Humedad Relativa %	Vida* Aprox. de Almacenamiento					
Manzanas	30-40	90	3-8 meses	29.3	0.87	0.45	121	28
Espárragos	32-36	95	2-3 semanas	30.9	0.94	0.48	134	25
Aguacates	45-55	85-	2-4 semanas	31.5	0.72	0.40	94	19
Plátanos	55-65	85-95	-	30.6	0.80	0.42	108	-
Habas	-	-	-	30.1	0.73	0.40	40	-
Secas	-	-	-	-	0.30	0.24	-	-
Frijol verde(ejote)	40-45	90-95	7-10 días	30.7	0.91	0.47	128	14
Lima	32-40	90	1 semana	31.0	0.73	0.40	94	-
Cerveza barril	35-40	-	3-8 semanas	28.0	0.92	-	129	-
Botellas, latas	35-40	65 o abajo	3-6 meses	28.0	0.92	-	129	-
Remolacha, residuos	32	95-100	4-6 meses	30.1	0.90	0.46	126	23
Zarzamora	31-32	95	3 días	30.5	0.88	0.46	122	19
Pan	-	-	1-3 meses	16 a 20	0.70	0.34	46-53	-
Masa	35-40	85-90	3-72 horas	-	0.75	-	-	-
Brocoli brotado	32	95	10-14 días	29.0	0.92	0.47	130	13
Coles brotando	32	95	3-5 semanas	30.5	0.88	0.46	122	-
Col(Col mariposa)	32	95-100	3-4 meses	30.4	0.94	0.47	132	17
Zanahoria madura	32	98-100	5-9 meses	29.5	0.90	0.46	126	22
Coliflor	32	95	2-4 semanas	29.0	0.93	0.47	132	16
Apio	32	95	1-2 meses	31.1	0.95	0.48	135	30
Cereza agria	31-32	90-95	3-7 días	29.0	0.87	-	120	18
Dulce	30-31	90-95	2-3 semanas	28.8	0.84	-	-	-
Chocolate	50-65	40-50	2-3 meses	95-85	0.30	0.55	40	-
Cocoa	32-40	50-70	1 año, más	-	-	-	-	-
Coco	32-35	80-85	1-2 meses	30.4	0.58	0.34	67	-
Café verde	35-37	80-85	2-4 meses	-	0.30	0.24	14-21	-
Maíz dulce(fresco)	32	95	4-8 días	30.9	0.79	0.42	106	16
Elotes	-	-	-	28.9	0.79	0.42	106	-
Pepino	50-55	90-95	10-14 días	31.1	0.97	0.49	137	20
Pasas,grosella	31-32	91-95	10-14 días	30.2	0.88	0.45	120	-
Productos lácteos								
Queso cheddar	40	65-70	6 meses	8.0	0.50	0.31	53	40
Queso procesado	40	65-70	12 meses	19.0	0.50	0.31	56	40
Mantequilla	40	75-85	1 mes	-4a31	0.50	0.25	23	-
Crema	35-40	-	2-3 semanas	31.0	0.66-0.80	0.36-0.42	79-107	-
Helado	-20 a -15	-	3-12 meses	21.0	0.66-0.70	0.37-0.39	86	25
Leche entera líquida								
Pasteurizada grado A	32-34	-	2-4 meses	31.0	0.3	0.46	125	-
Condensada, endulzada	40	-	1 5 meses	5.0	0.42	0.28	40	-
Evaporada	40	-	2 4 meses	29.5	0.79	0.42	106	-
Dátil seco	0 ó 32	75 o menos	6-12 meses	3.7	0.36	0.26	29	24
Zarzamora	31-32	90-95	3 días	27.0	0.88	-	-	-
Frutas secas	32	50-60	9-12 meses	-	0.31-0.41	0.26	20-37	45
Berenjena	45-50	90-95	7-10 días	30.6	0.94	0.48	132	-
Huevo	29-31	80-85	5-6 meses	28.0	0.73	0.40	96	19
Refrigerado en cultivo	50-55	70-75	2-3 semanas	28.0	0.73	0.40	96	19
Congelado entero	0 ó abajo	-	un año, más	28.0	0.73	0.42	106	41
Higo seco	32-40	50-60	9-12 meses	-	0.39	0.27	34	45
Frésco	31-32	85-90	7-10 días	27.6	0.82	0.43	112	21
Pescado fresco	30-35	90-95	5-15 días	28.0	0.70-0.86	0.38-0.45	89-122	-
Pescado congelado	-20 a -4	90-95	6-12 meses	28	0.76	0.41	101	-
En hielo	-	-	-	-	0.76	0.41	101	-
Abadejo, bacalao	30-35	90-95	15 días	28	0.82	0.43	112	35
Salmón	30-35	90-95	15 días	28	0.71	0.39	92	33
Ahumado	40-50	50-60	6-8 meses	-	0.70	0.39	92	-
Camarón	31-34	95-100	12-14 días	28	0.86	0.45	119	-
Cangrejos, langostas, mariscos frescos	30-33	86-95	3-7 días	28.0	0.83-0.90	0.44-0.46	113-125	-
Atún	30-35	90-95	15 días	28	0.76	0.41	100	35
Forro de piel y tejidos	34-40	45-55	varios años	-	-	-	-	-
Ajo seco	32	65 -70	6-7 meses	30.5	0.69	0.40	89	-
Grosella espinosa	31-32	90-95	2-4 semanas	30.0	0.90	0.46	126	19
Toronja	50-60	85-90	4-6 semanas	30.0	0.91	0.46	126	30
Uva tipo americana	31-32	85 -90	2-8 semanas	29.7	0.86	0.44	116	29
Tipo europea	30-31	90-95	3-6 meses	28.1	0.86	0.44	116	29
Verdes frondosas	32	95	10-14 días	30.0	0.91	0.48	136	32
Guayaba	45-50	90	2-3 semanas	-	0.86	-	-	-
Miel	38-50	50-60	un año, más	-	0.35	0.26	26	-
Rábano	30-32	95-100	10-12 meses	28.7	0.78	0.42	104	-
Col rizada	32	95	3-4 meses	31.1	0.89	0.46	124	-
Colinabo	32	95	2-4 semanas	30.2	0.92	0.47	128	-
Puerro verde	32	95	1-3 meses	30.7	0.88	0.46	126	-
Limonas	32 ó 50-58	85-90	1-6 meses	29.4	0.91	0.46	127	33
Lechuga	32 -34	95-100	2-3 semanas	31.7	0.96	0.48	136	25
Limas	48-50	85-90	6-8 semanas	29.1	0.89	0.46	122	32

\*No se basa en mantener un valor nutricional

Reimpreso con permiso de ASHRAE

Tabla 7 Continuación

Mercancía	Condiciones de Almacenamiento			Punto de congelación Más alto ° F	Calor Específico Arriba del punto de congelación BTU/Lb/°F	Calor Específico Abajodel punto de congelación BTU/Lb/°F	Calor Latente de Fusión BTU/Lb	Densidad Aprox. de la Carga del producto Lb/pie³
	Temp. Almacenamiento °F	Humedad Relativa %	Vida* Aprox. de Almacenamiento					
Jarabe de Maple	75 - 80	60 - 65	1 año, más	—	0.24	0.21	7	—
Mangos	55	85 - 90	2 - 3 semanas	30.3	0.85	0.44	117	—
Came								
Tocino curado estilo granja	60 - 65	85	4 - 6 meses	—	0.30 - 0.43	0.24 - 0.29	18 - 41	57
Came de res	32 - 34	82 - 92	1 - 6 semanas	28 - 29	0.70 - 0.84	0.38 - 0.43	89 - 110	—
Jamones de pierna y espadilla	32 - 34	85 - 90	7 - 12 días	28 - 29	0.58 - 0.63	0.34 - 0.36	67 - 77	37
Curado	60 - 65	50 - 60	0 - 3 años	—	0.52 - 0.56	0.32 - 0.33	57 - 64	—
Cordero fresco	32 - 34	85 - 90	5 - 12 días	28 - 29	0.68 - 0.76	0.38 - 0.51	86 - 100	—
Hígado congelado	-10 - 0	90 - 95	3 - 4 meses	—	—	0.41	100	—
Cerdo fresco	32-34	85 - 90	3 - 7 días	28 - 29	0.46 - 0.55	0.30 - 0.33	46 - 63	—
Embutido ahumado	40 - 45	85 - 90	6 meses	—	0.68	0.38	86	—
Fresco	32	85 - 90	1 - 2 semanas	26.0	0.89	0.56	93	—
Chuleta de ternera fresca	32 - 34	90 - 95	5 - 10 días	28 - 29	0.71 - 0.76	0.39 - 0.41	92 - 100	—
Melón cantalupo	36 - 40	90 - 95	5 - 15 días	29.9	0.93	0.48	132	25
Melón dulce	45 - 50	90 - 95	3 - 4 semanas	30.3	0.94	0.48	132	24
Sandía	40 - 50	80 - 90	2 - 3 semanas	31.3	0.97	0.48	132	27
Hongos, champiñón	32	90	3 - 4 días	30.4	0.93	0.47	130	—
Leche	34 - 40	—	7 días	31	0.93	0.49	124	64
Nectarinas	31 - 32	90	2 - 4 semanas	30.4	0.90	0.49	119	—
Nueces secas	32 - 50	65 - 75	8 - 12 meses	—	0.22 - 0.25	0.21 - 0.22	4 - 8	25
Margarina	35	60 - 70	1 año, más	—	0.38	.25	22	—
Aceituna fresca	45-50	85 - 90	4 - 6 semanas	29.4	0.80	0.42	108	—
Cebolla, Cebolla estibada	32	65 - 70	1 - 8 meses	30.6	0.90	0.46	124	—
Verde	32	95	3-4 semanas	30.4	0.91	—	—	22
Naranjas	32-48	85 - 90	3 - 12 semanas	30.6	0.90	0.46	724	34
Jugo de naranja	30-35	—	3 - 6 semanas	—	0.91	0.47	128	—
Papayas	45	85 - 90	1 - 3 semanas	30.4	0.82	0.47	130	—
Perejil	32	95	1 - 2 meses	30.0	0.88	0.45	122	—
Duraznos y nectarines	31-32	90	2 - 4 semanas	30.3	0.90	0.46	124	33
Peras	29-31	90 - 95	2 - 7 meses	29.2	0.86	0.45	118	47
Pimiento dulce	45 - 50	91 - 95	2 - 3 semanas	30.7	0.94	0.47	132	41
Pimientos, Chile seco	32 - 50	60 - 70	6 meses	—	0.30	0.24	17	—
Piñas maduras	45	85 - 90	2 - 4 semanas	30.0	0.88	0.45	122	25
Ciruelas, incluye ciruela pasa	31 - 32	90 - 95	2 - 4 semanas	30.5	0.88	0.45	118	22
Granada	32	90	2 - 4 semanas	26.6	0.87	0.48	112	—
Semilla vegetal	32 - 50	50 - 65	10 - 12 meses	—	0.29	0.23	16	—
Maíz palomero	32 - 40	85	4 - 6 meses	—	0.31	0.24	19	—
Papás cosecha reciente	50 - 55	90	0 - 2 meses	30.9	0.85	0.44	116	42
Cosecha anterior	38 - 50	90	5 - 8 meses	30.9	0.82	0.43	111	—
Aves pollo fresco	32	85 - 90	1 semana	27.0	0.79	0.42	106	38
Aves congeladas	-10-0	90 - 95	12 meses	27.0	0.79	0.37	106	—
Ganso fresco	32	85 - 90	1 semana	27.0	0.57	0.34	67	—
Pavo fresco	32	85 - 90	1 semana	27.0	0.64	0.37	79	25
Calabaza	50-55	70-75	2 - 3 meses	30.5	0.92	0.47	130	—
Membrillo	31-32	90	2 - 3 meses	28.4	0.88	0.45	122	—
Rábano preempacado	32	95	3 - 4 semanas	30.7	0.95	0.48	134	—
Pasas secas	40	60 - 70	9 - 12 meses	—	0.47	0.32	43	45
Conejo fresco	32 - 34	90 - 95	1 - 5 días	—	0.74	0.40	98	22
Frambuesa negra	31 - 32	90 - 95	2 - 3 días	30.0	0.84	0.44	122	—
Frambuesa roja	31 - 32	90 - 95	2 - 3 días	30.9	0.87	0.45	121	—
Colinabo, nabo sueco	32	98 - 100	4-6 meses	30.1	0.91	0.47	127	—
Salsifi	32	98 - 100	2 - 4 meses	30.0	0.83	0.44	113	—
Espinacas	32	95	10 - 14 días	31.5	0.94	0.48	132	31
Calabaza de verano	32 - 50	85 - 95	5 - 14 días	31.1	0.95	0.48	135	—
Calabaza de Invierno	50 - 55	70 - 75	4 - 6 meses	30.3	0.91	0.48	127	—
Fresas frescas	31 - 32	90 - 95	5 - 7 días	30.6	0.92	0.42	129	40
Azúcar, Maple	75 - 80	60 - 65	1 año, más	—	0.24	0.21	7	—
Papás dulces	55 - 60	85 - 90	4 - 7 meses	29.7	0.75	0.40	97	25
Almibar, Maple	31	60 - 70	1 año, más	—	0.48	0.31	51	—
Mandarinas	32 - 38	85 - 90	2 - 4 semanas	30.1	0.90	0.46	125	—
Tabaco, Cigarrillos	35 - 46	50 - 55	6 meses	25.0	—	—	—	—
Cigarros	35 - 50	60 - 65	2 meses	25.0	—	—	—	—
Tomates, verde maduro	55 - 70	85 - 90	1 - 3 semanas	31.0	0.95	0.48	134	25
Tomate firme maduro	45 - 50	85 - 90	4 - 7 días	31.1	0.94	0.48	134	21
Nabos raíces	32	95	4 - 5 meses	30.1	0.93	0.47	130	—
Verduras mixtas	32 - 40	90-95	1 - 4 semanas	30.0	0.90	0.45	130	25
Camotes	60	85-90	3 - 6 meses	28.5	0.79	0.40	105	—
Levadura comprimida de panadería	31-32	—	—	—	0.77	0.41	102	—

\*No se basa en mantener un valor nutricional

**Tabla 8**  
**Calor de Respiración (aprox.)**

		BTU / Lb. / 24 Hrs		
		Temperatura de Almacenamiento °F		
Producto	32	40	60	Otros
FRUTAS				
Manzanas	.25 - .45	.55 - .80	1.5 - 3.4	@68° 4.2 - 4.6
Albaricoque	.055 - .63	.70 - .10	2.33 - 3.74	
Aguacates	----	----	6.6 - 15.35	
Plátanos	----	----	2.3 - 2.75	
Zarzamora	1.70 - 2.52	5.91 - 5.00	7.71 - 15.97	
Cerezas	0.65 - 0.90	1.4 - 1.45	5.5 - 6.6	
Cerezas Agrias	0.63 - 1.44	1.4 - 1.45	3.0 - 5.49	
Higos Comerciales	----	1.18 - 1.45	2.37 - 3.52	
Grosella Espinosa	0.74 - 0.96	1.33 -1.48	2.37 - 3.52	
Toronja	0.20 - 0.50	0.35 - 0.65	1.1 - 2	
Uvas Americanas	0.30	0.60	1.75	
Uvas Europeas	0.15 - 0.20	0.35 - 0.65	1.10 - 1.30	
Limonos	0.25 - 0.45	0.30 - 0.95	1.15 - 2.50	
Limas	----	0.45	1.485	
Melones Cantalupo	0.55 - 0.63	0.96 - 1.11	3.70 - 4.22	
Melón Dulce	----	0.45 - 0.55	1.2 - 1.65	
Naranjas	0.20 - 0.50	0.65 - 0.8	1.85 - 2.6	
Durazno	0.45 - 0.70	0.70 -1.0	3.65-4.65	
Peras	0.35 - 0.45	2.2	4.40 - 6.60	
Ciruelas	0.20 - 0.35	0.45 - 0.75	1.20 - 1.40	
Frambuesas	1.95 - 2.75	3.40 - 4.25	9.05 - 11.15	
Fresas	1.35 - 1.90	1.80-3.40	7.80 - 10.15	
Mandarinas	1.63	2.93	----	
VEGETALES				
Espárragos	2.95 - 6.60	5.85 - 11.55	11.0 - 25.75	
Frijol verde o seco	----	4.60 - 5.7	16.05 - 22.05	
Frijoles	1.15 - 1.6	2.15 - 3.05	11.0 - 13.7	
Remolacha	1.35	2.05	3.60	
Brocoli	3.75	5.50 - 8.80	16.9 - 25.0	
Coles Brotando	1.65 - 4.15	3.30-5.50	6.60-13.75	
Col	0.60	0.85	2.05	
Zanahoria	1.05	1.75	4.05	
Coliflor	1.80 - 2.10	2.10-2.40	4.70-5.40	
Apio	0.80	1.20	4.10	
Maíz Dulce	3.60 - 5.65	5.30 - 6.60	19.20	
Pepino	----	----	1.65 - 3.65	
Ajo	0.33 -1.19	0.63 -1.08	1.18 - 3.0	
Rábano	0.89	1.19	3.59	
Colinabo	1.11	1.78	5.37	
Lechuga Bola	1.15	1.35	3.95	
Lechuga Hoja	2.25	3.20	7.20	
Hongos-Champiñones	3.10 - 4.80	7.80	----	@50° 11.0
Aceituna	----	-----	2.37 - 4.26	
Cebolla Seca	0.35 - 0.55	0.90	1.20	
Cebolla Verde	1.15 - 2.45	3.00 - 7.50	7.25 - 10.70	
Pimiento Dulce	1.35	2.35	4.25	
Papas Tiernas	----	1.30	1.45 - 3.4	
Papas Maduras	----	0.65 - 0.90	0.75 - 1.30	
Papas Dulces	----	0.85	2.15 - 3.15	
Rábano con Corona	1.59 - 1.89	2.11 - 2.30	7.67 - 8.5	
Rábano con Hojas	0.59 - 0.63	0.85 - 0.89	3.04 - 3.59	
Espinacas	2.10 - 2.45	3.95 - 5.60	18.45 - 19.0	
Calabaza Amarilla	1.3 - 1.41	1.55 - 2.04	8.23 - 9.97	
Jitomate Verde Maduro	----	0.55	3.10	
Jitomates Maduros	0.50	0.65	2.8	
Nabos	0.95	1.10	2.65	
Verduras Mixtas	2.0	4.0	----	
MISCELANEOS				
Caviar en Cajas	---	----	1.91	@45° 2.0
Queso Americano	----	----	2.34	
Camembert	----	----	2.46	
Limburger	----	----	2.46	
Roquefort	----	----	----	
Suizo	----	----	2.33	
Flores Cortadas			0.24 BTU/24 hrs./Pie² Area del Piso	

**Tabla 9**

**Carga Térmica de Cerveza Embotellada y de Barril BTU/24Hrs.**

Tipo y Tamaño del Contenedor	Reducción de Temperatura sólo de la Cerveza °F							
	60	50	40	30	20	15	10	5
Madera								
1 barril	—	—	12000	9000	6000	4500	3000	1500
1/2 barril	—	—	5600	4650	3100	2325	1550	775
1/4 barril	—	—	3200	2400	1600	1200	800	400
1/8 barril	—	—	1640	1230	820	615	410	205
Aluminio								
1/2 barril	—	—	5200	3900	2600	1950	1300	650
1/4 barril	—	—	2560	1920	1280	960	640	320
1/8	—	—	1400	1050	700	525	350	175
Acero								
1/2 barril	—	—	4800	3600	2600	1800	1200	600
1/4 barril	—	—	2400	1800	1200	900	600	300
Botellas Oz.								
6	32	27	22	16	10.8	8.1	5.4	2.7
7	37	31	25	20	124	9.3	6.2	3.1
8	42	35	28	21	14.0	10.5	7.0	3.5
9	47	38	30	23	15.2	11.4	7.6	3.8
12	60	50	40	30	20	15	10	5.0
Paquete de 24-12 Oz. de botellas / latas	1920	1600	1280	960	640	480	320	160

**Tabla 10**

**Peso de Canales**

Canal	Peso Prom. Lbs	Calor Específico	Temperatura de la Canal a la Entrada °F	Temperatura Final de la Canal °F
Res	550	.77	106	35
Ternera	150	.76	104	35
Borrego	45	.76	101	33
Cerdos	180	.54	106	35

**Tabla 11**

**Calor Equivalente de Motores Eléctricos**

Motor Hp	BTU por (HP) (HR)		
	Relacionado con la Carga dentro del Espacio Refrigerado <sup>1</sup>	Pérdida del Motor Fuera del Espacio Refrigerado <sup>2</sup>	Relacionado con la Carga exterior del Espacio Refrigerado <sup>3</sup>
1/8 a 1/2	4,250	2,545	1,700
1/2 a 3	3,700	2,545	1,150
3 a 20	2,950	2,545	400

<sup>1</sup> Para uso cuando la carga y las pérdidas por motores son disipadas dentro del espacio refrigerado: motores que impulsan ventiladores para forzar la circulación de los evaporadores.

<sup>2</sup> Para uso cuando las pérdidas de los motores son disipadas fuera del espacio refrigerado y trabajo útil del motor empleado dentro del espacio refrigerado: bomba de circulación de salmuera o sistema de agua helada, motor ventilador en el exterior del espacio refrigerado que impulsa el ventilador para la circulación del aire dentro del espacio refrigerado.

<sup>3</sup> Para uso cuando las pérdidas de calor del motor son disipadas dentro del espacio refrigerado y trabajo útil empleado fuera del espacio refrigerado: motor en espacio refrigerado bomba o ventilador localizado fuera del espacio refrigerado.

**Tabla 12**

**Calor Equivalente de Ocupación**

Temperatura del Refrigerador °F	Calor Equivalente/Persona BTU/24Hrs.
50	17,280
40	20,160
30	22,800
20	25,200
10	28,800
0	31,200
-10	33,600

**Tabla 13**

**Estandares Generales para el Espesor del Aislamiento en Cuartos de Almacenamiento**

Temperatura de Almacenamiento		Espesor deseable del Aislamiento en Pulg.	
°F	°C	Poliestireno	Uretano
-50 a -25	-45 a -32	8	6
-25 a 0	-32 a -18	6	4
0 a 25	-18 a -4	4	4
25 a 40	-4 a 5	4	3 - 4
40 y más	+5 y más	2	2

**Tabla 14**

**Ganancia de Calor debida al Montacargas operado con Batería.**

Capacidad de Carga lb.	Ganancia de Calor por Hora de Funcionamiento del Montacargas BTU/hr.*	Peso Total Aprox. del Montacargas lb.
2,000	14,000	6,000
4,000	21,000	8,000
6,000	23,000	12,000
8,000	26,000	14,000

\* **Nota:** La ganancia del calor del montacarga con motor de combustión interna puede ser aproximado multiplicando la potencia del motor x 2,545, por el número de horas de operación (BTU / 24 hrs.)

**Tabla 15**

**Calor Específico de varios Líquidos y Sólidos**

Nombre	Calor Específico	
	BTU/lb./°F	Temp. °F
Líquidos		
Ácido Acético	0.522	79-203
Alcohol etílico	0.680	32-208
Alcohol metílico	0.610	59-68
Cloruro de Calcio		
Salmuera (20% x peso)	0.744	68
Carbón		
Tetracloruro	0.201	68
Cloroformo	0.234	68
Gasolina	0.500	32-212
Glicerina	0.575	59-120
Aceite de Oliva	0.471	44
Tolueno	0.404	68
Trementina	0.420	68
Sólidos		
Aluminio	0.214	----
Asfalto	0.220	----
Vakelita	0.350	----
Ladrillos	0.200	----
Braso	0.090	----
Bronce	0.104	----
Concreto	0.156	----
Vidrio	0.200	----
Hielo	0.465	- 4
Hielo	0.487	32
Hierro (Fundido)	0.120	----
Plomo	0.031	----
Papel	0.320	----
Porcelana	0.180	----
Caucho (Goods)	0.480	----
Arena	0.191	----
Acero	0.120	----
Maderas		
Abeto	0.650	----
Roble	0.570	----
Pino	0.670	----

## Cámaras de Maduración de Plátanos

Los racimos o pencas de plátanos son embarcados verdes en cajas o huacales de madera, de dimensiones 10" x 16" x 22", con un peso neto de 42 lb (47 lb peso de bruto), en lotes de carga de 864 cajas (3288) lbs. netas, con una temperatura sostenida de 56 a 58 °F.

La planta de Maduración cuenta con 5 o más cámaras de aire controlado que permiten que semanalmente se pueda mover la carga completa (1/2 carga con medidas de 30' x 6' x 22' H exterior, contiene 432 cajas empacadas, 24 cajas por "palet", por lo que se tiene un total de 18 "palets" de 3' de alto por 6' de largo). El proceso de maduración se inicia con gas etílico y la maduración se va realizando por el control de las temperaturas de la cámara.

Se proporciona calor a la carga para alcanzar la temperatura antes de que el proceso de maduración sea iniciado. El calor proporcionado es equivalente de 12 a 20 kw por carga. (La temperatura de la superficie de la corriente eléctrica no debe exceder de 600 °F cuando el aire se encuentra aún inmóvil.)

Los evaporadores son seleccionados a un DT de 15°F, o menos, a una temperatura controlada del evaporador no menor de 40°F. Se requieren aproximadamente 12.5 PCM de aire, con presión estática entre 2/3" y 3/4" por cada caja de 41 lb de plátanos. La disminución de carga para 1°F/hr considera que la proporción en que disminuye se basa en un calor de respiración máximo de 2.5 BTU/lb y 0.8 de calor específico para los plátanos y de 0.4 para los huacales de madera, más las pérdidas mínimas a través de paredes, etc., de 80 a 85 BTU/hr/ caja de plátanos. La carga que se mantiene es aproximadamente de 44 BTU /hr / caja. Información extraída del Manual de Aplicación de Ashrae

Carga: 5.3 lbs / pie<sup>3</sup> de caja, 11.28 lbs netas por "palet"

**Tabla 16**  
**Cámaras para Plátano-Requerimientos de Refrigeración**

Tamaño de la Cámara	Cantidad de Cajas del Producto	BTU del Evaporador por 10°F de DT	Volumen Aprox de Aire PCM	Calor Eléctrico de Entrada
1/2 carga	432	36000	6000	6 KW
1 carga	864	72000	12000	12KW
2 cargas	1728	144000	24000	24KW

**Tabla 17**  
**Carga de Cámaras de Preparación/Corte de Carne (BTU/HR/pies<sup>2</sup> de área del piso)**

Piso Pies <sup>2</sup>	Humedad Relativa Aprox. del 65% a la Temp. del Cuarto		
	55°F	50°F	
100	93	105	Las cargas de las cámaras están basadas en una operación continua e incluyen un margen para un número promedio de personal, equipo de proceso, etc., con un panel de cristal en una pared y en paredes y techo aislamiento de 3" de estireno con la cámara localizada dentro de una área con aire acondicionado.
200	88	99	
300	85	95	
400	81	90	
500	78	87	
600	75	85	
700	72	81	
800	69	78	El evaporador deberá ser del tipo de baja velocidad de salida de aire, seleccionado para operación continua y una temperatura de evaporación mínima de 30° F.
900	67	75	
1000	65	73	
1200	62	69	

**Tabla 18**

## Selección Rápida de la Carga para Barras Frías

(Basado en 2" de fibra de vidrio o aislante equivalente y 50°F DT)

Barras Frías Longitud en Pies	BTU/Hora de Carga basada en 16 Horas de Funcionamiento del Compresor
6 Pies	1,060
8 Pies	1,416
10 Pies	1,770
12 Pies	2,120
15 Pies	2,650
20 Pies	3,540

**Tabla 19**

## Requerimientos de Refrigeración para el Endurecimiento de Helado

Porcentaje % de Exceso	Carga de Endurecimiento, BTU por Galón de Helado
60	532
70	500
80	470
90	447
100	425
110	405
120	386

Porcentaje % de Exceso=

$$100 \times \frac{\text{Peso por Galón de Mezcla} - \text{Peso por Galón de Helado}}{\text{Peso por Galón de Helado}}$$

El helado se considera de 25°F, y 30% congelado entrando al cuarto de endurecimiento.

Para mantener una textura suave en el helado endurecido es necesario congelar rápidamente el agua contenida. Con circulación de aire forzado para endurecer será alrededor de 10 horas, con la cámara ajustada a -20°F. Las cámaras de endurecimiento son usualmente dimensionadas para permitir un mínimo de tres veces la producción pico diaria y para un surtido de todos los sabores con el tamaño basado en 10 galones por pie cuadrado del área del piso, la cual incluye pasillos.

Los cuartos de almacenamiento se mantienen alrededor de -10°F y el espacio de almacenamiento en estos cuartos puede ser estimado de 25 galones por pie cuadrado y almacenados verticalmente hasta una altura de 6 pies; incluyendo los espacios de pasillos.

**Tabla 20**

## Cargas debidas a Puertas de Cristal

Temperatura del Cuarto	BTU por Puerta
+35	1060
+30	960
0	1730
-10	1730
-20	1730

\*Ajustado para 16-18 Horas de tiempo de funcionamiento. Multiplicar el número de puertas por la carga correspondiente arriba indicada y sumar a la carga del compartimiento.

**Tabla 21**  
**Datos del Tiempo y Diseño de HVAC en México**

Estado	Ciudad	Datos de Localización			Condiciones de Diseño Verano			Condiciones de Diseño Invierno	
		Longitud (grados)	Longitud (grados)	Elevación (Pies)	Presión Barométrica (mm Hg)	Bulbo Seco (°F)	Bulbo Humedo (°F)	Temp. Min. Prom. (°F)	Bulbo Seco (°F)
Aguascalientes	Aguascalientes	112° 18'	21° 53'	6,165	612	93.2	66.2	23.5	32.0
Baja California	Ensenada	116° 38'	31° 52'	43	759	93.2	71.6	33.9	41.0
	Mexicali	115° 30'	32° 29'	3	760	109.4	75.2	25.3	33.8
	La Paz	110° 07'	24° 10'	59	758	96.8	73.4	48.2	55.4
	Tijuana	117° 02'	32° 29'	92	758	95.0	71.6	26.1	35.6
Campeche	Campeche	90° 32'	19° 51'	82	758	96.8	72.5	54.8	60.8
	Ciudad del Carmen	91° 49'	18° 38'	10	760	98.6	73.4	51.4	57.2
Coahuila	Mondova	101° 26'	26° 55'	1,922	711	100.4	68.0	17.9	26.6
	Nueva Rosita	101° 17'	27° 55'	1,410	724	105.8	69.8	16.7	26.6
	Piedras Negras	100° 31'	28° 42'	721	741	104.0	68.9	10.6	21.2
	Saltillo	100° 00'	25° 26'	5,278	632	95.0	64.4	14.7	24.8
Colima	Colima	103° 45'	19° 14'	1,620	719	96.8	70.7	47.3	53.6
	Manzanillo	104° 20'	19° 04'	10	760	96.8	75.2	53.7	59.0
Chiapas	Tapachula	92° 16'	14° 54'	551	746	93.2	71.6	55.0	60.8
	Tuxtla Gutiérrez	93° 06'	16° 45'	1,758	715	95.0	70.4	44.9	51.8
Chihuahua	Chihuahua	106° 04'	28° 38'	4,668	645	95.0	67.7	11.3	21.2
	Ciudad Juárez	106° 29'	31° 44'	3,730	667	100.4	64.04	10.4	19.4
Durango	Durango	104° 40'	24° 01'	6,226	610	91.4	65.6	23.0	32.0
	Ciudad Lerdo	103° 32'	24° 30'	3,740	667	96.8	69.8	24.4	33.8
Guanajuato	Celaya	100° 49'	20° 32'	5,754	610	100.4	67.0	23.9	32.0
	Guanajuato	101° 15'	21° 01'	6,682	601	90.2	64.4	32.0	41.0
	León	101° 41'	21° 07'	5,934	617	93.2	68.0	27.5	35.6
Guerrero	Acapulco	99° 56'	16° 50'	10	760	91.4	77.0	60.4	66.2
	Chilpancingo	99° 30'	17° 33'	4,100	658	91.4	73.4	41.0	48.0
Hidalgo	Actopan	98° 45'	20° 08'	8,021	573	85.2	66.2	21.6	30.2
	Tulancingo	98° 22'	20° 05'	7,155	590	89.6	68.0	21.6	30.2
Jalisco	Guadalajara	103° 20'	20° 41'	5,213	633	91.4	68.0	25.0	33.8
	Puerto Vallarta	105° 15'	20° 37'	7	760	96.8	78.8	48.2	53.6
México	México Ciudad	99° 10'	19° 25'	7,350	585	83.0	61.0	33.0	37.0
	Texcoco	98° 52'	19° 31'	7,270	588	98.0	65.2	21.2	30.2
	Toluca	106° 29'	31° 44'	8,770	557	97.0	63.5	26.6	34.6
Michoacán	Apatzingán	102° 15'	19° 05'	2,237	703	102.2	72.3	52.0	59.0
	Morelia	101° 07'	19° 42'	6,300	609	90.8	67.2	34.9	37.0
	Zamora	102° 18'	19° 59'	5,357	630	95.0	68.0	31.5	35.2
Morelos	Cuautla	98° 57'	18° 48'	4,235	4,235	108.0	72.0	71.6	40.5
	Cuernavaca	99° 14'	18° 55'	5,050	637	90.2	68.0	44.0	50.2
Nayarit	San Blas	105° 19'	21° 32'	23	760	91.4	78.8	45.0	50.0
	Tepic	104° 53'	21° 31'	3,010	684	96.8	78.8	35.4	41.0
Nuevo León	Monterrey	99° 50'	25° 12'	1,417	724	102.2	77.0	30.9	40
	Monterrey	100° 18'	25° 40'	1,752	715	100.4	78.8	22.3	29
Oaxaca	Oaxaca	96° 42'	17° 04'	5,127	635	95.0	71.6	36.3	44.6
Puebla	Puebla	98° 11'	19° 02'	7,054	593	84.2	62.6	29.3	37.4
	Tehuacán	97° 23'	18° 28'	5,498	627	93.2	68.0	23.0	32.0
Querétaro	Querétaro	100° 23'	20° 36'	6,043	614	91.4	69.8	23.2	32.0
Quintana Roo	Cozumel	86° 57'	20° 31'	10	760	91.4	80.6	50.5	57.2
	Payo Obispo	88° 20'	18° 30'	13	760	93.2	80.6	49.1	55.4
San Luis Potosí	San Luis Potosí	100° 58'	22° 09'	6,158	612	93.2	64.4	27.1	35.6
Sinaloa	Culiacán	107° 24'	24° 48'	175	755	98.6	88.6	37.9	44.6
	Mazatlán	106° 25'	23° 11'	255	753	87.8	78.8	52.1	57.2
	Topolobampo	109° 03'	25° 36'	10	760	98.6	80.6	46.4	53.6
Sonora	Guaymas	110° 53'	27° 55'	13	760	107.6	71.6	44.6	51.8
	Hermosillo	110° 58'	29° 05'	693	742	105.8	78.8	35.6	42.8
	Nogales	110° 58'	30° 21'	6,665	664	98.6	73.4	15.8	24.8
	Ciudad Obregón	109° 55'	27° 29'	130	757	109.4	77.0	30.0	39.2
Tabasco	Villahermosa	92° 55'	17° 59'	33	759	98.6	80.6	52.8	59.0
Tamaulipas	Matamoros	87° 20'	25° 32'	40	759	96.8	78.8	23.5	32.0
	Nuevo Laredo	99° 30'	27° 29'	460	748	105.8	82.4	19.4	28.4
	Tampico	97° 81'	22° 12'	59	758	96.8	78.8	27.5	35.6
	Ciudad Victoria	99° 08'	23° 44'	725	733	96.8	78.8	27.8	35.6
Tlaxcala	Tlaxcala	98° 15'	19° 32'	7,388	686	100.4	62.6	29.5	37.4
Veracruz	Jalapa	96° 55'	19° 32'	4,590	647	89.6	69.8	35.9	42.8
	Orizaba	97° 05'	18° 51'	4,090	659	93.2	69.8	34.7	42.8
	Veracruz	96° 08'	19° 12'	53	758	91.4	80.6	49.2	55.4
Yucatán	Mérida	89° 38'	20° 58'	72	758	98.6	80.6	52.8	59.0
	Progreso	89° 40'	21° 17'	46	759	96.8	80.6	55.4	60.8
Zacatecas	Fresnillo	102° 53'	23° 10'	7,380	586	96.8	66.2	23.9	32.0
	Zacatecas	102° 34'	22° 47'	8,569	561	82.4	62.6	18.5	28.4

Tabla 22: Diámetros Recomendados de las Tuberías para R134-a \* + #

Capacidad del Sistema BTU / H	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION (pulg.)																	
	TEMPERATURA DE SUCCION																	
	+40° F Longitud Equivalente						+30° F Longitud Equivalente						+20° F Longitud Equivalente					
	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'
1,000	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8
3,000	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8
4,000	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8
6,000	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8
9,000	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8
12,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
15,000	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
18,000	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8
24,000	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
30,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8
36,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
42,000	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
48,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
54,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8
60,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8
66,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8
72,000	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
78,000	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
84,000	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
90,000	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
120,000	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8
150,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8
180,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8
210,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8
240,000	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8
300,000	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8
360,000	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8
480,000	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8
600,000	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8

\* Los valores sombreados corresponden a los diámetros de tubería de succión máximos recomendados para los elevadores. El diámetro del elevador no debe exceder el diámetro horizontal. Las trampas de succión deben colocarse adecuadamente para el buen retorno del aceite. El D.E. corresponde a tubería de cobre tipo L

+ También se recomienda para el R-12

# Los diámetros de la tubería de succión están seleccionados a una caída de presión equivalente a 2°F (1.11°C). La estimación de la capacidad del sistema se reduce en consecuencia

NOTA: Consulte a la fábrica para operación con R134a, R-12 en condiciones de invierno a temperatura ambiente por abajo de 0°F (-17. 8°C)

El receptor debe ir aislado y con resistencia para ambiente por abajo de 0°F (-17. 8°C)

Si la carga de sistemas se reduce por abajo del 40% de la de diseño, la consideración de doble elevador debe aplicarse

Tabla 22: Diámetros Recomendados de las Tuberías para R-134-a (Continuación) \* + #

DIAMETRO DE LA LINEA DE SUCCION ++												DIAMETRO DE LA LINEA DE LIQUIDO ++						Capacidad del Sistema BTU/H	
TEMPERATURA DE SUCCION												Longitud Equivalente del Recibidor a la Válvula de Expansión							
+10° F Longitud Equivalente						0° F Longitud Equivalente													
25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'		
3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1,000	
1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3,000	
5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/2	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	4,000	
5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	6,000	
7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	9,000	
7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	12,000	
7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	15,000	
1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	18,000	
1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	24,000	
1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	30,000	
1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	36,000	
1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	42,000	
1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	7/8	48,000	
1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	54,000	
1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	5/8	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	60,000	
1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	66,000	
1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	72,000	
1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	78,000	
1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	84,000	
1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	90,000	
2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	120,000	
2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	150,000	
2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	180,000	
2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	210,000	
2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	3 5/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	240,000	
2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	300,000	
2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	4 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	360,000	
3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	480,000	
3 1/8	3 5/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	1 3/8	1 3/8	3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	600,000	

\* Los valores sombreados corresponden a los diámetros de tubería de succión máximos recomendados para los elevadores. El diámetro del elevador no debe exceder el diámetro horizontal. Las trampas de succión deben colocarse adecuadamente para el buen retorno del aceite. El D.E. corresponde a tubería de cobre tipo L.

+ También se recomienda para el R-12

# Los diámetros de la tubería de succión están seleccionados a una caída de presión equivalente a 2°F (1.11°C). La estimación de la capacidad del sistema se reduce en consecuencia

NOTA: Consulte a la fábrica para operación con R134a, R-12 en condiciones de invierno a temperatura ambiente por abajo de 0°F (-17. 8°C)

El recibidor debe ir aislado y con resistencia para ambiente por abajo de 0°F (-17. 8°C)

Si la carga de sistemas se reduce por abajo del 40% de la de diseño, la consideración de doble elevador debe aplicarse

++ Diámetro de las Tuberías en pulgadas

Tabla 23: Diámetros Recomendados de las Tuberías para R22 \* #

Capacidad del Sistema BTU / H	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION (pulg.)																				
	TEMPERATURA DE SUCCION																				
	+40° F Longitud Equivalente						+20° F Longitud Equivalente						+10° F Longitud Equivalente						0° F Longitud		
	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'
1,000	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8	3/8	3/8	
3,000	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2
4,000	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8
6,000	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	5/8	5/8	5/8
9,000	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8
12,000	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8
15,000	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8
18,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8
24,000	5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8
30,000	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8
36,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
42,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8
48,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
54,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
60,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
66,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8
72,000	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8
78,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8
84,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
90,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
120,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8
150,000	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8
180,000	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8
210,000	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
240,000	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8
300,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8
360,000	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8
480,000	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8
600,000	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8

\* Los valores sombreados corresponden a los diámetros de tubería de succión máximos recomendados para los elevadores. El diámetro del elevador no debe exceder el diámetro horizontal. Las trampas de succión deben colocarse adecuadamente para el buen retorno del aceite. El D.E. corresponde a tubería de cobre tipo L

# Los diámetros de la tubería de succión están seleccionados a una caída de presión equivalente a 2°F (1.11°C). La estimación de la capacidad del sistemas se reduce en consecuencia  
Si la carga del sistema se reduce por abajo del 50% de la de diseño, la consideración de doble elevador debe aplicarse

**Tabla 23: Diámetros Recomendados de las Tuberías para R22 (Continuación) \* # +**

DIAMETRO DE LA LINEA DE SUCCION															Longitud Equivalente del Recibidor a la Válvula de Expansión						Capacidad del Sistema BTU/H					
TEMPERATURA DE SUCCION																										
0° F Equivalente			-10° F Longitud Equivalente						-20° F Longitud Equivalente																	
100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'						
3/8	1/2	1/2	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1,000					
5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3,000					
5/8	5/8	7/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	4,000					
5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	6,000					
7/2	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	9,000					
7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	12,000					
7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	15,000					
1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	18,000					
1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	24,000					
1 1/8	1 3/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	30,000					
1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	36,000					
1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	42,000					
1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	48,000					
1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	54,000					
1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	60,000					
1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	66,000					
1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	72,000					
1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	78,000					
1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	84,000					
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	5/8	90,000					
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	120,000					
2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	150,000					
2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	180,000					
2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	210,000					
2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	240,000					
2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	300,000					
3 1/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	360,000					
3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	480,000					
3 5/8	3 5/8	4 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	600,000					

\* Los valores sombreados corresponden a los diámetros de tubería de succión máximos recomendados para los elevadores. El diámetro del elevador no debe exceder el diámetro horizontal. Las trampas de succión deben colocarse adecuadamente para el buen retorno del aceite. El D.E. corresponde a tubería de cobre tipo L.

# Los diámetros de la tubería de succión están seleccionados a una caída de presión equivalente a 2°F (1.11°C). La estimación de la capacidad del sistema se reduce en consecuencia.

Si la carga del sistema se reduce por abajo del 50% de la de diseño, la consideración de doble elevador debe aplicarse.

+ Diámetro de las tuberías en pulgadas

Tabla 24: Diámetros Recomendados de las Tuberías para R502 \* #

Capacidad del Sistema BTU/H	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION (pulg.)																				
	TEMPERATURA DE SUCCION																				
	+20° F Longitud Equivalente						+10° F Longitud Equivalente						-10° F Longitud Equivalente						-20° F Longitud		
	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'
1,000	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	3/8	3/8	1/2
3,000	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8
4,000	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8
6,000	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8
9,000	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8
12,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8
15,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
18,000	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
24,000	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
30,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8
36,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
42,000	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8
48,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
54,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
60,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 1/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
66,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8
72,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8
78,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8
84,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8
90,000	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8
120,000	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
150,000	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8
180,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8
210,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8
240,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8
300,000	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8
360,000	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8
480,000	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8
600,000	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	5 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8

\* Los valores sombreados corresponden a los diámetros de tubería de succión máximos recomendados para los elevadores. El diámetro del elevador no debe exceder el diámetro horizontal. Las trampas de succión deben colocarse adecuadamente para el buen retorno del aceite. El D.E. corresponde a tubería de cobre tipo L.

# Los diámetros de la tubería de succión están seleccionados a una caída de presión equivalente a 2°F (1.11°C). La estimación de la capacidad del sistema se reduce en consecuencia.  
Si la carga del sistema se reduce por abajo del 40% de la de diseño, la consideración de doble elevador debe aplicarse.

Tabla 24: Diámetros Recomendados de las Tuberías para R502 (Continuación) \* # +

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION (pulg.)															DIAMETRO DE LA LINEA DE LIQUIDO						Capacidad del Sistema BTU / H	
TEMPERATURA DE SUCCION															Longitud Equivalente del Recibidor a la Válvula de Expansión							
-20° F Equivalente			-30° F Longitud Equivalente						-40° F Longitud Equivalente													
100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'		
1/2	1/2	1/2	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1,000	
7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3,000	
7/8	7/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	4,000	
7/8	1 1/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	6,000	
1 1/2	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	9,000	
1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	12,000	
1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	15,000	
1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	18,000	
1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	24,000	
1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	30,000	
1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	36,000	
1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	42,000	
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	48,000	
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	54,000	
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	60,000	
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	66,000	
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	72,000	
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	78,000	
2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	84,000	
2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	90,000	
2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	120,000	
2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	150,000	
2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	180,000	
3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	210,000	
3 1/8	2 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	240,000	
3 5/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	5 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	300,000	
3 5/8	4 1/8	4 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	360,000	
3 5/8	4 1/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	6 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	480,000	
4 1/8	4 1/8	5 1/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	3 5/8	4 1/8	5 1/8	5 1/8	5 1/8	6 1/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	600,000	

\* Los valores sombreados corresponden a los diámetros de tubería de succión máximos recomendados para los elevadores. El diámetro del elevador no debe exceder el diámetro horizontal. Las trampas de succión deben colocarse adecuadamente para el buen retorno del aceite. El D.E. corresponde a tubería de cobre tipo L.

# Los diámetros de la tubería de succión están seleccionados a una caída de presión equivalente a 2°F (1.11°C). La estimación de la capacidad del sistema se reduce en consecuencia.

Si la carga del sistema se reduce por abajo del 40% de la de diseño, la consideración de doble elevador debe aplicarse.

+ Diámetro de las Tuberías en pulgadas

Tabla 25: Diámetros Recomendados de las Tuberías para R404A y R-507 \* #

Capacidad del Sistema BTU/H	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION (pulg.)																				
	TEMPERATURA DE SUCCION																				
	+20° F Longitud Equivalente						+10° F Longitud Equivalente						-10° F Longitud Equivalente						-20° F Longitud		
	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'
1,000	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	3/8	3/8	1/2
3,000	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	1/2	1/2	5/8
4,000	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8
6,000	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8
9,000	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8
12,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8
15,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8
18,000	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8
24,000	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
30,000	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
36,000	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8
42,000	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
48,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
54,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8
60,000	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8
66,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
72,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8
78,000	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
84,000	1 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
90,000	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8
120,000	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8
150,000	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
180,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8
210,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8
240,000	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8
300,000	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8
360,000	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8
480,000	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8
600,000	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8

\* Los valores sombreados corresponden a los diámetros de tubería de succión máximos recomendados para los elevadores. El diámetro del elevador no debe exceder el diámetro horizontal. Las trampas de succión deben colocarse adecuadamente para el buen retorno del aceite. El D.E. corresponde a tubería de cobre tipo L.

# Los diámetros de la tubería de succión están seleccionados a una caída de presión equivalente a 2°F (1.11°C). La estimación de la capacidad del sistema se reduce en consecuencia.  
Si la carga del sistema se reduce por abajo del 40% de la de diseño, la consideración de doble elevador debe aplicarse.

Tabla 25: Diámetros Recomendados de las Tuberías para R-404A y R-507 (Continuación) \* # +

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION															DIAMETRO DE LA LINEA DE LIQUIDO						Capacidad del Sistema BTU / H								
TEMPERATURA DE SUCCION															Longitud Equivalente del Recibidor a la Válvula de Expansión														
-20° F Equivalente			-30° F Longitud Equivalente						-40° F Longitud Equivalente																				
100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'									
1/2	1/2	1/2	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1,000								
5/8	7/8	7/8	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3,000								
7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	4,000								
7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	6,000								
7/8	1 1/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	9,000								
1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	12,000								
1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	15,000								
1 1/8	1 3/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	18,000								
1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	2 3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	24,000								
1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	30,000								
1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	36,000								
1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1/2	1/2	5/8	1/2	5/8	5/8	42,000								
1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	48,000								
1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	54,000								
1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	60,000								
1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	66,000								
1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	72,000								
1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	5/8	5/8	7/8	5/8	5/8	7/8	78,000								
2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	5/8	5/8	7/8	5/8	7/8	7/8	84,000								
2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	90,000								
2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	120,000								
2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	5/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	150,000								
2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	180,000								
2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	210,000								
2 5/8	2 1/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	240,000								
3 1/8	3 5/8	3 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	4 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	300,000								
3 5/8	3 5/8	4 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	2 5/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	360,000								
3 5/8	3 5/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	4 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	480,000								
3 5/8	3 5/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	5 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	4 1/8	5 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	600,000								

\* Los valores sombreados corresponden a los diámetros de tubería de succión máximos recomendados para los elevadores. El diámetro del elevador no debe exceder el diámetro horizontal. Las trampas de succión deben colocarse adecuadamente para el buen retorno del aceite. El D.E. corresponde a tubería de cobre tipo L

# Los diámetros de la tubería de succión están seleccionados a una caída de presión equivalente a 2°F (1.11°C). La estimación de la capacidad del sistema se reduce en consecuencia  
Si la carga del sistema se reduce por abajo del 40% de la de diseño, la consideración de doble elevador debe aplicarse

+ Diámetro de las Tuberías en pulgadas

Tabla 26

Corrección de la Temperatura del Refrigerante, °F por cada lb de Caída de Presión en la Línea de Succión

Refrigerante	Temperatura de Succión °F								
	-40	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
	Corrección en °F por lb de Caída de Presión								
R-12	4.1	3.4	2.8	2.3	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1
R-22	2.5	2.1	1.7	1.5	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
R-502	2.2	1.8	1.5	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6

Tabla 27

Pies equivalentes de Tubería para Válvulas y Accesorios

Diámetro de la línea	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
Diám. Ext. Pulg.	1/2"	5/8"	7/8"	1 1/8"	1 3/8"	1 5/8"	2 1/8"	2 5/8"	3 1/8"	3 5/8"	4 1/8"	5 1/8"	6 1/8"
Válvula de Globo (abierta)	17	18	22	29	38	43	55	69	84	100	120	140	170
Válvula de Angulo (abierta)	6	7	9	12	15	18	25	29	35	41	47	58	70
Codo/STd. (90°)	1.4	1.6	2	2.6	3.3	4	5	6	7.5	9	10	13	16
Tee. Std. (Doble suave-Flujo a través de la derivación)	2.7	3	4	5	7	8	10	12	15	18	21	25	30

Tabla 28

Caída de Presión de Refrigerantes Líquidos en Elevadores de la Línea de Líquido (Expresada la Caída de Presión en PSIG; y la Pérdida de Subenfriamiento en grados °F)

Refrigerante	Elevación de la Línea de Líquido																	
	10'		15'		20'		25'		30'		40'		50'		75'		100'	
	PSIG	°F	PSIG	°F	PSIG	°F	PSIG	°F	PSIG	°F	PSIG	°F	PSIG	°F	PSIG	°F	PSIG	°F
R12	5.4	2.8	8.1	4.2	10.7	5.4	13.4	6.9	16.	8.3	21.5	11.3	26.9	14.3	40.3	22.4	53.7	31.0
R22	4.8	1.6	7.3	2.3	9.7	3.1	12.1	3.8	14.5	4.7	19.4	6.2	24.2	8.0	36.3	12.1	48.4	16.5
R502	4.9	1.5	7.3	2.2	9.7	3.0	12.1	3.7	14.6	4.5	19.5	6.0	24.3	7.6	36.4	11.5	48.6	14.8
R134a	4.9	2.0	7.4	2.9	9.8	4.1	12.3	5.2	14.7	6.3	19.7	8.8	24.6	11.0	36.8	17.0	49.1	23.7
R507,R404A	4.1	1.1	6.1	1.6	8.2	2.1	10.2	2.7	12.2	3.3	16.3	4.1	20.4	5.6	30.6	8.3	40.8	11.8

Basada en una temperatura de líquido de 110 °F en la base del elevador.

**Tabla 29: Peso de Refrigerantes en las Líneas de Cobre Durante la Operación (lb por 100 pies lineales de tubería tipo "L")**

D.E. de la línea en pulgadas	Refrigerante	Línea de Líquido	Línea de Gas Caliente	Línea de Succión a Temperatura de Succión				
				- 40°F	- 20°F	0°F	+20°F	+40°F
3/8	12, 134a	4.0	.15	.01	.01	.02	.04	.06
	22	3.9	.22	.02	.03	.04	.06	.08
	R507, 502, 404A	3.4	.31	.03	.04	.06	.09	.13
1/2	12, 134a	7.4	.30	.01	.03	.04	.07	.11
	22	7.4	.41	.03	.05	.07	.11	.15
	R507, 502, 404A	6.4	.58	.04	.07	.13	.16	.24
5/8	12, 134a	11.9	.47	.02	.05	.07	.12	.17
	22	11.8	.65	.05	.08	.12	.17	.25
	R507, 502, 404A	10.3	.93	.07	.11	.17	.25	.35
7/8	12,134a	24.7	.99	.05	.10	.15	.24	.36
	22	24.4	1.35	.10	.16	.24	.36	.51
	R507, 502, 404A	21.2	1.92	.15	.23	.37	.51	.72
1 1/8	12, 134a	42.2	1.70	.08	.17	.26	.41	.60
	22	41.6	2.30	.17	.28	.42	.61	.87
	R507, 502, 404A	36.1	3.27	.26	.39	.63	.86	1.24
1 3/8	12, 134a	64.2	2.57	.14	.26	.40	.61	1.91
	22	63.5	3.50	.27	.42	.64	.93	1.33
	R507, 502, 404A	55.0	4.98	.40	.58	.95	1.32	1.87
1 5/8	12, 134a	90.9	3.65	.20	.37	.57	.87	1.30
	22	90.0	4.96	.37	.59	.90	1.33	1.88
	R507, 502, 404A	78.0	7.07	.56	.82	1.35	1.86	2.64
2 1/8	12, 134a	158	6.34	.34	.64	.98	1.51	2.24
	22	156	8.61	.65	1.03	1.57	2.30	3.26
	R507, 502, 404A	134	12.25	.98	1.43	2.35	3.23	4.58
2 5/8	12, 134a	244	9.78	.52	.99	1.51	2.32	3.47
	22	241	13.70	1.01	1.59	2.42	3.54	5.03
	R507, 502, 404A	209	18.92	1.51	2.21	3.62	5.00	7.07
3 1/8	12, 134a	348	13.97	.75	1.41	2.16	3.31	4.96
	22	344	18.95	1.44	2.28	3.45	5.05	7.18
	R507, 502, 404A	298	27.05	2.16	3.15	5.17	7.14	9.95
3 5/8	12, 134a	471	18.90	.99	1.91	2.92	4.48	6.69
	22	465	25.60	1.94	3.08	4.67	6.83	9.74
	R507, 502, 404A	403	36.50	2.92	4.25	6.97	19.65	13.67
4 1/8	12, 134a	612	24.56	1.29	2.49	3.81	5.84	8.75
	22	605	33.40	2.53	4.01	6.08	8.90	12.70
	R507, 502, 404A	526	47.57	3.80	5.55	9.09	12.58	17.80

Tabla 30 Diámetros de Tuberías Recomendados para Condensador Remoto \*

Capacidad Neta del Evaporador (BTU/H)	Longitud Total Equivalente (pies)	R-12 y R-134a		R- 22		R- 502		R- 404A y R507	
		Tubería de Descarga (D.E.)	Tubería de Líquido del Cond. al Rec. (D.E.)	Tubería de Descarga (D.E.)	Tubería de Líquido del Cond. al Rec. (D.E.)	Tubería de Descarga (D.E.)	Tubería de Líquido del Cond. al Rec. (D.E.)	Tubería de Descarga (D.E.)	Tubería de Líquido del Cond. al Rec. (D.E.)
3,000	50	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
	100	1/2	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
6,000	50	1/2	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8
	100	1/2	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8
9,000	50	5/8	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8
	100	5/8	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8	5/8	3/8
12,000	50	5/8	1/2	1/2	3/8	1/2	3/8	1/2	3/8
	100	7/8	1/2	5/8	3/8	5/8	3/8	5/8	3/8
18,000	50	7/8	1/2	1/2	3/8	5/8	1/2	5/8	1/2
	100	7/8	1/2	5/8	3/8	5/8	1/2	5/8	1/2
24,000	50	7/8	5/8	5/8	1/2	5/8	5/8	7/8	5/8
	100	7/8	5/8	5/8	1/2	7/8	5/8	7/8	5/8
36,000	50	7/8	5/8	7/8	5/8	7/8	5/8	5/8	5/8
	100	1 1/8	5/8	7/8	5/8	7/8	5/8	7/8	5/8
48,000	50	1 1/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8
	100	1 1/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8
60,000	50	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8
	100	1 3/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	7/8
72,000	50	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	7/8
	100	1 3/8	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	7/8
90,000	50	1 3/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
	100	1 3/8	7/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 1/8
120,000	50	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8
	100	1 5/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8
180,000	50	1 5/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8
	100	2 1/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 3/8
240,000	50	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
	100	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 3/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8
300,000	50	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8
	100	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8
360,000	50	2 1/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
	100	2 5/8	1 5/8	2 1/8	1 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
480,000	50	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
	100	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8
600,000	50	2 5/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 1/8	2 1/8
	100	3 1/8	2 1/8	2 1/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 1/8
720,000	50	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 5/8	2 1/8	3 1/8	2 1/8	2 5/8
	100	3 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	2 5/8
840,000	50	2 5/8	2 5/8	2 1/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8
	100	3 1/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8
960,000	50	3 1/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8
	100	3 1/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8
1,080,000	50	3 1/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8
	100	3 5/8	3 1/8	2 5/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 1/8	3 1/8
1,200,000	50	3 1/8	3 5/8	2 5/8	3 1/8	2 5/8	3 5/8	2 5/8	3 5/8
	100	3 5/8	3 5/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8	3 5/8	3 1/8	3 5/8
1,440,000	50	3 1/8	3 5/8	2 5/8	3 5/8	3 1/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8
	100	3 5/8	3 5/8	3 1/8	3 5/8	3 1/8	4 1/8	3 5/8	3 5/8
1,680,000	50	3 5/8	4 1/8	2 5/8	3 5/8	3 1/8	4 1/8	3 1/8	4 1/8
	100	4 1/8	4 1/8	3 1/8	3 5/8	3 5/8	4 1/8	3 5/8	4 1/8

\*Diámetro de las tuberías en pulgadas

**Tabla 31**

**Tabla para conversión de temperatura Fahrenheit - Celsius**

Los números en negritas en el centro de la columna (C ó F) se refieren a la temperatura, ya sea en Celsius o Fahrenheit, la cual va a ser convertida a la otra escala. Si se hace la conversión Fahrenheit a Celsius la temperatura equivalente será encontrada en la columna izquierda. Si se hace la conversión Celsius a Fahrenheit la temperatura equivalente será encontrada en la columna de la derecha.

Temperatura			Temperatura			Temperatura			Temperatura		
Celsius	C ó F	Fahr	Celsius	C ó F	Fahr	Celsius	C ó F	Fahr	Celsius	C ó F	Fahr
- 40.0	- 40	- 40.0	- 6.7	+ 20	+ 68.0	+ 26.7	+ 80	+ 176.0	+ 60.0	+ 140	+ 284.0
- 39.4	- 39	- 38.2	- 6.1	+ 21	+ 69.8	+ 27.2	+ 81	+ 177.8	+ 60.6	+ 141	+ 285.8
- 38.9	- 38	- 36.4	- 5.5	+ 22	+ 71.6	+ 27.8	+ 82	+ 179.6	+ 61.1	+ 142	+ 287.6
- 38.3	- 37	- 34.6	- 5.0	+ 23	+ 73.4	+ 28.3	+ 83	+ 181.4	+ 61.7	+ 143	+ 289.4
- 37.8	- 36	- 32.8	- 4.4	+ 24	+ 75.2	+ 28.9	+ 84	+ 183.2	+ 62.2	+ 144	+ 291.2
- 37.2	- 35	- 31.0	- 3.9	+ 25	+ 77.0	+ 29.4	+ 85	+ 185.0	+ 62.8	+ 145	+ 293.0
- 36.7	- 34	- 29.2	- 3.3	+ 26	+ 78.8	+ 30.0	+ 86	+ 186.8	+ 63.3	+ 146	+ 294.8
- 36.1	- 33	- 27.4	- 2.8	+ 27	+ 80.6	+ 30.6	+ 87	+ 188.6	+ 63.9	+ 147	+ 296.6
- 35.6	- 32	- 25.6	- 2.2	+ 28	+ 82.4	+ 31.1	+ 88	+ 190.4	+ 64.4	+ 148	+ 298.4
- 35.0	- 31	- 23.8	- 1.7	+ 29	+ 84.2	+ 31.7	+ 89	+ 192.2	+ 65.0	+ 149	+ 300.2
- 34.4	- 30	- 22.0	- 1.1	+ 30	+ 86.0	+ 32.2	+ 90	+ 194.0	+ 65.6	+ 150	+ 302.0
- 33.9	- 29	- 20.2	- 0.6	+ 31	+ 87.8	+ 32.8	+ 91	+ 195.8	+ 66.1	+ 151	+ 303.8
- 33.3	- 28	- 18.4	0	+ 32	+ 89.6	+ 33.3	+ 92	+ 197.6	+ 66.7	+ 152	+ 305.6
- 32.8	- 27	- 16.6	+ 0.6	+ 33	+ 91.4	+ 33.9	+ 93	+ 199.4	+ 67.2	+ 153	+ 307.4
- 32.2	- 26	- 14.8	+ 1.1	+ 34	+ 93.2	+ 34.4	+ 94	+ 201.2	+ 67.8	+ 154	+ 309.2
- 31.7	- 25	- 13.0	+ 1.7	+ 35	+ 95.0	+ 35.0	+ 95	+ 203.0	+ 68.3	+ 155	+ 311.0
- 1.1	- 24	- 11.2	+ 2.2	+ 36	+ 96.8	+ 35.6	+ 96	+ 204.8	+ 68.9	+ 156	+ 312.8
- 30.6	- 23	- 9.4	+ 2.8	+ 37	+ 98.6	+ 36.1	+ 97	+ 206.6	+ 69.4	+ 157	+ 314.6
- 30.0	- 22	- 7.6	+ 3.3	+ 38	+ 100.4	+ 36.7	+ 98	+ 208.4	+ 70.0	+ 158	+ 316.4
- 29.4	- 21	- 5.8	+ 3.9	+ 39	+ 102.2	+ 37.2	+ 99	+ 210.2	+ 70.6	+ 159	+ 318.2
- 28.9	- 20	- 4.0	+ 4.4	+ 40	+ 104.0	+ 37.8	+ 100	+ 212.0	+ 71.1	+ 160	+ 320.0
- 28.3	- 19	- 2.2	+ 5.0	+ 41	+ 105.8	+ 38.3	+ 101	+ 213.8	+ 71.7	+ 161	+ 321.8
- 27.8	- 18	- 0.4	+ 5.5	+ 42	+ 107.6	+ 38.9	+ 102	+ 215.6	+ 72.2	+ 162	+ 323.6
- 27.2	- 17	+ 1.4	+ 6.1	+ 43	+ 109.4	+ 39.4	+ 103	+ 217.4	+ 72.8	+ 163	+ 325.4
- 26.7	- 16	+ 3.2	+ 6.7	+ 44	+ 111.2	+ 40.0	+ 104	+ 219.2	+ 73.3	+ 164	+ 327.2
- 26.1	- 15	+ 5.0	+ 7.2	+ 45	+ 113.0	+ 40.6	+ 105	+ 221.0	+ 73.9	+ 165	+ 329.0
- 25.6	- 14	+ 6.8	+ 7.8	+ 46	+ 114.8	+ 41.1	+ 106	+ 222.8	+ 74.4	+ 166	+ 330.8
- 25.0	- 13	+ 8.6	+ 8.3	+ 47	+ 116.6	+ 41.7	+ 107	+ 224.6	+ 75.0	+ 167	+ 332.6
- 24.4	- 12	+ 10.4	+ 8.9	+ 48	+ 118.4	+ 42.2	+ 108	+ 226.4	+ 75.6	+ 168	+ 334.4
- 23.9	- 11	+ 12.2	+ 9.4	+ 49	+ 120.2	+ 42.8	+ 109	+ 228.2	+ 76.1	+ 169	+ 336.2
- 23.3	- 10	+ 14.0	+ 10.0	+ 50	+ 122.0	+ 43.3	+ 110	+ 230.0	+ 76.7	+ 170	+ 338.0
- 22.8	- 9	+ 15.8	+ 10.6	+ 51	+ 123.8	+ 43.9	+ 111	+ 231.8	+ 77.2	+ 171	+ 339.8
- 22.2	- 8	+ 17.6	+ 11.1	+ 52	+ 125.6	+ 44.4	+ 112	+ 233.6	+ 77.8	+ 172	+ 341.6
- 21.7	- 7	+ 19.4	+ 11.7	+ 53	+ 127.4	+ 45.0	+ 113	+ 235.4	+ 78.3	+ 173	+ 343.4
- 21.1	- 6	+ 21.2	+ 12.2	+ 54	+ 129.2	+ 45.6	+ 114	+ 237.2	+ 78.9	+ 174	+ 345.2
- 20.6	- 5	+ 23.0	+ 12.8	+ 55	+ 131.0	+ 46.1	+ 115	+ 239.0	+ 79.4	+ 175	+ 347.0
- 20.0	- 4	+ 24.8	+ 13.3	+ 56	+ 132.8	+ 46.7	+ 116	+ 240.8	+ 80.0	+ 176	+ 348.8
- 19.4	- 3	+ 26.6	+ 13.9	+ 57	+ 134.6	+ 47.2	+ 117	+ 242.6	+ 80.6	+ 177	+ 350.6
- 18.9	- 2	+ 28.4	+ 14.4	+ 58	+ 136.4	+ 47.8	+ 118	+ 244.4	+ 81.1	+ 178	+ 352.4
- 18.3	- 1	+ 30.2	+ 15.0	+ 59	+ 138.2	+ 48.3	+ 119	+ 246.2	+ 81.7	+ 179	+ 354.2
- 17.8	0	+ 32.0	+ 15.6	+ 60	+ 140.0	+ 48.9	+ 120	+ 248.0	+ 82.2	+ 180	+ 356.0
- 17.2	+ 1	+ 33.8	+ 16.1	+ 61	+ 141.8	+ 49.4	+ 121	+ 249.8	+ 82.8	+ 181	+ 357.8
- 16.7	+ 2	+ 35.6	+ 16.7	+ 62	+ 143.6	+ 50.0	+ 122	+ 251.6	+ 83.3	+ 182	+ 359.6
- 16.1	+ 3	+ 37.4	+ 17.2	+ 63	+ 145.4	+ 50.6	+ 123	+ 253.4	+ 83.9	+ 183	+ 361.4
- 15.6	+ 4	+ 39.2	+ 17.8	+ 64	+ 147.2	+ 51.1	+ 124	+ 255.2	+ 84.4	+ 184	+ 363.2
- 15.0	+ 5	+ 41.0	+ 18.3	+ 65	+ 149.0	+ 51.7	+ 125	+ 257.0	+ 85.0	+ 185	+ 365.0
- 14.4	+ 6	+ 42.8	+ 18.9	+ 66	+ 150.8	+ 52.2	+ 126	+ 258.8	+ 85.6	+ 186	+ 366.8
- 13.9	+ 7	+ 44.6	+ 19.4	+ 67	+ 152.6	+ 52.8	+ 127	+ 260.6	+ 86.1	+ 187	+ 368.6
- 13.3	+ 8	+ 46.4	+ 20.0	+ 68	+ 154.4	+ 53.3	+ 128	+ 262.4	+ 86.7	+ 188	+ 370.4
- 12.8	+ 9	+ 48.2	+ 20.6	+ 69	+ 156.2	+ 53.9	+ 129	+ 264.2	+ 87.2	+ 189	+ 372.2
- 12.2	+ 10	+ 50.0	+ 21.1	+ 70	+ 158.0	+ 54.4	+ 130	+ 266.0	+ 87.8	+ 190	+ 374.0
- 11.7	+ 11	+ 51.8	+ 21.7	+ 71	+ 159.8	+ 55.0	+ 131	+ 267.8	+ 88.3	+ 191	+ 375.8
- 11.1	+ 12	+ 53.6	+ 22.2	+ 72	+ 161.6	+ 55.6	+ 132	+ 269.6	+ 88.9	+ 192	+ 377.6
- 10.6	+ 13	+ 55.4	+ 22.8	+ 73	+ 163.4	+ 56.1	+ 133	+ 271.4	+ 89.4	+ 193	+ 379.4
- 10.0	+ 14	+ 57.2	+ 23.3	+ 74	+ 165.2	+ 56.7	+ 134	+ 273.2	+ 90.0	+ 194	+ 381.2
- 9.4	+ 15	+ 59.0	+ 23.9	+ 75	+ 167.0	+ 57.2	+ 135	+ 275.0	+ 90.6	+ 195	+ 383.0
- 8.9	+ 16	+ 60.8	+ 24.4	+ 76	+ 168.8	+ 57.8	+ 136	+ 276.8	+ 91.1	+ 196	+ 384.8
- 8.3	+ 17	+ 62.6	+ 25.0	+ 77	+ 170.6	+ 58.3	+ 137	+ 278.6	+ 91.7	+ 197	+ 386.6
- 7.8	+ 18	+ 64.4	+ 25.6	+ 78	+ 172.4	+ 58.9	+ 138	+ 280.4	+ 92.2	+ 198	+ 388.4
- 7.2	+ 19	+ 66.2	+ 26.1	+ 79	+ 174.2	+ 59.4	+ 139	+ 282.2	+ 92.8	+ 199	+ 390.2

Reimpreso bajo permiso de ASHRAE

**Tabla 32**  
Factores de conversión en el Sistema Inglés

Para convertir mediciones		
De	A	Multiplicar por
Pie Cúbico	Pulgadas Cúbicas	1728.
Pulgadas Cúbicas	Pie Cúbico	0.00058
Pie Cúbico	Galones	7.480
Galones	Pie Cúbico	0.1337
Pulgadas Cúbicas	Galones	0.00433
Galones	Pulgadas Cúbicas	231.
Barriles	Galones	42
Galones	Barriles	0.0238
Galones Imperial	Galones U S.	1.2009
Galones U S.	Galones Imperial	0.8326
Pie	Pulgadas	12.
Pulgadas	Pie	0.0833
Pie Cuadrado	Pulgadas Cuadradas	144.
Pulgadas Cuadradas	Pie Cuadrado	0.00695
Toneladas Cortas	Libras	2000.

**Tabla 33**  
Factores de conversión del Sistema Inglés a Métrico

Para convertir mediciones		
De	A	Multiplicar por
Pies Cúbicos	Centímetros Cúbicos	28317.0
Pulgadas Cúbicas	Centímetros Cúbicos	16.387
Pie Cúbico	Litros	28.32
Galones	Litros	3.7854
Pulgadas Cúbicas	Litros	0.0164
Galones	Centímetros Cúbicos	3785.4
Barriles	Metros Cúbicos	1.0551
Galones Imperial	Metros Cúbicos	0.0045461
Galones U S.	Metros Cúbicos	0.0037854
Pies	Metros	0.3048
Pulgadas	Metros	0.0254
Pies Cuadrados	Metros Cuadrados	0.0929
Pulgadas Cuadradas	Centímetros Cuadrados	6.452
Toneladas (Cortas 2000 lb)	Kilogramos	907.2
Libras	Kilogramos	0.45359

Para convertir Presión (a 32°F)		
De	A	Multiplicar por
Pulgadas de Agua	Libras por Pulgada Cuadrada	0.03612
Libras por Pulgada Cuadrada	Pulgadas de Agua	27.686
Pie de Agua	Libras por Pulgada Cuadrada	0.4334
Libras por Pulgada Cuadrada	Pie de Agua	2.307
Pulgadas de Mercurio	Libras por Pulgada Cuadrada	0.4912
Libras por Pulgada Cuadrada	Pulgadas de Mercurio	2.036
Atmósferas	Libras por Pulgada Cuadrada	14.696
Libras por Pulgada Cuadrada	Atmósferas	0.06804

Para convertir Presión (a 32°F)		
De	A	Multiplicar por
Pulgadas de Agua	Newton/Metro Cuadrado	249.082
Libras por Pulgada Cuadrada	Newton/Metro Cuadrado	6894.8
Pie de Agua	Newton/Metro Cuadrado	2988.98
Libras por Pulgada Cuadrada	Kilogramo/Centímetro Cuadrado	0.07031
Pulgadas de Mercurio	Newton/Metro Cuadrado	3386.4
Libras por Pulgada Cuadrada	Dina/Centímetro Cuadrado	68948.0
Atmósferas	Newton/Metro Cuadrado	101325.0
Pascal	Newton/Metro Cuadrado	1.0

Para convertir Potencia		
De	A	Multiplicar por
Caballo de Fuerza	Caballo de Fuerza Métrico	1.014
Caballo de Fuerza	Libras Pie por Minuto	33000
Caballo de Fuerza	Kilowatts	0.746
Kilowatts	Caballo de Fuerza	1.3404
Unidad Térmica Británica	Libra Pie	778.177
Libra Pie	Unidad Térmica Británica	0.001285
Unidad Térmica Bitánica	Caballo de Fuerza Hora	0.0003927
Caballo de Fuerza Hora	Unidad Térmica Británica	2544.1
Unidad Térmica Británica	Kilowatts Hora	0.0002928
Kilowatts Hora	Unidad Térmica Británica	3415
Watts Hora	Unidad Térmica Británica	3.415

Para Convertir Energía, Calor y Potencia		
De	A	Multiplicar por
Caballo de Fuerza	Watt	745.7
Unidad Térmica Británica	Joule	1054.35
Libra Pie	Joule	1.3558
Unidad Térmica Británica	Caloría	252.0
Unidad Térmica Británica	Watt-Segundo	1054.35
Watt-Segundo	Joule	1.0
Caloría	Joule	4.184
Watt Hora	Joule	3600.00
Kilocaloría/Minuto	Watt	69.73
Tonelada (Refrigeración)	Watt	3516.8
BTU/Hora	Watt	0.29288
BTU/pulg/Hr Pie <sup>2</sup> ° F	Watt/Metro ° K	0.14413
BTU/Hr. A 10° F DT	Kcal./Hr. A 6°C DT	0.252
BTU/Hr. A 15° F DT	Kcal./Hr. A 8°C DT	0.252

Conversiones Volumen - Peso	Peso Lbs.
1 Pie Cúbico de Agua.....	62.4 *
1 Pulgada Cúbica de Agua.....	0.0361 *
1 Galón de Agua.....	8.33 *
1 Pie Cúbico de Aire.....	0.075†
1 Pulgada Cúbica de Acero.....	0.284
1 Pie Cúbico de Ladrillo (Construcción).....	112-120
1 Pie Cúbico de Concreto.....	120-140
1 Pie Cúbico de Tierra.....	70-120
* a 32° F.	
† a 70° F. - 29.92" Hg.	

Conversiones Volumen - Peso	Peso Kilogramos
1 Pie Cúbico de Agua.....	28.3 *
1 Pulgada Cúbica de Agua.....	0.0164 *
1 Galón de Agua.....	3.788
1 Pie Cubico de Aire.....	0.0341†
1 Pulgada Cúbica de Acero.....	0.1288
1 Pie Cúbico de Ladrillo (Construcción).....	51-54
1 Pie Cúbico de Concreto.....	54-64
1 Pie Cúbico de Tierra.....	32-54
* a 32°F	
† a 70° F -- 29.92" Hg.	

# Uso de la Carta Psicométrica

Con dos propiedades del aire, se pueden localizar sus condiciones en la Carta Psicométrica y todas las otras propiedades pueden ser encontradas con la lectura en la escala apropiada.

**Figura 1** ilustra el trazo de una condición localizada en la intersección de las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco. La temperatura de bulbo seco está representada en la carta por las líneas verticales con su escala al fondo de la carta. La temperatura de bulbo húmedo es leída a lo largo de la línea de saturación y está representada en la carta por las líneas diagonales sólidas. La entalpía de saturación, para una temperatura de bulbo húmedo dada es leída de la escala diagonal a la izquierda usando las líneas diagonales que se extienden desde la línea de saturación.

**Figura 2** ilustra el trazo de una condición en la intersección de la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa. La humedad relativa está representada en la carta por las líneas curvas que están marcadas en por ciento de humedad relativa.

**Figura 3** ilustra el trazo de una condición en la intersección de la temperatura de bulbo seco y la temperatura de rocío. La temperatura de rocío es leída a lo largo de la línea de saturación que intersecta la línea horizontal de humedad específica. El valor de la humedad específica es leída de las escalas a la derecha en libras o granos de humedad por libra de aire seco mediante la selección de la escala apropiada.

**Figura 4** ilustra la determinación del volumen específico desde la carta. El volumen específico está representado por las líneas diagonales punteadas marcadas en pies cúbicos por libra del aire seco. Los puntos intermedios son leídos por la interpolación entre las líneas.

**Figura 5** ilustra el uso del factor calor sensible para determinar las condiciones del aire requerido para satisfacer un espacio con una temperatura especificada y una condición de carga. El factor de calor sensible es la relación del calor sensible interno a la carga de calor total interna del espacio que está siendo acondicionado. Una línea recta de la escala del factor a través del punto encerrado en el círculo sobre la carta hacia la línea inclinada desde el punto de las condiciones del espacio hasta la línea de saturación. El aire suministrado al espacio a cualquier condición de temperatura localizada sobre la línea de relación (y dentro del volumen propio) corresponderá a la carga del cuarto.

**Ejemplo** - Usando el punto que está encerrado en el círculo en la carta psicométrica, se obtienen los siguientes valores:

Temperatura de bulbo seco.....	80. 0°F
Temperatura de bulbo húmedo.....	67. 0°F
Temperatura del punto de Rocío.....	60. 3°F
Humedad relativa.....	51.1%
Humedad específica	
a) 0. 01115 lbs/lb aire seco	
b) 78.1 granos/lb aire seco	
Entalpía de saturación.....	31.62 BTU/lb aire seco
Volumen específico.....	13. 83 pies <sup>3</sup> /lb aire seco

## Figura 6...\*Proceso de Aire Acondicionado

1. Enfriamiento y Deshumidificación - una disminución tanto en bulbo seco y humedad específica se representa por una línea inclinada hacia abajo y a la izquierda. El calor total (que contienen tanto calor sensible como calor latente) es disminuido.
2. Enfriamiento Sensible - Una disminución en bulbo seco y calor sensible contenido, está representado por la línea horizontal dirigida hacia la inclinación a lo largo de la línea de humedad específica constante. Humedad Específica y punto de rocío permanecen constantes.
3. Enfriamiento Evaporativo - (El aire que pasa a través del agua rociada o superficie humedecida a la temperatura de bulbo húmedo )

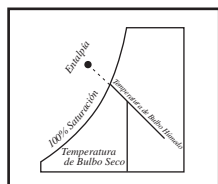


Fig. 1 Bulbo Seco y Bulbo Húmedo

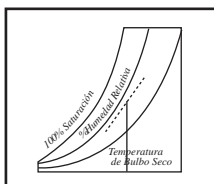


Fig. 2 Bulbo Seco y Humedad Relativa

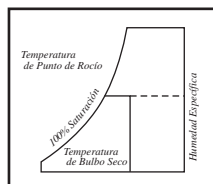


Fig. 3 Bulbo Seco y Punto de Rocío

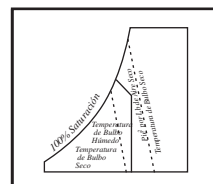


Fig. 4 -Volumen Específico

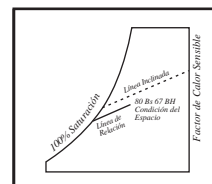


Fig. 4 -Factor de Calor Sensible

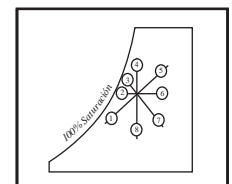


Fig. 6 -Proceso de Aire Acondicionado\*(consulte el texto superior).

- Una disminución en el bulbo seco (reduce el contenido de calor sensible) y sobre un incremento en el punto de rocío y humedad específica ( contenido de calor latente incrementado) representado por la línea inclinada hacia arriba y a la izquierda siguiendo una línea de bulbo húmedo constante no cambia el contenido de calor total.

4. Humidificación - Un incremento en la humedad específica como resultado de la humedad agregada, representada por una línea dirigida hacia arriba.

5. Calentamiento y Humidificación - Un incremento tanto en calor sensible como humedad específica, representado por la línea inclinada hacia arriba y a la derecha.

6. Calentamiento sensible - Un incremento en bulbo seco y contenido de calor sensible, representado por la línea horizontal dirigida hacia la derecha a lo largo de la línea de humedad específica constante. La humedad específica y el punto de rocío permanecen constantes.

7. Secado Químico - ( el aire que pasa a través de un agente químico de secado) - Una disminución en el punto de rocío y humedad específica, representado por la línea inclinada hacia abajo y a la derecha.

8. Deshumidificación -Una disminución en la humedad específica como resultado de la remoción de la humedad, representada por la línea dirigida hacia abajo.

## Definiciones

**Temperatura de Bulbo Seco** La temperatura indicada por un termómetro no afectada por el vapor de agua contenido en el aire.

**Temperatura de Bulbo Húmedo** La temperatura del aire indicada por un termómetro de bulbo húmedo; temperatura a la cual el agua, por evaporación en el aire, puede llevar aire a saturación adiabáticamente a la misma temperatura.

**Temperatura del Punto de Rocío** -La temperatura a la cual el vapor de agua en el aire debe ser disminuida para producir condensación de la humedad contenida dentro de esta.

**Humedad relativa** - La relación de la presión actual del vapor en el aire a la presión del vapor de aire saturado a la misma temperatura de bulbo seco.

**Humedad específica** - (Contenido de Humedad o Relación de Humedad) el peso del vapor de agua por libra de aire seco.

**Calor sensible** - Calor del cual cuando se agrega o retira con los cambios de aire sólo afecta su temperatura sin afectar la humedad específica.

**Calor latente** - Calor el cual acepta un cambio de estado sin afectar su temperatura, como en la evaporación o condensación de humedad.

**Entalpía (Calor Total)** - La suma de calor sensible y calor latente. En la carta, la Entalpía representa unidades de calor total contenido sobre una base arbitraria en términos de BTU por libra de aire seco.

**Volumen Específico** - Volumen por unidad de peso, es el recíproco de la densidad, en términos de pies cúbicos por libra de aire seco.

**Factor de Calor Sensible** - Es la relación de calor sensible interno a la carga de calor total interno.

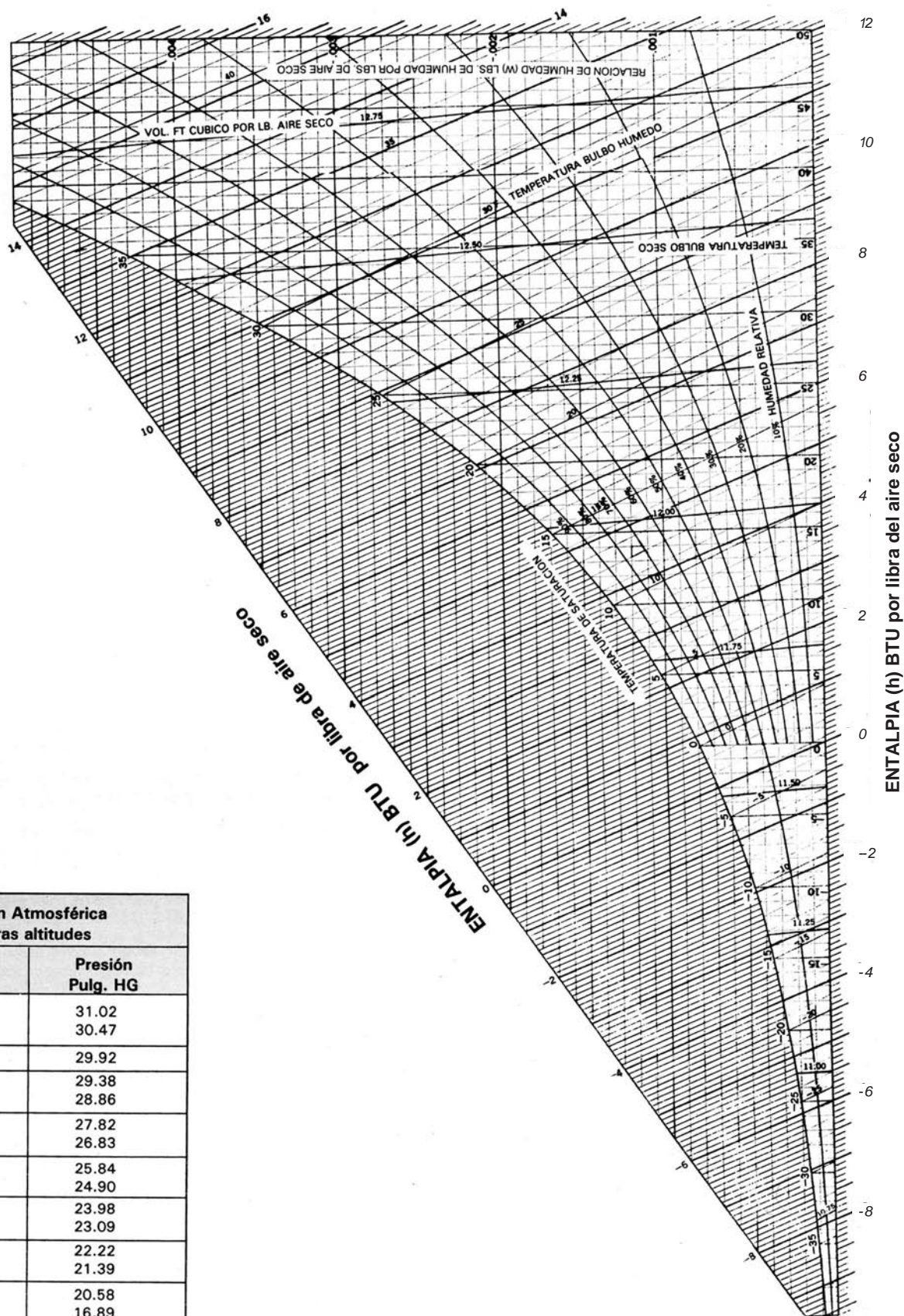
**Línea de relación**- Es la línea que se extiende desde las condiciones del espacio a la línea de saturación a la inclinación determinada por el factor de calor sensible.

# Apéndice - Cartas

## Carta Psicrométrica Baja temperatura (-40 a 50° F)

Presión Atmosférica Estándar de 29.921 pulg. HG

Presión Atmosférica a otras altitudes	
Altitud Pies	Presión Pulg. HG
-1000	31.02
- 500	30.47
0	29.92
500	29.38
1000	28.86
2000	27.82
3000	26.83
4000	25.84
5000	24.90
6000	23.98
7000	23.09
8000	22.22
9000	21.39
10000	20.58
15000	16.89

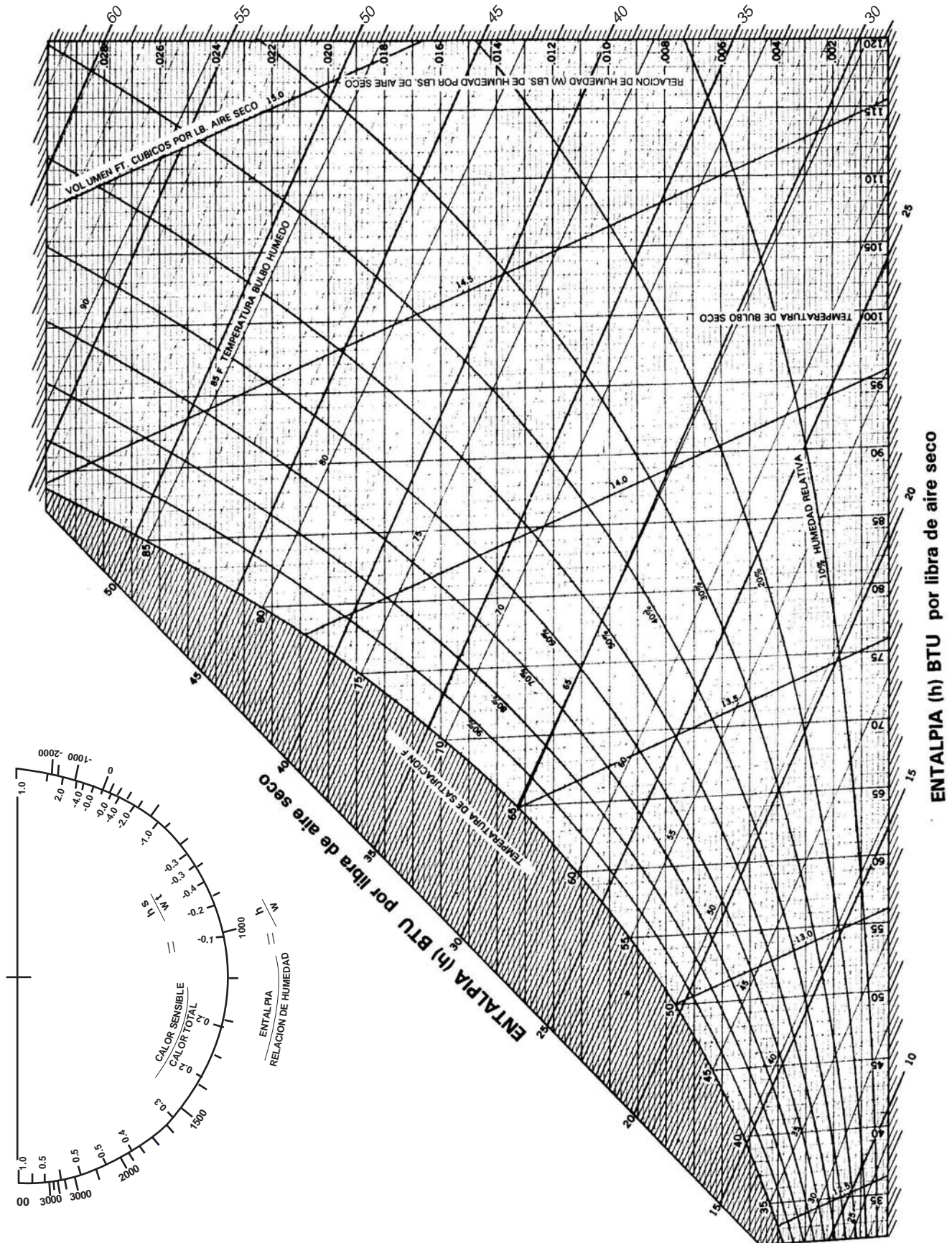


Cortesía de ASHRAE — Reproducida bajo Permiso.

# Apéndice - Cartas

Carta Psicrométrica Temperatura Media (32 a 130° F)

Presión Atmosférica Estándar de 29.921 pulg. HG



Cortesía de ASHRE- Preproducida bajo Permiso

## Información para la Guía de Selección Rápida

### Parámetros de la Carga Térmica para Cuartos de Refrigeración

- 95 °F de Temperatura del aire ambiente exterior al cuarto.
- 4" estireno (R=16.7, K=.24) paredes/techo, 6" de concreto en la losa del piso.
- Carga promedio del producto con 5°F de disminución en 24 hrs.
- BTUH de carga basada en 16-18 horas de funcionamiento del compresor para 35 °F del cuarto frío (tiempo recomendado)+20 hrs. Para 30 °F del compartimiento.
- Ver Tabla C para ajustar la carga de cuarto frío con puertas de cristal.
- Para 80 °F de temperatura del aire ambiente exterior al restar 12%.
- Para 4" de Uretano en paredes y techo, para 6" de concreto en la losa del piso, restar 12%.
- Para 10' de altura del techo agregar 10%.
- Para carga adicional en BTUH para el enfriamiento del producto, consulte la Tabla A.

### Parámetros de la Carga Térmica para Cuartos de Congelación

- 95 °F de Temperatura del aire ambiente exterior al cuarto.
- 4" uretano (R= 25, K=.16) paredes, techo, + piso.
- Carga promedio del producto con 10 °F de disminución en 24 hrs.
- BTUH de carga basada en 18 horas de funcionamiento del compresor
- Ver Tabla C para ajustar la carga del cuarto frío con puertas de cristal.
- Para 80 °F de temperatura del aire ambiente alrededor del cuarto frío, restar 12%.
- Para 20 hrs. de funcionamiento del compresor (carga ligera de escarcha) en lugar de 18 hrs. de funcionamiento del compresor, restar 11%
- Para 10' de altura del techo agregar 10%.
- Para carga adicional en BTUH para congelación del producto, consulte la Tabla D.

**Tabla A**

#### Cargas de Enfriamiento del Producto para cuartos de Refrigeración

(Disminución en 24 hrs./18 hrs. de funcionamiento del compresor) 24% de factor de seguridad agregado a las cargas para permitir el servicio.

Producto	Calor Específico Arriba del punto de congelación	10° de Disminución en los BTUH de la Carga para las Libras del Producto indicadas por 24 hrs.					
		500	1000	1500	2000	3000	5000
Carne de Res	.72	240	480	720	960	1440	2400
Cerdo	.53	177	353	530	706	1060	1767
Ternera y Cordero	.76	253	506	760	1012	1520	2533
Aves	.79	263	526	790	1012	1520	2633
Mariscos	.80	267	533	800	1066	1600	2667
Vegetales	.92	307	613	920	1226	1840	3067
Panadería	.74	247	494	740	988	1480	2467
Cerveza	1.00	333	666	1000	1333	2000	3333

Para disminuciones del producto mayores de 10°, dividir la disminución de temperatura entre 10. Multiplicar este número por los BTUH mostrados en la Tabla A, y sumarse a la carga del cuarto frío.

**Tabla B**

#### Corte de Carne/Carga en Cámara de Prep.(BTUH/hr/pie2 del área del piso)

Piso Pies <sup>2</sup>	Temperatura del cuarto frío con 65% de Humedad Relativa aprox.		
	55°F	50°F	
100	93	105	Las cargas de los cuartos fríos están basadas en una operación continua e incluyen una tolerancia para un número promedio de personas, equipo de procesamiento, etc., con un panel de cristal en una pared y paredes y techos aislados con 3" de estireno con los cuartos fríos localizados en áreas con aire acondicionado. El evaporador deberá ser del tipo de baja velocidad de salida, para evitar las corrientes y deberá ser seleccionado para operación continua y no menor de 30°F de temperatura de evaporación.
200	88	99	
300	85	95	
400	81	90	
500	78	87	
600	75	85	
700	72	81	
800	69	78	
900	67	75	
1000	65	73	
1200	62	69	

**Tabla C**

#### Cargas con Puertas de Cristal

Temperatura del Cuarto Frío (°F)	BTU por Puerta
+35	1060
+30	960
0	1730
-10	1730
-20	1730

**\*Ajustada para la carga de operación.**

**Multiplicar el número de puertas por la carga**

**Tabla D**

#### Cargas de Congelación del producto para Cuartos de Congelación

Producto	Calor Específico BTU/lb °F		Calor Latente BTU/lb	Temp.de Congelación (°F)	Carga en BTUH para Temperaturas de Congelación de -10 °F para las lbs de Productos/ Día Indicado					
	32 -	32 +			100	300	750	1000	1500	3000
Carne Res	.72	.40	95	29	790	2370	5925	7900	11850	23700
Cerdo	.53	.32	60	28	523	1571	3926	5235	7853	15710
Ternera y Cordero	.76	.45	100	28	841	2524	6311	8414	12621	25240
Aves	.79	.42	106	27	878	2636	6590	8787	13181	26360
Mariscos	.80	.43	110	28	906	2719	6797	9063	13595	27190
Vegetales	.92	.47	130	30	1053	3159	7898	10530	15795	31590
Panadería	.74	.34	53	20	520	1560	3900	5200	7800	15600

Las cargas de congelación están basadas en productos entrando a 40° F máximo. Para un tiempo de disminución específico, la carga del producto BTU/hr puede ser ajustada multiplicando las cargas arriba indicadas por 24 y divididas por el tiempo específico de disminución en horas. Para ajuste a 0° F de temperatura de congelación, multiplicar las cargas arriba indicadas por 0.97 y para -20 °F de congelación, multiplicar por 1.04.

## NOTAS

## NOTAS

[illegible]



BOHN se reserva el derecho de hacer cambios en sus especificaciones, en cualquier momento, sin previo aviso y sin ninguna responsabilidad con los compradores propietarios del equipo que previamente se les ha vendido.

#### FRIGUS BOHN S.A. DE C.V.

##### Oficinas Corporativas

Bosques de Alisos No. 47-A, Piso 5  
Col. Bosques de las Lomas  
México, DF. C.P. 05120  
Tel: (01 55) 5000 5100  
Fax: (01 55) 5259 5521  
Tel. sin costo 01 800 228 20 46

##### Planta

Acceso II, Calle 2 No. 48  
Parque Industrial Benito Juárez  
Querétaro, Qro. C.P. 76120  
Tel: (01 442) 296 4500  
Fax: (01 442) 217 0616  
Tel sin costo 01 800 926 20 46

##### Monterrey

Torre Alestra, Piso 3 HQ  
Av. Lázaro Cárdenas 2321 Poniente  
Col. Residencial San Agustín  
C.P. 66260 San Pedro Garza García,  
Nuevo León  
Tel: (01 81) 1001 7032  
Fax: (01 81) 1001 7001

##### Tijuana

Camino del Rey Oeste # 5459-2  
Privada Capri # 2  
Residencial Colinas del Rey  
Tijuana BC, C.P. 22170  
Tel: (01 664) 900 3830  
Fax: (01 664) 900 3845  
Cel: (01 664) 674 1677  
Nextel 152\*1315271\*1

##### Culiacán, Sinaloa.

Río Petatlán # 885  
Col. Rosales  
Culiacán, Sinaloa  
C.P. 80230  
Tel: (01 667) 752-0700  
Fax: (01 667) 752-0701  
Cel: (01 667) 791-5336

##### Guadalajara

Av. Moctezuma 3515  
Esq. López Mateos Sur  
Local Mezanine  
C.P. 45050  
Guadalajara, Jal.  
Tel: (01 33) 388 01214  
Fax: (01 33) 3678 9123

e-mail: [enlacebohn@cft.com.mx](mailto:enlacebohn@cft.com.mx)

[www.bohn.com.mx](http://www.bohn.com.mx)

**Boletín H-ENG-1 APM**  
**Septiembre, 2005**  
**BCT-025**