

(Unidade de traballo)

**CÁLCULO
DE
TUBAXES**

Índice:

1. Cálculo de tubaxes.	3
1.1 Cálculo de tubaxes para a instalación de R-507A	3
1.2 Cálculo de tubaxes para a instalación de R-134a	7
2. Exercicios vencellados con esta unidade de traballo	11
3. Módulos vencellados con esta unidade de traballo	11

1. Cálculo de tubaxes.

Debido á distribución dos equipos no taller, as especificacións relativas ás tubaxes son:

- Liña de descarga: 12m con 3 ascendentes e 9 horizontal-descendente.
- Liña de líquido: 12m totais.
- Liña de aspiración ou succión: 6 metros con 1 ascendente e 5 horizontal-descendentes.

Para o cálculo empregaremos os ábacos de perda de carga proporcionados polo fabricante de refrixerantes Du Pont. Estes ábacos pódense descargar da súa páxina Web (www2.dupont.com).

Os pasos a seguir son os seguintes:

1. Calculamos a caída de presión máxima, $\Delta P_{\max}$ [kPa], preto da temperatura do refrixerante no interior da tubaxe coa que traballamos.

- Na liña de descarga $\Delta P_{\max-\text{desc}} = 1^\circ \text{C}$
- Na liña de líquido $\Delta P_{\max-\text{liq}} = 1^\circ \text{C}$
- Na liña de aspiración ou succión $\Delta P_{\max-\text{asp}} = 0,5^\circ \text{C}$

Dividir a perda de presión máxima por tramo entre os metros totais das tubaxes nas 3 liñas.

2. Coa perda de carga por metro liñal, obtida no paso 2 e a potencia frigorífica obtemos no ábaco, un diámetro de tubaxe que provoque unha caída de presión igual ou inferior a calculada, aplicando o factor de corrección por temperatura de condensación se fose preciso.
3. Co diámetro de tubaxe seleccionado no paso 3 e a potencia, comprobamos no ábaco de velocidade do refrixerante que estamos no rango de velocidades axeitadas; en caso contrario, teríamos que realizar outra selección de diámetro ate que cumpra as condicións de perda de carga máxima e rango de velocidades.

Líña	Velocidade mínima Tubaxe horizontal [m/s]	Velocidade mínima Tubaxe vertical [m/s]	Velocidade máxima [m/s]
Descarga	5	8	20
Líquido			1,8
Aspiración	5	8	20

Táboa 1. Rangos de velocidades de refrixerante en tubaxes.

Nos tramos ascendentes de gas, cando a velocidade resultante sexa inferior a 8m/s, débese colocar sifones ou trampas de aceite cada 2,5m de tubaxe. O final dos tramos ascendentes farase con contra sifón para evitar que o aceite que chega ao final da vertical poida retornar.

1.1 Cálculo de tubaxes para a instalación de R-507A

Comezamos con unha capacidade de refrixeración de evaporar a $-25\text{ W } 3,823\text{ k}$; con temperatura de condensación de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$; que é o valor para o compresor seleccionado unidades de traballo anteriores.

R-507		
PRESION rel.(bar)		
BURBUJA	ROCIO	TEMP. (°C)
1,14	1,14	-30
1,38	1,38	-27,5
1,61	1,61	-25
1,89	1,89	-22,5
2,16	2,16	-20
2,48	2,47	-17,5
2,79	2,78	-15
15,51	15,49	35
16,57	16,55	37,5
17,62	17,61	40
18,78	18,76	42,5
19,93	19,91	45

Táboa 2. Táboa presión temperatura para o R-507a.

Vendo en táboa presión-temperatura:

En torno a -25°C $0,5^{\circ}\text{C}$ equivale a $0,092\text{ bar} = 9,2\text{ kPa}$.

En torno a $40^{\circ}\text{C} \rightarrow 1^{\circ}\text{C}$ equivale a $0,46\text{ bar} = 46\text{ kPa}$.

Agora repartimos a perda de carga máxima entre as lonxitudes das liñas:

Aspiración $\rightarrow \Delta P_{\text{asp-por m}} = 9,2\text{ kPa}/6\text{ m} = 1,53\text{ kPa}$.

Descarga $\rightarrow \Delta P_{\text{des-por m}} = 46\text{ kPa}/12\text{ m} = 3,83\text{ kPa}$

Líquido $\rightarrow \Delta P_{\text{liq-por m}} = 46\text{ kPa}/12\text{ m} = 3,83\text{ kPa}$

Imos ó gráfico de perdas de carga:

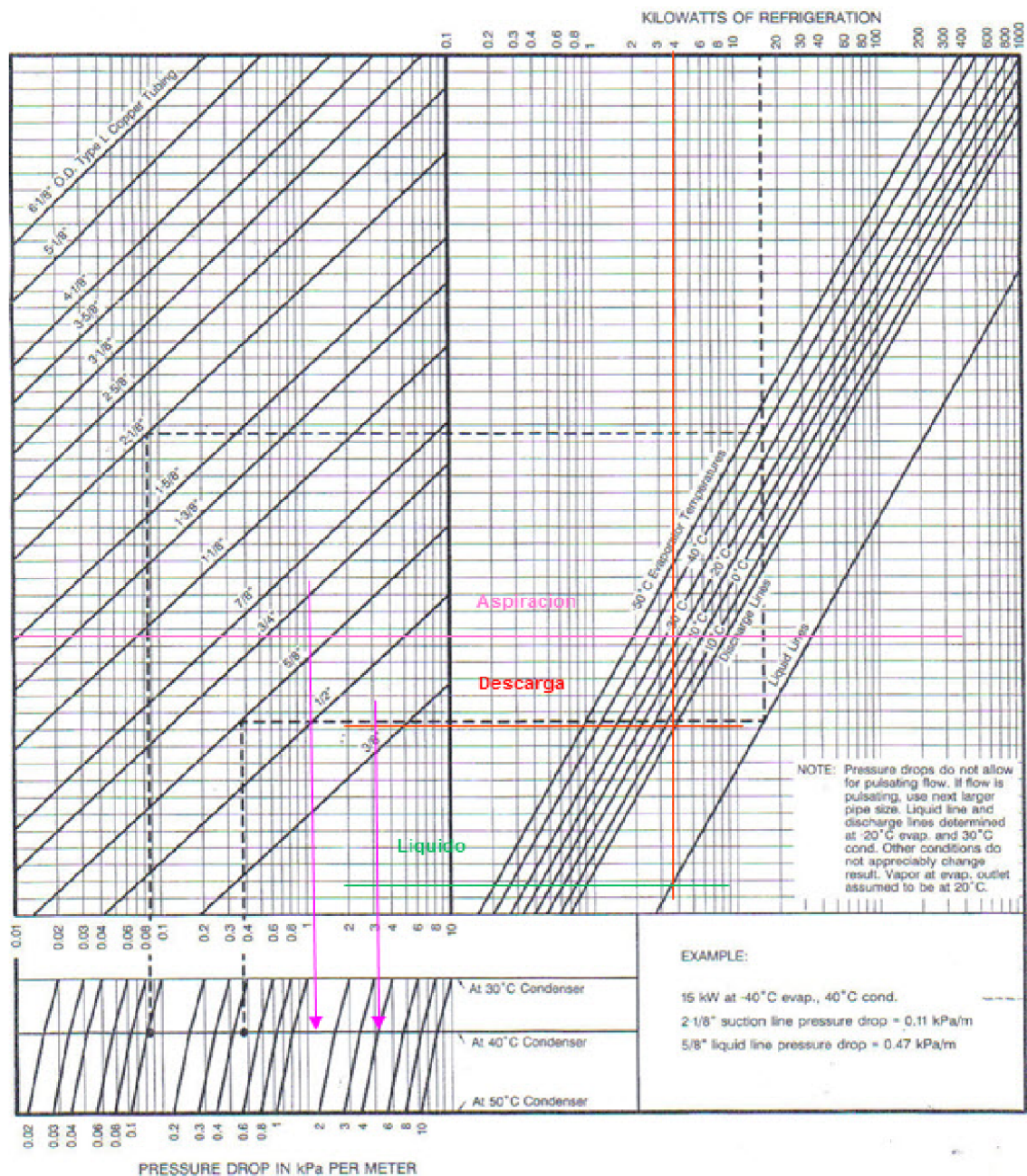


Fig. 1. Diagrama de perdas carga liñais en tubaxes.

Seleccionamos os seguintes diámetros por cumprir as especificacións de caída de presión máxima:

Aspiración → tubaxe de 3/4

Descarga → tubaxe de 1/2

Líquido → tubaxe de 3/8

Imos ó gráfico de velocidades e facemos a comprobación:

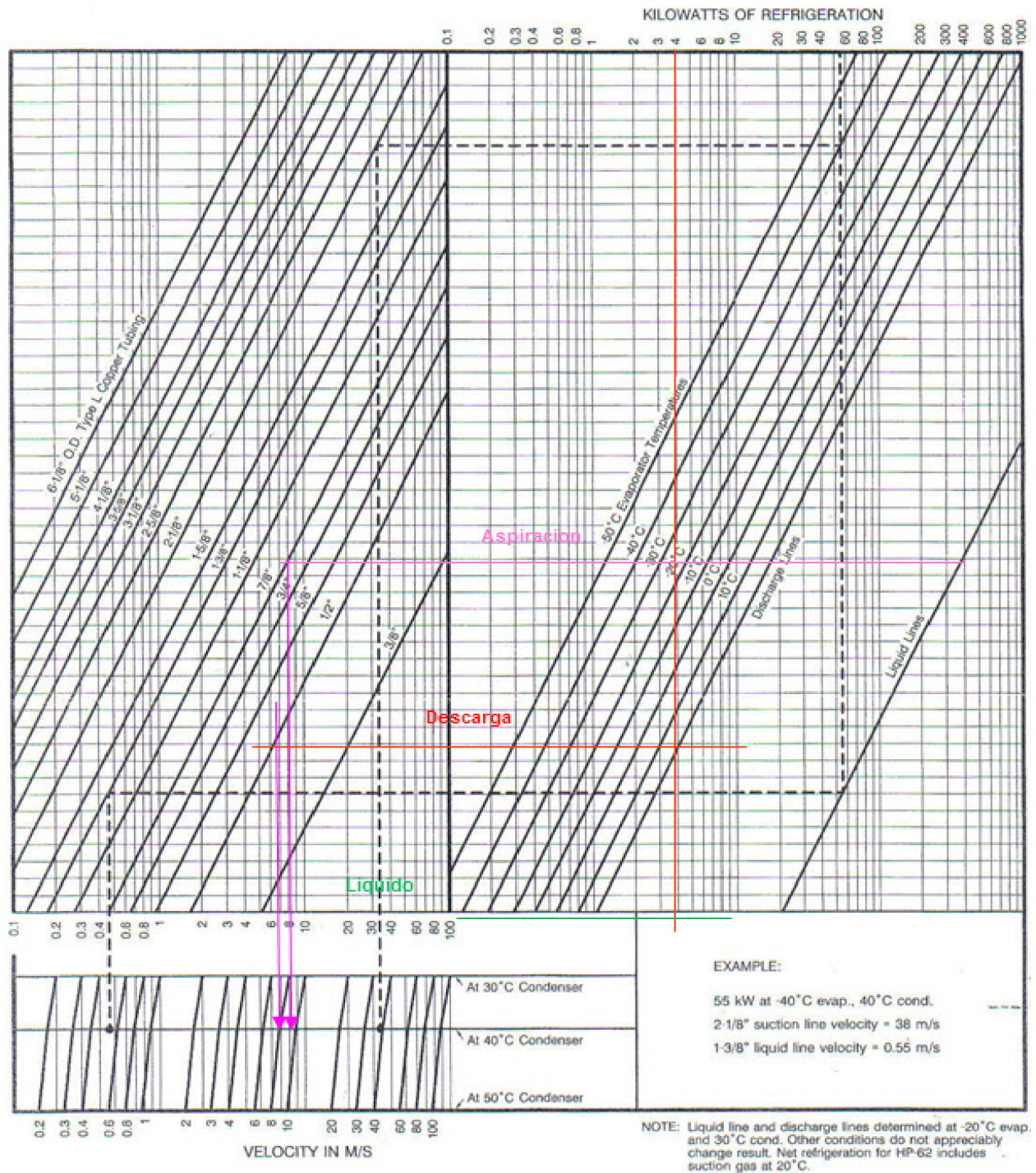


TABLA VELOCIDADES TUBERÍAS R-507A (FONTE DU PONT)

Fig. 2. Diagrama de perdas de carga liñais en tubaxes de refrixerante R-507a. Cálculos (Fonte Dupont).

Aspiración → 9 m/s

Descarga → 8 m/s

Líquido → inferior a 2 m/s

Co que cumprimos especificacións e polo tanto os diámetros a instalar son:

Aspiración → tubaxe de 3/4

Descarga → tubaxe de 1/2

Líquido → tubaxe de 3/8

1.2 Cálculo de tubaxes para a instalación de R-134a

Segundo unidades de traballo anteriores que comezan con unha capacidade de refrixeración 3,31kW evaporando a -25°C ; con temperatura de condensación de 40°C . = Presión relativa 2,28bar intermedio equivalente a unha temperatura de 3°C . 2m considerar tubo intermedio.

No parámetro de entrada gasoduto táboas de selección é a capacidade de refrixeración a intermedia como a taxa de fluxo de masa de 11% en comparación co baixo fluxo de masa é aumentado asumir unha capacidade de refrixeración para o cálculo tubos intermedios e descarga de tubo e líquidos

$$P_{\text{Frig,Alta}} = 3,31\text{kW} \cdot 1.11 = 3,67\text{kW}$$

Para alimentar 2 evaporadores na cámara terá de asumir as seguintes liñas ao superior; para calcular a metade da capacidade de refrixeración $(3,31 / 2) = 1,65\text{ kW}$ kW:

Liña de evaporación do líquido.

Evaporado liña de succión.

	R-134a
	PRESION
TEMP. (°C)	rel.(bar)
-27,5	-0,06
-25	0,05
-22,5	0,18
-20	0,30
-2,5	1,68
0	1,93
2,5	2,21
5	2,48
35	7,70
37,5	8,40
40	9,10
42,5	9,80

Táboa 3. Presións e temperatura de refrixerante R-134a.

Vendo nunha táboa presión-temperatura:

En torno a $-25^{\circ}\text{C} \rightarrow 0,5^{\circ}\text{C}$ equivale a 0,026bar= 2,6 kPa.

En torno a $3^{\circ}\text{C} \rightarrow 0,5^{\circ}\text{C}$ equivale a 0,054bar= 5,4 kPa.

En torno a $40^{\circ}\text{C} \rightarrow 1^{\circ}\text{C}$ equivale a 0,28bar = 28 kPa.

Considerando as distancias cas seguintes perdas de carga a repartir:

Aspiración_{xeral} = 2m con perda de carga 0,6 kPa.

Aspiración_{evap} = 4m con perda de carga 2 kPa.

Intermedia = 2m con perda de carga 5,4 kPa.

Descarga = 12m con perda de carga 28 kPa.

Líquido_{xeral} = 12m con perda de carga 18 kPa.

Líquido_{evap} = 4m con perda de carga 10 kPa.

Agora repártese a perda de carga máxima entre as lonxitudes das liñas:

Aspiración_{general} → $\Delta P_{\text{asp-por m}} = 0,6\text{ kPa}/2\text{m} = 0,3\text{ kPa}$.

Aspiración_{evap} → $\Delta P_{\text{asp-por m}} = 2\text{ kPa}/4\text{m} = 0,5\text{ kPa}$.

Intermedia → $\Delta P_{\text{asp-por m}} = 5,4\text{ kPa}/2\text{m} = 2,7\text{ kPa}$.

Descarga $\rightarrow \Delta P_{\text{des-por m}} = 28 \text{ kPa} / 12 \text{ m} = 2,33 \text{ kPa}$

Líquido_{general} $\rightarrow \Delta P_{\text{liq-por m}} = 18 \text{ kPa} / 12 \text{ m} = 1,5 \text{ kPa}$

Líquido_{evap} $\rightarrow \Delta P_{\text{liq-por m}} = 10 \text{ kPa} / 4 \text{ m} = 2,5 \text{ kPa}$

Imos o gráfico de perdas de carga:

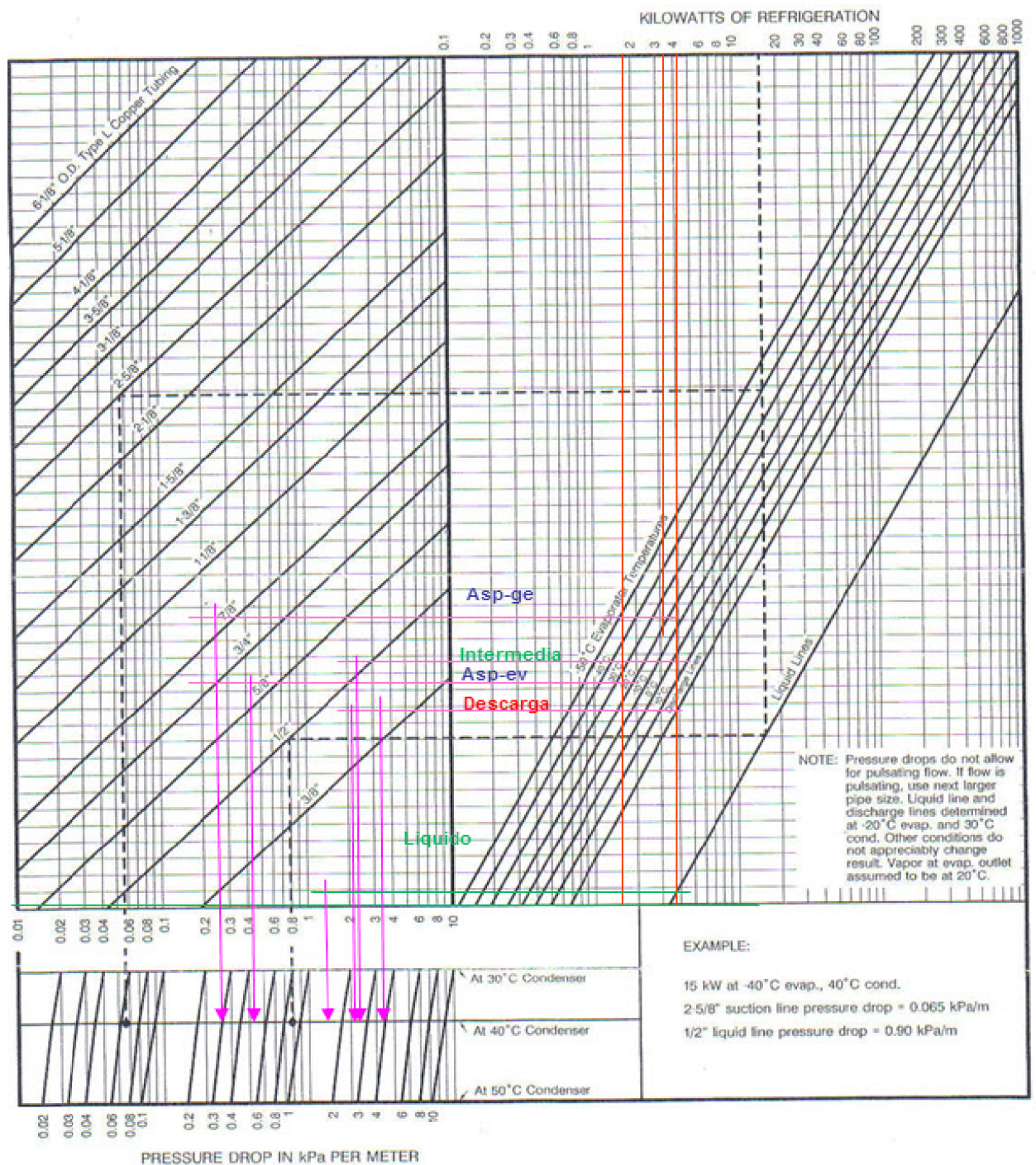


Fig. 3. Diagrama de perdas de carga liñais en tubaxes de refrixerante R-134a. (Fonte: Dupont)

Seleccionamos os seguintes diámetros por cumprir as especificacións de caída de presión máxima:

Aspiración_{xeral} → 1-1/8 inch

Aspiración_{evap} → 3/4 inch

Intermedia → 5/8 inch

Descarga → 1/2 inch

Líquido_{xeral} → 3/8 inch

Líquido_{evap} → 3/8 inch

Imos al gráfico de velocidades e facemos a comprobación:

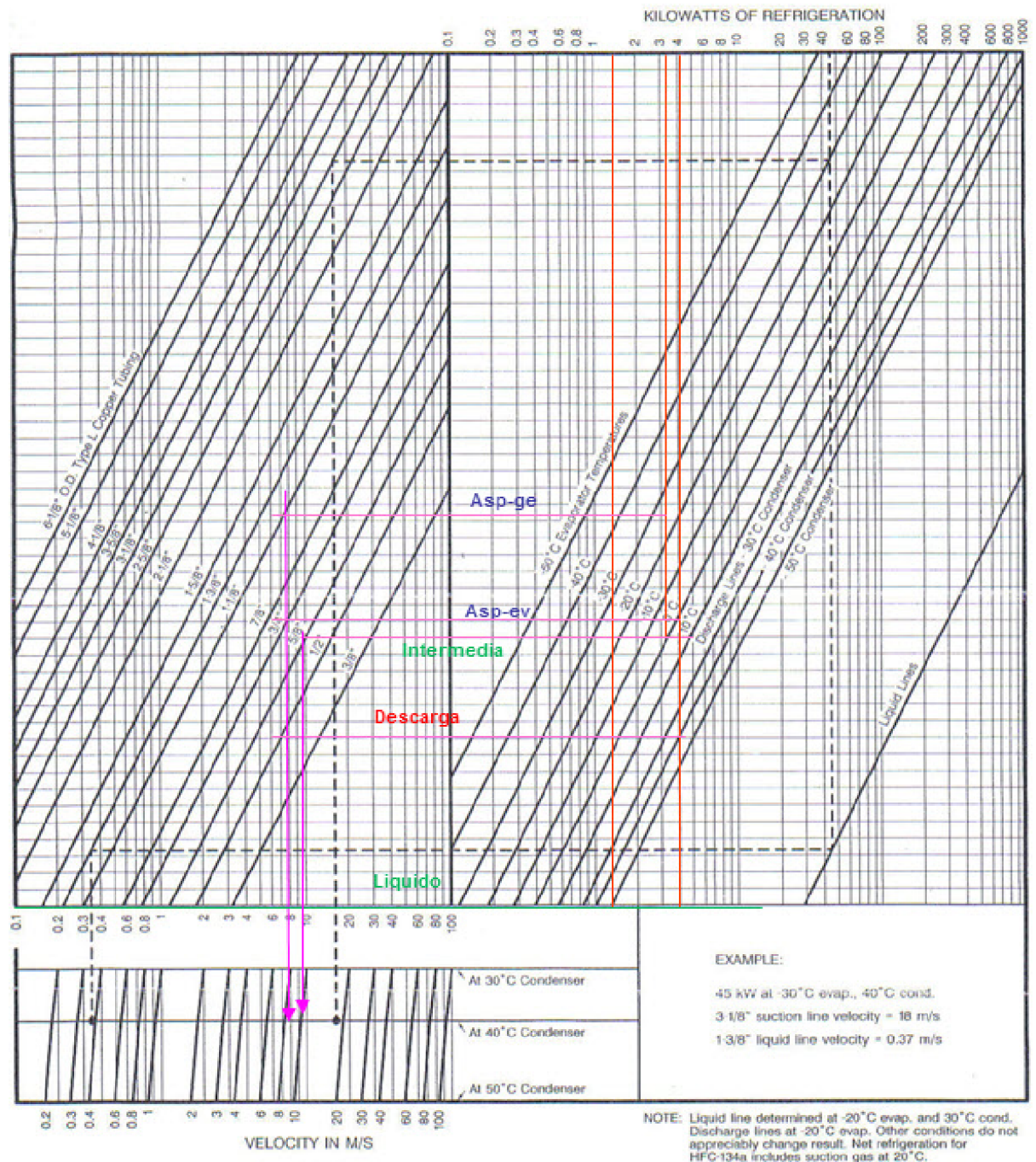


Fig.4. Diagrama de perdas de carga liñas en tubaxe de refrixerante R-134a. Cálculos.

Saíndo as seguintes velocidades:

Aspiración_{xeral} → 8 m/s

Aspiración_{evap} → 8 m/s

Intermedia → 10 m/s

Descarga → 8 m/s

Líquido_{xeral} → inferior a 2 m/s

Líquido_{evap} → inferior a 2 m/s

Co que as tubaxes seleccionadas cumpren especificacións; sendo as seguintes:

Aspiración_{xeral} → 1-1/8 inch

Aspiración_{evap} → 3/4 inch

Intermedia → 5/8 inch

Descarga → 1/2 inch

Líquido_{xeral} → 3/8 inch

Líquido_{evap} → 3/8 inch

2. Exercicios vencellados con esta unidade de traballo

1º. Procurar en internet a seguinte información dos refrixerantes:

- a) R-22
- b) R-134a
- c) R-141b

- Diagrama de Mollier,
- Táboa de propiedades termodinámicas,
- Fichas técnicas de seguridade,
- Ábacos e diagramas de perdas de carga liñal en tubaxes para cada refrixerante.

2º. Dadas as velocidades tipo, segundo autores, recomendadas para os refrixerantes nas tubaxes, obter, para un caudal de 9 g/s, as calibres interiores de tubaxes de cobre e de aceiro para os tres refrixerantes anteriores para as seguintes condicións termodinámicas:

- 3.1. Líquido saturado a 25 °C. Con velocidade recomendada para a liña de líquido.
- 3.2. Vapor saturado a -10 °C. Con velocidade recomendada para a liña de aspiración.
- 3.3. Vapor requecido a 15 bar e 60 °C. Con velocidade recomendada para a liña de descarga.

3. Módulos vencellados con esta unidade de traballo

Ciclo superior de mantemento de instalacións térmicas e de fluídos

- 0121-Equipos e instalacións térmicas
- 0123-Representación gráfica de instalacións
- 0124-Enerxías renovables e eficiencia enerxética
- 0133-Xestión do Montaxe da Calidade e do Mantemento
- 0134-Configuración de Instalacións térmicas e de fluídos
- 0135-Mantemento de instalacións frigoríficas e de climatización

Ciclo superior de desenvolvemento de proxectos de instalacións térmicas e de fluídos

- 0121-Equipos e instalacións térmicas
- 0126-Configuración de instalacións frigoríficas
- 0127-Configuración de instalacións de fluídos

Ciclo superior en eficiencia enerxética e enerxía solar térmica

0121-Equipos e instalacións térmicas

Ciclo medio instalacións frigoríficas e de climatización

0036- Máquinas e equipamentos térmicos

0039- Configuración de instalacións de frío e climatización.

0040- Montaxe e mantemento de equipamentos de refrixeración comercial.

0041- Montaxe e mantemento de instalacións frigoríficas industriais.

0042- Montaxe e mantemento de instalacións de climatización, ventilación e extracción.

Ciclo medio de produción de calor

0036- Máquinas e equipamentos térmicos