

Método de cálculo - Líneas frigoríficas

Tubería de aspiración

La siguiente tabla indica la potencia frigorífica mínima y máxima recomendada para tuberías de aspiración.

Temp. evap. (°C)	Diámetro de tubería	LÍNEA DE GAS DE ASPIRACIÓN DEL EVAPORADOR AL COMPRESOR R-449A / R-452A / R-404A								LÍNEA DE GAS DE ASPIRACIÓN DEL EVAPORADOR AL COMPRESOR R-134a							
		Potencia frig. mín. (kW)	Potencia frigorífica máx. (kW) para una caída de temperatura de saturación de 1 K, según longitud equivalente de tubería							Potencia frig. mín. (kW)	Potencia frigorífica máx. (kW) para una caída de temperatura de saturación de 1 K, según longitud equivalente de tubería						
			10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	50 m		10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	50 m
Alta temperatura Temperatura evaporación: 0 °C	3/8"	0,2	1,3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,2	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3
	1/2"	0,5	3,2	2,6	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	0,5	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8
	5/8"	0,9	6,1	4,9	4,2	3,7	3,3	2,8	2,5	0,9	3,8	3,1	2,6	2,3	2,1	1,8	1,6
	3/4"	1,4	10,1	8,1	6,9	6,1	5,5	4,7	4,2	1,5	6,4	5,1	4,4	3,9	3,5	3,0	2,6
	7/8"	2,0	15,8	13	11	9,6	8,7	7,4	6,5	2,2	10	8,0	6,9	6,1	5,5	4,7	4,1
	1"	3,0	22	19	16	14	13	11	9,6	3,2	15	12	10,0	8,9	8,0	6,9	6,1
	1 1/8"	4,0	28	25	22	19	17	15	13	3,7	17	16	14	12	11	9,4	8,3
	1 3/8"	7	41	41	36	32	29	25	22	6	24	24	23	21	19	16	14
	1 5/8"	10	58	58	58	52	47	40	35	9	35	35	35	33	30	25	23
	2 1/8"	21	103	103	103	103	99	84	75	19	61	61	61	61	63	54	48
	2 5/8"	35	155	155	155	155	155	145	129	32	95	95	95	95	95	93	82
	3 1/8"	55	225	225	225	225	225	225	209	50	135	135	135	135	135	135	133
Media temperatura Temperatura evaporación: -10 °C	3/8"	0,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,55	0,44	0,37	0,33	0,30	0,25	0,22
	1/2"	0,4	2,2	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	5/8"	0,8	4,2	3,4	2,9	2,5	2,3	2,0	1,7	0,7	2,6	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
	3/4"	1,2	7,0	5,6	4,8	4,3	3,9	3,3	2,9	1,2	4,3	3,4	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8
	7/8"	1,7	11	8,8	7,5	6,7	6,0	5,1	4,5	1,8	6,7	5,4	4,6	4,1	3,7	3,1	2,8
	1"	2,5	15	13	11	9,7	8,8	7,5	6,7	2,6	9,9	7,9	6,7	6,0	5,4	4,6	4,1
	1 1/8"	3,5	19	18	15	13	12	10	9,1	3,0	11	10,8	9,2	8,1	7,4	6,3	5,5
	1 3/8"	5,5	28	28	25	22	20	17	15	5,0	16	17	16	14	12	11	9,4
	1 5/8"	9,0	40	40	40	36	33	28	25	7,5	23	24	25	22	20	17	15
	2 1/8"	18	70	70	70	70	69	59	52	15	41	42	43	44	42	36	32
	2 5/8"	30	105	105	105	105	105	101	90	25	62	63	64	65	66	62	55
	3 1/8"	50	155	155	155	155	155	155	146	40	90	91	92	93	94	95	89,7
Baja temperatura Temperatura evaporación: -30 °C	3/8"	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,55	0,44	0,37	0,33	0,30	0,25	0,22
	1/2"	0,3	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	5/8"	0,5	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	2,6	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
	3/4"	0,9	3,1	2,5	2,1	1,9	1,7	1,4	1,3	1,2	4,3	3,4	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8
	7/8"	1,2	4,8	3,9	3,3	2,9	2,6	2,2	2,0	1,8	6,7	5,4	4,6	4,1	3,7	3,1	2,8
	1"	1,5	6,2	5,6	4,8	4,3	3,9	3,3	2,9	2,6	9,9	7,9	6,7	6,0	5,4	4,6	4,1
	1 1/8"	2,0	8,1	7,7	6,6	5,8	5,3	4,5	4,0	3,0	11	10,8	9,2	8,1	7,4	6,3	5,5
	1 3/8"	3,5	12	12	11	9,9	8,9	7,6	6,7	5,0	16	17	16	14	12	11	9,4
	1 5/8"	5,5	17	17	17	16	14	12	11	7,5	23	24	25	22	20	17	15
	2 1/8"	11	30	30	30	30	30	26	23	15	41	42	43	44	42	36	32
	2 5/8"	18	46	46	46	46	46	45	39	25	62	63	64	65	66	62	55
	3 1/8"	30	66	66	66	66	66	66	64	40	90	91	92	93	94	95	89,7
Baja temperatura - Inyección de vapor Temperatura evaporación: -30 °C	3/8"	0,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,55	0,44	0,37	0,33	0,30	0,25	0,22
	1/2"	0,5	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,7	0,7	0,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	5/8"	0,8	3,1	2,5	2,1	1,9	1,7	1,4	1,3	0,7	2,6	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
	3/4"	1,3	5,1	4,1	3,5	3,1	2,8	2,4	2,1	1,2	4,3	3,4	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8
	7/8"	1,8	8,0	6,4	5,5	4,9	4,4	3,7	3,3	1,8	6,7	5,4	4,6	4,1	3,7	3,1	2,8
	1"	2,5	11	9,4	8,0	7,1	6,4	5,5	4,9	2,6	9,9	7,9	6,7	6,0	5,4	4,6	4,1
	1 1/8"	4,0	14	13	11	9,7	8,8	7,5	6,6	3,0	11	10,8	9,2	8,1	7,4	6,3	5,5
	1 3/8"	6,0	20	20	19	16	15	13	11	5,0	16	17	16	14	12	11	9,4
	1 5/8"	10	30	30	30	26	24	20	18	7,5	23	24	25	22	20	17	15
	2 1/8"	18	50	50	50	50	50	43	38	15	41	42	43	44	42	36	32
	2 5/8"	30,0	75	75	75	75	75	75	66	25	62	63	64	65	66	62	55
	3 1/8"	50,0	110	110	110	110	110	110	110	40	90	91	92	93	94	95	89,7
	3 5/8"	70,0	150	150	150	150	150	150	150	60	120	121	122	123	124	125	126
	4 1/8"	100,0	200	200	200	200	200	200	200	75	150	151	152	153	154	155	156

Selección de tuberías de aspiración

Dada una potencia frigorífica a una temperatura de evaporación determinada, se ha de seleccionar aquella tubería que comprenda dicho valor de potencia entre el valor mínimo recomendado para la tubería, y el valor máximo recomendado en función de la longitud equivalente de tubería.

Para asegurar el correcto retorno de aceite en montantes verticales se recomienda seleccionar un diámetro de tubería donde la potencia frigorífica sea superior en un 50 % al valor mínimo recomendado.

Se recomienda evitar la selección de tubería con datos en color rojo, asociados a una pérdida de rendimiento frigorífico superior al 15 %.

Se recomienda no superar los valores indicados en color azul, asociados a una velocidad máxima del gas de 15 m/s.

Aislamiento de tuberías

En tuberías de aspiración se recomienda el siguiente espesor de aislamiento mínimo en coquilla de espuma elastomérica, para evitar condensaciones superficiales bajo ambiente de 25 °C y 50 % HR:

- Alta y media temperatura: 10 mm
- Baja temperatura (T ev.: -30 °C): 20 mm

Base de cálculo

El presente método de cálculo desarrollado por INTARCON se proporciona a título indicativo, siendo responsabilidad del proyectista el efectuar las oportunas comprobaciones. El cálculo solo es válido para el predimensionamiento de líneas de refrigerante en tubería de cobre de uso frigorífico.

Las potencias frigoríficas máximas indicadas para cada caso se corresponden con una caída de presión de 1 K en temperatura de saturación, con un límite de velocidad del gas de 15 m/s (datos en color azul).

Las potencias frigoríficas mínimas recomendadas para las líneas de aspiración se corresponden con una velocidad mínima de 4 m/s en media y alta temperatura, 5 m/s en baja temperatura.

Todas las potencias han sido calculadas tomando como referencia una temperatura de condensación de 45 °C, sobrecalentamiento en el evaporador de 10 K y subenfriamiento en la válvula de expansión de 0 K o de 40 K para líquido subenfriado en baja temperatura.

Tubería de líquido

La siguiente tabla indica la potencia frigorífica media recomendada para las tuberías de líquido, así como la carga de refrigerante según el diámetro.

Diámetro tubería de cobre	Potencia frigorífica recomendada en línea de líquido				Carga de refrigerante (g/m)	
	Sin subenfriamiento		Con subenfriamiento 0 °C			
	R-404A / R-452A	R-134a / R-449A	R-404A	R-134a / R-449A	R-449A / R-452A	R-134a / R-449A
1/4"	2	3	4	5	20	25
3/8"	5	7	12	15	50	65
1/2"	10	14	24	30	100	120
5/8"	15	23	40	50	160	200
3/4"	23	35	55	80	240	300
7/8"	32	50	80	120	340	400
1"	43	63	105	150	450	500
1 1/8"	55	80	135	200	550	700
1 3/8"	80	120	200	300	850	1 000
1 5/8"	115	170	280	400	1 200	1 500
2 1/8"	200	300	500	700	2 100	2 500

Longitud equivalente

La longitud equivalente de una tubería frigorífica suele estar entre 1,2 y hasta 5 veces la longitud real en función del número de codos y estrangulaciones. Para un cálculo aproximado pueden considerarse los valores indicados en la siguiente tabla:

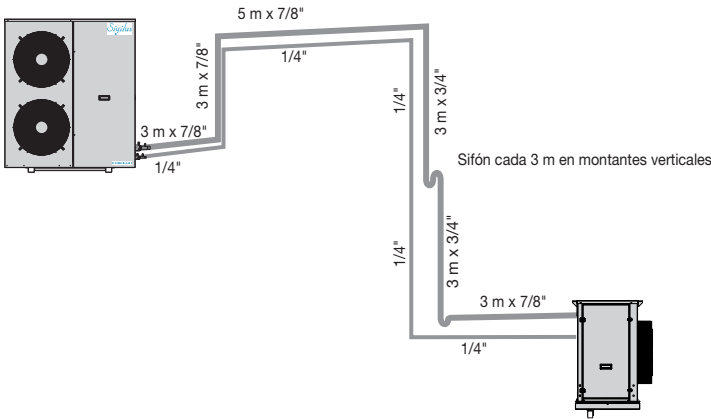
Diámetro tubería de cobre	Longitud equivalente (m)					
	Codo a 90°	Derivación en T		Reducción	Sifón	Válvula de servicio angular
		Flujo recto	Flujo derivado			
3/8"	0,7	0,3	0,8	0,3	1,1	1,8
1/2"	0,8	0,3	0,9	0,4	1,2	2,0
5/8"	0,9	0,4	1,0	0,5	1,4	2,2
3/4"	1,0	0,4	1,2	0,6	1,6	2,5
7/8"	1,1	0,5	1,4	0,6	1,8	3,0
1"	1,2	0,5	1,5	0,7	2,0	3,5
1 1/8"	1,4	0,6	1,8	0,8	2,3	4,0
1 3/8"	1,7	0,7	2,2	1,0	2,7	5,0
1 5/8"	2,0	0,9	2,7	1,2	3,5	6,0
2 1/8"	2,5	1,1	3,3	1,5	4,3	8,0

Recomendaciones

En el diseño del trazado de las líneas frigoríficas se recomienda seguir las siguientes prácticas:

- Diseñar el trazado lo más recto posible, con el mínimo número de codos, derivaciones y llaves de paso.
- Instalar un sifón en montantes verticales de la línea de aspiración cada 3 m de distancia.
- Dotar a los tramos horizontales de la línea de aspiración de pendiente descendente hacia el compresor.
- Las conexiones de los evaporadores al colector de aspiración debe acometerse siempre por la parte superior.

Ejemplo - Cálculo de una línea frigorífica



Selección de tuberías de líquido

Dada una potencia frigorífica a una temperatura de evaporación determinada, se ha de seleccionar el diámetro de tubería de líquido según la potencia frigorífica recomendada con un margen de ± 50 %.

Se recomienda no aislar las tuberías de líquido, salvo que estén expuestas a insolación directa o en sistemas de doble etapa de compresión o inyección de vapor, donde la tubería deberá aislarse con un elemento de espesor mínimo de 10 mm para preservar el subenfriamiento del líquido y evitar condensaciones superficiales.

Las potencias frigoríficas recomendadas para líneas de líquido se corresponden con velocidades de paso de 1 m/s.

Ejemplo de cálculo

Dimensionamiento de líneas frigoríficas según esquema para dar servicio a un evaporador de 1 500 W de potencia frigorífica para una cámara de baja temperatura a -20 °C, con un DT1 de 7 K.

Dimensionamos la tubería de líquido en base a la potencia frigorífica recomendada, siendo admisible la tubería de 1/4".

Tomamos inicialmente una longitud equivalente de 1,5 veces la longitud real. Esto es: Leq = 1,5 x 20 m = 30 m
Admitiendo en la línea de aspiración una caída de presión equivalente a 1 K de temperatura de saturación, entramos en la columna de 30 m en la sección de baja temperatura (evaporación a -30 °C), encontrando que: La tubería de 3/4" tiene una potencia recomendada máxima de 1,5 kW, pero con una pérdida de rendimiento superior al 15 % (cifras en rojo).

La tubería de 7/8" tiene una potencia mínima de 1,5 kW, dificultando el retorno de gas en montantes verticales. Se recomienda pues utilizar el diámetro de 7/8" en tramos horizontales y descendentes y el diámetro 3/4" solo en montantes verticales.

Podemos comprobar que la estimación de la longitud equivalente es correcta. En efecto:

$$Leq = 20\text{ m} + 3 \times 1,1\text{ m (codo)} + 2 \times 1,6\text{ m (sifón)} + 2,5\text{ m (válvula de servicio)} = 29\text{ m.}$$