



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica**

CÁLCULO DE UNA CÁMARA DE FRÍO PARA CONSERVACIÓN DE HIELO, HORTALIZAS Y FRUTAS CONGELADAS

**Seminario de Título presentado en
conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero de
Ejecución en Mecánica.**

**Profesor Guía:
Sr. Jorge Gatica Sánchez**

**José Leonardo Vásquez Benavides
Juan Nicolás Jara Polanco**

**A Ñ O
(2013)**

RESUMEN

En conformidad con las condiciones actuales (año 2013) de mercado, en relación a las diferentes líneas de productos congelados que se comercializan en la región, se ha tomado la decisión de diseñar una cámara de frío cuyas características de construcción y diseño técnico, permitan competir con los principales distribuidores regionales.

Para estos fines se trabajó en un estudio de mercado prolongado durante dos meses, periodo en el cual se realizan entrevistas a un grupo de consumidores, distribuidores, empleados del rubro, chef, productores agrícolas, empresarios y trabajadores de la salud, utilizando un listado de preguntas elaboradas exclusivamente para los fines de este seminario.

La información ha permitido dar dirección al proyecto y encauzarlo hacia un horizonte tangible, donde concretarlo sólo dependerá de un arduo trabajo.

Las dimensiones de diseño de la cámara, son determinadas a través del estudio de mercado. Con esta información se comienza el proyecto.

Se obtiene un volumen interior de 288 m³. A partir de este valor se comienza a trabajar en la búsqueda de las necesidades frigoríficas de la cámara, llegando a un valor total de 7 kW de calor que deberá ser absorbido por el evaporador.

Se procede a la elección de los equipos considerando el ciclo de trabajo escogido para el proyecto. En cuanto a compresores se determina utilizar 2, el primero trabajará en la zona de baja presión y el segundo en la zona de alta. Las potencias de estos equipos no superan los 6 kW.

De la misma manera que con los compresores se procede al cálculo del evaporador y condensador. Se determina la utilización de dos evaporadores considerando el gran volumen interior que presenta la cámara, cada evaporador tiene una potencia de 7,2 kW y el equipo de condensación escogido presenta una

potencia de 20,5 kW. Ambos equipos, es decir, evaporador y condensador incluyen ventiladores para forzar el aire que circula en su exterior.

Finalmente se describen algunos componentes que debe incorporar el sistema y debieran ser los que den seguridad a los equipos principales y permitan el control de la instalación.

GLOSARIO

[x]	Indica con un número determinado entre los corchetes, el material bibliográfico utilizado como referencia en cada punto donde se indique. La bibliografía acompaña cada título del numero específico referido.
*	Referencias, Indica una nota explicativa al pie de página.
Q	Representa el calor al que se hace referencia en cada punto indicando con un sub índice cual es, en específico.
[A-Q]	Anexo, indica que la información se cita con mayor detalle en una sección posterior al desarrollo. La primera letra indica "ANEXO" y la segunda letra indica el lugar en que se encuentra por orden alfabético.
T _i	Temperatura interior
T _e	Temperatura exterior
\dot{m}	Flujo másico
h	Entalpía

CONTENIDOS

	PAGINA
Introducción	
Objetivos	
Capítulo 1: Estudio de Mercado	1
1.1.- Elección de los productos	2
1.2.- Vista en planta de la cámara	5
Capítulo 2: Algunas definiciones	7
2.1.- Microorganismos	7
2.2.- Refrigeración	7
2.3.- Aislamiento térmico	8
2.4.- Calor sensible	8
2.5.- Calor latente	8
2.6.- Refrigerante	8
Capítulo 3: Entorno y orientación de la cámara	9
3.1.- Geografía	9
3.2.- Clima	11
Capítulo 4: Componentes Principales de un sistema básico de refrigeración por compresión	12
4.1.- Evaporador	12
4.2.- Compresor	12
4.3.- Condensador	12
4.4.- Control de flujo	12
Capítulo 5: Diseño Estructural Cámara de frío	13
5.1.- Paredes	13
5.2.-Suelo	13
5.3.-Puerta	13
5.4.-Iluminación	13
5.5.-Cortinas frigoríficas	14
Capítulo 6: Necesidades frigoríficas de la cámara	15
6.1.- Calor liberado por los productos	17

6.2.- Calor por concepto de embalaje	19
6.3.- Transmisión de calor a través de las paredes	20
6.4.- Calor liberado por los motores (aire forzado)	23
6.5.- Calor liberado por la iluminación interior	24
6.6.- Calor liberado por las personas	24
6.7.- Pérdidas por apertura de la puerta	25
6.8.- Tabla resumen (Necesidades frigoríficas)	27
Capítulo 7: Elección del refrigerante	28
Capítulo 8: Diagrama y evaluación ciclo de refrigeración	29
8.1.- Primer ciclo	30
8.2.- Segundo ciclo	31
8.3.- Tercer ciclo	32
Capítulo 9: Selección de equipos, tuberías	36
9.1.- Selección del Evaporador	36
9.2.- Selección del Compresor	38
9.3.- Selección del Condensador	42
9.4.- Selección de la Válvula Expansión	44
9.5.- Capacidad del estanque enfriador intermedio	46
9.6.- Dimensionado de tuberías	47
9.6.1.- Extensión de tuberías	50
9.6.2.- Tuberías	52
9.7.- Equipos Seleccionados	54
Capítulo 10: Elementos de Regulación y control del sistema	55
10.1.- Termostato	55
10.2.- Termómetro	56
10.3.- Presostato de alta presión	57
10.4.- Presostato de baja presión	57
10.5.- Filtro secador	58
10.6.- Visor de líquido	58
Capítulo 11: Aspecto final de la cámara incluida sala de máquinas	59
Capítulo 12: Estimación de costos del proyecto	60

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	61
BIBLIOGRAFIA	63
INFORMACION ANEXA	64
[A-A] Estudio Mercado	63
[A-B] Normas Interior de la cámara	77
[A-C] Panel Aislante Muros y cielo	78
[A-D] Detalle Suelo	78
[A-E] Puerta	79
[A-F] Iluminación	80
[A-G] Cortinas	81
[A-H] Norma Iluminación	82
[A- I] Tablas de renovación de aire	83
[A-J] Refrigerante seleccionado	84
[A-K] Información técnica R404a	86
[A-L] Cálculo ciclo 1	89
[A-M] Cálculo ciclo 2	91
[A-N] Ábacos calculo de cañerías	96
[A-O] Información detallada de cañerías	97
[A-P] Compresor 1	98
[A-Q] Compresor 2	103
[A-R] Evaporadores	108
[A-S] Condensador	110
[A-T] Válvulas	111
[A-U] Norma UNE (Norma Española) disposición de equipos	113
[A-V] Cotizaciones	114

INTRODUCCION

La solución idónea para satisfacer las necesidades de mercado referente a los alimentos congelados es una buena mantención ya que esto permite la comercialización de productos de temporada durante todo el año.

Se trabaja en base a la necesidad antes descrita, enfocados principalmente en el aspecto técnico. Es decir, se presentan los procedimientos paso a paso para determinar las necesidades frigoríficas y luego se procede a la determinación de los equipos sus características técnicas, y detalles del ciclo de refrigeración escogido.

Cada etapa, desde los detalles en la determinación del volumen de la cámara, cálculos de calor aportado por diferentes agentes junto con la selección de equipos y tuberías, presenta un respaldo numérico, tablas informativas e información anexa indicando detalles.

Existe información obtenida de diferentes fuentes tales como libros, catálogos e internet. Debido a que pudiese existir información errada o poco precisa, de parte de las fuentes informativas antes mencionadas, se procuró fueran comparadas y respaldadas para llegar a resultados reales sin grandes variaciones.

En resumen se considera que el presente proyecto pudiese servir de guía para la determinación de variados tipos de cámara, trabajando en diferentes condiciones, ya que las pautas y procedimientos que aquí se muestran se replican de los métodos que la literatura presenta como forma de trabajo.

OBJETIVO GENERAL

- Definir, calcular y dimensionar una cámara de frío para conservación de alimentos congelados.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un estudio de mercado que permita conocer la realidad regional referente a los productos congelados.
- Determinar las dimensiones de una cámara frigorífica según volumen de productos.
- Calcular las necesidades frigoríficas de la instalación.
- Utilizar criterios basados en los cálculos para definir los principales componentes de la instalación.

Capítulo 1: ESTUDIO DE MERCADO

Tratado el tema de refrigeración en la asignatura de máquinas térmicas, quedó un puñado de ideas rondando, las que son abordadas y concretadas en este trabajo. Se toma la decisión de profundizar en el tema de la refrigeración de alimentos para hacer de esta idea, un proyecto de empresa, que tiene como objetivo a largo plazo ser líderes en almacenamiento y distribución de alimentos congelados en la VIII región. Para sustentar el proyecto y darle una orientación real, se realiza un estudio de mercado, que da cuenta de los productos más consumidos en la región, sus costos, precios de competencia junto con propuestas de marketing y logística.

A lo largo de este seminario de título se diseña una cámara de frío que satisfaga los requerimientos impuestos por el mercado, es decir, debe cumplir con: materiales, equipos y capacidad de almacenamiento.

Durante dos meses se trabaja exclusivamente en la búsqueda de productos alimenticios que requieren algún grado de refrigeración mecánica, como base para su mantenimiento, congelación y/o transporte, antes de llegar al consumidor final.

El estudio de mercado [A-A] contempla visitas a restaurantes, discoteques, centros de eventos, casinos y una variedad de consumidores menores, presentando un cuestionario elaborado previamente. El universo de consumidores se concentra cada vez más al pasar las semanas y la información se torna más compacta y fácil de interpretar.

Se analiza en profundidad el trabajo que realizan empresas distribuidoras de productos congelados, su logística, políticas internas, precios y como enfrentan la competencia. Todo con objeto de detectar el o los productos que presenten mayor consumo, menor costo de producción y que permitan obtener mayores ingresos.

1.1.- ELECCION DE LOS PRODUCTOS

Una serie de variables analizadas permiten llegar a cuatro grupos de productos. De éstos, son escogidos los que presentan menor costo de producción y mayores ingresos. El detalle se muestra a continuación (Graf.1) y representa el criterio utilizado para la elección de los productos.

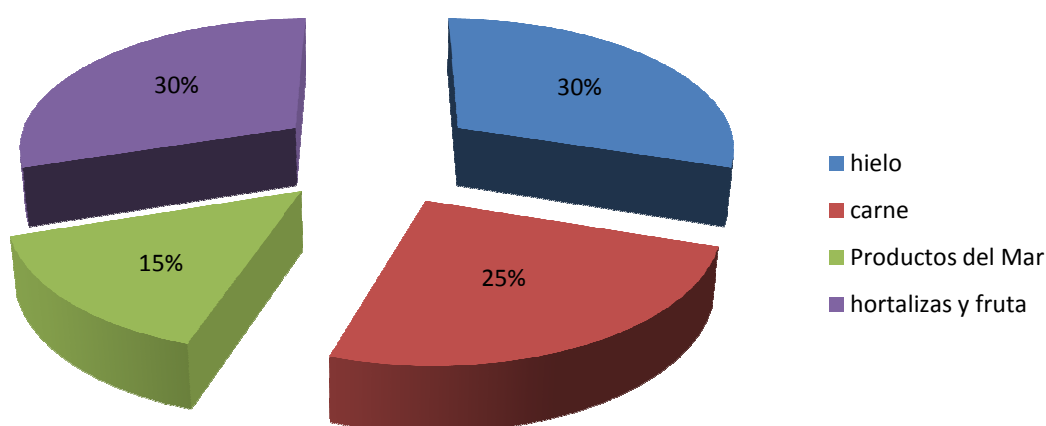


Grafico 1: Flujo de productos demandados por el mercado analizado.

Criterios considerados:

- Hielo: El flujo de hielo representa el mayor porcentaje de ganancias, considerando que será un producto de fabricación propia. Para la distribución semanal se estima, sean retirados de la cámara 11.000 kg.
- Carne: La carne representa un porcentaje muy cercano al hielo con respecto al movimiento semanal en kg, Pero son consideradas una serie de restricciones referentes al volumen y costo de almacenamiento, costo de distribución, mayor control sanitario, que representan una desventaja respecto a otros productos.
- Productos del mar: Se enfoca el consumo de estos productos principalmente a restaurantes y en menor medida a un consumo domestico, lo que implica alto costo de mantención el cual excede las ganancias que se podrían obtener por su venta.
- Hortalizas y frutas congeladas: El producto se recibe congelado en cajas, previamente procesado. Se estima una distribución aproximada de 3.000 kg diarios. Existe una ventaja a favor de esta familia de alimentos que considera la utilización

del mismo recinto (para hielo y hortalizas) sin presentar inconvenientes sanitarios a diferencia de los productos del mar y carne que no pueden compartir el mismo recinto entre sí ni con otros productos.

Los productos escogidos para el proyecto son:

- a) Hielo en cubos: Debido a su alta demanda en la región, bajo costo de producción y bajo requerimiento de mano de obra para el proceso de producción.
- b) Hortalizas y frutas congeladas: Maíz, espárragos, porotos verdes, arvejas, habas, arándanos, frutilla y frambuesas. Por su alta demanda y bajos requerimientos de transporte.

Según lo descrito anteriormente se resume lo siguiente:

Diseño de una cámara de frío que cumpla con los requerimientos de mantención y capacidad para estos dos tipos de productos.

La cámara debe trabajar a una temperatura promedio de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, considerando que el rotulado de los productos indica mantener a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Debe contar con el volumen necesario para almacenar las cantidades que se describen a continuación.

a) Para abastecer de hielo en cubos al mercado regional, se debe almacenar 4000 kg los cuales serán distribuidos sobre pallets de madera, cada pallet tiene capacidad para 20 sacos.

Si bien existen en el mercado una variedad de pallet. En este trabajo se utiliza uno estándar (Fig.1) con las siguientes características:



Medidas: 1000 x 1200 mm
 Peso: Aproximadamente 18 kg.
 Carga estática: 1000 kg.
 Entradas transpaleta: 4 entradas
 Para química / almacenamiento /
 distribución

Figura 1: Pallet estándar

Los sacos de hielo no son más que bolsas tipo camiseta de 70 cm x100 cm.

Se distribuyen sobre el pallet en filas de 4 sacos x 5 verticalmente, alcanzando una altura por pallet de 110cm aprox.

Por lo tanto cada pallet cargado de hielo tiene un volumen de 1,32 m³ que corresponde a 500 kg.

El volumen (1,32 m³) se debe multiplicar por 8 (cantidad de pallet) y se obtiene el volumen total requerido para este producto que es 10,56 m³.

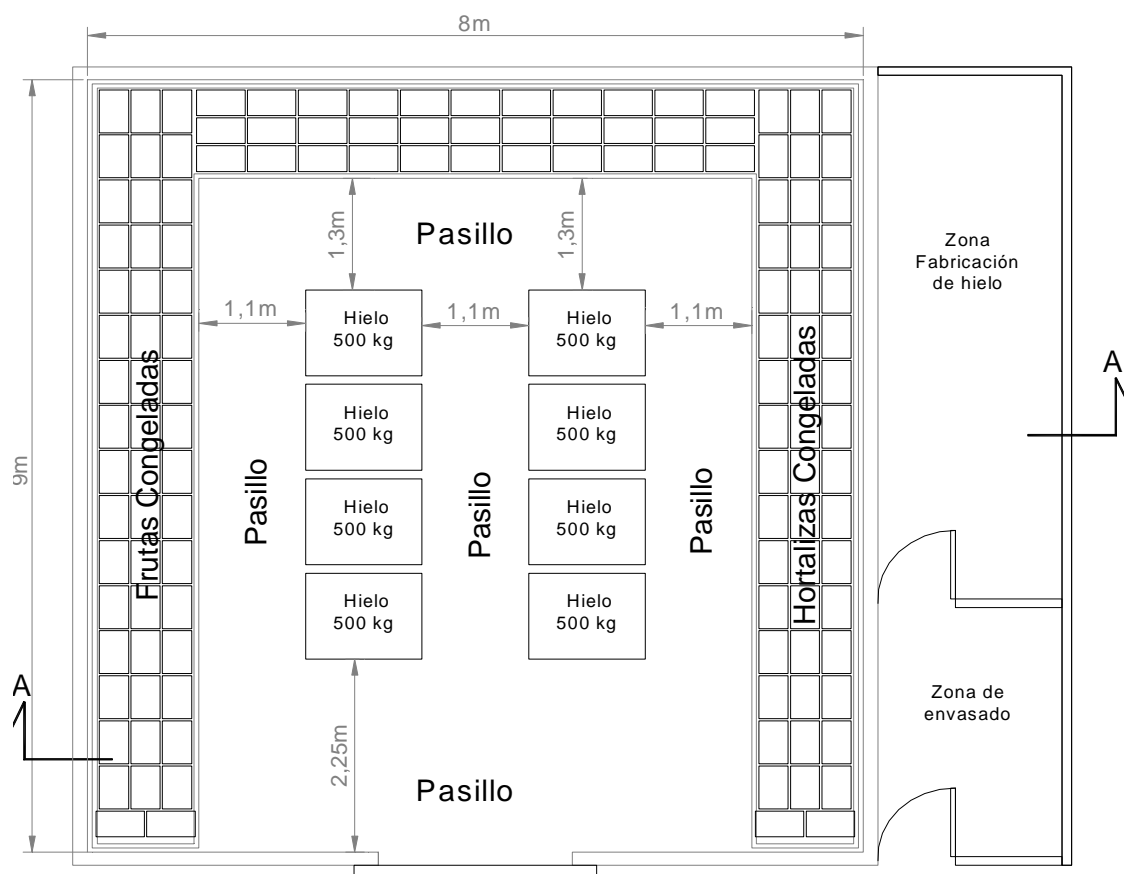
b) A diferencia del hielo que se fabrica en las dependencias contiguas a la cámara objeto de este proyecto, las hortalizas y frutas se importan congeladas, procesadas y listas para su distribución. Es decir sólo se almacena y se organiza su despacho. El volumen total dentro de la cámara, necesario para este producto, es de 40m³ ya que el total de cajas almacenadas será de 1064, organizadas como se muestra en (fig. 2).

La decisión por este tipo de producto, se hace considerando los valores que pagan las empresas chilenas y extranjeras por la compra de frutos a los agricultores.

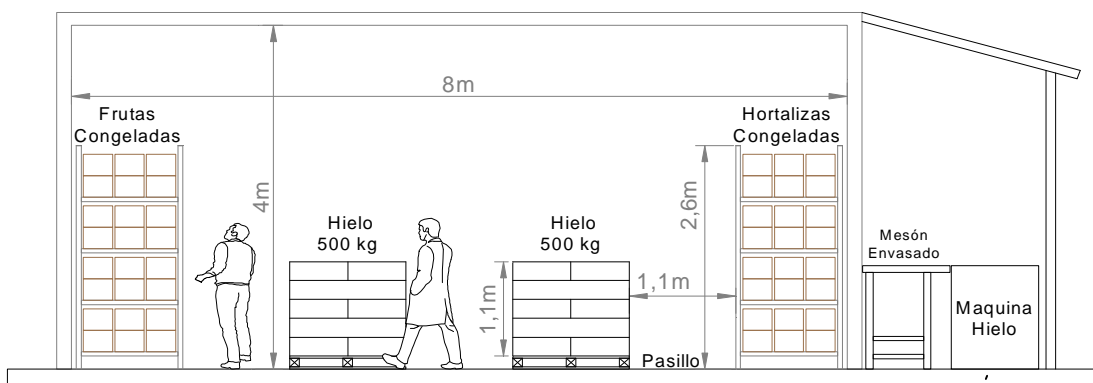
1.2.- VISTA EN PLANTA DE LA CÁMARA

La información recopilada durante el tiempo de investigación, define el volumen de producto necesario para comercializar y competir en el mercado regional. Se definen las dimensiones considerando una holgura que podría prevenir inconvenientes en temporada de alta demanda. El espacio y la distribución de la cámara se diseñan según normas. [A-B]

El diseño general y la distribución real son presentados. (Fig.2)



Planta



Corte A-A

Figura 2: Vista en planta de la cámara

Capítulo 2: ALGUNAS DEFINICIONES DE INTERES

Se describe brevemente algunos puntos que pudieran ser de interés a través de las distintas etapas del proyecto.

2.1.- MICROORGANISMOS: Son seres vivos de una sola célula que en ocasiones se transforman en elementos muy perjudiciales. Los más conocidos son los hongos y las bacterias.

Las bacterias son responsables de gran parte de las enfermedades de las personas y animales. De la misma forma, estos seres unicelulares alteran y atacan a los alimentos incluso cuando están en condiciones de conservación mediante frío.

El frío no esteriliza los alimentos, es decir, no suprime la capacidad vital. Los gérmenes que existían seguirán existiendo pero sin facultad de desarrollo, quedando aletargados mientras se mantiene el frío.

Existen tres principios o leyes fundamentales en refrigeración o tratamiento de alimento mediante técnicas frigoríficas que resultan esenciales para la duración y conservación de los mismos:

- a) Los productos que se desee conservar mediante refrigeración deben encontrarse inicialmente en estado sano.
- b) Es necesario la aplicación de una refrigeración adecuada y precoz, y mantener la temperatura constante.
- c) Es imprescindible mantener continua la denominada “cadena de frío” desde el origen hasta el final de la conservación.

2.2.- REFRIGERACION: La literatura define la refrigeración como cualquier proceso de eliminación de calor. Más específicamente, se define refrigeración como la rama de la ciencia que trata con los procesos de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio o material a temperatura inferior con respecto al ambiente que lo rodea.

Para lograrlo se debe extraer calor del cuerpo o ambiente que será refrigerado y se transfiere a otro cuerpo cuya temperatura es inferior a la de dicho cuerpo o ambiente. Debido a que el calor absorbido de los productos o espacios es transferido a otro cuerpo, es evidente que el proceso de calefacción y refrigeración son en realidad los extremos opuestos del mismo proceso. Se podría decir que se distingue uno de otro nada más que por el resultado que presenta cada uno.

2.3.- AISLAMIENTO TERMICO: Dado que el calor siempre fluye desde una región de mayor a una región de menor temperatura, siempre existirá un flujo de calor hacia la región refrigerada desde los alrededores calientes. Para limitar este flujo de calor hacia la región refrigerada y buscando disminuirlo al máximo, resulta necesario aislar la región de sus alrededores con buenos materiales aislantes de calor.

2.4.- CALOR SENSIBLE: es aquel calor transferido que hace variar la temperatura de un cuerpo o sistema.

2.5.- CALOR LATENTE: Es aquel calor transferido que no hace variar la temperatura de un cuerpo o sistema.

2.6.- REFRIGERANTE: Un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Con respecto al ciclo compresión-vapor, el refrigerante es el fluido de trabajo del ciclo el cual alternativamente se evapora y se condensa, absorbiendo y cediendo calor respectivamente. Para que un refrigerante sea apropiado y se le pueda usar en un ciclo de compresión de vapor, debe poseer ciertas propiedades químicas, físicas y termodinámicas que lo hagan seguro y económico durante su uso.

Propiamente no existe un refrigerante "ideal" y por las grandes diferencias en las condiciones y necesidades de las varias aplicaciones, no hay un solo refrigerante que sea universalmente adaptable a todas las aplicaciones. Entonces, un refrigerante

se aproximará al “ideal” solo en tanto que sus propiedades satisfagan las condiciones y necesidades de la aplicación para lo cual va a ser utilizado.

Capítulo 3: ENTORNO Y ORIENTACION DE LA CAMARA

Se considera relevante para los fines de este proyecto la orientación y el lugar donde estará situada la cámara, ya que como será descrito más adelante, la temperatura máxima registrada en un período determinado toma gran importancia para futuros cálculos.

3.1.- GEOGRAFIA :La geografía de Concepción, Chile, está marcada por el Valle de la Mocha, donde se asienta actualmente la ciudad, ubicada a los pies de la Cordillera de la Costa y el Río Biobío, en la costa de Concepción.

A lo largo de su historia, Concepción ha sufrido múltiples cambios en su forma y límites.

En 1996 la ciudad de Concepción fue dividida, creándose las comunas de Chiguayante y San Pedro de la Paz, siendo modificados nuevamente sus límites.

Actualmente Concepción limita al norte con Hualpén, Talcahuano y Penco, al sur con Hualqui y Chiguayante, al este con Florida y al oeste con San Pedro de la Paz.

Debido a que no se conoce las coordenadas exactas donde será ubicada la cámara, se propone un lugar estratégico pensando en la logística de distribución.

El sector escogido es Barrio Norte, ubicado en la periferia de la ciudad casi colindante con la ciudad de Talcahuano. Con una vía de alta conexión vehicular (calle Paicaví) a lo largo de toda su extensión y con un creciente número de empresas que desde hace varios años se agrupan en el sector.

Se condiciona la ubicación de la cámara según la orientación (Fig. 3) en que el sector dispone los sitios, tal como se muestra en la imagen. La razón de indicar la orientación responde a que según ésta, se debe aplicar factores de corrección de temperatura durante el cálculo de necesidades frigoríficas de la cámara.

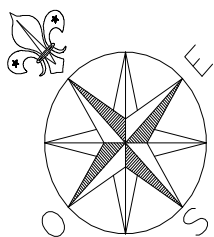
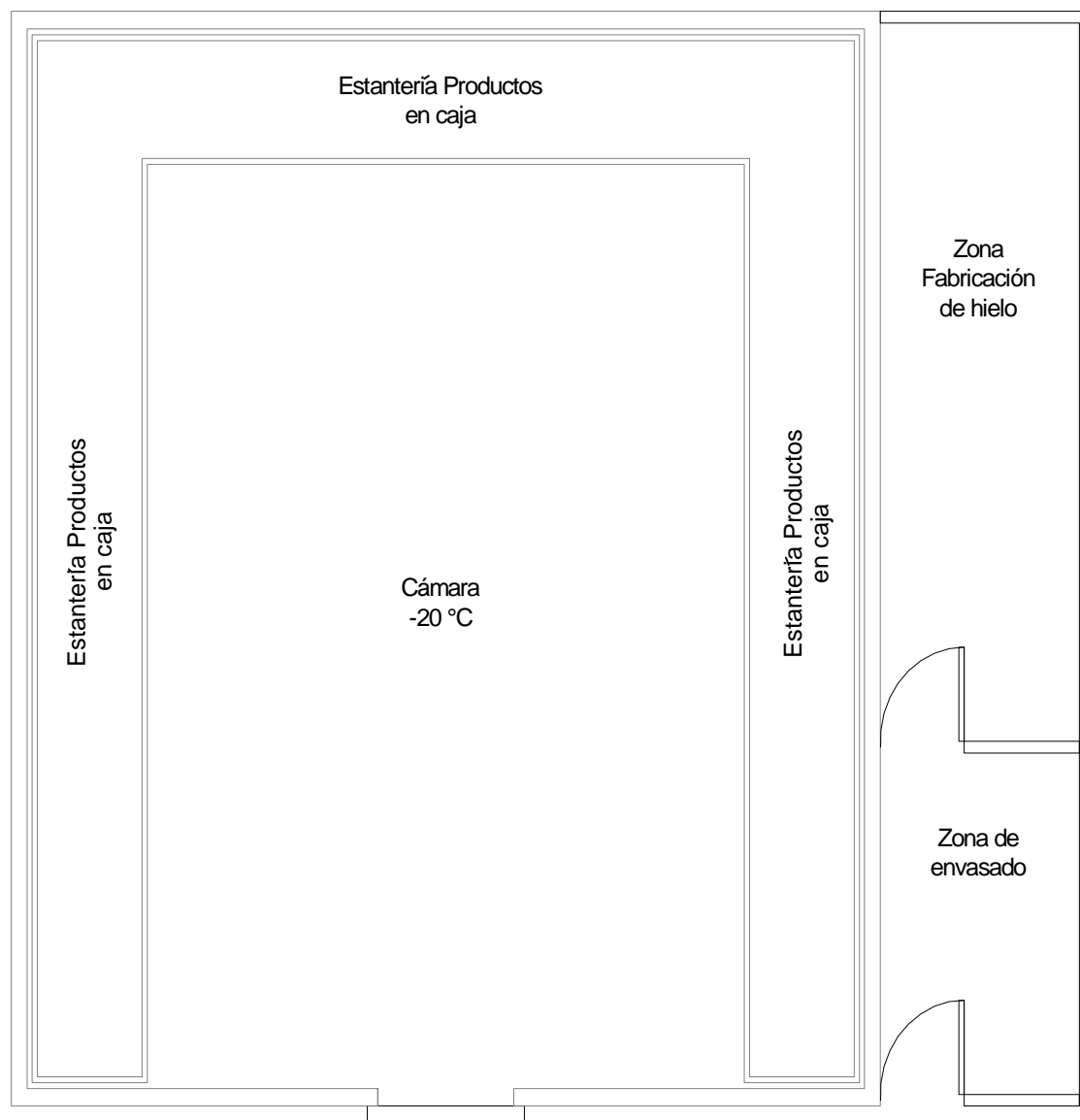


Figura 3: Orientación geográfica de la cámara.

3.2.- CLIMA: A grandes rasgos, el clima de Concepción es templado marítimo con influencia mediterránea. Su temperatura media anual es de 13,4 °C, y la máxima anual llega comúnmente en torno de los 22 °C. La temperatura promedio en verano es de 17 °C, mientras que en invierno se llega a una media de 8 °C.

Considerando la latitud de la ciudad, las oscilaciones térmicas de ésta son moderadas. Esto se debe a la cercanía de Concepción con el Océano Pacífico.

Las precipitaciones en la ciudad se presentan, en su mayoría, por medio de agua lluvia. El resto corresponde a granizo. El período entre mayo y agosto corresponde al de mayor nivel de agua caída. Durante el año caen 1.110 milímetros promedio. Esto hace que la humedad relativa promedio de Concepción llegue a un 66,5%.(ver tabla 1 y gráfico 2)

Tabla 1: Temperaturas máx. y mín. registradas año 2012

Fecha	Mínima °C	Máxima °C
12-01-2012	11	26,4
15-02-2012	11,3	26,9
06-03-2012	1,2	27,6
15-04-2012	6,2	20,7
13-05-2012	2,6	20,6
06-06-2012	1,1	17,2
25-07-2012	-1,5	18,6
24-08-2012	0,7	17,7
19-09-2012	4	22,4
02-10-2012	4,2	19,1
22-11-2012	6,6	23,2
22-12-2012	9,2	24,6

(Temperatura °C v/s Meses año 2012)

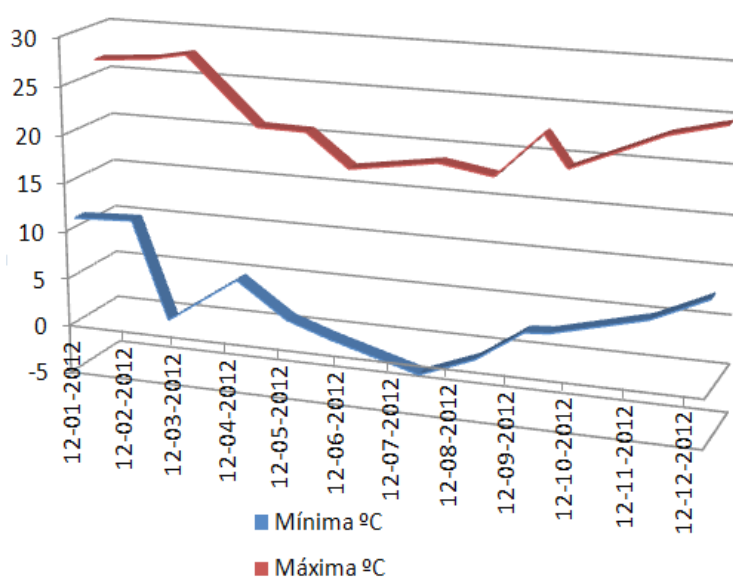


Gráfico 2: Variación de temperatura año 2012. [10]

Capítulo 4: COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA BÁSICO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN.

Cada uno de estos componentes será analizado más en profundidad a lo largo del proyecto, pero se definen brevemente a modo de introducción.

4.1.- EVAPORADOR: Este elemento es un intercambiador de calor que, por sus necesidades caloríficas absorbe calor del medio en que se encuentra, con lo cual lo enfría. Normalmente es de circulación forzada de aire mediante ventilador, que proporciona una mayor capacidad frigorífica y un buen intercambio mediante la utilización de tubos con aletas para aumentar su superficie de intercambio de calor.

4.2.- COMPRESOR: La función del compresor es aspirar el vapor del evaporador y ayudarlo a entrar en el condensador. Este trabajo se consigue con un aporte de energía exterior, de tipo mecánico con un consumo energético determinado de electricidad u otras fuentes.

Existen diversos tipos de compresores, siendo los más comúnmente empleados los de pistón, los centrífugos y los denominados de tornillo.

4.3.- CONDENSADOR: La tarea del condensador es extraer el calor del refrigerante en forma de gas. Este calor, en principio es la suma del calor absorbido por los evaporadores y el producto del trabajo de compresión.

4.4.- CONTROL DE FLUIDO: Su función principal es proporcionar una diferencia de presión establecida entre los lados de alta y baja presión de la planta de refrigeración.

Capítulo 5: DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAMARA

La información presentada en este capítulo es obtenida directamente de los proveedores y se indican detalles como información anexa si procede.

5.1.- PAREDES: Las paredes y techo serán construidos de paneles ISOPUR de la empresa CINTAC. Los paneles están constituidos por dos láminas de acero, con núcleo aislante de poliestireno de alta densidad. Cuyos detalles técnicos son anexados. [A-C]

5.2.- SUELO: El suelo de la cámara también debe ir aislado térmicamente para evitar la transferencia de calor. Se pueden presentar varios inconvenientes con respecto al suelo de la cámara siendo la congelación de éste, uno muy importante a tratar. De producirse escarcha en el suelo se podría ocasionar deterioro de las paredes por levantamiento de las mismas. Para evitar el riesgo de congelación, suelen utilizarse frecuentemente dos procedimientos diferentes. Uno es crear un vacío sanitario o cámara de aire y el otro es el calentamiento del suelo a través de distintos métodos.

Para los fines de este diseño se construye una cámara de aire bajo la superficie. Los detalles se adjuntan. [A-D]

5.3.- PUERTA: La puerta se construye de una sola hoja del tipo corredera y presenta características de aislación térmica idénticas al resto de las paredes con sus respectivos perfiles de anclaje y sellos que permiten una mínima circulación de aire. La información se adjunta. [A-E]

5.4.- ILUMINACION: La tecnología de los tubos fluorescentes ha sido ampliamente superada por la iluminación LED, debido a una serie de ventajas que esta presenta, entre las cuales los fabricantes entregan las principales. [A-F]

La principal característica que hizo tomar la decisión de escoger este tipo de luminaria para el proyecto es el bajo calor que genera y su alto rendimiento, especialmente a -20 °C.

5.5.- CORTINAS FRIGORIFICAS: Las cortinas disminuyen la circulación de aire durante la apertura de la puerta, así también evita el ingreso de insectos o partículas en suspensión.

Existe una gran variedad de cortinas en el mercado por lo tanto se debe realizar la elección conforme a las necesidades ya que los materiales se comportan distinto de acuerdo a la temperatura a que se expongan. Se utiliza para los fines del presente diseño, cortinas de lamas fabricadas de PVC.

El detalle y características de las cortinas se entregan como información anexa. [A-G]

Capítulo 6: NECESIDADES FRIGORIFICAS DE LA CÁMARA

En esta etapa se analiza en detalle las necesidades presentes en la cámara de frío, que no es otra cosa que el calor que hay que extraer de ésta, por diferentes causas. Aunque en estricto rigor cuando hablamos de calor se trata de potencias caloríficas o frigoríficas. Las unidades de medida de estas potencias en el proyecto, son entregadas en W o kW.

Primero se analiza el calor inicial que comprende todo lo que está contenido en la cámara y luego el calor que ingresa desde el exterior por una serie de vías.

Desglose:

Q_p : Representa la carga térmica a eliminar procedente del calor sensible, calor latente de solidificación, reacciones químicas, embalajes y calor absorbido para la congelación de los productos.

Q_{0-f} : Incluye calor a través de sistemas de cierre, transferencia en paredes, techo, suelo, ventiladores, iluminación eléctrica, personal de trabajo o algún tipo de maquinaria menor entre otros.

$$Q_{absorbido} = Q_p + Q_{0-f}$$

Se considera una humedad relativa al interior de la cámara de 85%, cifra obtenida de tablas^[4], según necesidad de conservación de los alimentos que serán almacenados.

La humedad relativa promedio exterior es 66,5%, (ver capítulo 4)

La temperatura interior de la cámara deberá ser -20°C y la temperatura exterior máxima considerada es de 27°C.

Respecto al tiempo de funcionamiento del equipo, se recomienda que, a temperaturas menores a 1°C el evaporador debería usar calor suplementario para el deshielo, y de ser así el funcionamiento del equipo puede calcularse considerando entre 18 y 20 horas diarias^[1]. Tomando esta información se estima 18 horas diarias

para el presente diseño y al momento de escoger el equipo evaporador, una de las restricciones es que debe incorporar un sistema de deshielo automático.

Nota: La fuente que respalda este capítulo es; nueva enciclopedia de la climatización en su tomo: "REFRIGERACIÓN"

6.1.- CALOR LIBERADO POR LOS PRODUCTOS

Considerando que las hortalizas y frutas ingresan previamente congeladas a la cámara, el calor específico utilizado será después de la solidificación.

$$Q_{h\&f} = m \cdot c_p \cdot (T_c - T_f) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

C_p = calor específico másico después de la congelación en kJ/ (kg K)

T_c = temperatura de congelación del producto en °C

T_f = temperatura final del producto en °C

Las hortalizas y frutas serán recepcionadas en cajas de 15 kg del producto congelado. Cada caja contiene bolsas selladas de 500 g y 1000 g

Detalle de la cantidad de hortalizas y frutas para los cálculos considerando 18 horas diarias de funcionamiento del compresor. (Tablas 2 y 3)

Tabla 2: Detalle flujo diario de fruta

Fruta	Masa total (kg)	Masa reposición diaria (%)	Masa reposición diaria (kg)
Arándanos	2000	30	600
Frambuesas	2000	30	600
Fresas	2000	25	500

Tabla 3: Detalle flujo diario de hortalizas

Hortalizas	Masa total (kg)	Masa reposición diaria (%)	Masa reposición diaria (kg)
Arvejas	2490	15	373,5
Espárragos	2490	15	373,5
Porotos verdes	2490	20	498
Zanahorias	2490	15	373,5

Se estima que el producto al entrar en contacto con el ambiente, previo a ser ingresado a la cámara, sufrirá un aumento de temperatura aproximada en 8°C. Por esta razón la temperatura de entrada descrita en los siguientes cálculos (tabla 4) es de -12 °C.

Tabla 4: Calor liberado por hortalizas y frutas

Producto	Calor específico. Cp (kcal/(kg°C))	Calor específico. Cp (kJ/(kg °C))	Masa m (kg/d)	(Tc-Tf)	Total Q _{rech} (kW)
Arándano	0,47	1,968	600	(-12-(-20))	0,145
Frambuesa	0,47	1,968	600	(-12-(-20))	0,145
Fresa	0,47	1,968	500	(-12-(-20))	0,121
Arveja	0,42	1,758	373,5	(-12-(-20))	0,081
Espárrago	0,47	1,968	373,5	(-12-(-20))	0,091
Poroto Verde	0,47	1,968	498	(-12-(-20))	0,120
Zanahoria	0,45	1,884	373,5	(-12-(-20))	0,086

$$Q_{h\&f} = 0,789 \text{ kW}$$

Hielo:

$$Q_{hielo} = m \cdot c_p \cdot (T_e - T_f) \tag{Ec. 2}$$

El movimiento diario de hielo se estima un 45% de la masa total de éste. Es decir se considera (Tabla 5) 1800 kg/día (día=18 h)

Tabla 5: Calor retirado del Hielo

Producto	Calor específico. Cp (kcal/(kg °C))	Calor específico. Cp (kJ/(kg °C))	Masa m (kg/d)	(Tc-Tf)	Cantidad de sacos (25 kg c/u)	Total Q _{rech} (kW)
Hielo	0,5	2,094	1800	(-2-(-20))	160	1,047

$$Q_{hielo} = 1,047 \text{ kW}$$

Nota: los cálculos anteriormente descritos consideran la masa que se renueva diariamente de cada producto, es decir, los productos que se mantienen por dos o más días no son considerados ya que no representan un aporte de energía que deba ser absorbido nuevamente por el evaporador puesto que permanecen en estado de congelación.

6.2.- CALOR POR CONCEPTO DE EMBALAJE (cartón y polietileno)

$$Q_e = m \cdot c_e \cdot (T_c - T_f) \tag{Ec. 3}$$

Donde:

C_e = calor específico del material del embalaje en kJ/ (kg K)

m = masa del embalaje en kg

T_e y T_f = temperatura de entrada y final del embalaje en °C

Cabe destacar que para el embalaje rige el mismo criterio referente a la masa removida diariamente de la cámara.

Cada caja de cartón tiene una masa de 0,7 kg y 4000 bolsas de polietileno tienen una masa de 40 kg. Considerando la información (punto 6.1) referente a la reposición de los productos, tenemos (Tabla 6) lo siguiente:

Tabla 6: Calor a retirar del embalaje

Producto	Calor específico. Cp (kJ/(kg°C))	Masa (kg/d)	(Te-Tf)	Total Q_{rech} (kW)
Bolsa de Polietileno (hielo)	1,2	18	(10-(-20))	0,01
Bolsa de Polietileno (fruta y hortaliza)	1,2	17,55	(-5-(-20))	0,0048
Cajas de Cartón	2,1	154,86	(-1-(-20))	0,0954

$$Q_{e\ total} = 0,1102\ kW$$

6.3.- TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVES DE LAS PAREDES

La transmisión de calor a través de cada pared se estudia individualmente, de acuerdo a sus dimensiones. Luego se suman llevando a un valor total, el que se identifica como Q_t . Es muy importante este punto del análisis ya que la incidencia de los rayos del sol sobre las superficies en determinados horarios del día puede influir notablemente en el ingreso de masas de aire de mayores temperaturas, lo que, de no ser considerado podría dañar irreversiblemente los productos. Se aplica un factor de corrección según la orientación de la cámara, considerando valores para el hemisferio sur.

$$Q_t = K \cdot A \cdot \Delta t \tag{Ec. 4}$$

Donde:

Q_t = tasa de calor en W

K = Coeficiente global de transmisión de calor en $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{h_i}} = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{h_i}} \tag{Ec. 5}$$

A = superficie en m^2

Δt = diferencia térmica en la cámara en $^\circ C$

Tabla 7: Dimensiones de las paredes

Pared lateral NOROESTE	Largo 9 m* Alto 4 m	36 m ²
Pared lateral SURESTE	Largo 9 m* Alto 4 m	36 m ²
Pared posterior NORESTE	Largo 8 m* Alto 4 m	32 m ²
Pared principal SUROESTE	Largo 8 m* Alto 4 m	32 m ²

El coeficiente global de transmisión de calor (K) se obtiene de datos tabulados por el fabricante del panel escogido, las especificaciones técnicas se encuentran adjuntas.

[A-C]

Otra forma de obtenerlo es calcularlo directamente con la expresión descrita anteriormente.

Se analiza el suelo considerando como si éste fuese una pared más, ya que la construcción contempla aislación con cámara de aire. La aislación del suelo dependiendo de la zona y condiciones donde se encuentre, podría incluso ser despreciable. No así la fabricación de éste, ya que a temperaturas inferiores a cero grados pudiese presentar serios inconvenientes como los descritos en “diseño estructural de la cámara” (Capítulo 5).

$$K = 0,13W/m^2 \text{ } ^\circ C$$

$$T_{ex} = 27 \text{ } ^\circ C$$

$$T_{in} = -20 \text{ } ^\circ C$$

Nota: Se detalla (Tabla 8) para cada caso, el factor de corrección de la temperatura el cual es multiplicado por la temperatura exterior considerada 27°C.

Tabla 8: calor que ingresa a través de las paredes

Pared	K (W/(m ² °C))	A (m ²)	ΔT (°C)	Qt (W)
Lateral Izquierda	0,13	36	(0,8·27-(-20)) = 41,6	194,68
Lateral Derecha	0,13	36	(0,4·27-(-20)) = 30,8	144,14
Posterior	0,13	32	(0,7·27-(-20)) = 38,9	161,82
Principal	0,13	32	(0,4·27-(-20)) = 30,8	128,12
Cielo	0,13	72	((12+27)-(-20)) = 59	552,24
Suelo	0,13	72	(21-(-20)) = 41	383,76

$$Q_t = 1564,32 \text{ W} = 1,56 \text{ kW}$$

Los fabricantes de paneles aislantes recomiendan ciertos espesores dependiendo de la condición de trabajo. Se calcula un espesor, el cual debe ser cercano a los 150 mm.

Existe un factor (k') que determina la conductividad de cada capa de aislante y se mide en ($W/(m \text{ } ^\circ C)$) este factor está relacionado directamente con la densidad del panel. A medida que pasan los años se considera una pequeña disminución en la densidad, por lo tanto el factor de conductividad se afecta con un leve incremento sin llegar a ser relevante para los fines de este proyecto.

$$e = k' * \frac{\Delta T}{q} \quad (\text{Ec. 6})$$

e = espesor

k' = conductividad térmica de cada capa de aislante ($W/ (m \text{ } ^\circ C)$)

q = Flujo de calor (W/m^2)

El espesor se determina considerando las necesidades del techo (72 m^2). (Ec. 6)

$$q = K * (\Delta T) \quad (\text{Ec. 7})$$

$$q = 0,13 \cdot 59 = 7,67 \frac{W}{m^2}$$

$$e = 0,020 \left(\frac{W}{mK} \right) * \frac{(59)^\circ C}{7,67 \left(\frac{W}{m^2} \right)} = 0,153 \text{ m}$$

El espesor más próximo a nuestros resultados y que estaba considerado utilizar, es de 150 mm

6.4.- CALOR LIBERADO POR LOS MOTORES (aire forzado) ^[4]

$$Q_m = 0,2 \cdot \sum p \cdot \frac{t}{24} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

p = potencia de cada motor

t = tiempo de funcionamiento del motor en horas

0,2 = factor de conversión de la energía eléctrica en calorífica.

En principio la potencia de los ventiladores es un dato desconocido por no estar dimensionado todavía el evaporador. Sin embargo se pueden efectuar aproximaciones considerándolo entre un 20 y un 30% de las pérdidas totales. Otra forma es utilizando valores aproximados de potencia. Al revisar fichas técnicas de evaporadores se encuentran valores de potencia que pueden estar dentro de los requerimientos del proyecto, por lo tanto sirven para aproximarse al cálculo real sin hacer variar en gran medida los resultados finales.

Se estima una potencia de 95 W, considerando 6 ventiladores. (Ec. 8)

$$Q_m = 0,2 \cdot 570 \cdot 18/24$$

$$Q_m = 85,5 \text{ W}$$

6.5.- CALOR LIBERADO POR LA ILUMINACION INTERIOR

$$Q_i = p * \frac{t}{24} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

p = potencia total de ampollitas o tubos

t = tiempo de funcionamiento en (horas/días)

Basado en lo que dicta la norma [A-H] con respecto a la iluminación en pasillos de trabajo y considerando lo que expertos indican, se estima utilizar 10 ampollitas led, las cuales no serán utilizadas todas a la vez salvo algún caso especial, pero para efectos de cálculo se consideran todas en funcionamiento. (Ec. 9)

Cada ampollita cuenta con 48 led de 1,2 W es decir 57,6 W por cada una. Lo que da un valor total de 576 W en iluminación.

$$Q_i = 576 * \frac{2\text{horas}}{24} = 48 \text{ W}$$

6.6.- CALOR LIBERADO POR LAS PERSONAS

$$Q_p = \frac{q*n*t}{24} \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

q = calor por persona en (W) (Ver Tabla 9)

n = número de personas en la cámara

t = tiempo de permanencia en horas/día

$q = 390 \text{ W}$

$n = 3 \text{ personas}$

$$t = 2 \text{ h}$$

$$Q_p = \frac{390(W) * 3 (\text{personas}) * 2 (\text{horas})}{24 (\text{horas})}$$

$$Q_p = 97,5 \text{ W}$$

La información presentada (tabla 9) considera lo descrito en el material bibliográfico utilizado. [4]

Tabla 9: Potencias caloríficas aportadas por las personas

Temperatura de la cámara (°C)	Potencia liberada por persona (W)
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390
-25	420

6.7.- PERDIDAS POR APERTURA DE LA PUERTA

$$Q_r = V * \Delta h * n \tag{Ec. 11}$$

Donde:

Q_r = potencia calorífica aportada por el aire (kJ/día)

V = volumen interior de la cámara (m³)

Δh = variación de entalpía del aire (kJ/m³)

n = número de renovaciones de aire por día

Se utilizan tablas extraídas de la literatura [4] y se adjuntan [A-I] para mayor detalle.

De estas tablas se obtiene un valor n (renovación de aire por día) de 4,8/día, ingresando con el volumen de la cámara y mediante valores de humedad relativa

(exterior) de 60%, temperatura exterior 27 °C, y -20 °C interior, se obtiene una ganancia de calor del aire de 127 kJ/m³. Mediante la ecuación 11, se obtiene lo siguiente:

$$Q_r = 288 \text{ m}^3 \times 127 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \times 4,8 \frac{1}{\text{día}} = 2,7 \text{ kW}$$

6.8.- TABLAS RESUMEN DEL CAPÍTULO

Tabla 10: Necesidades frigoríficas

QProductos	Designación	Carga (W)
Arándanos	Qh&f	145
Frambuesas	Qh&f	145
Fresas	Qh&f	121
Arvejas	Qh&f	81
Espárragos	Qh&f	91
Porotos verdes	Qh&f	120
Zanahorias	Qh&f	86
Hielo "cubos"	Qh	1047
Total Productos	-----	1836 W

Tabla 11: Necesidades frigoríficas totales otras fuentes

Qotras fuentes	Designación	Carga (W)
Embalaje	Qe	110,2
Paredes	Qt	1564
Aire forzado	Qm	85,5
Iluminación	Qi	48
Personas	Qp	97,5
Puerta	Qr	2560
Total otras fuentes	-----	4465,2 W

Tabla 12: Energías totales absorbidas

Qproductos	1836 W
Qotras fuentes	4465,2 W
Qproductos +Qotras fuentes	6301,2 W
Factor de seguridad (10%)	630,12 W
Qabs Total	7000 W

Potencia frigorífica de la maquinaria

$$NR = Q_{total} \frac{24}{t} \quad (\text{Ec. 12})$$

$$NR = 7000 \left(\frac{24}{18} \right) = 9,3 \text{ kW}$$

Capítulo 7: ELECCIÓN DEL REFRIGERANTE

El gas refrigerante es el fluido térmico que circula por el sistema, quien absorbe y rechaza calor en las diferentes etapas y equipos donde va circulando. Por lo tanto se menciona como gas o sustancia portadora, capaz de transportar e intercambiar calor con el medio ambiente, cediendo calor a alta temperatura y absorbiéndolo a baja temperatura. Según se ha investigado no existe a la fecha algún refrigerante ideal, por lo tanto en la búsqueda de uno se debe acercar lo más posible al óptimo considerando las variables que hacen único cada sistema. Detalles adjuntos [A-J]

Con la aprobación del protocolo de Montreal el 16 de Septiembre de 1987 y sus posteriores revisiones, se pone fecha para la desaparición de sustancias refrigerantes que contribuyen a la destrucción de la capa de ozono, tales como: R12, R22, entre otros. A partir del 1 de enero de 1996 se fija un calendario para la progresiva desaparición de los refrigerantes HCFC, incluido el R-22. Dicho calendario toma como referencia el año 1989 y fija para determinados años los límites de utilización de estas sustancias.

Los HFC son sustancias que han venido en reemplazo de los antiguos refrigerantes, por esta razón y considerando sus propiedades en comparación a las de operación se determina la utilización del refrigerante R404a [A-K].

Este refrigerante permite trabajar a temperaturas de evaporación comprendidas entre $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, rango en el que se encuentra la temperatura de evaporación estimada ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) para este proyecto.

Dentro de la familia de refrigerantes HFC encontramos también el R134a pero, debido a su acotado rango de trabajo y considerando que se fabrica principalmente para aplicaciones con evaporación sobre 0 grados, es descartado.

El R404a sirve como alternativa a los antiguos refrigerantes, tal como se muestra:

- Refrigeración en baja temperatura (sustituyendo al R502)
- Refrigeración de media temperatura (Alternativa viable al R22)

Capítulo 8: DIAGRAMA Y EVALUACIÓN CICLO DE REFRIGERACIÓN

Se traza el ciclo en un diagrama de Mollier para R-404a, donde se podrá observar gráficamente las diferentes zonas del sistema, esto permitirá evaluar la variación de entalpía en cada punto.

Se considera una temperatura en el condensador de 45 °C debido a que la máxima en el exterior registrada es de 27 °C y debe existir una diferencia de 10 a 20 °C para que se produzca condensación. Se utiliza el mismo criterio para determinar la temperatura y presión de evaporación.

Para respaldar los puntos de alta y baja presión determinados mediante gráficos y tablas se utiliza un digital P/T Chart de la marca YELLOW JACKET que permite, ingresando con el tipo de refrigerante y la temperatura, determinar la presión. Todo esto en valores manométricos a los que se suma la presión atmosférica y permite determinar la presión absoluta en cada punto.

Se analizan 3 ciclos tentativos de los cuales quien presenta mayor COP* es el definitivo.

*El concepto de C.O.P. (coeficiente de operación) en refrigeración, es sinónimo de eficiencia energética y se define como la relación entre la cantidad de refrigeración obtenida (Q_{abs}) y la cantidad de energía que se requiere aportar para conseguir esta refrigeración (ASHRAE 1993, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) En este cómputo no se incluyen los consumos auxiliares de energía eléctrica necesarios para el funcionamiento de bombas o ventiladores.

8.1.- PRIMER CICLO

Los detalles del cálculo se entregan como información anexa. [A-L]

Se muestra a continuación (figura 4) el primer ciclo, indicando presiones y temperaturas de trabajo.

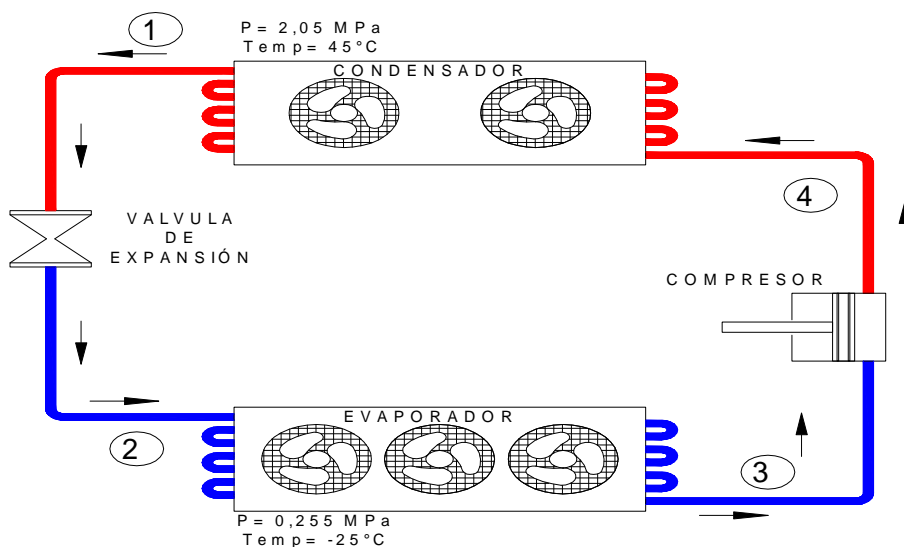


Fig. 4 disposición equipos primer ciclo.

Las principales variables a considerar, (Tabla 13) para este ciclo son las siguientes:

Tabla 13: Variables para el cálculo del primer ciclo

Estado	Presión (MPa)	Entalpía (kJ/kg)	Temperatura (°C)
1	2,05	268,03	45
2	0,255	268,03	-25
3	0,255	352,39	-25
4	2,05	398,5	55

Los resultados (Tabla 14) son los siguientes:

Tabla 14: Resumen de energía transferida en los procesos del primer ciclo analizado

Qrech	14,4 kW
Wcomp	5,07 kW
COP	1,83
COPcarnot	3,5

8.2.- SEGUNDO CICLO

Los cálculos detallados se entregan adjuntos [A-M]

Se muestra a continuación (figura 5) el segundo ciclo, indicando presiones y temperaturas de trabajo.

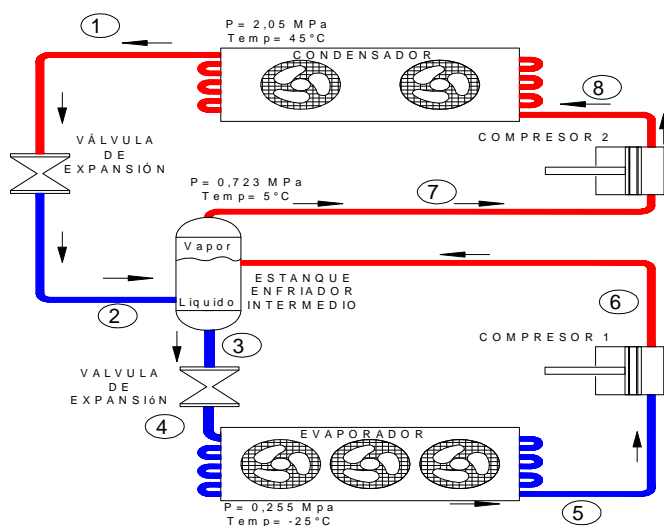


Fig. 5 disposición equipos segundo ciclo.

Las principales variables a considerar, (Tabla 15) para este ciclo son las siguientes:

Tabla 15: Resumen de datos

Estado	Presión (Mpa)	Entalpía (kJ/kg)	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Fuente
1	2,05	268,03	45	Tablas
2	0,713	268,03	5	$h_1=h_2$
3	0,713	207,5	5	Tablas
4	0,25	207,5	-25	$h_3=h_4$
5	0,25	352,39	-25	Tablas
6	0,713	375	9	Diagrama Mollier
7	0,713	368,16	5	Tablas
8	2,05	393	51	Diagrama Mollier

Tabla 16: Resultados obtenidos para el ciclo 2

Qrech	13,24 kW
Wcomp	4,07 kW
COP	2,28
COPcarnot	3,5

8.3.- TERCER CICLO

El presente ciclo será el escogido para el proyecto ya que presenta un mayor coeficiente de operación (COP).

Se entregan en forma esquemática el diagrama termodinámico (Fig. 6) para una mejor comprensión junto con el ciclo incluyendo la disposición de los equipos (Fig. 5). Se realiza el análisis de un tercer ciclo que considera un estanque enfriador intermedio tipo cerrado ^[11]. Con el serpentín del enfriador intermedio cerrado se evita la pérdida de presión del líquido refrigerante. El líquido en este enfriador se puede enfriar entre 5 - 10 °C sobre la temperatura de saturación correspondiente a la presión intermedia.

La información para los cálculos se resume en Tabla 17 y los resultados obtenidos en Tabla 18.

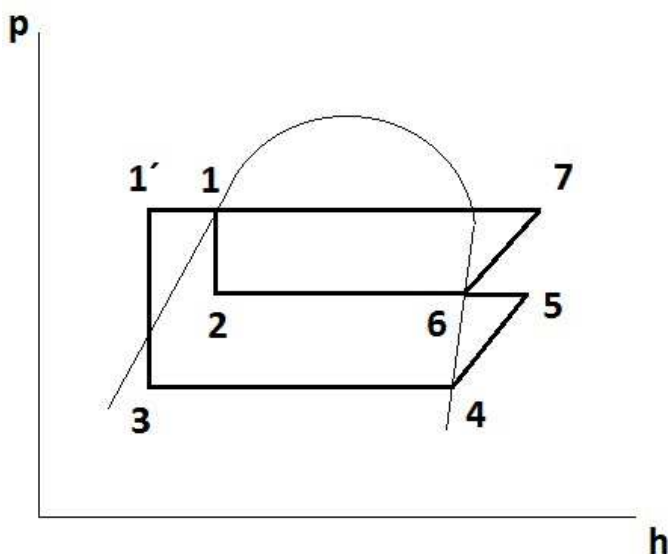


Fig. 6: Ciclo trazado diagrama p-h

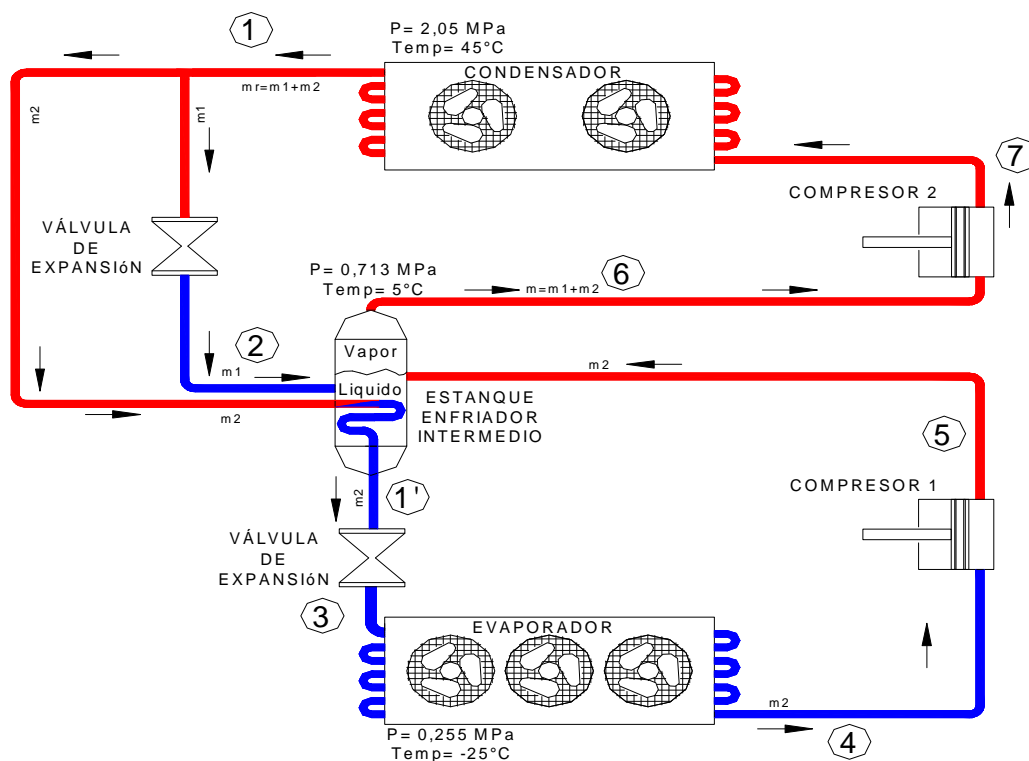


Fig. 7: Disposición de los equipos para el ciclo escogido

Tabla 17: Resumen información para cálculos del ciclo

Estado	Presión (Mpa)	Entalpía (kJ/kg)	Temperatura (°C)	Fuente
1	2,05	268,03	45	Tabla
2	0,723	268,03	5	$h_1=h_2$
1'	2,05	213	11	Diagrama Mollier
3	0,255	213	-25	$h_3=h_1'$
4	0,255	352,39	-25	Tablas
5	0,723	375	9	Diagrama Mollier
6	0,723	368,16	5	Tabla
7	2,05	393	51	Diagrama Mollier

Para obtener la masa total que está presente en el ciclo, se trabaja en base al evaporador, es decir:

$$Q_{abs} = m_2 * (h_4 - h_3) \tag{Ec. 13}$$

De (Ec. 13) se despeja la masa que circula por el ciclo:

$$9,3 \left(\frac{kJ}{s}\right) = m_2 \left(\frac{kg}{s}\right) * (352,39 - 213) \left(\frac{kJ}{kg}\right)$$

$$m_2 = 0,0667 \frac{kg}{s}$$

Para calcular la masa que está presente en el circuito se realiza un balance de energías en el recipiente Intermedio:

Balance de energía

$$\sum \text{Energías entran} = \sum \text{Energías salen}$$

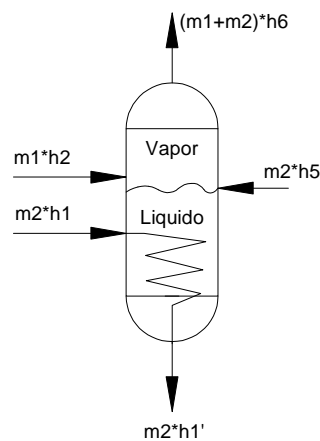


Fig. 6: Flujos entrada y salida estanque enfriador intermedio

se considera : $m_r = m_1 + m_2$

$$(m_1 * h_2) + (m_2 * h_1) + (m_2 * h_5) = (m_2 * h_1') + ((m_1 + m_2) * h_6)$$

$$(m_1 * h_2) - (m_1 * h_6) = (m_2 * h_6) + (m_2 * h_1') - (m_2 * h_1) - (m_2 * h_5)$$

$$m_1 * (h_2 - h_6) = m_2 * (h_6 + h_1' - h_1 - h_5)$$

$$\left(\frac{m_1}{m_2}\right) = \left(\frac{h_6 + h_1' - h_1 - h_5}{h_2 - h_6}\right)$$

$$\left(\frac{m_1}{m_2}\right) = \left(\frac{368,16 + 213 - 268,03 - 375}{268,03 - 368,16}\right)$$

$$\left(\frac{m_1}{m_2}\right) = 0,617$$

$$m_1 = 0,617 * 0,0667 = 0,041 \left(\frac{kg}{s}\right)$$

Por lo tanto; $mr = m_1 + m_2 = 0,107 \left(\frac{kg}{s}\right)$

Conocida la masa se calcula; W_{comp} y COP del ciclo:

Trabajo en Compresores (W_{comp}):

$$W_{comp1} = 0,0667 * (375 - 352,39)$$

$$W_{comp1} = 1,5 \text{ kW}$$

$$W_{comp2} = 0,107 * (393 - 368,16)$$

$$W_{comp2} = 2,65 \text{ kW}$$

$$W_{comp} = 4,15 \text{ kW}$$

$$Q_{rech} = 0,107 * (393 - 268,03)$$

$$Q_{rech} = 13,37 \text{ kW}$$

Calculo Coeficiente operación del Circuito (COP):

$$COP = \frac{9,3}{4,15}$$

$$COP = 2,24$$

Tabla 18: resumen resultados ciclo 3

Qrech	13,3 kW
Wcomp	4,15 kW
COP	2,24
COP carnot	3,5

COMENTARIO FINAL: Se selecciona el ciclo 3, principalmente por ser el que presenta un coeficiente de operación "COP" más cercano al de Carnot, considerando que en refrigeración

el factor COP representa eficiencia. Es por esta razón que los cálculos posteriores se realizan basados en el ciclo escogido.

Capítulo 9: SELECCIÓN DE EQUIPOS Y TUBERÍAS

En el presente capítulo se calculan los equipos, sus potencias de trabajo y el dimensionado de cañerías.

9.1.- SELECCIÓN DEL EVAPORADOR

El evaporador es un equipo destinado a enfriar el interior de un recinto, mediante la absorción de calor del mismo, utilizando para ello la vaporización de un líquido refrigerante.

Se trata de un intercambiador de calor que, en función de la capacidad requerida, necesita una determinada superficie de intercambio.

El evaporador es el elemento que proporciona finalmente la temperatura necesaria para la conservación de los productos, mediante el cambio de fase en su interior, de un líquido refrigerante, a una presión y temperatura dada.

Condiciones de operación:

Cámara: 7000 W Potencia, sin considerar el tiempo de operación (18 h/día)

Condición Interior: -20 °C y 90% de humedad relativa

Refrigerante R404a Temperatura de evaporación -25 °C

Se procede a la selección del evaporador, basado en tablas de fabricantes. Se debe tener en cuenta las condiciones antes mencionadas.

A través de tabla o gráfico, se proporciona los factores de corrección para los valores de operación, que permiten según la temperatura interior de la cámara, determinar la potencia necesaria del evaporador. A menores temperaturas la generación de escarcha sobre las tuberías del evaporador son mayores, esto genera una aislación que disminuye la transferencia por lo tanto esta disminución debe ser compensada con una mayor potencia del evaporador.

De la siguiente imagen (Graf.3) se obtiene el factor de corrección de capacidad para bajas temperaturas.

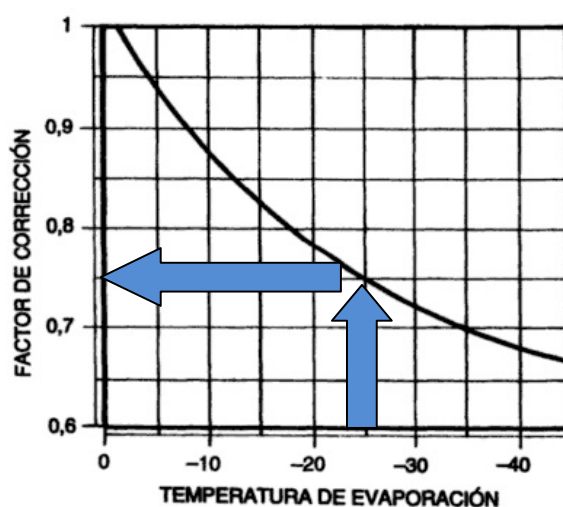


Gráfico 3: Obtención del factor de corrección

Factor de corrección= 0,75

$$Capacidad\ Nominal = \frac{Capacidad\ condiciones\ de\ trabajo}{Factor\ de\ Corrección} \quad (Ec. 20)$$

$$Capacidad\ Nominal = \frac{9,3}{0,7} = 12,4\ kW$$

De acuerdo con lo anterior, se selecciona:

EVAPORADORES	Marca MIPAL - 2 equipos de 7,2 kW c/u Modelo MI = 078 Flujo: 1200 m³/h cada ventilador (1200x5) Ver especificaciones en [A-R]
--------------	--

9.2.- SELECCIÓN DEL COMPRESOR

Razón de Compresión:

$$Rc = \frac{P \text{ salida}}{P \text{ entrada}} \quad (\text{Ec. 14})$$

Compresor 1, Presión Baja:

$$Rc_1 = \frac{0,723}{0,255}$$

$$Rc_1 = 2,83$$

Compresor 2, Presión Alta

$$Rc_2 = \frac{2,05}{0,723}$$

$$Rc_2 = 2,83$$

Rendimiento Volumétrico:

$$\eta v = 1 + c - c \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\left(\frac{1}{n} \right)} \quad (\text{Ec. 15})$$

c: Factor espacio muerto, puede variar entre 5 - 6 %, para este análisis se considera 6 %.

"n" exponente Politrópico:

$$\ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) = \frac{n-1}{n} \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \quad (\text{Ec. 16})$$

$$\frac{n-1}{n} = \frac{\ln \left(\frac{T_2(K)}{T_1(K)} \right)}{\left(\ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right)} = A \quad (\text{Ec. 17})$$

A= Debe ser menor que 1

$$n - 1 = n * A$$

$$n - (n * A) = 1$$

$$n(1 - A) = 1$$

$$n = \frac{1}{1-A} \quad (\text{Ec. 18})$$

Se calcula "A" para el compresor 1 de (Ec. 17):

$$\frac{\ln\left(\frac{282}{248}\right)}{\ln\left(\frac{0,723}{0,255}\right)} = 0,12$$

Se calcula "n" para el compresor 1 de (Ec. 18):

$$n = \frac{1}{1 - 0,12}$$

$$n = 1,14$$

Aplicando ahora (Ec.15) se tiene:

$$\eta v = 1 + 0,06 - 0,06 \left(\frac{0,723}{0,255}\right)^{\left(\frac{1}{1,14}\right)}$$

$$\eta v = 91 \%$$

Nota: Se debe considerar un rendimiento global de los compresor que permite aproximarse con mayor precisión a la potencia real de estos. El rendimiento volumétrico ha sido calculado y el resto de los rendimientos que son especificados más adelante se estiman según tabla 19.

Tabla 19. Estimaciones de rendimiento

(p_2/p_1)	η_v %	η_i %	η_m %	η_e %
2	93	90	85 a 93	85 a 90
4	83	82	85 a 93	85 a 90
6	78	74	85 a 93	85 a 90

$$\eta_{global} = \eta_v * \eta_i * \eta_m * \eta_e \quad (\text{Ec. 19})$$

$$N_{real\ compresor} = \frac{(\dot{m} * \Delta h)}{\eta_{global}}$$

$$\dot{m} = \text{Caudal másico} \frac{kg}{s}$$

$$(\Delta h) = \text{Trabajo de compresión} \frac{kJ}{kg}$$

Según ecuación 19 se tiene:

$$\eta_{global} = 0,91 * 0,86 * 0,85 * 0,85 = 57\%$$

$$N_{real\ compresor1} = \frac{(0,057 * (375 - 352,39))}{0,57}$$

$$N_{real\ compresor1} = \mathbf{2,26\ kW}$$

Se calcula "A" para el compresor 2 de (Ec. 17):

$$\frac{\ln\left(\frac{324}{278}\right)}{\ln\left(\frac{2,053}{0,723}\right)} = \mathbf{0,15}$$

Se calcula "n" para el compresor 2 de (Ec. 18):

$$n = \frac{1}{1-0,14} \quad n = \mathbf{1,17}$$

Se calcula ηv para el compresor 2 de (Ec. 15):

$$\eta v = 1 + 0,06 - 0,06 \left(\frac{2,05}{0,713} \right)^{\left(\frac{1}{1,17} \right)}$$

$$\eta v = \mathbf{91 \%}$$

$$N_{real\ compresor2} = \frac{(0,105 * (393 - 368,16))}{0,57}$$

$$N_{real\ compresor2} = 4,57 \approx \mathbf{4,6\ kW}$$

Según se recomienda ^[4], se debe considerar un margen de potencia de 20 o 30% más, dado que en las cámaras principalmente en su puesta en marcha, ingresa gran cantidad de productos y esto provoca una elevación inicial de la temperatura de aspiración entre 5°C y 10 °C aproximadamente superior a la de régimen.

Se utiliza el factor intermedio recomendado del 25% de la potencia real.

$$N_{real\ compresor1} = 2,26 * 1,25 = \mathbf{2,8\ kW}$$

$$N_{real\ compresor2} = 4,6 * 1,25 = \mathbf{5,7\ kW}$$

De acuerdo con lo anterior, se selecciona:

COMPRESOR 1	BITZER 4VCS-6.2Y semi - hermético alternativo. -Potencia 5,28 kW -Capacidad frigorífica 9470 W Ver especificaciones en [A-P]
COMPRESOR 2	BITZER 4EC-6.2Y semi - hermético alternativo. -Potencia: 5,81 -Capacidad frigorífica 21250 W Ver especificaciones en [A-Q]

Nota: La selección del compresor 1 se hace basados en la capacidad frigorífica que este debe satisfacer en la primera etapa del ciclo.

La selección del compresor 2 considera los cálculos realizados previamente y temperaturas de funcionamiento.

9.3.- SELECCIÓN DEL CONDENSADOR

En este equipo, el aire se hace circular de manera forzada, orientándose o canalizándose sobre un conjunto de tuberías aletadas mediante electro ventiladores. La gama de potencias en la utilización de aire como sistema de enfriamiento resulta bastante amplia, siendo el máximo orden de 300 kW y la velocidad del orden de 2 a 6 (m/s) aproximadamente.

Para seleccionar el condensador se tiene lo siguiente ^[8]:

$$Q_n = Q_{abs} * F_c * F_r * F_a * (15/\Delta T) \quad (\text{Ec. 20})$$

Q_n = capacidad nominal condensador

F_c = Factor calor compresión

F_r = Factor refrigerante

F_a = Factor de altitud

El factor de calor de compresión (F_c), se determina a partir de datos experimentales de las maquinas frigoríficas. La capacidad nominal del condensador debe ser superior a la del evaporador ya que el efecto (calor) que tiene el compresor sobre el fluido (alta presión y temperatura) debe ser rechazado en el condensador.

El factor F_c se obtiene de la siguiente gráfica, (Graf.4):

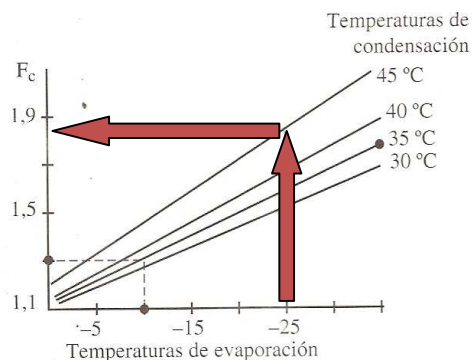


Gráfico 4: Obtención del factor de calor de compresión

Por lo tanto $F_c = 1,8$

Factor refrigerante (Fr), corrige por concepto de capacidad refrigerante de acuerdo al tipo de refrigerante utilizado.

según tabla 20 de fabricantes:

Tabla 20: factor refrigerante Fr

Refrigerante	R-22	R 134 ^a	R 404A	R 507
Factor de corrección	1,04	1,06	1	0,97

Por lo tanto $F_r = 1$

Para obtener el factor de altitud (Fa), recurrimos a la tabla 21 obtenida de bibliografía estudiada. ^[8]

Este factor, considera el hecho que la capacidad del compresor se ve afectada por la altitud. influye si el lugar de instalación del condensador es sobre el nivel del mar.

Tabla 21: factor de altitud

Altitud nivel del mar	0	500	1000
Factor de corrección	1	1,01	1,06

Por lo tanto $F_a = 1$

$\Delta T =$ diferencia de temperatura entre el condensador y la de entrada del aire

$$\Delta T = 45\text{ }^\circ\text{C} - 27\text{ }^\circ\text{C} = 18\text{ }^\circ\text{C}$$

Por lo tanto $\left(\frac{15}{\Delta T}\right) = 0,83$

Con los valores obtenidos en las correspondientes tablas, aplicamos (Ec. 20):

$$Q_n = 9,3\text{ kW} * 1,8 * 1 * 1 * 0,83 = 13,9\text{ kW}$$

A esta potencia obtenida se aplica un factor que considera la energía aportada por el trabajo de compresión, ya que es el condensador encargado de recibirla. Se considera un 40 % superior al cálculo obtenido en la ec. 20, con un leve sobredimensionado brindando así la posibilidad que en el futuro se pueda compartir el espacio interior de la cámara con otros productos o bien considerar alguna ampliación sin realizar grandes modificaciones en los equipos.

Por lo tanto

$$\text{Potencia Nominal Cond.} = 13,9 * 1,4 = 19,5 \approx 20\text{ kW}$$

Con la información obtenida hasta el momento se escoge el equipo de condensación:

CONDENSADOR	Condensador CD-70 2vent 400mm F.Cool -Capacidad 20,5 kW Ver especificaciones en [A-S]
-------------	---

9.4.- SELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN

La siguiente definición ha sido extraída de la bibliografía estudiada ^[8] y representa en pocas líneas lo esencial del elemento de expansión:

La válvula de expansión termostática es uno de los elementos de las instalaciones que la inmensa mayoría de las personas que trabajan en ellas en algún momento

dato las han manipulado. Pero también hay que decir que en determinadas situaciones no era necesario hacerlo, justificándolo de la siguiente manera:

La cámara no consigue la temperatura adecuada, por lo tanto si no enfría es porque no llega la cantidad adecuada de fluido refrigerante. Si abrimos la válvula, pasara más fluido y se solucionara el problema.

Lógicamente, antes de actuar sobre la válvula, se debe estar seguros de que es la causa del problema y no la mala condensación o fugas.

Se selecciona el tipo de válvula utilizando catálogos , como se muestra:

Se divide la capacidad de refrigeración (9,3 kW) por el factor de corrección entregado en catálogos de válvulas, conociendo las condiciones de entrada y salida de la válvula. Para la primera válvula la diferencia de temperatura es 40 °C y para la segunda válvula 30 °C. El factor de corrección obtenido (Tabla 22) es 1,63 y 1,46 (valor adimensional).

Tabla 22: obtención del factor de corrección

Factor de corrección											
Refrigerante	Subenfriamiento [K]										
	2	4	10	15	20	25	30	35	40	45	50
R22	0.98	1	1.06	1.11	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.39	1.44
R134a	0.98	1	1.08	1.13	1.19	1.25	1.31	1.37	1.42	1.48	1.54
R404A / R507	0.96	1	1.10	1.20	1.29	1.37	1.46	1.54	1.63	1.70	1.78
R407C	0.97	1	1.08	1.14	1.21	1.27	1.33	1.39	1.45	1.51	1.57
R410A	0.97	1	1.08	1.15	1.21	1.27	1.33	1.39	1.45	1.50	1.56

El valor obtenido debe ser normalizado al superior según tabla (Tabla 23) de productos.

$$\frac{9,3}{1.63} = 5,7 \text{ kW para la primera válvula} \quad \text{Tipo TU orificio 08} = 7,6 \text{ kW}$$

$$\frac{9,3}{1.46} = 6,4 \text{ kW para la segunda válvula} \quad \text{Tipo TC orificio 01} = 6,6 \text{ kW}$$

Tabla 23: Tipos de válvula

Tipo de válvula/ Orificio	Temp. cond. n [°C]	R22					R134a					R404A/R507					R407C				
		Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]				
		Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]				
TU / 00	45	0.40	0.45	0.60	0.65	0.67	0.28	0.43	0.46	0.48	0.51	0.21	0.24	0.27	0.38	0.43	0.56	0.61	0.65	0.67	0.68
TU / 01		0.47	0.54	0.82	0.94	0.98	0.32	0.58	0.64	0.70	0.75	0.23	0.28	0.34	0.54	0.6	0.77	0.84	0.91	0.96	1.0
TU / 02		0.54	0.63	1.1	1.3	1.5	0.37	0.75	0.87	0.99	1.1	0.3	0.3	0.4	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6
TU / 03		0.75	0.89	1.5	1.8	2.0	0.52	1.1	1.2	1.4	1.5	0.4	0.4	0.5	1.0	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
TU / 04		1.1	1.3	2.2	2.8	3.0	0.77	1.6	1.8	2.1	2.3	0.5	0.7	0.8	1.5	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3
TU / 05		1.5	1.7	3.0	3.7	4.0	1.0	2.1	2.4	2.8	3.1	0.7	0.9	1.1	2.0	2.6	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4
TU / 06		2.2	2.6	4.5	5.5	6.1	1.5	3.1	3.6	4.1	4.7	1.1	1.4	1.7	3.0	3.8	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6
TU / 07		3.0	3.5	6.0	7.4	8.1	2.1	4.2	4.9	5.5	6.2	1.5	1.8	2.2	4.1	5.1	5.6	6.4	7.2	8.0	8.9
TU / 08		4.5	5.3	9.0	11.1	12.1	3.1	6.3	7.3	8.3	9.3	2.3	2.8	3.3	7.6	8.4	9.6	10.7	11.9	13.1	
TU / 09		6.6	7.7	13.3	16.5	18.0	4.5	9.3	10.8	12.3	13.8	3.1	3.9	4.8	9.0	11.4	12.4	14.1	15.9	17.8	19.6
TC / 01		10.5	11.9	17.2	19.3	20.1	6.3	10.1	11.1	11.9	12.7	4.8	6.6	10.2	11.7	15.6	16.8	17.9	18.9	19.8	
TC / 02		12.6	14.2	20.7	23.3	24.3	7.9	12.8	14.0	15.2	16.2	6.2	7.2	8.4	12.9	14.9	19.8	21.4	22.8	24.1	25.2
TC / 03		16.6	18.7	26.4	29.3	30.3	10.6	16.8	18.2	19.6	20.7	8.5	9.9	11.3	16.8	19.0	25.8	27.6	29.3	30.7	31.7

9.5.- CAPACIDAD DEL ESTANQUE ENFRIADOR INTERMEDIO

Para este cálculo es necesario conocer los volúmenes de refrigerante contenido en los evaporadores llenos, y traducirlos a masa de refrigerante. Como criterio de seguridad se estima que la masa calculada corresponde a 2/3 de la capacidad total del recipiente.

El valor que entrega el fabricante para el evaporador seleccionado es 9,1 dm³ de volumen interior del evaporador. Considerando que serán utilizados 2 evaporadores se obtiene un valor de 18,2 el cual se debe multiplicar por la densidad del líquido a -25 °C. De lo descrito se obtiene:

$$\text{masa} = \text{Volumen} * \text{densidad} \quad (\text{Ec.21})$$

De ec. 21 se tiene:

$$m = 0,0182 (m^3) * 1241,76 \left(\frac{kg}{m^3}\right) = 22,6 \text{ kg}$$

Se considera que el recipiente está a temperatura ambiente por lo tanto lo afectan 27 °C en su exterior. La densidad del refrigerante a esta temperatura es 1038,7 kg/m³, por lo tanto este valor permite encontrar el volumen del recipiente, como se muestra a continuación despejando el volumen de ec. 21 :

$$V = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}}$$

$$V = \frac{22,6}{1038,7} = 0,0217 (m^3)$$

Considerando una cantidad adicional de refrigerante en tuberías y accesorios se utiliza un factor de seguridad de un 30% con lo que se obtiene un volumen final del estanque:

$$V= 0,0282 \text{ m}^3$$

$$L= 28,28 \text{ lts.}$$

9.6.- DIMENSIONADO DE TUBERIAS

Se utilizan diferentes criterios referentes a la determinación de diámetros de las tuberías. Uno de ellos es mediante valores de velocidades (tabla 24) en las que debiese encontrarse el fluido refrigerante, como se muestra a continuación:

Tabla 24: Valores Normales de velocidad para el refrigerante escogido

Refrigerante	Velocidad (m/s)		
	Líquido	Aspiración	Descarga
R404A	0,5 a 1,25	4,5 a 15	10 a 20

También pueden obtenerse a través de pérdidas traducidas en variación de temperatura las cuales no superan 1 °C.

Los fabricantes de refrigerantes entregan adjunto a los catálogos algunos valores de pérdida de carga en tuberías traducidas en presión, siendo ésta, otra forma de obtener los diámetros.

A continuación, se trabaja utilizando la velocidad promedio de circulación por cada tramo de tubería.

Esta velocidad esta acotada a ciertos valores que deben ser respetados ya que de no cumplirse puede causar daños permanentes al compresor. Es decir, el fluido refrigerante debe ser capaz de hacer circular el aceite que viaja por el sistema, para esto requiere una determinada velocidad (Tabla 24).

Cálculo de diámetro a través de la velocidad:

De la ecuación de continuidad podemos despejar la velocidad en la forma:

$$v = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\pi \cdot D^2 \cdot \rho} \tag{Ec. 22}$$

$$v = \text{velocidad} \frac{m}{s}$$

$$\dot{m} = \text{flujo másico} \frac{kg}{s}$$

$$D = \text{Diámetro en } m$$

$$\rho = \text{Densidad } kg/m^3$$

Si se estima el valor de la velocidad (Tabla 23), entonces el diámetro queda condicionado por ella o viceversa.

La densidad del fluido refrigerante no es constante en su paso por los diferentes puntos del circuito. A continuación se entregan (Tabla 25) los valores de densidad en cada estado.

Tabla 25: Densidades en cada estado o punto de ciclo

Estado	Densidad kg/m ³
1	936,8
1'	1149,4
2	627,8
3	897,6
4	12,7
5	34,5
6	35,1
7	108,7

Se entrega como ejemplo el cálculo de diámetro para el estado 1, siendo este, despejado de Ec. 22.

$$D = \sqrt[2]{\frac{4 \cdot 0,105}{\pi \cdot 0,5 \cdot 936,81}} \approx 17 \text{ mm}$$

De igual manera se obtiene el resto de los diámetros en cada punto según se muestra (Tabla 26) a continuación:

Tabla 26: Resultados obtenidos para diámetros de tubería en cada tramo

Tramo	Diámetro mm	Diámetro Nominal Normalizado Pulgadas
1 (condensador –válvula1)	17	5/8"
1' (condensador - válvula 2)	12	1/2"
2 (válvula1 – estanque enfriador intermedio)	14	5/8"
3 (válvula 2 – evaporador)	13	1/2"
4(evaporador – comp. 1)	27	1 1/4"
5 (comp. 1 – estanque enfriador intermedio)	15	5/8"
6 (aspiración comp.2 – comp. 2)	22	1"
7 (comp. 2 – condensador)	11	1/2"

Se debe considerar que la información obtenida debe ser normalizada a lo que el mercado ofrece como tuberías comerciales.

La utilización de ábacos es un método muy práctico para determinar diámetros de tuberías, ingresando con valores de pérdida de carga en cada tramo. Se traza a modo de ejemplo (Grafico 5), líneas que permiten una aproximación a los diámetros en diferentes tramos del ciclo. Se muestran líneas de líquido y aspiración (0,25 bar y 0,16 bar), conociendo valores promedio de pérdida de carga encontrados en la literatura ^[11]. Mas detalles respecto a la utilización ábacos se entregan adjuntos.[A-N]

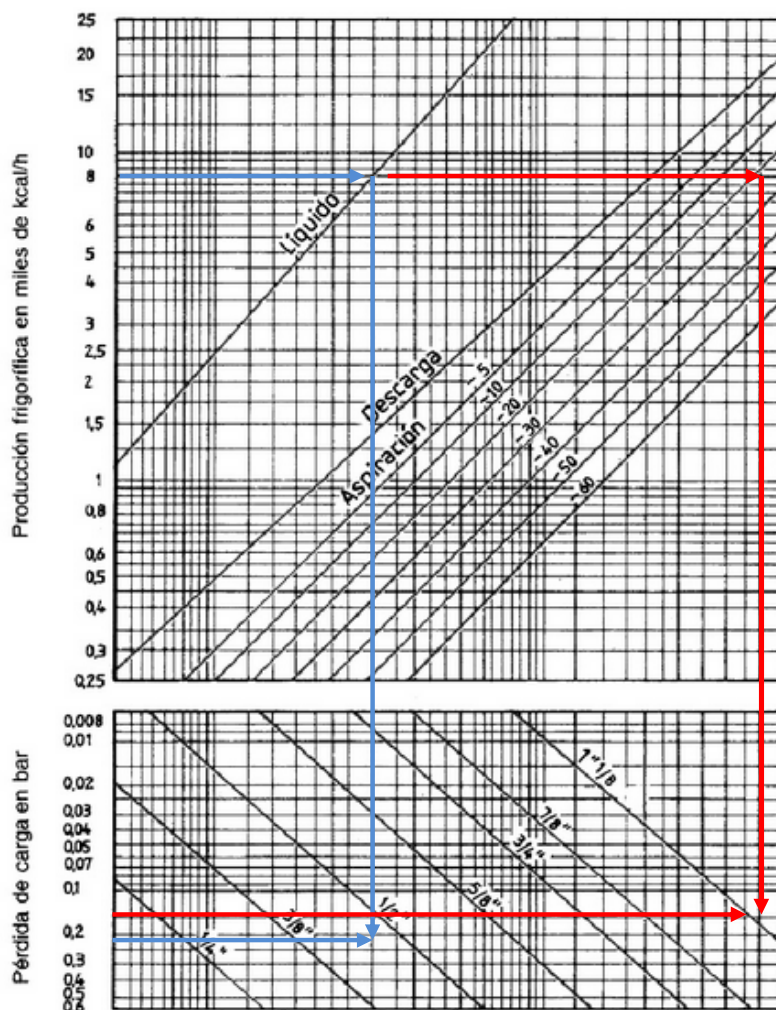


Gráfico 5: Ábaco para tuberías hasta 10m de longitud

9.6.1.- EXTENSION DE LAS TUBERIAS

Considerando los ciclos vistos anteriormente se procede a determinar la distancia entre los equipos a través de un plano isométrico* como puede verse en la siguiente página. Esto permite definir la extensión o longitud de cada tramo, quedando por determinar el tipo de material de las tuberías. Este se define en capítulos posteriores.

* Nota: se adjunta plano isométrico que incluye: longitudes en cada tramo y diámetros normalizados de las tuberías (Página sig.)

9.6.2.- TUBERIAS (información general)

Línea de aspiración: Conecta desde la salida del evaporador a la entrada del compresor de baja presión.

Línea de descarga: Conecta desde la salida del compresor de alta presión a la entrada del condensador.

Línea de líquido: desde la salida del condensador hasta la entrada del dispositivo de expansión.

En cada tramo se debe tener diferentes consideraciones pensando en los equipos presentes, por ejemplo; se debe proteger la válvula del posible ingreso de vapor que no ha podido ser condensado en su totalidad o la circulación de aceite a través de los equipos, entre otros. Existe en el mercado una serie de elementos destinados a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos. Estos elementos tales como intercambiadores de calor, acumuladores de líquido, aceite, y filtros son incorporados en beneficio del sistema.

Existe una serie de ventajas que presenta el cobre en formato de tuberías, que lo convierten en el material adecuado para este proyecto. Entre las cualidades principales consideradas, el hecho de que exista una línea especialmente diseñada para refrigeración y para el tipo de refrigerante es la principal para inclinarse por este material. [A-O]

Se utiliza cañerías de cobre tipo K por ser la que presenta una pared de mayor espesor brindando una mejor resistencia a impactos por elementos externos. También se considera, que en menores espesores, al ser uniones soldadas puedan presentar disminución en su espesor por exceso de temperatura durante la fusión y disminuir sus propiedades. De acuerdo a estos criterios se determina la utilización de cañería tipo K.

De tabla 27 se obtienen los diámetros normalizados y definitivos:

Tabla 27: Diámetros normalizados de tuberías comerciales

Tipo	Diámetro Nominal PULG	Diámetro Exterior PULG	Diámetro Exterior MM	Espesor Pared PULG	Espesor Pared MM	Peso Kg / m	Presión/Trabajo
K	¼	3/8	9,52	0.035	0.89	0.216	1595
K	3/8	½	12,70	0.049	1.24	0.4	1745
K	½	5/8	15,87	0.049	1.24	0.512	1375
K	5/8	¾	19,05	0.049	1.24	0.622	1135
K	¾	7/8	22,22	0.065	1.65	0.954	1315
K	1	1 1/8	28,57	0.065	1.65	1.249	1010
K	1 ¼	1 3/8	34,92	0.065	1.65	1.548	820
K	1 ½	1 5/8	41,27	0.072	1.83	2.024	765
K	2	2 1/8	53,97	0.083	2.11	3.066	665
K	2 ½	2 5/8	66,67	0.08	2.03	3.691	520
K	3	3 1/8	79,37	0.09	2.29	4.956	490
K	3 ½	3 5/8	92,07	0.1	2.54	6.384	470
K	4	4 1/8	104,7	0.134	3.4	9.688	555

Los diámetros normalizados son entregados en el plano isométrico capítulo (9.6.1)

9.7.- EQUIPOS SELECCIONADOS

Se señala a continuación un resumen de los equipos seleccionados:

COMPRESOR 1	<p>BITZER 4VCS-6.2 Y</p> <ul style="list-style-type: none"> -Potencia 5,28 kW -Capacidad frigorífica 9470 W -Conexión tubería aspiración: 1 1/8 " -Conexión tubería descarga: 7/8 " -Caudal Volumétrico: 34,7 m³/h -Numero de cilindro: 4 -Peso: 129 kg <p><i>Ver especificaciones en [A-P]</i></p>
COMPRESOR 2	<p>BITZER 4EC-6.2 Y</p> <ul style="list-style-type: none"> -Potencia: 5,81 kW -Capacidad frigorífica: 21250 W -Conexión tubería aspiración: 1 1/8 " -Conexión tubería descarga: 5/8 " -numero de cilindros: 4 -Caudal: 22,7 m³/h -peso: 86 kg <p><i>Ver especificaciones en [A-Q]</i></p>
EVAPORADORES	<p>Marca MIPAL - 2 equipos de 7,2 kW c/u Modelo MI = 078 5 ventiladores \varnothing 25cm Área: 38,47 m² Flujo: 1200 m³/h cada ventilador (1200x5) Proyección con rejilla rectificadora del flujo de aire: 12 m</p> <p><i>Ver especificaciones en [A-R]</i></p>
CONDENSADOR	<p>Condensador CD-70 2vent 400mm F.Cool</p> <ul style="list-style-type: none"> -Capacidad 20,5 kW -Área de enfriamiento: 70m² -Diámetro del Ventilador: 400mm -Flujo de aire: 12400 m³/h -Conexión entrada/salida: 22/16 mm <p><i>Ver especificaciones en [A-S]</i></p>
VÁLVULAS	<p>Tipo TU orificio 08 = 7,6 kW Tipo TC orificio 01 = 6.6 kW</p> <p><i>Ver especificaciones en [A-R]</i></p>

Capítulo 10: ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA

Buscando proteger los equipos ante cualquier eventualidad, se consideran una serie de elementos que cumplan con esta función.

A continuación se nombra y define algunos de estos elementos:

10.1.- TERMOSTATO: Permite controlar la temperatura del recinto y por ende de los productos. Este dispositivo se instala al interior de la cámara.

El termostato es un sensor y un emisor. Su forma de operar es la de todo o nada. El instante en que la planta frigorífica debe empezar a funcionar o pararse, viene determinado por este sensor. Parando o poniendo en marcha el motor del compresor, en función del nivel térmico.

El diferencial térmico es el intervalo entre la temperatura máxima y mínima permitida en el interior de la cámara. Para un correcto funcionamiento de la cámara, es imprescindible que dichos valores estén bien definidos.

Si el diferencial es muy pequeño, la planta funcionará durante intervalos cortos pero muy repetitivos, implicando un mayor desgaste del compresor. Si el diferencial es muy grande, la instalación funcionará durante largos ciclos y el interior de la cámara frigorífica padecerá una oscilación excesiva en su temperatura, factor perjudicial para el producto almacenado.

Cuando la temperatura es controlada mediante termostato o elemento similar, la elección del lugar donde instalar el sensor es de vital importancia. Se debe instalar en un lugar donde detecte una temperatura muy similar a la media de la cámara. Será colocado a media altura de la pared. Lejos de puertas y otras aperturas. También se debe evitar el contacto directo con la pared.

La siguiente imagen, (Fig. 8) ilustra la ubicación del termostato en la cámara junto a otros elementos de regulación.

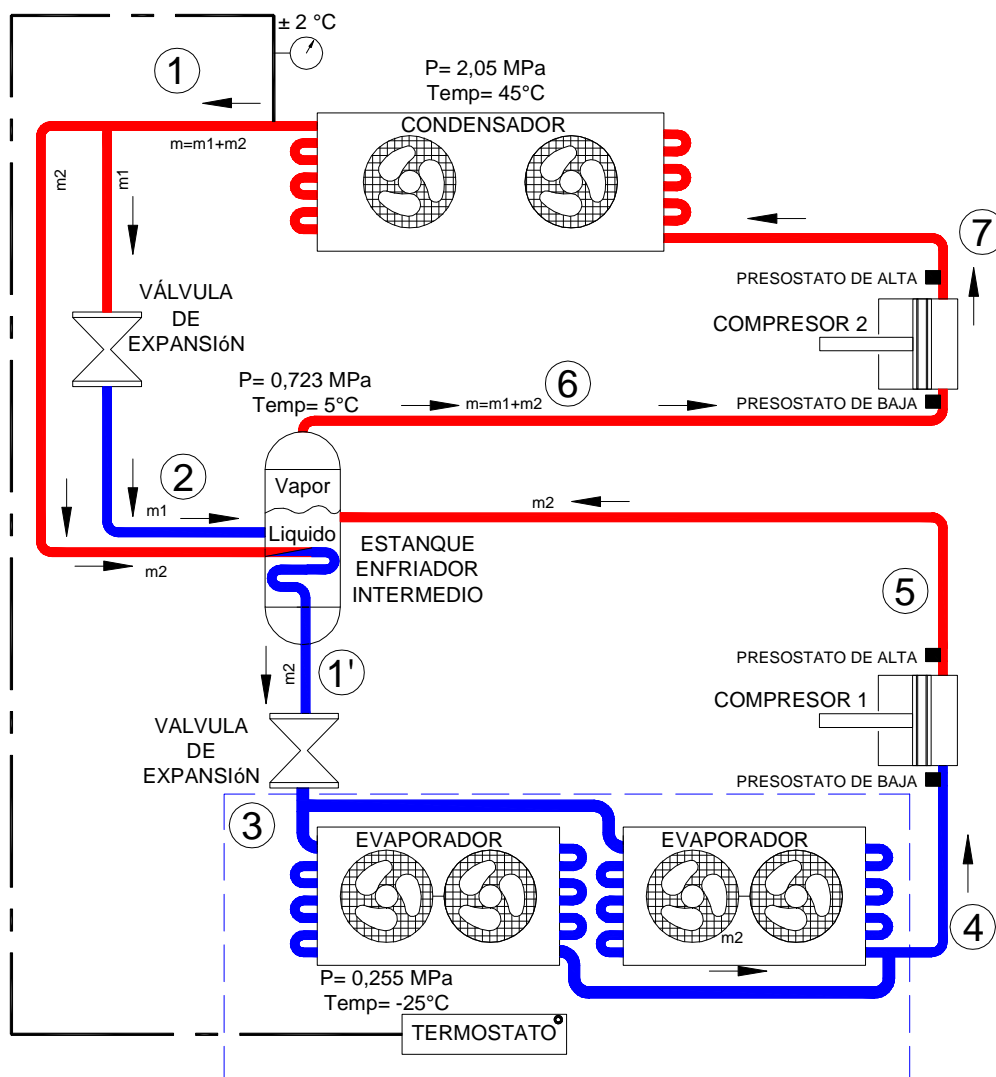


Figura 8: Ciclo de refrigeración definitivo incluyendo elementos de regulación.

10.2.- TERMOMETRO: Junto al sensor del termostato, se debe instalar un termómetro de lectura directa, para poder realizar las tareas de inspección y control. El presente diseño está pensado para lograr una temperatura interior de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. La normativa fija que la temperatura durante el almacenaje y transporte de productos congelados no sea superior a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta información se puede corroborar

fácilmente mirando el etiquetado de los productos congelados, que por indicación del servicio de salud debe encontrarse a esta temperatura.

10.3.- PRESOSTATO DE ALTA PRESION: Este elemento actúa cuando la presión de condensación es muy alta, protegiendo el sistema contra la sobrecarga o una posible rotura de las tuberías, parando el compresor. Se conecta en la línea de descarga, a la salida del compresor. La alta presión puede ser causada por:

- Enfriamiento defectuoso del condensador por mal funcionamiento de los ventiladores o por suciedad acumulada.
- Acumulación de refrigerante líquido en la parte baja del condensador, producido por una carga excesiva de refrigerante.

Los presostatos actuarán ante de situaciones de presión inusuales. Protegiendo el compresor junto con otros elementos que se debe incorporar al circuito.

10.4.- PRESOSTATO DE BAJA PRESION: Actuará cuando la presión en la línea de aspiración sea inferior al nivel establecido. Esta caída de presión puede causar una temperatura de evaporación muy baja, dañando los productos almacenados o la propia cámara.

El presostato de baja actúa abriendo el circuito del motor del compresor.

Las causas más frecuentes por las que puede actuar el presostato de baja son:

- El evaporador no está correctamente alimentado, debido a un mal funcionamiento de la válvula de expansión.
- La capacidad del compresor sobrepasa la del evaporador, debido a que los ventiladores están parados accidentalmente, o que existe una acumulación excesiva de hielo en el evaporador, o bien el dispositivo de control del compresor no funciona correctamente.
- La carga de refrigerante en el circuito es baja.
- Presencia de aceite en el evaporador.
- Mal funcionamiento del termostato.

La presión de trabajo del presostato deberá ser fijada por debajo de la presión de evaporación normal, pero siempre por encima de la presión que puede provocar la congelación o daños del producto por el frío.

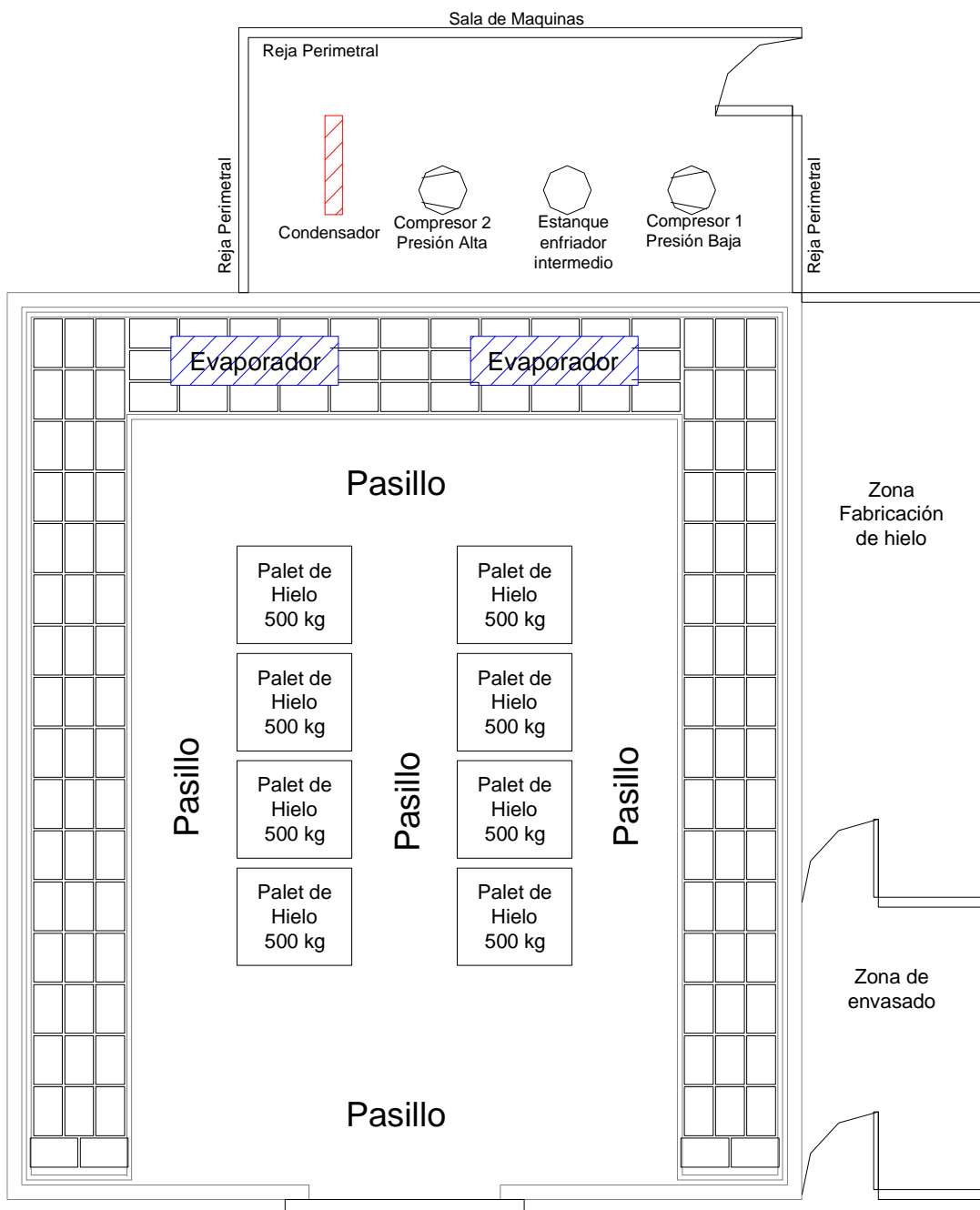
10.5.- FILTRO SECADOR: Este elemento se debe instalar en la línea de líquido. Su función será absorber las posibles humedades internas del circuito.

El vapor de agua es muy peligroso para el compresor, porque provoca la corrosión de sus partes metálicas.

También como consecuencia de la existencia de vapor de agua, puede congelarse el orificio de la válvula de expansión, provocando importantes problemas de funcionamiento.

10.6.- VISOR DE LÍQUIDO: Este dispositivo debe ser instalado en la línea de líquido, a la salida del filtro secador, para observar el flujo de refrigerante. Tiene por objetivo determinar si la carga de refrigerante es la adecuada. Cuando el refrigerante líquido fluye a través de la tubería, el visor se mantiene transparente. Si aparecen burbujas, estas indican la presencia de gas y como consecuencia, no fluye la cantidad de líquido adecuada. Determinados visores instalados en las tuberías de líquido incorporan una pastilla impregnada de una sal química y permiten la verificación del estado de sequedad del fluido para deducir, en consecuencia, la eficacia del filtro secador. El cambio de color es reversible y si el color verde que señala la sequedad del fluido cambia a amarillo significa que existe una cantidad anormal de agua en el fluido. Como consecuencia de este cambio de color, lo siguiente es cambiar el filtro deshidratador, y después volver a poner en marcha la instalación y comprobar que el color amarillo cambia a verde.

Capítulo 11: ASPECTO FINAL DE LA CAMARA INCLUIDA SALA DE MÁQUINAS



Nota: Según Norma los equipos en la sala de máquinas deben presentar un determinado espaciamiento. [A-U]

Capítulo 12: ESTIMACION DE COSTOS DEL PROYECTO

A causa de que no se determinaron todas las variables que intervienen en el proyecto, se presenta una evaluación gruesa de costos.

EQUIPOS Y MATERIALES	VALOR NETO
Compresor 1 BITZER 4VCS-6.2Y	\$ 1.355.066
Compresor 2 BITZER 4EC-6.2Y	\$ 891.936
Condensador CD-70 2vent 400 mm F.Cool	\$ 320000
Motoventilador YWF 400 MM 220V condensador (por separado)	\$ 61400 x 2 = 122.800
Evaporadores x 2 (incluido los ventiladores)	\$ 295.000
Instalación eléctrica	\$ 1.980.000
Válvulas	\$ 134.700
Aislación de cañería (lana mineral) x 4m	\$ 24.000
Cañerías de cobre total calculado (según cotización empresa DIMACO)	\$ 148.118
Accesorios de líneas (codos, Tee, expansión-reducción)	\$ 23.628
Instalación líneas y equipos (mano de obra)	\$ 800.000
Paneles incluido costos de la puerta (Valor total calculado empresa Cintac)	\$ 5.603.722
Instalación de los paneles (mano de obra)	\$ 2.100.000
Traslado paneles desde Santiago (flete)	\$ 200.000
Iluminación (Ampolletas no se incluye instalación eléctrica)	\$ 147.500
Valor estimativo según contratistas para la construcción del suelo incluida la aislación.	\$ 3.200.000
Estantería	\$ 1.200.000
VALOR NETO	\$ 18.546.270.-
IMPUESTO (19%)	\$ 3.523.791.-
TOTAL	\$ 22.070.061.-

Nota: Se entrega las cotizaciones de los equipos principales, como una forma de respaldar la información. [A-V]

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

A través del estudio de mercado se logra determinar las dimensiones de la cámara, las que permiten llegar a un volumen interior de 288 m³. En definitiva este valor representa la base para el cálculo realizado posteriormente.

Las necesidades frigoríficas de la cámara, se obtienen esencialmente a partir del flujo que se procesa diariamente considerando una masa de 1620 kg de hortalizas, 1700 kg de fruta y 1800 kg de hielo.

El desarrollo de este seminario permite dimensionar una cámara de frío, para conservar hielo, hortalizas y frutas congeladas.

La cámara está compuesta por los siguientes equipos seleccionados:

Compresor 1	BITZER 4VCS-6.2 Y 5,28 kW
Compresor 2	BITZER 4EC-6.2 Y 5,81 kW
Condensador	CD - 70 2 vent 400mm marca F.cool-capacidad 20,5 kW
Evaporador	MI 078 marca MIPAL 7,2 kW. (2 unidades)

Con respecto al arranque y parada de los compresores o del sistema en sí, se fija el termostato con una diferencia de temperatura de 2°C, esto quiere decir que al llegar la temperatura a -22°C se detendrá el sistema y cuando en el interior de la cámara se registren -18°C el sistema dará arranque. Si el termostato fuera fijado con mayor diferencia de temperatura podrían dañarse irreversiblemente los alimentos producto de la re cristalización del líquido presente en ellos.

Cabe señalar que este proyecto no presenta información referente a la parte eléctrica, pero si contempla los costos involucrados a la alimentación de los equipos principales. De ser concretado deberá recibir apoyo en el área eléctrica y civil.

A modo de comentario se puede decir que ha sido resguardada gran parte de la información obtenida durante el estudio de mercado debido a la confidencialidad que los emisores de ésta, han pedido, por lo cual se entrega más bien información general, que permite comparar los agentes involucrados.

Sin lugar a duda existe un punto de inflexión con el comienzo de este seminario, y que impacta fuertemente en nuestra formación como estudiantes. El enfrentarse a la literatura e interpretar la información que allí se expone permite desarrollar una habilidad impagable que se extiende a todos los ámbitos de la vida, considerando que se realizó una amplia investigación desde el punto de vista de los alimentos, temas de mercado y aspectos técnicos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Principios de Refrigeración
ROY J. DOSSAT (segunda edición)
- [2] Principios y sistemas de Refrigeración
EDWARD G. PITA
- [3] Manual de refrigeración y aire acondicionado
AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE
- [4] Nueva enciclopedia de la climatización
“REFRIGERACION”
- [5] Frío y Calor (www.frioycalor.cl)
Revista digital chilena
- [6] www.metalex.com
- [7] www.danfoss.com
- [8] MANUAL DE REFRIGERACION (Juan Manuel Franco Lijó)
Edición español año 2006
- [9] TRATADO PRACTICO DE REFRIGERACION AUTOMATICA
José Alarcón Creus (edición 12 año 2005)
- [10] www.eltiempo24.es
- [11] INGENIERÍA DEL FRÍO: TEORÍA Y PRÁCTICA- María Teresa Sánchez y Pineda
de las Infantas

INFORMACION ANEXA

[A-A] ESTUDIO DE MERCADO

La Octava Región presenta una creciente demanda de recintos refrigerados, que permitan mantener la cadena de frío en una serie de productos. El aumento del comercio alimenticio relacionado a restaurantes, centros de eventos, casinos entre otros, ha exigido aumentar el stock de productos de quienes son proveedores de éstos. Curiosamente, posterior al terremoto que afectó a la región el año 2010 la población comenzó a visitar con mayor frecuencia lugares de recreación y esparcimiento, por la necesidad de querer disfrutar más la vida, de igual manera aumento la cantidad de restaurantes y discoteques. En general las cifras mostradas a nivel de gobierno dan cuenta que el consumo de la población en región y el país aumentó en gran medida debido a una serie de factores.

Para definir el universo de productos que requieran mantener la cadena de frío, y dentro de estos sub agrupar los principales, es decir los que podría generar un negocio rentable, se realiza un estudio de mercado que muestra el espectro real de: los productos más requeridos, potenciales clientes y la logística para su distribución.

Mercado regional acotado a las siguientes localidades
Talcahuano
San Pedro de la Paz
Concepción
Penco
Tomé
Chiguayante

Número de potenciales consumidores por ciudad:

	Talcahuano	San Pedro de la paz	Concepción	Penco	Tome	Chiguayante
Supermercados	8	7	19	7	10	9
Casinos	7	4	10	6	8	8
Restaurantes	43	9	44	7	8	10
Cafeterías	14	4	28	3	2	5
Pubs	11	7	25	5	7	1
Discoteques	1	2	6	3	3	1
Carnicerías	10	8	21	5	10	8
Rotiserías	42	37	63	26	30	37
Botillerías	7	6	11	3	6	9

Productos refrigerados requeridos por estas empresas
Carnes, Hortalizas, Verduras
Fruta (frutilla, frambuesa, arándano, entre otras)
Variedad de productos del mar
Jugos, Helado, Hielo (cubo, escamas, frappe, gourmet)
Lácteos, Masas (pizza, empanadas, etc.)

Grupos de productos a) congelados y b) no congelados

grupo a) congelados	grupo b) no congelados
Hielo en 4 formatos(cubo, frappe, escamas, gourmet)	Cecinas
Helado	Queso
Hortalizas Premium(Primera calidad)	Quesillo
Acelga	Yogurt
Brócoli	Jugos
Primavera Verdura	Carne
Porotos verdes	Verduras
Frutillas	Champiñones
Frambuesas	
Arándanos	
Empanadas en todos sus formatos	
Papas en todos sus formatos	

Todos estos datos se canalizan en lo que los expertos llaman nicho de mercado, es decir se segmenta toda la información desde diferentes puntos de vista y se organiza el trabajo desde este nuevo universo de clientes en la búsqueda del producto que

presente mayor demanda y se ajuste a las condiciones de diseño de la cámara. Es decir se construye una cámara de ciertas dimensiones que a nivel comercial permita un volumen considerable de almacenamiento.

Por otro lado la distribución de los productos se reparte en una cierta cantidad de empresas que en la región son, en su mayoría, pequeños distribuidores. Este estudio debe cumplir el objetivo de obtener información que permita comparar precios de venta, ajustar costos de producción o transporte y dar valor agregado para una rápida captación de clientes.

Sin duda el mercado penquista no presenta inconvenientes con respecto al poder adquisitivo con el que cuenta la población, los precios establecidos entre los competidores podrían ser mejorados pero siempre y cuando la evaluación y capacidad lo permitan. Es por esta razón que se considera manejar volúmenes mayores pero estos no pueden definirse sin antes conocer el terreno donde se piensa trabajar.

I Etapa

En primer lugar se debe no sólo impactar en el mercado con un producto de menor costo y similares características si no que se debe ser atractivo para los potenciales clientes. Es decir se puede ofrecer un mejor trato, agilizar los despachos, ser más eficientes que la competencia y quizás los productos tengan el mismo precio que otros, pero una serie de valores agregados permitirán una mayor y mejor captación de clientes. Pensando en estos valores agregados se desarrolla un listado de características que serán incorporadas al proyecto, buscando diferenciarlo y hacerlo único.

Estrategia:
Mantener contacto fluido y cercano mediante calendarios de visitas
Producto en perfectas condiciones manteniendo la cadena de frío
Incorporación de recetas e información de actualidad en embases y cajas
Incorporar promociones periódicamente, mantener constante actividad y vigencia
Desarrollo profesional de los trabajadores, impactando en su familia y entorno
Adaptarse mediante turnos a los horarios de los clientes
Dar vida a líneas de productos que permitan ser una alternativa de obsequios, dando importancia a sus complementos nutritivos.

II Etapa

Es necesario definir muy bien a que sección del mercado se quiere impactar, no se pretende proveer a todas las ciudades antes nombradas con todos sus supermercados y restaurantes, ya que sería una meta muy ambiciosa pero si se podría considerar a largo plazo. Por esta razón, en esta etapa se define, que se pretende abarcar, dejando siempre la posibilidad de que en el mediano y largo plazo se pudiera ampliar el horizonte de clientes.

Se efectúan visitas y llamados a un puñado de empresas lo más distribuidas posible, es decir a los principales supermercados, restaurantes, pubs, discoteques, carnicerías entre otros. Realizando el siguiente cuestionario:

-¿Que tipos de productos congelados demanda su empresa?

-¿Su actual proveedor de productos congelados cumple las expectativas de su empresa o negocio?

De no ser así: ¿cuáles son las falencias que usted detecta?

-¿bajo qué condiciones estarían dispuestos a cambiar de proveedor?

-¿Qué cambios realizaría usted a los productos congelados que actualmente consume?

-¿Cuáles son las marcas más conocidas de productos congelados que usted conoce y porque vía se enteró de su existencia?

-comentarios generales

III Etapa

Plan de acción

No existe ninguna evaluación de proyecto que asegure el éxito de éste, pero sin duda que los resultados futuros se pueden controlar de alguna manera, tomando ciertos resguardos y siendo lo más detallistas posibles. Como el mercado no es estático y siempre se mueve dependiendo del rubro, la estación etc. se debe estar dispuesto, a veces, a cambiar el plan de proyecto sobre la marcha y amoldarlo de acuerdo a las circunstancias.

En cuanto al clima, la VIII Región presenta estaciones muy marcadas, con mucho frío, lluvias intensas, viento y elevadas temperaturas durante distintas épocas del año. Los productos congelados que se comercializarán tienen mayor demanda en temporada primavera/verano por lo tanto se debe tomar una serie de medidas para que las otras temporadas no se transformen en periodos de crisis.

Entre estas medidas se consideran sólo algunas a modo de ejemplo:

- Las finanzas deberán ser controladas y se creará un fondo de emergencia.
- Cada nueva inversión deberá llevar consigo un estudio de costo y una proyección del mercado por los próximos 12 meses.
- Se procurara invertir en los meses de otoño-invierno puesto que la demanda es menor y se podrá realizar con mayor dedicación y a su vez dado que los ingresos de estos meses son menores se tendrá mayor control de los gastos.
- Cada 3 meses un equipo experto formado por vendedores y administrativos, renovará la base de datos e incluirá potenciales clientes a los cuales se les hará un seguimiento de los flujos de consumo, se les presentará propuestas de trabajo y posibles promociones.
- Paralelo a todo el funcionamiento de la planta se trabajará en proyectos que permitan incorporar nuevos productos, sumar sucursales e incluir asociados para aumentar ciertas áreas de producción.

IV Etapa

Recopilación de datos

Las entrevistas realizadas entregan muy buena información la que se ha resumido en una nota presentada en las siguientes líneas, indicando conclusiones en cada punto que se consideró relevante.

Nota (conclusión): La demanda de productos congelados presenta un alza en la región. Los últimos consumidores del producto son muy variados: desde grandes casinos o restaurantes hasta particulares para consumo familiar. Se busca, a través de las respuestas entregadas por los consumidores, detectar cuál es la tendencia que presentan sus respuestas en busca de necesidades actuales de los consumidores. Uno de los problemas que se repiten con mayor frecuencia es la reposición tardía de los productos ya sea por que el encargado del restaurante o casino, que debe realizar el pedido, no consideró que era fin de mes y el aumento de visitantes aumenta 3 veces más que un fin de semana normal, o simplemente porque el distribuidor cuenta sólo con un par de transportes y en ese momento éstos no se encontraban en la ciudad.

Algunos consumidores consideran que como su demanda se triplica durante los meses de mayor calor deberían ajustarse los precios. Este punto es muy delicado y consideramos que a este grupo de clientes se debe dedicar un tiempo para discutir el tema y llegar a algún acuerdo. Podríamos decir que si aumenta el consumo de parte de ellos es porque sus ventas aumentan lo que es un beneficio para ambos. Pero no en todos los casos es así y se podría trabajar alguna alternativa que permita bajar nuestros costos en el producto que le entregamos lo que nos permitirá ajustar el precio.

Existe también un alto porcentaje de los clientes, por no decir la mayoría, que afirma que al recibir una mejor oferta cambiarían al proveedor no importando en algunos casos la calidad del producto.

Otros consideran que el proveedor debe estar siempre a su disposición y ajustarse a sus necesidades de capacidad, de tiempo, y a la vez ser comprensivo ante cualquier eventualidad. Se habla de casos puntuales, pero son eventos que de saber abordarlos permitirá mantener a los clientes cautivos y muy conformes.

Todos estos puntos de conversación y de adaptación al mercado darán un carácter y una imagen frente a los clientes que permitirá crear barreras frente a la competencia. No está demás decir que esto no lo es todo, pero sí decir que son detalles importantes a la hora de sumar virtudes a la empresa.

V Etapa

Como una etapa fundamental dentro del estudio, se programa una entrevista con autoridades regionales de la salud.

En esta nota se resume las conclusiones con respecto a este tema.

Nota (conclusión): En la SEREMI de salud, se indicaron los puntos que ellos evalúan al momento de una fiscalización.

En primer lugar el entorno donde se sitúa la cámara debe presentar buenas condiciones sanitarias, es decir, preferentemente pisos lavables, con espacio suficiente para un transitar cómodo con los productos, entre otros detalles menores. Ahora bien respecto a la cámara de frío se indica que obligatoriamente debe presentar superficies interiores lavables, terminaciones y accesorios de acero inoxidable y por ningún motivo permitir el almacenamiento de distintos productos en un mismo recinto a no ser que estos estén sellados al vacío y no puedan mezclarse los olores. En ese sentido los fiscalizadores son muy rigurosos y cualquier requisito no cumplido se traduce en la no autorización para la apertura.

También se da a conocer que en concepción existían solo 3 frigoríficos autorizados, pero solo uno aprueba el reglamento a cabalidad. Este frigorífico se encuentra ubicado en el sector Chillancito de Barrio Norte, el cual es visitado.

En la visita no se logra información directa del dueño o personal administrativo pero si recopilar información entrevistando a personal de transporte que prestan servicios a las personas quienes arriendan espacio dentro del frigorífico. Uno de los despachadores quien cuenta con 3 años dentro de la planta nos entregó en detalle la variedad de productos y precios de venta de estos.

El frigorífico tiene el nombre de SANTA SOFIA y cuenta con 2 cámaras destinadas para distintos productos.

Cámara 1 trabaja a una temperatura de 5°C

Cámara 2 trabaja a una temperatura de -20°C

Principalmente los productos que allí se mantienen son hielo en cubos, cajas de carnes y variedad de fruta.

Los detalles son los siguientes:

1 caja de carne contiene 20 kg

La distribución dentro de la cámara se realiza utilizando pallets, cada uno de estos se carga con 50 cajas, es decir 1000 kg por pallet.



(Imagen de ejemplo, no representa las cantidades antes mencionadas)

1 saco de hielo contiene 25 kg

De la misma forma en que se distribuye la carne en las cámaras se hace con el hielo. Se destina un pallet para 20 sacos.



(Imagen de un frigorífico para hielo en cubos, Madrid-España)

Como información adicional, nos indican que el dueño del frigorífico SANTA SOFIA, arrienda el espacio, y los dueños de las marcas y todo el negocio de distribuir productos, son sus arrendatarios.

Por nombrar algunos despachos que estas empresas realizan tenemos:

Carne:

Casino el Golfo: 10 cajas de carne (semanal)

Casino ASMAR: 40 cajas de carne (semanal)

Un supermercado promedio: 20 cajas de carne (semanal)

Hielo:

Se atiende aproximadamente 10 clientes por día y en promedio cada cliente solicita 5 sacos, es decir, 125 kg por cliente. Al día siguiente se cubren 10 clientes distintos a los del día anterior y el ciclo se repite con intervalos de 7 días por cada cliente.

1 kg de hielo en cubos tiene un valor aproximado de \$260 pesos valor que incluye el impuesto. Por lo tanto si consideramos que estos valores son un promedio y que en temporada alta se pueden fácilmente doblar, el negocio sobrepasa los 10 millones en ventas por lo menos 6 meses al año. Considerando los costos que son; luz, agua, bolsas, combustible y mano de obra, se está frente a un potencial emprendimiento que podría ser abordado pensando en que existen muchos lugares que no están siendo atendidos por este y otros proveedores.

VI Conclusiones finales:

Los productos escogidos para el proyecto son:

- a) Hielo en cubos: debido a su alta demanda en la región, bajo costo de producción y bajo requerimiento de obra de mano para el proceso de producción.
- b) Hortalizas y Fruta: Maíz, Espárragos, Porotos verdes, Arvejas, Habas, Arándanos, Frutilla, Frambuesas, entre otros.

Detalle:

Diseñar una cámara de frío que cumpla con los requerimientos de mantención y volumen para estos dos tipos de productos.

La cámara deberá trabajar a una temperatura promedio de -20°C y debe contar con el volumen necesario para almacenar las cantidades que se describen a continuación.

- a) Para abastecer de hielo en cubos al mercado regional se debe tener la capacidad de almacenar 4000 kg los cuales serán distribuidos sobre pallets de madera, cada pallet tiene capacidad para 20 sacos.



Existen en el mercado una variedad de pallet. En este trabajo se utiliza uno estándar con las siguientes características:

Medidas: 1000 x 1200 mm

Peso: Aproximadamente 18 kg.

Carga estática: 1000 kg.

Entradas transpaleta: 4 entradas.

Para química / almacenamiento / distribución

Los sacos de hielo no son más que bolsas tipo camiseta de 70cm x100cm.

Se distribuyen sobre el pallet en filas de 4 sacos x 5 hacia arriba, alcanzando una altura por pallet de 110cm aprox.

Por lo tanto cada pallet cargado de hielo tiene un volumen de: 1,32m³

Volumen = 1 x 1,2 x 1,1 = 1,32m³

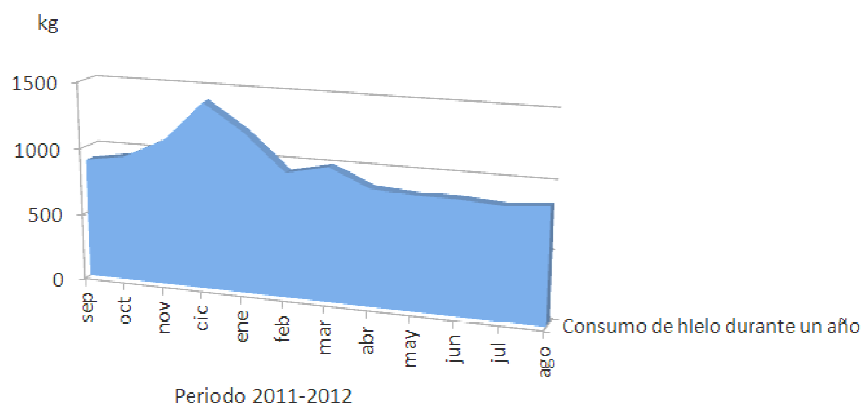
Este valor se deberá multiplicar por 8 y se obtendrá el volumen total requerido para este producto.

Se considera la existencia de maquinas fabricadoras de hielo en el recinto contiguo a la cámara de frío, junto con toda la implementación necesaria para el envasado y sellado de las bolsas.

Uno de los principales consumidores de hielo en concepción son los grandes restaurantes. A continuación se grafica el consumo de hielo durante 1 año del restaurante DON QUIJOTE ubicado en pleno centro penquista.

Gráfico realizado según datos entregados por el cliente.

Kilogramos de Hielo v/s meses del año



(Consumo de hielo restaurante DON QUIJOTE)

Sin duda el aumento de la temperatura en temporada primavera/verano, aumenta notablemente el consumo de este producto.

b) A diferencia del hielo que será fabricado en las dependencias objeto de este proyecto, se dispone de hortalizas y frutas provenientes del campo, listas para su distribución. Es decir solo serán almacenadas y se organizara su despacho. El volumen total dentro de la cámara que se dispondrá para este producto es de 40 m³ ya que el total de cajas almacenadas será de 1064 organizadas como se muestra en la vista en planta de la cámara (figura 2;desarrollo seminario)

La decisión por este tipo de producto, se hace considerando los costos de venta en que las empresas chilenas y extranjeras compran frutos a los agricultores.

Dentro de la investigación se recopila entrevistas con agricultores y se tuvo acceso a algunos contratos de empresas extranjeras.

Un agricultor dueño de un predio en Linares que cultiva arándanos, frutillas y frambuesas.

Señala una serie de precios con los que comercializa sus productos.

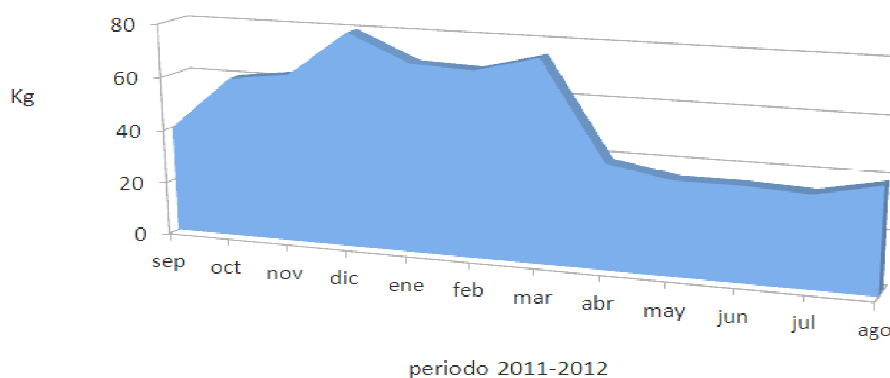
Valores promedio de arándanos (valor x kg)	
Por entregas durante el mes de octubre 2011	US\$ 3,00
Por entregas entre el 16 y el 30 de Noviembre de 2011	US\$ 2,00
Por entregas durante el mes de Diciembre de 2011	US\$1,50
Por entregas durante el mes de enero de 2012	US\$ 1,50
Por entregas entre el 01 y el 15 de febrero de 2012	US\$2,00
Por entregas entre el 16 y 28 de febrero de 2012	US\$ 2,50
Por entregas durante el mes de marzo y abril de 2012	US\$ 3,00

Estos valores más el costo de envasado y transporte define el precio de compra. El trabajo consiste en la recepción de cajas con los productos, cuyas dimensiones son 50x30x25 cm, organizarlo en la cámara de frío y posteriormente la venta y distribución.

Se repite la misma operación para las hortalizas y el resto de la fruta.

El consumo penquista será quien determinará los volúmenes. A modo de ejemplo, se grafica la información obtenida de uno de los principales restaurantes de concepción. Al igual que para el hielo en este caso para las hortalizas y frutas hemos recurrido a la información entregada por uno de los más grandes restaurantes penquistas ubicado a un costado de la Plaza de la Independencia en el centro de Concepción. Consumo anual detallado mes a mes de los kilogramos de Hortalizas y Frutas consumidos por restaurante "DON QUIJOTE".

kilogramos v/s año promedio



(Consumo de hortalizas y frutas restaurante DON QUIJOTE)

Se debe considerar los periodos de mayor consumo en el año para determinar el volumen de almacenaje, tomando en cuenta el espacio extra para trabajar holgadamente.

[A-B] Normas interior de la cámara

Ley N° 16.744

Artículo 68

DECRETO SUPREMO N° 594 (Chile)

APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y
AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO

Artículo 7. Los pisos de los lugares de trabajo, así como los pasillos de tránsito, se mantendrán libres de todo obstáculo que impida un fácil y seguro desplazamiento de los trabajadores, tanto en las tareas normales como en situaciones de emergencia.

Artículo 8. Los pasillos de circulación serán lo suficientemente amplios de modo que permitan el movimiento seguro del personal, tanto en sus desplazamientos habituales como para el movimiento de material, sin exponerlos a accidentes.

Así también, los espacios entre máquinas por donde circulen personas no deberán ser inferiores a 1,5 m

Los pasillos de circulación tienen un ancho entre 1,1 m a 1,5 m. Según D.S. N° 47 Art. 4.2.18 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), D.S.N°594 Art. 8 de 1999 del Ministerio de salud

[A-C] Panel Aislante Muros y Cielo

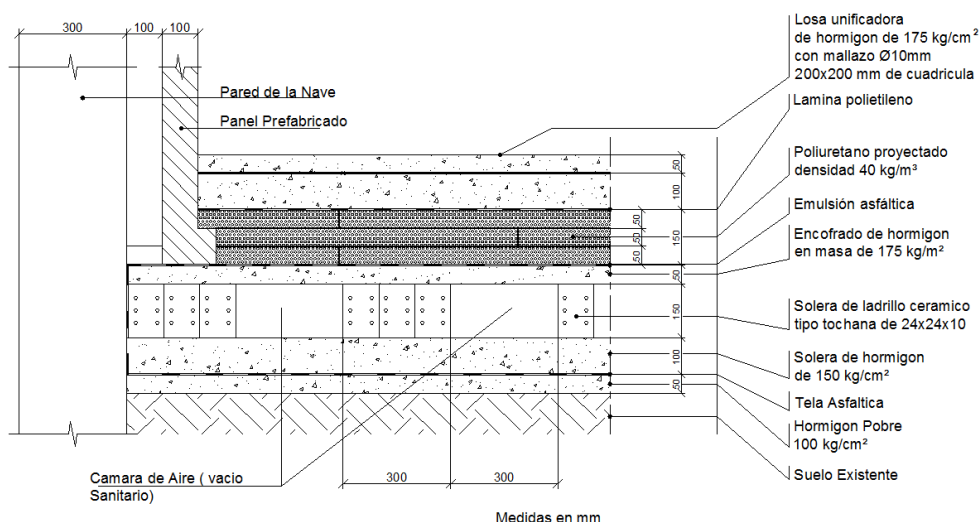
Panel continuo constituido por dos láminas de acero, con núcleo aislante de poliuretano (PUR) o polisocianurato (PIR) de alta densidad 38 a 40 kg/m³ (con tolerancia ± 2), por lo que se obtiene una solución de revestimiento o cielo aislado en un solo producto, ideal para proyectos que necesitan de un ambiente con temperatura controlada. El compromiso estructural entre el poliuretano rígido y las láminas de acero, le confiere alta resistencia mecánica y aislación térmica en una solución de bajo peso.

[A-D] Detalle de suelo

La construcción del vacío sanitario requiere los trabajos que se exponen a continuación:

En primer lugar se rebaja el suelo hasta una profundidad suficiente que permita la formación del vacío sanitario y la colocación aislante

Sobre el fondo del citado rebaje se echa una solera de hormigón sobre la que se colocarán unas hileras de ladrillos huecos. Los espacios vacios entre las hileras de ladrillos constituyen los canales para la circulación de aire.



Sobre las hileras de ladrillos se extiende una capa de hormigón en masa.

Finalmente, sobre dicho encofrado ya puede colocarse el aislamiento y la losa unificadora o de reparto, de la siguiente manera:

Sobre el encofrado se coloca una capa de emulsión asfáltica para evitar el paso de vapor de agua; a continuación se coloca el aislante, por ejemplo poliuretano proyectado de densidad 30 kg/m^3 , luego, otra capa de emulsión asfáltica como pantalla anti vapor, y por último, la losa unificadora hecha de hormigón. Esta última depende de la superficie del suelo, de la carga y de las sobrecargas dinámicas que pueden derivarse de la circulación de yales u otras maquinarias.

Las entradas de aire se realizan a través de arquetas de ventilación, con sumidero para evacuar aguas que pudieren entrar. Para comunicar la entrada y la salida del vacío sanitario con el aire exterior se emplean tuberías cilíndricas de hormigón. Cuando el vacío sanitario tenga salida al exterior de la cámara, es suficiente prever un pequeño desnivel de los orificios de entrada y salida que aseguren la circulación de aire necesaria para evacuar las frigorías que atravesasen el aislante.

Finalmente, se da una ligera pendiente de 1 cm/m ($\approx 1\%$) al suelo de la cámara para que, en el caso de la limpieza o aparición de agua, desemboque en los desagües dispuestos justo a la salida de la cámara.

[A-E] PUERTA

Puerta Tipo Corredera 303 -30°C para Cámara Frigorífica

Tipo CMMT: Sanitaria, corredera manual, 1 hoja, baja temperatura.

Hoja: Núcleo de Poliuretano inyectado en un solo bloque de 40 kg/m^3 , espesor 120mm , estructurada interiormente con bastidor de Zinc-Alum y Placas de Fe galvanizado de 5 mm. , para la sujeción del herraje revestida en acero prepintado blanco, espesor $0,5\text{mm}$, incluye portaburletes de aluminio anodizado mate de $1,5 \text{ mm}$ de espesor.

Marco: De aluminio anodizado mate, en perfil de $50 \times 140 \times 2,5 \text{ mm}$, inyectado en poliuretano.

Herraje: Modelo Danmatic 1800CF, todo en aluminio anodizado mate (Riel, guía de riel, porta-burletes, ángulo de deslizamiento inferior, cuña y guía inferior). Acero inoxidable macizo (Manilla exterior, manilla interior soportes de rueda, eje de rueda y rodamiento) poliamida (Ruedas) y silicona (Burletes).

Considerando W =ancho ; H =alto, Las dimensiones máximas son:

- $W=2,50m$; $H=3,00m$,estas medidas son para una puerta con sistema monoblock (hoja en un solo cuerpo)

- $W=3,50m$; $H=5,00m$,estas medidas son para una puerta con sistema de ensamblaje (hoja en más de un cuerpo).

[A-F] Iluminación

El rendimiento de la iluminación LED aumenta considerablemente en bajas temperaturas, ya que la tecnología funciona mejor y más tiempo en ambientes fríos. Las tecnologías tradicionales generan más calor que las luminarias LED lo que obliga a los sistemas de refrigeración a evacuar una mayor cantidad de calor. Por otra parte las bajas temperaturas reducen la eficiencia de los métodos tradicionales de iluminación, como es el caso de los tubos fluorescentes por esto deben absorber más energía de la establecida.

Ahorro de energía: en aplicaciones de congelación, los ahorros son mayores ya que, no solamente se consigue ahorro por menor consumo de las luminarias (más del 76% de ahorro) sino que consigue el ahorro en la menor carga térmica que necesita evacuar el sistema.

Calidad de la luz: la calidad cromática es excelente en las distintas tonalidades de blanco del LED de forma que permite apreciar sin distorsiones los colores en el interior de la cámara.

Rapidez de arranque: mientras que las iluminarias LED ofrecen un arranque instantáneo a su plena intensidad, la iluminación tradicional presenta tiempos de calentamiento, parpadeos etc. especialmente en ambientes muy fríos.

Lo único que necesita la iluminación LED para funcionar de forma óptima es refrigeración, y este no suele ser precisamente el problema en las zonas con bajas temperaturas o temperaturas bajo cero. El modelo escogido para nuestro diseño está equipado con 48 LED de 1,2 W. Al limitar la corriente, los LED mantienen su elevada eficiencia y disfrutan de una vida útil de aproximadamente 50.000 horas. La luminaria tiene un consumo energético de 64 W y produce un flujo luminoso de 4300 lúmenes. Los LED no necesitan calentamiento, por lo que el flujo luminoso se encuentra disponible inmediatamente después del encendido, algo que no ocurre con los tubos fluorescentes a bajas temperaturas.

[A-G] CORTINAS

Las cortinas de lamas son una excelente y económica solución para reducir las pérdidas de energía en recintos refrigerados con alto nivel de tránsito peatonal o de cargas manuales y motorizadas, así como también ayudan a reducir el ingreso de insectos. La excelencia de los materiales utilizados en su confección y de los accesorios de fijación, (todos en acero inoxidable y aluminio) garantizan la transparencia, flexibilidad y largo tiempo de vida útil independiente del nivel de tráfico.

PROPIEDADES	Unidad	Estándar	Coloreado	Con Nervadas	Gran Frio	Gran Frio Coloreado	Super Gran Frio	Antiestático	Contra Incendios	Super UV resistente	85 Sh.A	Soldadura	Screenflex (Soldadura)
		STD	STC	REI	POL	POC	SPO	AST	FRE	SUV	85S	UVT	SCR
Dureza Sh A	Sh A	80	80	80	65	85	62	80	80	80	85	80	80
Resistencia al desgarro	N/mm	50	50	80	28	28	25	50	85	50	65	55	55
Tensión de rotura	N/mm ²	16	16	16	12	12	10	16	20	16	20	18	18
Alargamiento de rotura	%	340	340	340	390	390	420	340	280	340	280	300	300
Alargamiento tras la rotura	%	68	68	60	76	76	80	68	60	68	60	62	62
Conductividad térmica	W/m.K	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Temp. de rotura al frío	°C	-35	-35	-35	-40	-40	-65	-35	-20	-35	-20	-25	-25
Temp. de uso	°C	-15/+50	-15/+50	-15/+50	-25/+30	-25/+30	-80/+15	-15/+50	0/+50	-15/+50	0/+50	-15/+50	-15/+50
Temp. de reblandecimiento (Vicat)	°C	50	50	50	48	48	46	50	50	50	50	50	50
Capacidad térmica	kJ/kg.K	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Atenuación acústica	dB	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35	>35
Resistencia al fuego	Grade	Grp4 B2	Grp4 B2	Grp4 B2	-	-	-	Grp4 B2	M2 Grp 3	Grp4 B2	Grp4 B2	Grp4 B2	EN 1598
Transmisión de la luz	%	85	0 to 80	85	85	0 to 80	85	85	85	80	85	≤ 13	≤ 13
Filtración UV/IR	Filtre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Alta	EN 1598
Resistencia a los rayos UV	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Alta	SI	Alta	Alta
Aceptación de carga	Sparks	SI	SI	SI	SI	SI	SI	No	SI	SI	SI	SI	SI
Resistividad superficial	10 ¹² Ω/□	40	40	40	40	40	40	2	40	40	40	40	40
Absorción de agua	%	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	1 to 1,6	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Densidad	g/cm ³	1,22	1,22	1,23	1,16	1,18	1,18	1,22	1,33	1,22	1,22	1,22	1,22

[Anexo H] Normas iluminación

Los pasillos de tránsito tienen una iluminación de 150 lux.

Ley N°16.744 Art.68,D.S.8

Consideraciones importantes:

Las principales unidades de medida de luz son el Lumen y Lux.

Lumen Mide la salida de luz de una lámpara.

Lux Mide la intensidad de luz que cae en una superficie. Un Lux equivale a un lumen por metro cuadrado. Para calcular el nivel de Lux en una superficie necesitamos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Dimensiones de la sala
- Altura creciente de la luminaria
- Altura del plano de trabajo (escritorio, plano de trabajo o suelo)
- Reflejos del techo, paredes y suelo
- Cuánta suciedad tendrán las superficies de la sala y la luminaria después de varios años
- Datos fotométricos en los accesorios que utilizaremos
- Salida inicial de lumen de cada lámpara x el número de lámparas
- Cuál será la salida de lumen de la lámpara en varios años

Estos parámetros normalmente se procesan en un programa de ordenador que nos dirá cuántos accesorios se necesitan para el espacio. El resultado será el “mantenimiento de luminosidad” que nos dice el nivel de luz en Lux después de varios años de funcionamiento. Esto significa que, si medimos la luminosidad de una nueva instalación, el nivel de Lux debería ser considerablemente más alto que el Lux que diseñamos.

[A-I] Tabla Renovaciones de aire

Tabla 1

Renovación del aire diario por las aberturas para condiciones normales.

Volumen de la cámara (m³)	Renovación de aire diario (n/d)	
	+	-
100	6,8	9
150	5,4	7
200	4,6	6
250	4,1	5,3
300	3,7	4,8
400	3,1	4,1
500	2,8	3,6

Tabla 2

Calor del aire (kJ/m^3) para el aire exterior que penetra en la cámara fría.

	+30°C	
	50% Hum. Relativa	60% Hum. Relativa
-5°C	85,5	94,4
-10°C	96,6	106
-15°C	107	116
-20°C	117	127
-25°C	127	137

[A-J] Refrigerante escogido

Se hace evidente que en la medida que la naturaleza del refrigerante sea tal que la presión y temperatura de condensación se aproximen a las del ambiente, se necesitará menos energía para comprimirlo y para enfriarlo, y con ello el consumo será menor. A la vez, si coincidiera que su diferencia en calor latente (respecto al ambiente) fuese lo suficientemente alto para realizar la transferencia de calor, requeriríamos menos cantidad de refrigerante para ejecutar el trabajo y con ello menos compresión. Ambas cualidades son primordiales en el consumo de energía. Se suman otras propias de la naturaleza química del refrigerante, las que permiten poder realizar el trabajo de refrigeración con mayor o menor eficiencia.

El refrigerante debe presentar las siguientes cualidades:

- a) No debe degradar la atmósfera al escaparse. Debe ser inerte sobre la reducción de la capa de ozono y no incrementar el potencial efecto invernadero.
- b) Ser químicamente inerte, no inflamable, no explosivo, tanto en su estado puro como en las mezclas.
- c) Inerte a los materiales con los que se pone en contacto, tuberías, sellos, juntas, etc.
- d) No reaccionar desfavorablemente con los aceites lubricantes y presentar una satisfactoria solubilidad en él.
- e) No intoxicar el ambiente por escapes y ser nocivo a la salud de las personas.
- f) La relación $P1/P2$ debe cumplir con la eficiencia del consumo energético.
- g) Poseer un elevado coeficiente de transferencia de calor por conducción.
- h) Cumplirse que la relación presión - temperatura en el evaporador sea superior a la Atmosférica, para evitar la entrada de humedad o aire al sistema.
- i) Que su punto de congelación sea menor que la menor temperatura de trabajo de sistema de refrigeración.
- j) Fácil detección en fugas.
- k) Bajo precio y fácil disponibilidad.

Se reduce aun más el universo de refrigerantes presentes en el mercado en la búsqueda del que se aproxime más a los requerimientos del proyecto. Considerando que dentro de los refrigerantes orgánicos o que provienen de los hidrocarburos halogenados se conocen tres familias, se describe el por qué se descartan dos de estas, previa descripción de cada una.

a) CFC (Flúor, Carbono, Cloro). Clorofluorcarbono. Son los primeros causantes del deterioro de la capa de ozono e internacionalmente ya se ha prohibido su fabricación y empleo. Contienen hidrógeno y flúor en su molécula y estos lo hacen muy estable en la atmósfera por largos periodos de tiempo. En esta familia encontramos los R11, R12, R115.

b) HCFC (Hidrógeno, Carbono, Flúor, Cloro). También afectan la capa de ozono pero en menor cuantía y su desaparición está prevista para el 2015. El R22 es el componente principal de la familia.

c) HFC (Hidrógeno, Flúor, Carbono). Son los nuevos refrigerantes. No presentan potencial destructor de la capa de ozono. En este grupo clasifican el R134 y el R404

El R404a, es gas incoloro comúnmente utilizado en las instalaciones de refrigeración a compresión simple, de congelación y otras aplicaciones a temperatura de evaporación comprendidas entre -45°C y $+10^{\circ}\text{C}$. Sus aplicaciones son:

- Refrigeración en baja temperatura (sustituyendo al r502)
- Refrigeración de media temperatura (Alternativa viable al R22)
- Refrigeración de alta temperatura (hasta 7°C de temperatura de evaporación)
- Refrigeración de muy baja temperatura (hasta -60°C), usando doble etapa.

[A-K] Información técnica R404a

Thermophysical Properties of Refrigerants

20.25

Refrigerant 404A [R-125/143a/134a (44/52/4)] Properties of Liquid on the Bubble Line and Vapor on the Dew Line

Pres- sure, MPa	Temperature, °C		Density, Volume, kg/m ³ m ³ /kg		Enthalpy, kJ/kg		Entropy, kJ/(kg·K)		Specific Heat c_p , kJ/(kg·K)			Velocity of Sound, m/s		Viscosity, $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$		Thermal Cond., mW/(m·K)		Surface Tension, mN/m	Pres- sure, MPa
	Bubble	Dew	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor		
0.00500	-94.18	-93.00	1444.4	3.05033	83.20	310.67	0.4810	1.7496	1.147	0.637	1.163	959.	132.8	760.4	7.20	123.6	6.00	17.77	0.00500
0.00600	-91.96	-90.80	1438.3	2.57089	85.75	311.99	0.4952	1.7415	1.149	0.643	1.162	947.	133.4	723.1	7.29	122.3	6.12	17.57	0.00600
0.00700	-90.03	-88.89	1432.9	2.22501	87.98	313.15	0.5074	1.7347	1.151	0.649	1.161	937.	134.0	693.2	7.37	121.2	6.23	17.39	0.00700
0.00800	-88.31	-87.19	1428.1	1.96336	89.95	314.17	0.5181	1.7290	1.153	0.653	1.161	928.	134.5	668.3	7.44	120.2	6.33	17.23	0.00800
0.00900	-86.77	-85.67	1423.8	1.75831	91.74	315.10	0.5277	1.7240	1.155	0.657	1.160	920.	134.9	647.2	7.50	119.3	6.42	17.08	0.00900
0.01000	-85.36	-84.27	1419.9	1.59315	93.36	315.94	0.5364	1.7196	1.157	0.661	1.160	913.	135.3	628.9	7.56	118.5	6.50	16.95	0.01000
0.02000	-75.43	-74.45	1392.0	0.83310	104.92	321.94	0.5963	1.6923	1.171	0.690	1.159	863.	137.8	520.6	7.97	113.1	7.10	15.99	0.02000
0.04000	-64.18	-63.29	1359.7	0.43580	118.21	328.80	0.6617	1.6680	1.191	0.725	1.159	807.	140.3	429.8	8.43	107.2	7.77	14.84	0.04000
0.06000	-56.87	-56.03	1338.3	0.29818	126.98	333.25	0.7028	1.6553	1.206	0.749	1.161	772.	141.7	383.1	8.73	103.5	8.25	14.07	0.06000
0.08000	-51.30	-50.50	1321.7	0.22768	133.73	336.63	0.7336	1.6470	1.218	0.769	1.164	745.	142.5	352.4	8.96	100.8	8.65	13.47	0.08000
0.10000	-46.75	-45.98	1308.0	0.18460	139.30	339.37	0.7584	1.6410	1.228	0.786	1.166	723.	143.1	329.8	9.14	98.6	8.97	12.97	0.10000
0.10132b	-46.48	-45.71	1307.2	0.18233	139.64	339.53	0.7599	1.6406	1.229	0.787	1.166	722.	143.2	328.5	9.15	98.4	8.99	12.94	0.10132
0.12000	-42.87	-42.12	1296.1	0.15547	144.09	341.70	0.7793	1.6364	1.238	0.801	1.169	705.	143.5	312.1	9.28	96.7	9.25	12.54	0.12000
0.14000	-39.47	-38.74	1285.5	0.13440	148.33	343.72	0.7975	1.6327	1.246	0.815	1.172	689.	143.8	297.6	9.42	95.1	9.51	12.16	0.14000
0.16000	-36.42	-35.72	1276.0	0.11844	152.14	345.52	0.8136	1.6296	1.254	0.828	1.175	674.	144.0	285.4	9.54	93.7	9.74	11.81	0.16000
0.18000	-33.66	-32.97	1267.2	0.10591	155.62	347.14	0.8282	1.6270	1.262	0.840	1.177	661.	144.2	274.9	9.65	92.4	9.95	11.50	0.18000
0.20000	-31.13	-30.45	1259.1	0.09580	158.83	348.61	0.8414	1.6248	1.269	0.851	1.180	649.	144.3	265.7	9.75	91.3	10.15	11.20	0.20000
0.22000	-28.79	-28.12	1251.5	0.08747	161.81	349.97	0.8536	1.6228	1.276	0.861	1.183	638.	144.3	257.5	9.84	90.2	10.33	10.93	0.22000
0.24000	-26.61	-25.95	1244.4	0.08049	164.61	351.22	0.8650	1.6211	1.282	0.871	1.186	628.	144.3	250.2	9.93	89.2	10.51	10.68	0.24000
0.26000	-24.56	-23.91	1237.6	0.07454	167.25	352.39	0.8756	1.6196	1.288	0.881	1.189	618.	144.3	243.5	10.02	88.3	10.66	10.44	0.26000
0.28000	-22.63	-21.99	1231.2	0.06941	169.75	353.48	0.8855	1.6182	1.294	0.891	1.192	609.	144.3	237.4	10.10	87.4	10.83	10.22	0.28000
0.30000	-20.80	-20.17	1225.1	0.06494	172.13	354.51	0.8949	1.6169	1.300	0.900	1.195	601.	144.2	231.8	10.13	86.6	11.01	10.00	0.30000
0.32000	-19.06	-18.44	1219.2	0.06101	174.40	355.48	0.9038	1.6158	1.306	0.908	1.198	593.	144.1	226.6	10.21	85.9	11.26	9.80	0.32000
0.34000	-17.40	-16.80	1213.5	0.05753	176.57	356.40	0.9123	1.6147	1.312	0.917	1.201	585.	144.0	221.8	10.29	85.1	11.40	9.60	0.34000
0.36000	-15.82	-15.22	1208.0	0.05442	178.65	357.27	0.9203	1.6138	1.317	0.925	1.204	577.	143.9	217.3	10.36	84.4	11.54	9.41	0.36000
0.38000	-14.30	-13.71	1202.8	0.05163	180.66	358.09	0.9280	1.6129	1.322	0.934	1.207	570.	143.8	213.1	10.43	83.8	11.67	9.23	0.38000
0.40000	-12.84	-12.26	1197.7	0.04910	182.60	358.88	0.9354	1.6120	1.328	0.942	1.210	563.	143.7	209.1	10.49	83.2	11.80	9.06	0.40000
0.42000	-11.44	-10.86	1192.7	0.04681	184.47	359.64	0.9425	1.6113	1.333	0.949	1.213	557.	143.5	205.4	10.56	82.5	11.93	8.89	0.42000
0.44000	-10.09	-9.51	1187.9	0.04472	186.28	360.36	0.9494	1.6105	1.338	0.957	1.216	550.	143.4	201.8	10.62	82.0	12.05	8.73	0.44000
0.46000	-8.78	-8.21	1183.2	0.04280	188.04	361.05	0.9560	1.6098	1.343	0.965	1.219	544.	143.2	198.5	10.68	81.4	12.18	8.57	0.46000
0.48000	-7.51	-6.95	1178.6	0.04104	189.75	361.71	0.9624	1.6092	1.348	0.972	1.222	538.	143.0	195.3	10.74	80.9	12.30	8.42	0.48000
0.50000	-6.28	-5.73	1174.1	0.03941	191.41	362.35	0.9685	1.6085	1.353	0.980	1.225	532.	142.9	192.2	10.79	80.3	12.41	8.28	0.50000
0.55000	-3.37	-2.83	1163.4	0.03584	195.37	363.84	0.9831	1.6071	1.365	0.998	1.234	518.	142.4	185.1	10.93	79.1	12.70	7.93	0.55000
0.60000	-0.65	-0.12	1153.1	0.03285	199.10	365.21	0.9968	1.6058	1.377	1.016	1.242	505.	141.9	178.8	11.06	77.9	12.97	7.60	0.60000
0.65000	1.90	2.42	1143.4	0.03030	202.64	366.46	1.0095	1.6046	1.389	1.033	1.250	493.	141.3	172.9	11.18	76.9	13.24	7.29	0.65000
0.70000	4.32	4.82	1134.0	0.02810	206.00	367.62	1.0215	1.6036	1.400	1.051	1.259	481.	140.8	167.6	11.30	75.8	13.50	7.00	0.70000
0.75000	6.60	7.10	1124.9	0.02619	209.21	368.69	1.0329	1.6025	1.412	1.068	1.268	470.	140.2	162.7	11.41	74.9	13.75	6.73	0.75000
0.80000	8.77	9.26	1116.1	0.02450	212.29	369.69	1.0437	1.6016	1.424	1.085	1.277	460.	139.6	158.1	11.52	74.0	14.01	6.47	0.80000
0.85000	10.85	11.33	1107.6	0.02301	215.26	370.62	1.0540	1.6007	1.435	1.102	1.287	450.	139.0	153.9	11.63	73.1	14.26	6.22	0.85000
0.90000	12.83	13.30	1099.3	0.02167	218.11	371.48	1.0639	1.5998	1.447	1.120	1.296	440.	138.4	149.9	11.74	72.3	14.51	5.98	0.90000
0.95000	14.74	15.20	1091.2	0.02047	220.87	372.29	1.0733	1.5989	1.459	1.137	1.306	431.	137.7	146.1	11.84	71.5	14.76	5.75	0.95000
1.00000	16.57	17.02	1083.3	0.01939	223.54	373.04	1.0824	1.5981	1.471	1.155	1.317	422.	137.1	142.6	11.94	70.7	15.00	5.53	1.00000
1.10000	20.03	20.47	1068.0	0.01750	228.65	374.41	1.0996	1.5965	1.495	1.190	1.339	404.	135.8	136.0	12.14	69.3	15.50	5.12	1.10000
1.20000	23.27	23.69	1053.1	0.01592	233.50	375.60	1.1158	1.5949	1.520	1.228	1.363	388.	134.4	130.0	12.34	67.9	16.00	4.74	1.20000
1.30000	26.31	26.72	1038.7	0.01457	238.12	376.65	1.1309	1.5933	1.547	1.266	1.388	373.	133.0	124.5	12.54	66.7	16.51	4.38	1.30000
1.40000	29.18	29.58	1024.5	0.01340	242.54	377.55	1.1453	1.5916	1.574	1.307	1.416	358.	131.6	119.5	12.74	65.5	17.04	4.05	1.40000
1.50000	31.90	32.29	1010.7	0.01238	246.80	378.34	1.1590	1.5900	1.603	1.350	1.446	344.	130.2	114.8	12.93	64.3	17.58	3.74	1.50000
1.60000	34.49	34.86	997.0	0.01148	250.91	379.00	1.1721	1.5882	1.634	1.397	1.480	330.	128.7	110.4	13.13	63.3	18.14	3.44	1.60000
1.70000	36.96	37.32	983.4	0.01068	254.89	379.55	1.1847	1.5864	1.667	1.447	1.516	317.	127.2	106.2	13.34	62.2	18.73	3.16	1.70000
1.80000	39.32	39.67	970.0	0.00996	258.76	380.00	1.1968	1.5846	1.703	1.501	1.556	305.	125.7	102.3	13.54	61.2	19.35	2.90	1.80000
1.90000	41.59	41.92	956.5	0.00932	262.53	380.35	1.2085	1.5826	1.741	1.560	1.601	292.	124.2	98.6	13.75	60.3	20.00	2.65	1.90000
2.00000	43.76	44.09	943.1	0.00873	266.22	380.59	1.2198	1.5805	1.784	1.625	1.651	280.	122.6	95.0	13.97	59.3	20.69	2.42	2.00000
2.10000	45.86	46.17	929.6	0.00819	269.83	380.74	1.2308	1.5783	1.830	1.697	1.708	268.	121.0	91.6	14.20	58.4	21.43	2.20	2.10000
2.20000	47.87	48.18	916.0	0.00770	273.38	380.79	1.2416	1.5760	1.882	1.778	1.772	257.	119.5	88.3	14.43	57.6	22.21	1.98	2.20000
2.30000	49.82	50.11	902.2	0.00724	276.87	380.73	1.2521	1.5735	1.940	1.869	1.845	246.	117.8	85.1	14.68	56.7	23.06	1.78	2.30000
2.40000	51.71	51.99	888																

Propiedades	Unidad	R-404 ^a
Descripción	-----	Pentafluoroetano/Trifluoroetano /Tetrafluoroetano
Formula química	-----	CHF ₂ CF ₃ / CH ₃ CF ₃ /CH ₂ FCF ₃
Aplicación	-----	Frío comercial, de transporte e industrial
Componentes	-----	R125(44%)/ R143a(52%)/R134a(4%)
Temperatura de ebullición a 1,013 bar	°C	-46,4
Deslizamiento de temperatura de ebullición a 1,013 bar	K	0,9
Desidad de líquido a 25°C	Kg/dm ³	1,04
Densidad de vapor saturado a 1,013 bar	Kg/m ³	5,41
Presión de vapor	Bar abs	
a 25°C	°C	12,46
a 50°C		22,98
Temperatura crítica		72
Presión crítica	Bar	37,2
Calor latente de vaporización a 1,013 bar	kJ/kg	200
Calor específico a 25°C líquido y vapor a 1,013 bar	KJ/(Kg-K)	1,64 / 0,88
Inflamabilidad en el aire	-----	Ninguna
Lubricantes	-----	Polioléster

20.24

2001 ASHRAE Fundamentals Handbook (SI)

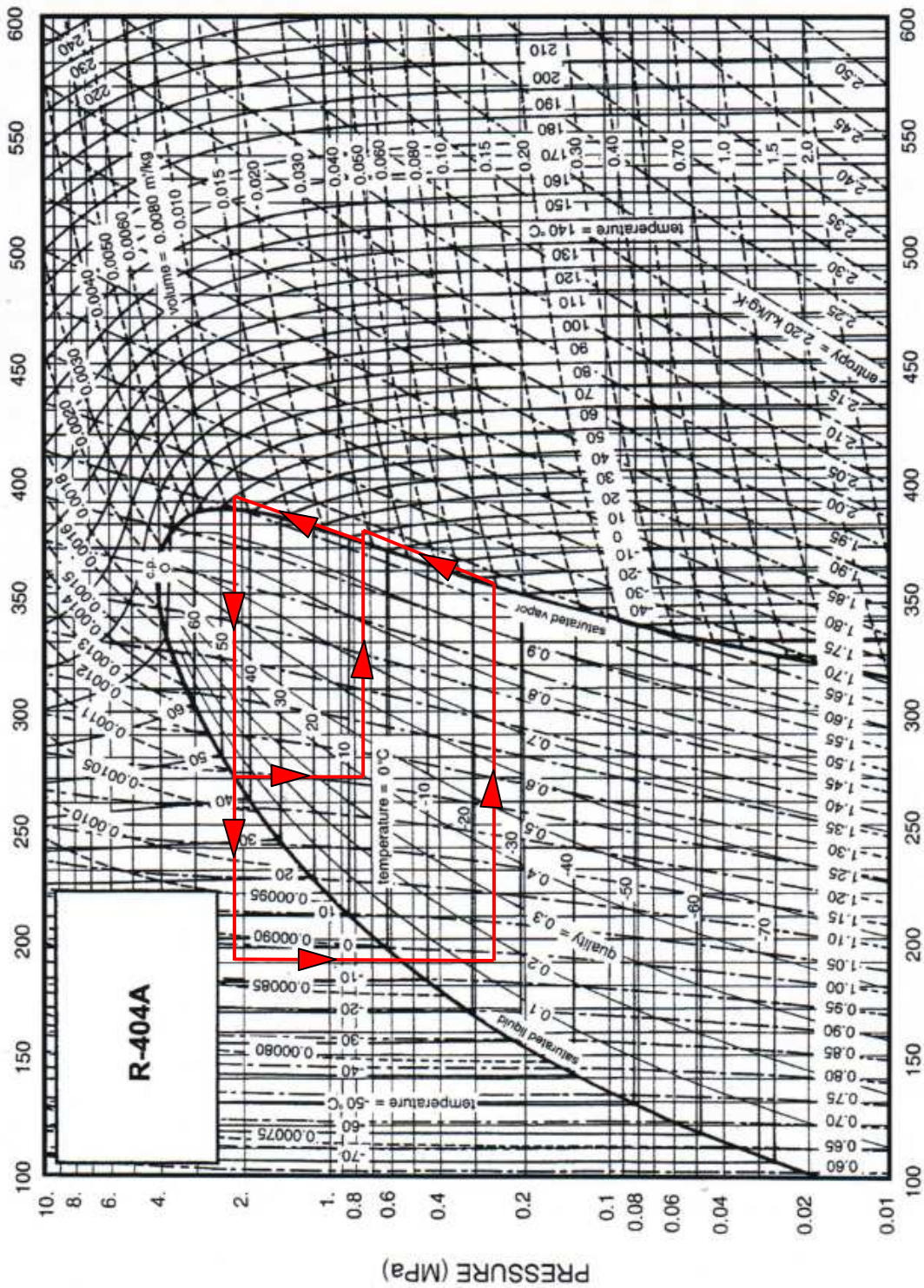


Fig. 10 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 404A
 Reprinted with permission from E.I. duPont de Nemours

[Anexo L] Ciclo 1

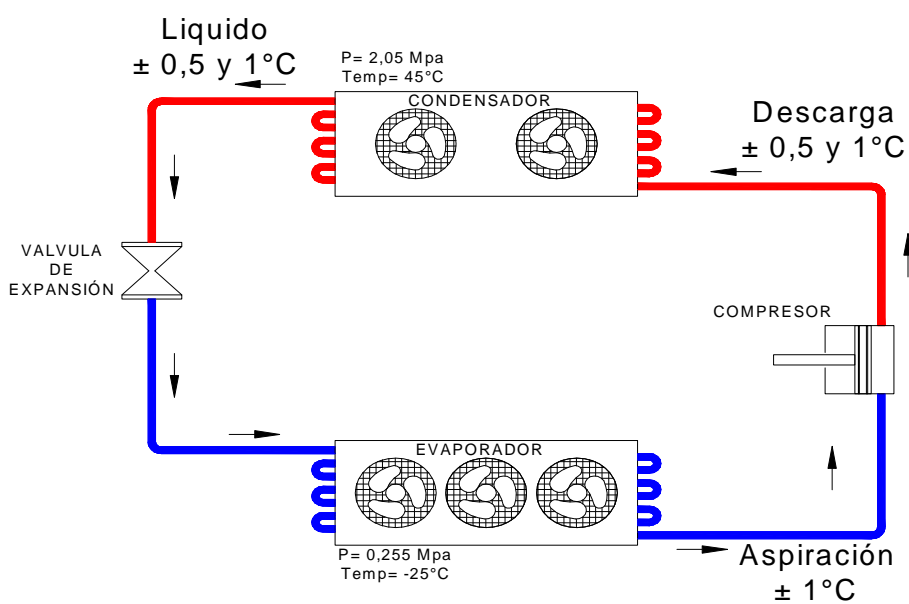
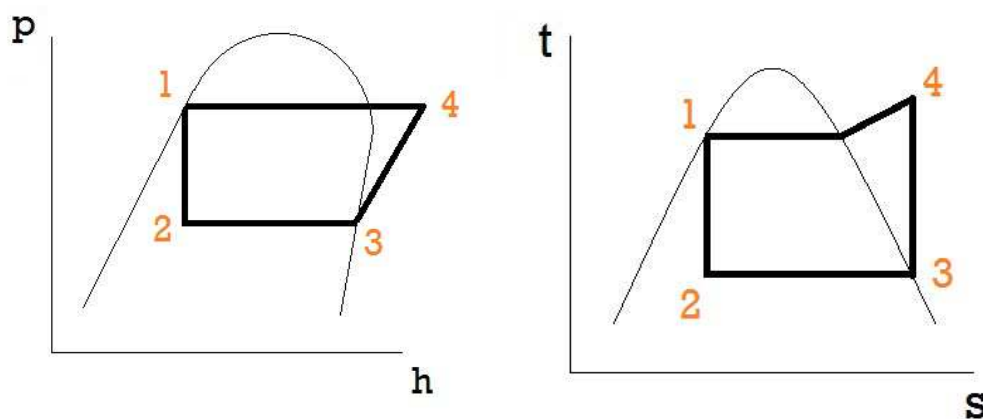


Tabla Estados Ciclo 1

Estado	Presión (MPa)	Entalpia (kJ/kg)	Temperatura (°C)
1	2,05	268,03	45
2	0,25	268,03	-25
3	0,25	352,39	-25
4	2,05	398,5	45

De (Ec. 15), se conoce el Q_{abs} , se despeja la masa que está presente en el circuito:

$$Q_{abs} = 9,3 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{abs} = mr * (h_{salida} - h_{entrada})$$

$$9,3 = mr * (352,39 - 268,03)$$

$$mr = \frac{9,3}{352,39 - 268,03}$$

$$mr = 0,11 \text{ kg/s}$$

Conocida la masa se calcula , W_{comp} , Q_{rech} y COP del circuito:

Trabajo en Compresor (W_{comp}):

$$W_{comp} = mr * (h_{entrada} - h_{salida})$$

$$W_{comp} = 0,11 * (398,5 - 352,39)$$

$$W_{comp} = 5,07 \text{ kW}$$

Calor rechazado en condensador (Q_{rech}):

$$Q_{rech} = mr * (h_{salida} - h_{entrada})$$

$$Q_{rech} = 0,11 * (398,5 - 268,03)$$

$$Q_{rech} = 14,4 \text{ kW}$$

Calculo Coeficiente operación del Circuito (COP):

$$COP = \frac{Q_{abs}}{W_{comp} - W_{exp}}$$

$$COP = \frac{9,3}{5,07}$$

$$COP = 1,83$$

[A-M] Ciclo 2

El presente ciclo se presenta como alternativa, será evaluado con estanque enfriador intermedio tipo abierto, permitirá comparar resultados con los demás ciclos.

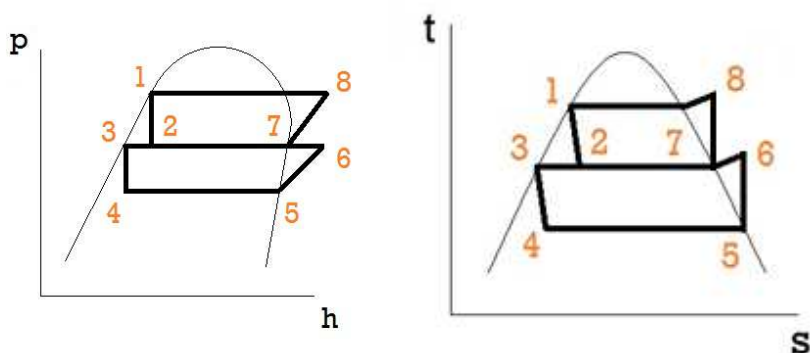


Figura : Ciclos trazados en los distintos diagramas

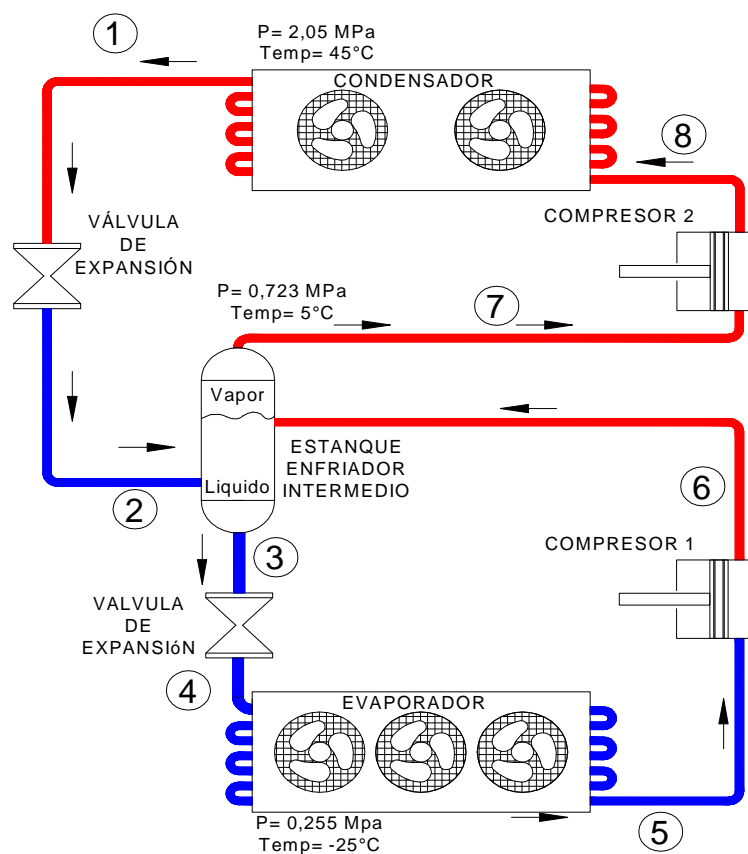


Figura : Ciclo considerando disposición de los equipos

Se presenta un resumen (Tabla) con información relevante para los cálculos del ciclo.

Tabla : Resumen de datos

Estado	Presión (Mpa)	Entalpía (kJ/kg)	Temperatura (°C)	Fuente
1	2,05	268,03	45	Tablas
2	0,723	268,03	5	h1=h2
3	0,723	207,5	5	Tablas
4	0,25	207,5	-25	h3=h4
5	0,25	352,39	-25	Tablas
6	0,723	375	9	Diagrama Mollier
7	0,723	368,16	5	Tablas
8	2,05	393	51	Diagrama Mollier

Nota: las tablas informativas del R404a se encuentra adjuntas [A-K]

Este ciclo se evalúa con un estanque enfriador intermedio tipo abierto, para obtener la presión del enfriador intermedio en favor del evaporador se realiza el siguiente cálculo:

$$P_{int} = \sqrt[2]{P_1 * P_2}$$

$$P_{int} = \sqrt[2]{2,05 * 0,255}$$

$$P_{int} = 0,723 \text{ MPa} \approx \text{Temp } 5^\circ\text{C}$$

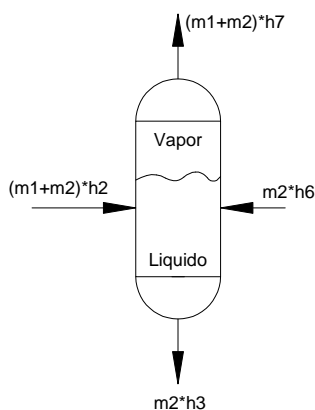
Para calcular la masa que está presente en el circuito se realiza un balance de energías en el enfriador intermedio:

1° Ley de la Termodinámica

$$\sum \text{Energías entran} = \sum \text{Energías salen}$$

Balance de Energías enfriador intermedio

Balance de energía (Ec. 16):



$$((m1 + m2) * h2) + (m2 * h6) = ((m1 + m2) * h7) + (m2 * h3)$$

$$(m2 * h2) + (m2 * h6) - (m2 * h3) - (m2 * h7) = (m1 * h7) - (m1 * h2)$$

$$m2 * (h2 + h6 - h3 - h7) = m1 * (h7 - h2)$$

$$\frac{(h2+h6-h3-h7)}{(h7-h2)} = \frac{m1}{m2}$$

Reemplazando los valores de entalpía se obtiene lo siguiente:

$$\frac{m1}{m2} = 0,67$$

$$m1 = 0,67 * m2$$

Se conoce el Q_{abs} , se calcula m_2 :

$$9,3 = m_2 * (352,39 - 207,5)$$

$$m_2 = \frac{9,3}{352,39 - 207,5}$$

$$m_2 = 0,064 \frac{kg}{s}$$

Se obtiene m_1 :

$$m_1 = 0,67 * 0,064$$

$$m_1 = 0,0428 \frac{kg}{s}$$

$$\text{Masa total del circuito } m = m_1 + m_2 = 0,106 \frac{kg}{s}$$

Conocida la masa del circuito y Q_{abs} , se calcula W_{comp} , Q_{rech} y COP del circuito:

Trabajo en Compresores (W_{comp}):

$$W_{comp1} = 0,064 * (375 - 352,39)$$

$$W_{comp1} = 1,44 \text{ kW}$$

$$W_{comp2} = 0,106 * (393 - 368,16)$$

$$W_{comp2} = 2,63 \text{ kW}$$

$$W_{comp} = W_{comp1} + W_{comp2}$$

$$W_{comp} = 4,07 \text{ kW}$$

Calor rechazado en condensador (Q_{rech}):

$$Q_{rech} = 0,106 * (393 - 268,03)$$

$$Q_{rech} = 13,24 \text{ kW}$$

Cálculo Coeficiente operación del Circuito (COP):

$$COP = \frac{9,3}{4,07}$$

$$COP = 2,28$$

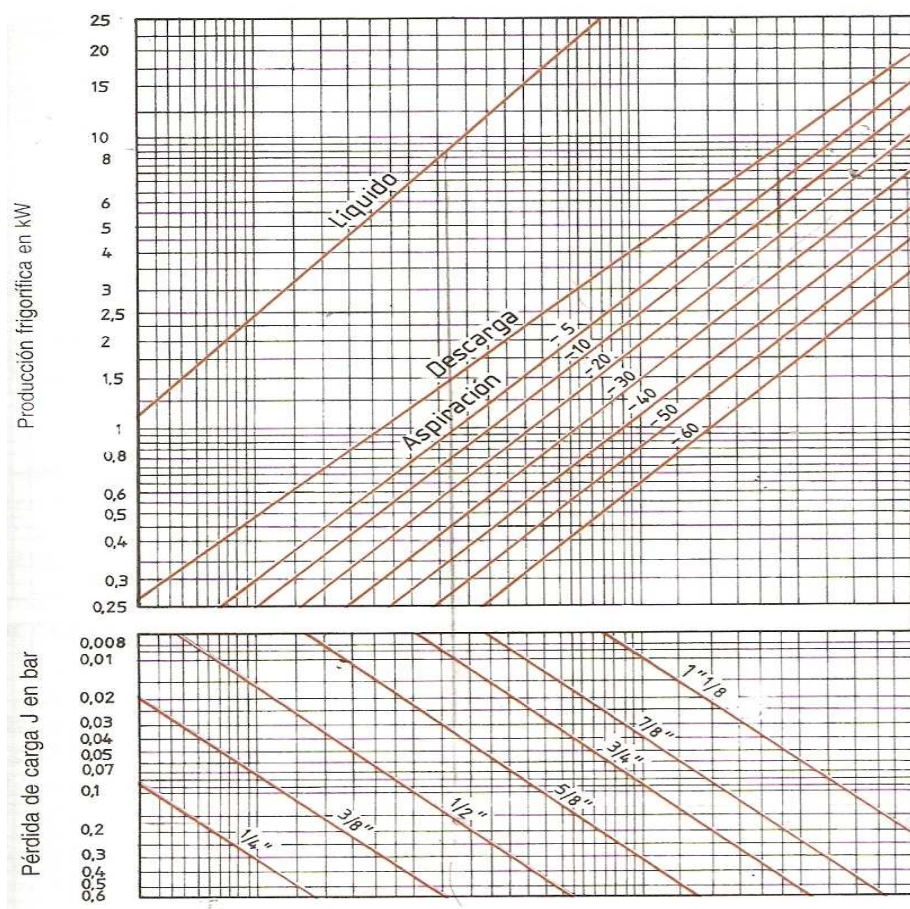
Tabla: Resultados obtenidos para el ciclo 2

Qrech	13,24 kW
Wcomp	4,07 kW
COP	2,28
COPcarnot	3,5

[A-N] Ábacos para calculo de tuberías

Este último criterio será utilizado para comparar varios métodos de obtención de diámetros. Como se explica a continuación.

Mediante el siguiente Abaco ingresando con la producción frigorífica hasta las líneas diagonales en rojo para cada estado, luego descendiendo hasta tocar la línea imaginaria de pérdida de carga, se obtienen diámetros en diferentes puntos del sistema



Abaco que permite obtener diámetros de tubería de longitud hasta 10m.

[A-O] Tuberías de Cobre

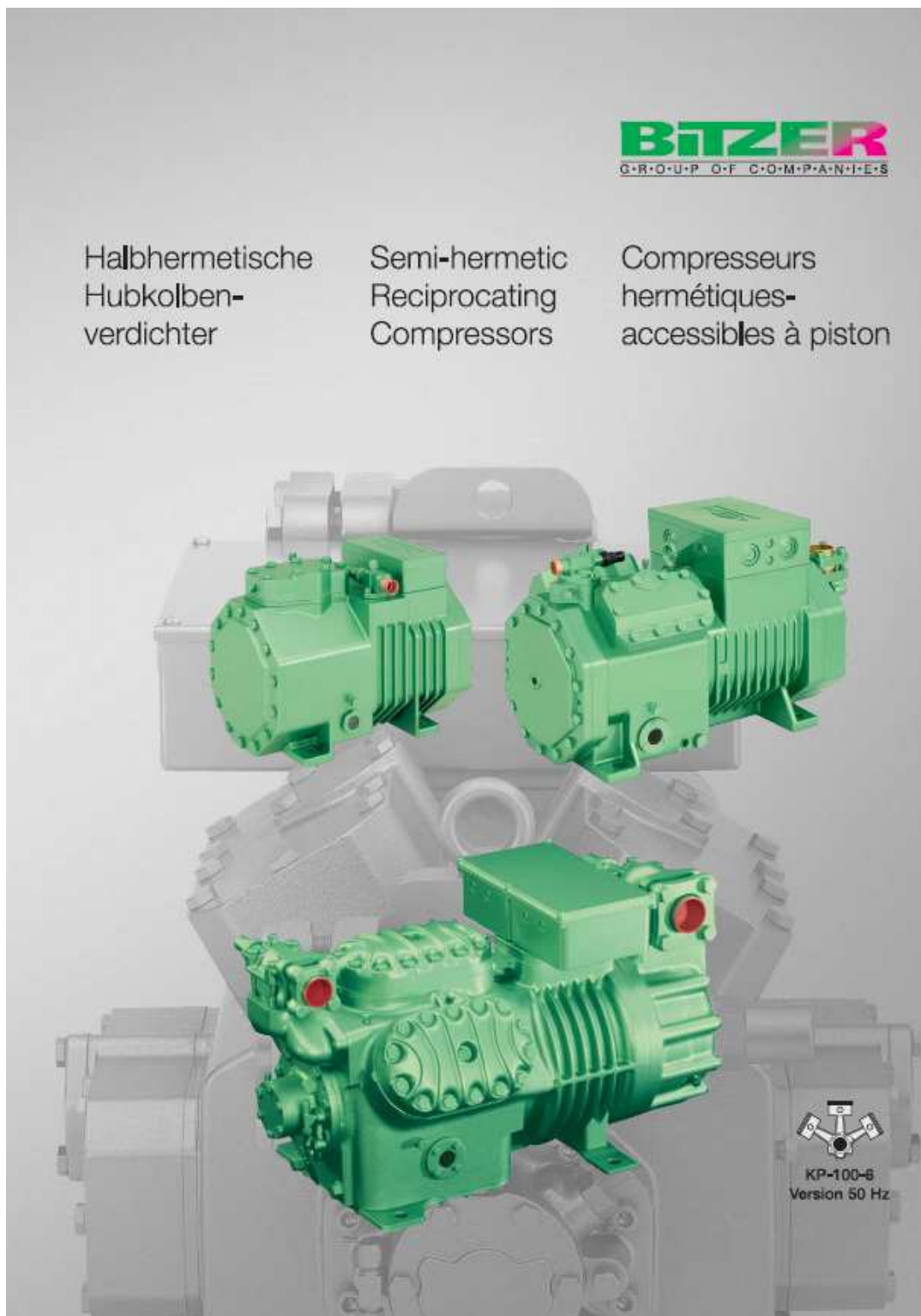
La tubería de cobre se utiliza en la industria de la refrigeración y se especifica según su diámetro exterior, en tanto que los tubos de cobre y de hierro que se utiliza en gasfitería se identifican por su diámetro nominal interno. La tubería de cobre fabricada para trabajos de refrigeración y aire acondicionado se identifica como tubería ACR, lo que significa que está dedicada para uso en trabajos de aire acondicionado y refrigeración y que ha sido fabricada y procesada especialmente para este fin. La tubería ACR es presurizada con gas nitrógeno por el fabricante para sellar el metal contra el aire, la humedad y la suciedad, y también para minimizar los perjudiciales óxidos que normalmente se forman durante la soldadura. Las extremidades se tapan en el proceso y esos tapones deberán colocarse otra vez después de cortar un tramo de tubería. La tubería de cobre tiene tres clasificaciones: K, L y M, con base en el espesor de su pared:

K: pared gruesa, aprobada para ACR

L: pared mediana, aprobada para ACR

M: Pared delgada, no es utilizada en refrigeración la tubería de pared delgada tipo M no es utilizada en conductos para refrigerante presurizado, ya que no tiene suficiente espesor de pared para cumplir con los códigos de seguridad.

[A-P] Compresor 1





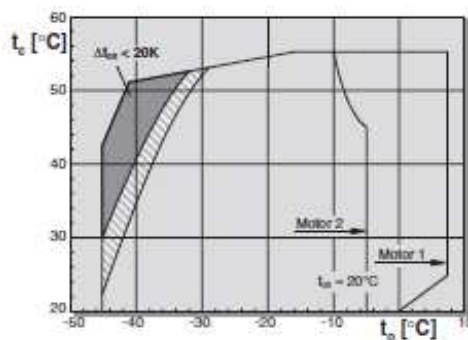
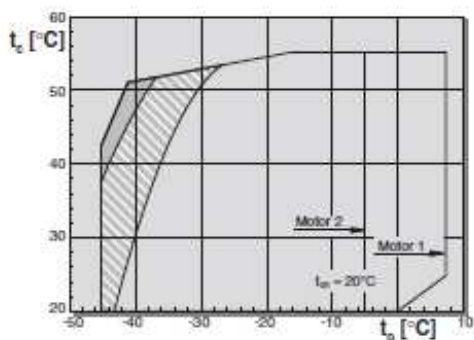
Einsatzgrenzen
bezogen auf 20°C Sauggastemperatur

Application limits
relating to 20°C suction gas
temperature

Limites d'application
se référant à une température de gaz
aspiré de 20°C

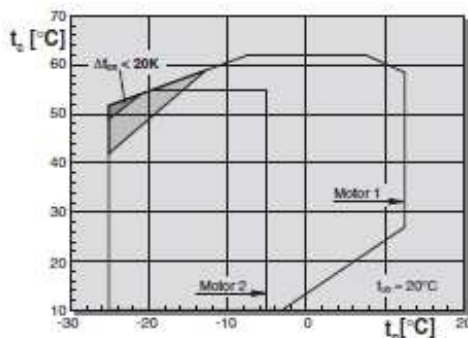
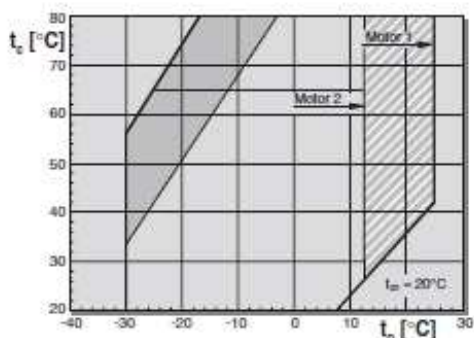
R404A ■ R507A 2KC-05.2Y .. 4CC-9.2Y &
8GC-50.2Y .. 8FC-70.2Y ①

R404A ■ R507A 4VCS-6.2Y .. 6F-50.2Y



R134a ①, ②

R407C ①, ②, ③



① 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y):
minimale Verdampfungstemperatur -20°C

① 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y):
minimum evaporating temperature -20°C

① 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y):
température d'évaporation minimale -20°C

② Mit R134a und R407C bei $t_e > 55^\circ\text{C}$ muss das
Öl BSE55 verwendet werden (anstelle BSE32).

② For R134a, R407C and $t_e > 55^\circ\text{C}$ the oil BSE55
has to be used (instead of BSE32).

② Pour R134a et R407C et $t_e > 55^\circ\text{C}$ il faut utiliser
l'huile BSE55 (au lieu de BSE32).

③ Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen
beruhen sich auf Taupunktwerten (Sätti-
dampf). Weitere Erläuterungen siehe Seite 6.

③ Evaporating and condensing temperatures are
based on dew point conditions (saturated
vapor). Additional information see page 6.

③ Les températures d'évaporation et de condensation
se réfèrent aux valeurs du point de rosée
(conditions de vapeurs saturées).
Pour plus d'informations voir page 6.

- t_e Verdampfungstemperatur (°C)
- $t_{s,h}$ Sauggastemperatur (°C)
- $\Delta t_{s,h}$ Sauggas-Überhitzung (K)
- t_c Verflüssigungstemperatur (°C)
- ▨ Zusatzkühlung oder max. 0°C Sauggastemperatur
- ▨ Zusatzkühlung
- ▨ Zusatzkühlung + eingeschränkte Sauggastemperatur
- ▨ Sauggas-Überhitzung > 10 K

- t_e Evaporating temperature (°C)
- $t_{s,h}$ Suction gas temperature (°C)
- $\Delta t_{s,h}$ Suction superheat (K)
- t_c Condensing temperature (°C)
- ▨ Additional cooling or max. 0°C suction gas temperature
- ▨ Additional cooling
- ▨ Additional cooling & limited suction gas temperature
- ▨ Suction superheat > 10 K

- t_e Température d'évaporation (°C)
- $t_{s,h}$ Température de gaz aspiré (°C)
- $\Delta t_{s,h}$ Surchauffe à l'aspiration (K)
- t_c Température de condensation (°C)
- ▨ Refroid. additionnel réduite ou max. 0°C température de gaz aspiré
- ▨ Refroid. additionnel réduite
- ▨ Refroid. additionnel + température de gaz aspiré limitée
- ▨ Surchauffe à l'aspiration > 10 K



R404A ■ R507A

Leistungswerte 50 Hz ①
bezogen auf Sauggastemperatur 20°C,
ohne Flüssigkeits-Unterkühlung

Performance data 50 Hz ①
relating to 20°C suction gas tempera-
ture, without liquid subcooling

Données de puissance 50 Hz ①
à une température de gaz aspiré de 20°C
se référant, sans sous-refroidissement de
liquide

Verdichter Typ Compressor type Compresseur type	Verf. Temp. Cond. temp. Temp. de cond. °C	Kältelastleistung Cooling capacity Puissance frigorifique										Q ₀ [Watt]	Leistungsaufnahme Power consumption Puissance absorbée										P _e [kW]				
		Verdampfungs-temperatur °C					Evaporating temperature °C						Température d'évaporation °C														
		7,5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-30		-40	-45													
2KC-05.2Y	30	Q	4690	4290	3960	2940	2390	1920	1510	1180	860	610	395	215	P	0,82	0,81	0,80	0,78	0,75	0,72	0,68	0,63	0,57	0,50	0,42	0,32
	40	Q	3850	3520	3200	2390	1940	1540	1200	900	650	430	255	100	P	0,98	0,96	0,93	0,89	0,84	0,78	0,72	0,65	0,57	0,47	0,36	0,24
	50	Q	3080	2810	2320	1990	1520	1190	910	670	460	280	140	P	1,14	1,11	1,06	0,99	0,92	0,84	0,76	0,66	0,56	0,43	0,30		
2JC-07.2Y	30	Q	6190	5670	4740	3920	3210	2600	2070	1620	1230	905	625	395	P	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	0,97	0,91	0,84	0,76	0,66	0,56	0,44
	40	Q	5180	4740	3960	3200	2660	2130	1680	1290	960	675	440	240	P	1,33	1,31	1,27	1,21	1,14	1,07	0,98	0,88	0,76	0,64	0,51	0,37
	50	Q	4210	3850	3100	2620	2120	1680	1300	980	700	465	265		P	1,56	1,53	1,45	1,36	1,26	1,15	1,02	0,89	0,75	0,60	0,44	
2HC-1.2Y	30	Q				4910	4040	3280	2630	2070	1590	1180	840	550	P				1,38	1,31	1,23	1,14	1,04	0,93	0,82	0,69	0,56
	40	Q				4090	3340	2700	2140	1650	1240	890	595	345	P				1,59	1,47	1,35	1,22	1,08	0,94	0,79	0,64	
	50	Q				3390	2670	2130	1680	1250	910	615	365		P				1,75	1,60	1,43	1,26	1,09	0,91	0,73	0,55	
2HC-2.2Y	30	Q	7980	7350	6020	5000	4110	3340	2650	2110	1620	1210	855	555	P	1,42	1,42	1,40	1,37	1,33	1,26	1,18	1,06	0,95	0,83	0,70	
	40	Q	6620	6070	5060	4190	3430	2760	2190	1700	1270	915	610	365	P	1,73	1,70	1,64	1,56	1,47	1,36	1,24	1,10	0,96	0,80	0,64	
	50	Q	5400	4940	4110	3380	2740	2190	1710	1290	935	630	375		P	2,00	1,96	1,85	1,73	1,59	1,44	1,28	1,11	0,93	0,75	0,56	
2GC-2.2Y	30	Q	8970	8230	6890	5790	4720	3850	3090	2450	1890	1420	1020	695	P	1,67	1,67	1,65	1,60	1,53	1,45	1,34	1,23	1,10	0,96	0,81	0,66
	40	Q	7540	6910	5780	4790	3930	3190	2540	1990	1520	1110	775	490	P	2,04	2,00	1,93	1,83	1,72	1,59	1,45	1,30	1,13	0,96	0,79	0,61
	50	Q	6160	5650	4710	3890	3180	2560	2020	1560	1160	825	540		P	2,39	2,33	2,20	2,06	1,90	1,72	1,54	1,35	1,16	0,96	0,76	
2FC-2.2Y	30	Q				7140	5890	4810	3880	3080	2400	1820	1330	915	P				1,98	1,91	1,80	1,67	1,51	1,35	1,17	0,98	
	40	Q				5960	4900	3980	3190	2500	1920	1420	1000	650	P				2,27	2,13	1,97	1,79	1,60	1,39	1,18	0,97	
	50	Q				4810	3940	3180	2520	1950	1470	1060	705		P				2,55	2,36	2,15	1,92	1,68	1,44	1,20	0,97	
2FC-3.2Y	30	Q	11180	10260	8600	7150	5900	4820	3880	3080	2400	1820	1330	915	P	2,03	2,03	2,00	1,95	1,86	1,76	1,63	1,49	1,34	1,17	1,00	
	40	Q	9450	8670	7250	6020	4950	4010	3210	2520	1930	1420	1000	650	P	2,50	2,46	2,37	2,25	2,11	1,94	1,77	1,58	1,38	1,17	0,96	
	50	Q	7730	7080	5920	4890	4030	3270	2540	1980	1470	1060	690		P	2,95	2,88	2,72	2,53	2,33	2,11	1,88	1,64	1,40	1,15	0,91	
2EC-2.2Y	30	Q				6620	5120	3820	2990	2320	1750	1300	910	590	P				2,59	2,27	2,13	1,97	1,79	1,60	1,40	1,20	
	40	Q				5270	3980	2960	2300	1750	1300	910	590		P				2,75	2,55	2,34	2,11	1,87	1,64	1,40	1,16	
	50	Q				3960	2940	2120	1620	1200	880	560			P				3,08	2,80	2,52	2,23	1,96	1,67	1,39	1,13	
2EC-3.2Y	30	Q	13680	12550	10620	8760	7190	5900	4780	3780	2940	2230	1640	1120	P	2,39	2,40	2,38	2,32	2,23	2,10	1,95	1,78	1,59	1,39	1,19	
	40	Q	11620	10660	8930	7420	6100	4960	3970	3120	2390	1770	1290	860	P	3,02	2,98	2,87	2,73	2,56	2,37	2,15	1,92	1,67	1,43	1,18	
	50	Q	9580	8790	7340	6080	4970	4010	3180	2460	1850	1330	890		P	3,56	3,48	3,29	3,07	2,82	2,56	2,28	2,00	1,70	1,41	1,12	
2DC-2.2Y	30	Q				10110	8340	6810	5490	4360	3390	2570	1880	1300	P				2,72	2,59	2,43	2,25	2,05	1,83	1,59	1,35	
	40	Q				8490	6980	5670	4530	3560	2720	2020	1420	920	P				3,15	2,94	2,70	2,44	2,17	1,88	1,58	1,28	
	50	Q				6900	5640	4550	3600	2780	2080	1490	990		P				3,55	3,25	2,93	2,59	2,25	1,90	1,54	1,19	
2DC-3.2Y	30	Q	15940	14630	12360	10300	8420	6870	5540	4400	3420	2590	1890	1300	P	2,79	2,80	2,77	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,86	1,62	1,37	
	40	Q	13510	12390	10380	8610	7080	5750	4600	3610	2760	2040	1430		P	3,49	3,44	3,32	3,16	2,96	2,74	2,49	2,21	1,92	1,62	1,31	
	50	Q	11110	10180	8500	7030	5740	4630	3660	2820	2110	1510	1000		P	4,11	4,02	3,80	3,55	3,27	2,96	2,63	2,29	1,93	1,57	1,20	
2CC-3.2Y	30	Q				12470	10290	8400	6790	5380	4190	3180	2330	1630	P				3,33	3,15	2,95	2,72	2,48	2,21	1,93	1,64	
	40	Q				10510	8690	7040	5640	4440	3420	2550	1810	1200	P				3,85	3,58	3,29	2,98	2,65	2,32	1,97	1,62	
	50	Q				8500	7050	5710	4550	3540	2690	1950	1340		P				4,35	3,98	3,60	3,21	2,80	2,39	1,98	1,57	
2CC-4.2Y	30	Q	19440	17840	14960	12450	10280	8400	6770	5380	4190	3170	2320	1630	P	3,48	3,48	3,42	3,32	3,17	2,98	2,76	2,50	2,23	1,94	1,64	
	40	Q	16470	15110	12660	10520	8660	7050	5650	4450	3420	2540	1810	1200	P	4,31	4,25	4,08	3,86	3,61	3,33	3,02	2,69	2,34	1,98	1,61	
	50	Q	13050	12430	10400	8620	7070	5720	4550	3540	2690	1990	1340		P	5,08	4,96	4,68	4,36	4,01	3,63	3,23	2,82	2,40	1,98	1,55	
4FC-3.2Y	30	Q				13730	11330	9200	7470	5940	4630	3510	2580	1800	P				3,85	3,66	3,44	3,18	2,90	2,58	2,24	1,88	
	40	Q				11560	9620	7740	6200	4980	3750	2790	1980	1310	P				4,42	4,10	3,76	3,40	3,03	2,63	2,23	1,82	
	50	Q				9450	7740	6200	4970	3960	2910	2110	1430		P				4,91	4,48	4,04	3,59	3,13	2,67	2,22	1,77	

R404A = R507A



Leistungswerte 50 Hz[Ⓢ]
bezogen auf Sauggastemperatur 20°C,
ohne Flüssigkeits-Unterkühlung

Performance data 50 Hz[Ⓢ]
relating to 20°C suction gas tempera-
ture, without liquid subcooling

Données de puissance 50 Hz[Ⓢ]
à une température de gaz aspiré de 20°C
se référant, sans sous-refroidissement de
liquide

Verdichter Typ Compressor type Compresseur type	Verf. Temp. Cond temp. Temp. de cond. °C	↓	Kälteleistung Cooling capacity Puissance frigorifique									Leistungsaufnahme Power consumption Puissance absorbée	P _e [kW]	
			Q ₀ [Watt]			Evaporating temperature °C			Température d'évaporation °C					
			7.5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30			-35
4FC-5.2Y	30	O	21500	19790	16590	13810	11400	9320	7520	5970	4650	3530	2580	
	40	P	3,78	3,79	3,76	3,67	3,52	3,32	3,07	2,79	2,48	2,15	1,81	
	50	P	18240	16740	14020	11850	9580	7790	6240	4900	3760	2790	1920	
4EC-4.2Y	30	O	14970	13730	11470	9500	7780	6280	4980	3860	2900	2090	1410	
	40	P	5,44	5,33	5,07	4,75	4,39	3,98	3,55	3,10	2,62	2,14	1,65	
	50	P	17330	14290	11600	9400	7450	5900	4500	3300	2400	1750	1220	
4EC-6.2Y	30	O	27500	25200	21100	17500	14500	11630	9530	7450	5660	4420	3210	
	40	P	4,73	4,75	4,73	4,62	4,43	4,17	3,85	3,48	3,08	2,65	2,21	
	50	P	23150	21250	17780	14750	12120	9840	7860	6100	4700	3470	2420	
4DC-5.2Y	30	O	22500	20600	17210	14300	11620	9350	7380	5690	4240	3010	1980	
	40	P	6,86	6,72	6,37	5,95	5,47	4,95	4,38	3,79	3,19	2,58	1,97	
	50	P	17900	15900	13200	10800	8800	7000	5400	4100	3000	2100	1400	
4VC-6.2Y	30	O	32600	29900	25000	20800	17320	13920	11210	8960	6880	5160	3720	
	40	P	5,49	5,52	5,51	5,39	5,18	4,88	4,52	4,10	3,63	3,12	2,59	
	50	P	27500	25200	21100	17490	14350	11630	9270	7250	5510	4040	2800	
4CC-6.2Y	30	O	38800	35600	29900	24900	20600	16880	13860	10890	8200	6230	4840	
	40	P	6,86	6,87	6,82	6,64	6,36	5,98	5,53	5,01	4,45	3,86	3,25	
	50	P	32950	30150	25300	21100	17410	14210	11440	9050	7000	5250	3770	
4VCS-10.2Y	30	O	42750	39200	32800	27250	22400	18240	14610	11490	8810	6530	4580	
	40	P	7,14	7,13	7,01	6,76	6,41	5,96	5,45	4,88	4,27	3,64	3,00	
	50	P	36100	33100	27600	22850	18680	15070	11960	9260	6960	5000	3350	
4TCS-8.2Y	30	O	51500	47200	39450	32750	26900	21900	17550	13830	10650	7980	5700	
	40	P	8,63	8,63	8,49	8,22	7,81	7,29	6,68	6,00	5,26	4,48	3,68	
	50	P	43500	39650	33300	27550	22600	18200	14530	11320	8590	6270	4320	
4PCS-10.2Y	30	O	61500	56400	47100	39250	32100	26000	20700	16390	12890	9550	6910	
	40	P	10,23	10,19	9,96	9,58	9,06	8,43	7,70	6,90	6,04	5,14	4,23	
	50	P	35480	32400	27050	22350	18290	14650	11050	8680	6590	4850	3200	
4PCS-15.2Y	30	O	10,23	10,19	9,96	9,58	9,06	8,43	7,70	6,90	6,04	5,14	4,23	
	40	P	12,28	11,93	11,17	10,33	9,42	8,45	7,45	6,42	5,39	4,36	3,36	
	50	P	38300	31600	25750	20700	16390	12890	9550	6910	5000	3500	2300	

* Bevorzugt Motor 2 einsetzen, siehe auch Einsatzgrenzen
 * Preferably use motor 2, see also Application limits
 * Utiliser préférentiellement moteur 2, voir aussi Limites d'application

■ Zusatzkühlung oder eingeschränkte Sauggastemperatur
 ■ Additional cooling or limited suction gas temperature
 ■ Refroidissement additionnel ou température de gaz aspiré limitée



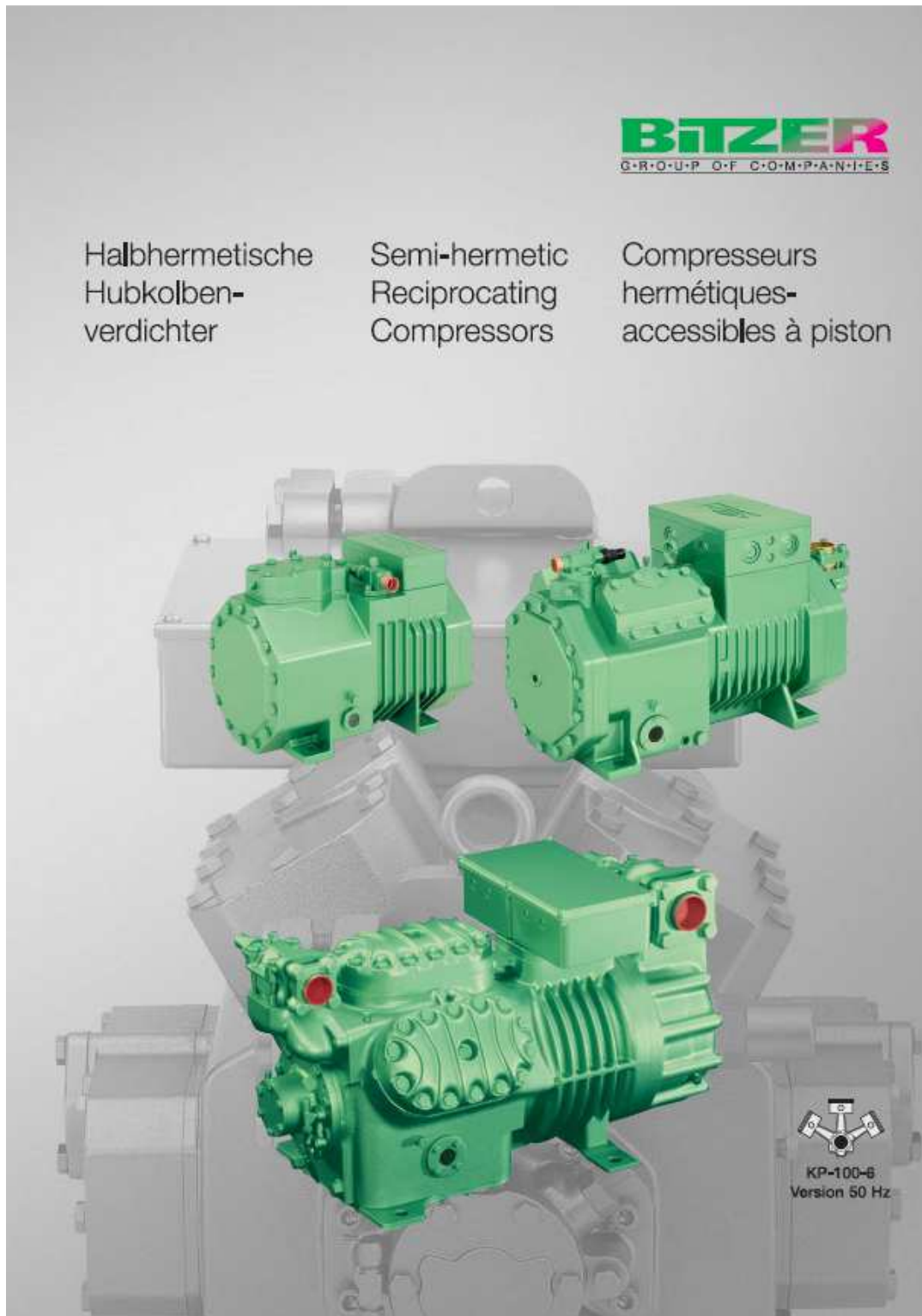
Technische Daten

Technical data

Caractéristiques techniques

Verdichter Typ	Motor Version	Förder- volumen bei 1450 min ⁻¹	Anzahl der Zylinder	Öl- füllung	Gewicht	Rohranschlüsse		CR -Stufen-	Motor- Anschluss	Elektrische Daten			
						DL Druckleitung	SL Saugleitung			max. Betriebs- strom	max. Leistungs- aufnahme	Anlauf- strom (Rotor blockiert)	
						mm Zoll	mm Zoll			Max. operating current	Max. power con- sumption	Starting current (locked rotor)	
Compressor type	Motor version	Displace- ment at 1450 min ⁻¹	Number of cylinders	Oil charge	Weight	DL Discharge line	Pipe connections SL Suction line	CR -Steps-	Motor connection	Electrical Data	Max. operating current	Max. power con- sumption	Starting current (locked rotor)
Com- pressour type	Version moteur	Volumen balayé à 1450 min ⁻¹	Nombre de cylindres	Charge d'huile	Poids	DL Conduite de ref.	Raccords SL Conduits d'aspiration	CR -Etagés-	Raccordement de moteur	Caractéristiques électriques	Courant de service max. Amp. @	Puissance absorbée max. kW @	Courant de démarrage (Rotor bloqué) Amp. @
		m ³ /h		dm ³	kg	mm pouce	mm pouce	% @	Volt @				
2KC-05.2(Y)	1+2	4,06	2	1,0	43	12 1/2	16 5/8	-			4,6/2,7	1,5	20,8/12
2JC-07.2(Y)	1+2	5,21	2	1,0	43	12 1/2	16 5/8	-			6,0/3,5	1,9	25,6/14,8
2HC-1.2(Y)	2				44	12 1/2	16 5/8	-			6,1/3,5	2,0	28,9/16,7
2HC-2.2(Y)	1	6,51	2	1,0	45	12 1/2	16 5/8	-			7,4/4,3	2,4	39/22,5
2GC-2.2(Y)	1+2	7,58	2	1,0	45	12 1/2	16 5/8	-			8,1/4,7	2,7	39/22,5
2FC-2.2(Y)	2				45	12 1/2	16 5/8	-			8,5/4,9	2,8	39/22,5
2FC-3.2(Y)	1	9,54	2	1,0	47	12 1/2	16 5/8	-			10,0/5,8	3,4	44,2/25,5
2EC-2.2(Y)	2				67,5	16 5/8	22 7/8	-	Δ/Y		9,9/5,7	3,3	45/26
2EC-3.2(Y)	1	11,4	2	1,5	70,5	16 5/8	22 7/8	-			12,0/6,9	4,0	60,6/37
2DC-2.2(Y)	2				67,5	16 5/8	22 7/8	-	220..240 A/		11,9/6,9	3,9	53,7/30,7
2DC-3.2(Y)	1	13,4	2	1,5	70,5	16 5/8	22 7/8	-	380..420Y/3/50		13,5/7,8	4,5	64/37
2CC-3.2(Y)	2				70	16 5/8	22 7/8	-	265..290 A/		14,8/8,5	5,0	64/37
2CC-4.2(Y)	1	16,2	2	1,5	70	16 5/8	22 7/8	-	440..480Y/3/60		16,4/9,4	5,6	76,6/44,2
4FC-3.2(Y)	2				82	16 5/8	22 7/8	-			15,9/9,2	5,4	76,6/44,2
4FC-5.2(Y)	1	18,1	4	2,0	86	16 5/8	22 7/8	-			18,7/10,8	6,2	107,7/62,2
4EC-4.2(Y)	2				84	16 5/8	28 1 1/8	50			18,5/10,7	6,4	82,7/53,2
4EC-6.2(Y)	1	22,7	4	2,0	86	16 5/8	28 1 1/8	50			22,9/13,2	7,9	107,7/62,2
4DC-5.2(Y)	2				85,5	22 7/8	28 1 1/8	-			23,4/13,5	8,0	107,7/62,2
4DC-7.2(Y)	1	26,8	4	2,0	85,5	22 7/8	28 1 1/8	-			27,5/15,9	9,0	142,8/82,4
4CC-6.2(Y)	2				90,5	22 7/8	28 1 1/8	-			27,5/15,9	9,0	142,8/82,4
4CC-9.2(Y)	1	32,5	4	2,0	90,5	22 7/8	28 1 1/8	-			34,5/20,0	11,6	142,8/82,4
4VCS-6.2(Y)	2				129	22 7/8	28 1 1/8	-			14	8,1	39/68
4VCS-10.2(Y)	1	34,7	4	2,6	139	28 1 1/8	35 1 3/8	-			21	11,3	59/99
4TCS-8.2(Y)	2				134	28 1 1/8	35 1 3/8	-			17	9,4	49/81
4TCS-12.2(Y)	1	41,3	4	2,0	141	28 1 1/8	35 1 3/8	-			24	13,8	69/113
4PCS-10.2(Y)	2				139	26 1 1/8	42 1 5/8	-			21	11,7	59/99
4PCS-15.2(Y)	1	48,5	4	2,6	147	26 1 1/8	42 1 5/8	-			31	16,3	81/132
4NCS-12.2(Y)	2				141	28 1 1/8	35 1 3/8	-			24	14,1	69/113
4NCS-20.2(Y)	1	56,2	4	2,6	150	28 1 1/8	42 1 5/8	-			37	19,5	97/158
4J-13.2(Y)	2				179	28 1 1/8	42 1 5/8	-			27	15,7	81/132
4J-22.2(Y)	1	63,5	4	4,0	190	28 1 1/8	42 1 5/8	-			39	21,5	97/158
4H-15.2(Y)	2				183	28 1 1/8	42 1 5/8	-			31	18,1	81/132
4H-25.2(Y)	1	73,7	4	4,5	203	28 1 1/8	54 2 1/8	-			45	24,9	116/193
4G-20.2(Y)	2				192	26 1 1/8	54 2 1/8	-			37	21,5	97/158
4G-30.2(Y)	1	84,6	4	4,5	206	26 1 1/8	54 2 1/8	-			53	30,1	135/220

[A-Q] Compresor 2





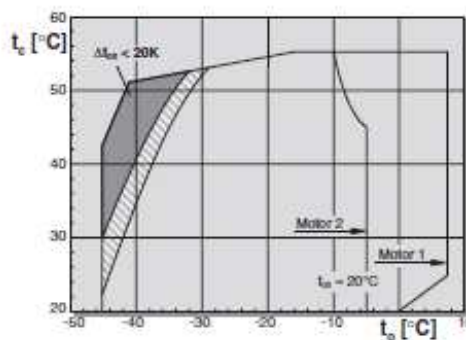
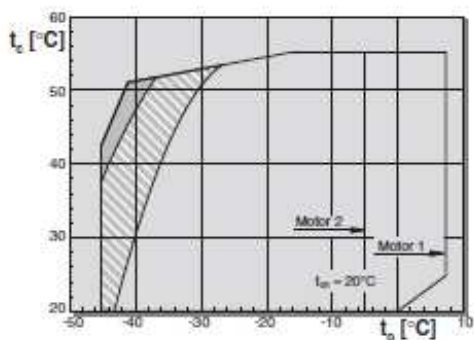
Einsatzgrenzen
bezogen auf 20°C Sauggastemperatur

Application limits
relating to 20°C suction gas
temperature

Limites d'application
se référant à une température de gaz
aspiré de 20°C

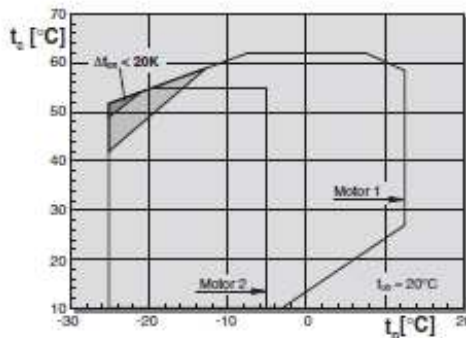
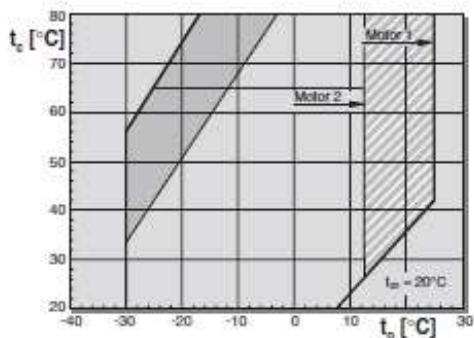
R404A ■ R507A 2KC-05.2Y .. 4CC-9.2Y &
8GC-50.2Y .. 8FC-70.2Y ①

R404A ■ R507A 4VCS-6.2Y .. 6F-50.2Y



R134a ①, ②

R407C ①, ②, ③



① 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y):
minimale Verdampfungstemperatur -20°C

① 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y):
minimum evaporating temperature -20°C

① 8GC-50.2(Y) .. 8FC-70.2(Y):
température d'évaporation minimale -20°C

② Mit R134a und R407C bei $t_e > 55^\circ\text{C}$ muss das
Öl BSE55 verwendet werden (anstelle BSE32).

② For R134a, R407C and $t_e > 55^\circ\text{C}$ the oil BSE55
has to be used (instead of BSE32).

② Pour R134a et R407C et $t_e > 55^\circ\text{C}$ il faut utiliser
l'huile BSE55 (au lieu de BSE32).

③ Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen
beruhen sich auf Taupunktwerten (Sätt-
dampf). Weitere Erläuterungen siehe Seite 6.

③ Evaporating and condensing temperatures are
based on dew point conditions (saturated
vapor). Additional information see page 6.

③ Les températures d'évaporation et de conden-
sation se réfèrent aux valeurs du point de rosée
(conditions de vapeurs saturées).
Pour plus d'informations voir page 6.

- t_e Verdampfungstemperatur (°C)
- $t_{s,h}$ Sauggastemperatur (°C)
- $\Delta t_{s,h}$ Sauggas-Überhitzung (K)
- t_c Verflüssigungstemperatur (°C)
- ▨ Zusatzkühlung oder max. 0°C Sauggastemperatur
- ▨ Zusatzkühlung
- ▨ Zusatzkühlung + eingeschränkte Sauggastemperatur
- ▨ Sauggas-Überhitzung > 10 K

- t_e Evaporating temperature (°C)
- $t_{s,h}$ Suction gas temperature (°C)
- $\Delta t_{s,h}$ Suction superheat (K)
- t_c Condensing temperature (°C)
- ▨ Additional cooling or max. 0°C suction gas temperature
- ▨ Additional cooling
- ▨ Additional cooling & limited suction gas temperature
- ▨ Suction superheat > 10 K

- t_e Température d'évaporation (°C)
- $t_{s,h}$ Température de gaz aspiré (°C)
- $\Delta t_{s,h}$ Surchauffe à l'aspiration (K)
- t_c Température de condensation (°C)
- ▨ Refroid. additionnel réduite ou max. 0°C température de gaz aspiré
- ▨ Refroid. additionnel réduite
- ▨ Refroid. additionnel + température de gaz aspiré limitée
- ▨ Surchauffe à l'aspiration > 10 K



R404A ■ R507A

Leistungswerte 50 Hz ①
bezogen auf Sauggastemperatur 20°C,
ohne Flüssigkeits-Unterkühlung

Performance data 50 Hz ①
relating to 20°C suction gas tempera-
ture, without liquid subcooling

Données de puissance 50 Hz ①
à une température de gaz aspiré de 20°C
se référant, sans sous-refroidissement de
liquide

Verdichter Typ Compressor type Compresseur type	Verf. Temp. Cond. temp. Temp. de cond. °C	Kältelastleistung Cooling capacity Puissance frigorifique										Q ₀ [Watt]	Leistungsaufnahme Power consumption Puissance absorbée										P _e [kW]				
		Verdampfungs-temperatur °C					Evaporating temperature °C						Température d'évaporation °C														
		7,5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-30		-40	-45													
2KC-05.2Y	30	Q	4690	4290	3960	2940	2390	1920	1510	1180	860	610	395	215	P	0,82	0,81	0,80	0,78	0,75	0,72	0,68	0,63	0,57	0,50	0,42	0,32
	40	Q	3850	3520	3200	2300	1940	1540	1200	900	650	430	255	100	P	0,98	0,96	0,93	0,89	0,84	0,78	0,72	0,65	0,57	0,47	0,36	0,24
	50	Q	3080	2810	2320	1890	1520	1190	910	670	460	280	140	P	1,14	1,11	1,06	0,99	0,92	0,84	0,76	0,66	0,56	0,43	0,30		
2JC-07.2Y	30	Q	6190	5670	4740	3620	2710	2000	2070	1620	1230	905	625	385	P	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	0,97	0,91	0,84	0,76	0,66	0,56	0,44
	40	Q	5180	4740	3960	3200	2660	2130	1680	1290	960	675	440	240	P	1,33	1,31	1,27	1,21	1,14	1,07	0,98	0,88	0,76	0,64	0,51	0,37
	50	Q	4210	3850	3100	2620	2120	1680	1300	980	700	465	285	140	P	1,56	1,53	1,45	1,36	1,26	1,15	1,02	0,89	0,75	0,60	0,44	
2HC-1.2Y	30	Q				4910	4040	3280	2630	2070	1590	1180	840	550	P				1,38	1,31	1,23	1,14	1,04	0,93	0,82	0,69	0,56
	40	Q				4090	3340	2700	2140	1650	1240	890	595	345	P				1,59	1,47	1,35	1,22	1,08	0,94	0,79	0,64	0,48
	50	Q				3390	2670	2130	1680	1250	910	615	365	P				1,75	1,60	1,43	1,26	1,09	0,91	0,73	0,55		
2HC-2.2Y	30	Q	7980	7350	6020	5000	4110	3340	2850	2170	1620	1210	855	555	P	1,42	1,42	1,40	1,37	1,32	1,25	1,16	1,06	0,95	0,83	0,70	
	40	Q	6620	6070	5060	4190	3430	2760	2190	1700	1270	915	610	345	P	1,73	1,70	1,64	1,56	1,47	1,36	1,24	1,10	0,96	0,80	0,64	
	50	Q	5400	4940	4110	3380	2740	2190	1710	1290	935	630	375	195	P	2,00	1,96	1,85	1,73	1,59	1,44	1,28	1,11	0,93	0,75	0,56	
2GC-2.2Y	30	Q	8970	8230	6890	5790	4720	3850	3300	2450	1890	1420	1020	685	P	1,67	1,67	1,65	1,60	1,53	1,45	1,34	1,23	1,10	0,96	0,81	0,66
	40	Q	7540	6910	5780	4790	3930	3190	2540	1990	1520	1110	775	490	P	2,04	2,00	1,93	1,83	1,72	1,59	1,45	1,30	1,13	0,96	0,79	0,61
	50	Q	6160	5650	4710	3890	3180	2560	2020	1560	1160	825	540	295	P	2,39	2,33	2,20	2,06	1,90	1,72	1,54	1,35	1,16	0,96	0,76	
2FC-2.2Y	30	Q				7140	5890	4810	3880	3080	2400	1820	1330	915	P				1,98	1,91	1,80	1,67	1,51	1,35	1,17	0,98	0,80
	40	Q				5960	4900	3980	3100	2500	1920	1420	1000	650	P				2,27	2,13	1,97	1,79	1,60	1,39	1,18	0,97	0,77
	50	Q				4810	3940	3180	2520	1950	1470	1060	705	435	P				2,55	2,36	2,15	1,92	1,68	1,44	1,20	0,97	
2FC-3.2Y	30	Q	11180	10260	8600	7150	5900	4820	3880	3080	2400	1820	1330	915	P	2,03	2,03	2,00	1,95	1,86	1,76	1,63	1,49	1,34	1,17	1,00	0,80
	40	Q	9450	8670	7250	6020	4950	4010	3210	2520	1930	1420	1000	650	P	2,50	2,46	2,37	2,25	2,11	1,94	1,77	1,58	1,38	1,17	0,96	0,76
	50	Q	7730	7080	5920	4890	4030	3270	2540	1960	1470	1060	690	435	P	2,95	2,88	2,72	2,53	2,33	2,11	1,88	1,64	1,40	1,15	0,91	
2EC-2.2Y	30	Q				6620	5120	3820	2990	2320	1750	1260	860	555	P				2,59	2,27	2,13	1,97	1,79	1,60	1,40	1,20	0,99
	40	Q				5720	4580	3480	2800	2200	1750	1260	860	555	P				2,75	2,55	2,34	2,11	1,87	1,64	1,40	1,16	0,93
	50	Q				4560	3670	2830	2120	1620	1260	860	555	P				3,08	2,80	2,52	2,23	1,95	1,67	1,39	1,13		
2EC-3.2Y	30	Q	13680	12550	10620	8760	7190	5800	4780	3780	2940	2230	1640	1120	P	2,39	2,40	2,38	2,32	2,23	2,10	1,95	1,78	1,59	1,39	1,19	0,96
	40	Q	11620	10660	8930	7420	6100	4960	3970	3120	2390	1770	1290	890	P	3,02	2,99	2,87	2,73	2,56	2,37	2,15	1,92	1,67	1,43	1,18	0,93
	50	Q	9580	8790	7340	6080	4970	4010	3180	2460	1850	1330	890	555	P	3,56	3,48	3,29	3,07	2,82	2,56	2,28	2,00	1,70	1,41	1,12	0,87
2DC-2.2Y	30	Q				10110	8340	6810	5490	4360	3390	2570	1880	1300	P				2,72	2,59	2,43	2,25	2,05	1,83	1,59	1,35	1,09
	40	Q				8490	6980	5670	4530	3560	2720	2020	1420	920	P				3,15	2,94	2,70	2,44	2,17	1,88	1,58	1,28	0,96
	50	Q				6900	5640	4550	3600	2780	2080	1490	990	655	P				3,55	3,25	2,93	2,59	2,25	1,90	1,54	1,19	
2DC-3.2Y	30	Q	15940	14630	12360	10300	8420	6870	5540	4400	3420	2590	1890	1300	P	2,79	2,80	2,77	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,86	1,62	1,37	1,07
	40	Q	13510	12390	10380	8610	7080	5750	4600	3610	2760	2040	1430	920	P	3,49	3,44	3,32	3,16	2,96	2,74	2,49	2,21	1,92	1,62	1,31	1,01
	50	Q	11110	10180	8500	7030	5740	4630	3660	2820	2110	1510	1000	655	P	4,11	4,02	3,80	3,55	3,27	2,96	2,63	2,29	1,93	1,57	1,20	0,90
2CC-3.2Y	30	Q				12470	10290	8400	6790	5380	4190	3180	2330	1680	P				3,33	3,15	2,95	2,72	2,48	2,21	1,93	1,64	1,35
	40	Q				10510	8690	7040	5640	4440	3420	2550	1810	1200	P				3,85	3,58	3,29	2,98	2,65	2,32	1,97	1,62	1,27
	50	Q				8500	7050	5710	4550	3540	2690	1950	1340	890	P				4,35	3,98	3,60	3,21	2,80	2,39	1,98	1,57	
2CC-4.2Y	30	Q	19440	17840	14960	12450	10280	8400	6770	5380	4190	3170	2320	1680	P	3,48	3,48	3,42	3,32	3,17	2,98	2,76	2,50	2,23	1,94	1,64	1,35
	40	Q	16470	15110	12660	10520	8660	7050	5650	4450	3420	2540	1810	1200	P	4,31	4,25	4,08	3,86	3,61	3,33	3,02	2,69	2,34	1,98	1,61	1,31
	50	Q	13050	12430	10400	8620	7070	5720	4550	3540	2690	1990	1340	890	P	5,08	4,96	4,68	4,36	4,01	3,63	3,23	2,82	2,40	1,98	1,55	1,25
4FC-3.2Y	30	Q				13730	11330	9200	7470	5940	4630	3510	2580	1800	P				3,85	3,66	3,44	3,18	2,90	2,58	2,24	1,88	1,50
	40	Q				11560	9620	7740	6200	4980	3750	2790	1980	1310	P				4,42	4,10	3,76	3,40	3,03	2,63	2,23	1,82	1,40
	50	Q				9450	7740	6200	4970	3960	2910	2110	1430	920	P				4,91	4,48	4,04	3,59	3,13	2,67	2,22	1,77	

R404A = R507A



Leistungswerte 50 Hz[Ⓢ]
bezogen auf Sauggastemperatur 20°C,
ohne Flüssigkeits-Unterkühlung

Performance data 50 Hz[Ⓢ]
relating to 20°C suction gas tempera-
ture, without liquid subcooling

Données de puissance 50 Hz[Ⓢ]
à une température de gaz aspiré de 20°C
se référant, sans sous-refroidissement de
liquide

Verdichter Typ Compressor type Compresseur type	Verf. Temp. Cond temp. Temp. de cond. °C	↓	Kälteleistung Cooling capacity Puissance frigorifique												Q ₀ [Watt]	Leistungsaufnahme Power consumption Puissance absorbée												P _e [kW]
			Verdampfungstemperatur °C			Evaporating temperature °C			Température d'évaporation °C			Verdampfungstemperatur °C				Evaporating temperature °C			Température d'évaporation °C									
			7.5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45		7.5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
4FC-5.2Y	30	O	21500	19790	16590	13810	11400	9320	7520	5970	4650	3530	2580	1810	3,78	3,79	3,76	3,07	3,52	3,32	3,07	2,79	2,48	2,15	1,81	1,51		
	40	O	18240	16740	14020	11830	9580	7790	6240	4900	3780	2790	1920	1370	4,05	4,00	4,46	4,25	3,99	3,09	3,35	2,96	2,59	2,18	1,76	1,46		
	50	O	14970	13730	11470	9500	7780	6280	4980	3860	2900	2090	1410	1010	5,44	5,33	5,07	4,75	4,39	3,98	3,55	3,10	2,62	2,14	1,65	1,36		
4EC-4.2Y	30	O				17330	14290	11600	9400	7450	5800	4390	3210	2270				4,61	4,39	4,12	3,81	3,45	3,06	2,65	2,22	1,78		
	40	O				14440	11870	9690	7720	6070	4650	3450	2440	1690				5,28	4,93	4,53	4,10	3,64	3,15	2,65	2,14	1,63		
	50	O				11050	9550	7720	6130	4700	3590	2590	1750	1250				9,88	8,29	6,87	6,33	5,77	5,19	4,60	4,02	3,44		
4EC-6.2Y	30	O	27500	25200	21100	17580	14500	11630	9530	7550	5860	4420	3210	2270	4,73	4,75	4,73	4,62	4,43	4,17	3,85	3,48	3,08	2,65	2,21	1,77		
	40	O	23150	21250	17780	14750	12120	9840	7860	6100	4700	3470	2420	1690	5,87	5,81	5,62	5,35	5,01	4,61	4,17	3,68	3,17	2,65	2,12	1,68		
	50	O	18920	17360	14490	11980	9790	7890	6240	4820	3600	2570	1710	1210	6,86	6,72	6,37	5,95	5,47	4,95	4,38	3,79	3,19	2,58	1,97	1,47		
4DC-5.2Y	30	O				21100	17420	14220	11470	9100	7080	5370	3930	2730				5,52	5,29	4,99	4,62	4,18	3,70	3,19	2,66	2,11		
	40	O				17690	14520	11810	9480	7440	5720	4290	3010	1980				6,34	5,95	5,50	4,99	4,43	3,83	3,22	2,60	1,98		
	50	O				14300	11750	9490	7550	5890	4440	3290	2190				7,07	6,53	5,93	5,29	4,62	3,92	3,22	2,62	2,02			
4DC-7.2Y	30	O	32600	29900	25000	20800	17320	13920	11210	8860	6880	5160	3720	2520	5,49	5,52	5,51	5,39	5,18	4,88	4,52	4,10	3,63	3,12	2,59	2,06		
	40	O	27500	25200	21100	17490	14350	11630	9270	7250	5510	4040	2800	1900	6,81	6,75	6,55	6,26	5,88	5,43	4,91	4,35	3,74	3,11	2,47	1,84		
	50	O	22500	20600	17210	14230	11620	9350	7380	5690	4240	3010	1980	1380	7,98	7,83	7,46	7,00	6,46	5,86	5,20	4,50	3,78	3,03	2,28	1,63		
4CC-6.2Y	30	O				24950	20650	16900	13670	10900	8540	6530	4840	3420				6,65	6,36	5,98	5,52	5,01	4,45	3,86	3,25	2,63		
	40	O				21100	17420	14220	11470	9100	7080	5370	3930	2730				7,64	7,17	6,63	6,03	5,37	4,67	3,94	3,21	2,47		
	50	O				17320	14220	11520	9190	7180	5450	4000	2770	1900				8,61	7,98	7,28	6,51	5,71	4,87	4,01	3,14	2,28		
4CC-9.2Y	30	O	38800	35600	29900	24900	20600	16880	13680	10890	8530	6530	4840	3420	6,86	6,87	6,82	6,64	6,36	5,98	5,53	5,01	4,45	3,86	3,25	2,63		
	40	O	32850	30150	25300	21100	17410	14210	11440	9050	7000	5250	3770	2640	8,35	8,27	8,01	7,64	7,18	6,63	6,02	5,36	4,66	3,94	3,20	2,46		
	50	O	27050	24850	20900	17380	14310	11620	9280	7240	5480	3990	2660	1860	9,80	9,62	9,16	8,61	7,98	7,28	6,52	5,71	4,87	4,01	3,14	2,28		
4VCS-6.2Y	30	O				27350	22300	18190	14640	11600	8900	6790	4920	3370				7,17	6,70	6,19	5,62	5,02	4,40	3,78	3,11	2,46		
	40	O				22750	18670	15140	12090	9470	7230	5320	3720	2380				8,12	7,45	6,76	6,03	5,28	4,52	3,74	2,95	2,15		
	50	O				14970	12050	9630	7370	5520	3960	2640	1860				7,98	7,12	6,26	5,41	4,55	3,67	2,78	1,90				
4VCS-10.2Y	30	O	42750	39200	32800	27250	22400	18240	14610	11490	8810	6530	4580	3270	7,14	7,13	7,01	6,76	6,41	5,96	5,45	4,88	4,27	3,64	3,00	2,36		
	40	O	36100	33100	27600	22850	18680	15070	11960	9260	6960	5000	3360	2360	8,67	8,54	8,18	7,70	7,14	6,50	5,90	5,07	4,31	3,55	2,80	2,15		
	50	O	29550	27050	22500	18490	15020	12010	9410	7180	5290	3890	2660				9,44	8,68	7,67	6,61	5,13	4,26	3,39	2,57				
4TCS-8.2Y	30	O				33050	27250	22200	17890	14170	10990	8300	6040	4150				8,74	8,17	7,55	6,87	6,16	5,41	4,64	3,86	3,07		
	40	O				27750	22800	18480	14760	11560	8830	6520	4680	2960				9,86	9,05	8,20	7,34	6,46	5,57	4,66	3,74	2,81		
	50	O				18350	14790	11710	9070	6800	4880	3260	2260				9,74	8,71	7,68	6,65	5,61	4,55	3,46	2,36				
4TCS-12.2Y	30	O	51500	47200	39450	32750	26900	21900	17550	13830	10650	7980	5700	3980	8,63	8,63	8,49	8,22	7,81	7,29	6,88	6,00	5,26	4,48	3,68	2,88		
	40	O	43500	39650	33300	27550	22600	18200	14530	11320	8590	6270	4520	3160	10,06	10,47	9,99	9,40	8,72	7,96	7,15	6,29	5,40	4,51	3,65			
	50	O	35480	32400	27050	22350	18290	14650	11550	8880	6590	4850	3520	2460	12,28	11,93	11,17	10,33	9,42	8,45	7,45	6,42	5,39	4,36	3,36			
4PCS-10.2Y	30	O				38380	31600	25750	20790	16390	12690	9550	6910	4690				10,07	9,37	8,64	7,87	7,06	6,22	5,34	4,43	3,48		
	40	O				32900	26500	21500	17130	13400	10220	7520	5240	3360				11,39	10,45	9,47	8,45	7,41	6,35	5,30	4,25	3,22		
	50	O				21500	17200	13660	10550	7990	5640	3760	2600				11,26	10,04	9,04	8,00	7,03	6,28	5,05	3,88	2,91			
4PCS-15.2Y	30	O	61500	56400	47100	39250	32100	26000	20800	16550	12900	9740	6900	4690	10,23	10,19	9,96	9,58	9,06	8,43	7,70	6,90	6,04	5,14	4,23	3,32		
	40	O	52200	47850	39650	33050	27050	21850	17360	13490	10190	7390	5280	3620	12,41	12,14	11,51	10,79	9,99	9,11	8,18	7,19	6,17	5,13	4,07			
	50	O	42600	39000	32500	26750	21800	17430	13680	10460	7710	5380	3420	2460	14,27	13,78	12,78	11,73	10,66	9,55	8,43	7,28	6,11	4,94	3,75			

* Bevorzugt Motor 2 einsetzen, siehe auch Einsatzgrenzen
 * Preferably use motor 2, see also Application limits
 * Utiliser préférentiellement moteur 2, voir aussi Limites d'application

■ Zusatzkühlung oder eingeschränkte Sauggastemperatur
 ■ Additional cooling or limited suction gas temperature
 ■ Refroidissement additionnel ou température de gaz aspiré limitée



Technische Daten

Technical data

Caractéristiques techniques

Verdichter Typ Compressor type Com- pressour type	Motor Version	Förder- volumen bei 1450 min ⁻¹ Displace- ment at 1450 min ⁻¹ Volume balayé à 1450 min ⁻¹ m ³ /h	Anzahl der Zylinder Number of cylinders Nombre de cylindres	Öl- füllung Oil charge Charge d'huile	Gewicht Weight Poids	Rohranschlüsse DL Druckleitung mm Zoll Pipe connections DL Discharge line mm inch		SL Saugleitung mm Zoll SL Suction line mm inch		CR -Stufen- CR -Steps- CR -Etagas-	Motor- Anschluss Motor connection Raccordement de moteur	Elektrische Daten max. Betriebs- strom max. Leistungs- aufnahme Anlauf- strom (Rotor blockiert)		
						Electrical Data Max. operating current Max. power con- sumption Starting current (locked rotor)								
						Caractéristiques électriques Courant de service max. Amp. @ Puissance absorbée max. kW @ Courant de démarrage (Rotor bloqué) Amp. @								
2KC-05.2(Y)	1+2	4,06	2	1,0	43	12 1/2	16 5/8	-	-	-	4,6/2,7	1,5	20,8/12	
2JC-07.2(Y)	1+2	5,21	2	1,0	43	12 1/2	16 5/8	-	-	-	6,0/3,5	1,9	25,6/14,8	
2HC-1.2(Y)	2	6,51	2	1,0	44	12 1/2	16 5/8	-	-	-	6,1/3,5	2,0	28,9/16,7	
2HC-2.2(Y)	1	6,51	2	1,0	45	12 1/2	16 5/8	-	-	-	7,4/4,3	2,4	39/22,5	
2GC-2.2(Y)	1+2	7,58	2	1,0	45	12 1/2	16 5/8	-	-	-	8,1/4,7	2,7	39/22,5	
2FC-2.2(Y)	2	9,54	2	1,0	45	12 1/2	16 5/8	-	-	-	8,5/4,9	2,8	39/22,5	
2FC-3.2(Y)	1	9,54	2	1,0	47	12 1/2	16 5/8	-	-	-	10,0/5,8	3,4	44,2/25,5	
2EC-2.2(Y)	2	11,4	2	1,5	67,5	16 5/8	22 7/8	-	-	Δ/Y	9,9/5,7	3,3	45/26	
2EC-3.2(Y)	1	11,4	2	1,5	70,5	16 5/8	22 7/8	-	-	-	12,0/6,9	4,0	60,6/37	
2DC-2.2(Y)	2	13,4	2	1,5	67,5	16 5/8	22 7/8	-	-	220...240 A/	11,9/6,9	3,9	53,7/30,7	
2DC-3.2(Y)	1	13,4	2	1,5	70,5	16 5/8	22 7/8	-	-	380...420Y/3/50	13,5/7,8	4,5	64/37	
2CC-3.2(Y)	2	16,2	2	1,5	70	16 5/8	22 7/8	-	-	265...290 A/	14,8/8,5	5,0	64/37	
2CC-4.2(Y)	1	16,2	2	1,5	70	16 5/8	22 7/8	-	-	440...480Y/3/60	16,4/9,4	5,6	76,6/44,2	
4FC-3.2(Y)	2	18,1	4	2,0	82	16 5/8	22 7/8	-	-	-	15,9/9,2	5,4	76,6/44,2	
4FC-5.2(Y)	1	18,1	4	2,0	86	16 5/8	22 7/8	-	-	-	18,7/10,8	6,2	107,7/62,2	
4EC-4.2(Y)	2	22,7	4	2,0	84	16 5/8	28 1 1/8	-	50	-	18,5/10,7	6,4	82,7/53,2	
4EC-6.2(Y)	1	22,7	4	2,0	86	16 5/8	28 1 1/8	-	50	-	22,9/13,2	7,9	107,7/62,2	
4DC-5.2(Y)	2	26,8	4	2,0	85,5	22 7/8	28 1 1/8	-	-	-	23,4/13,5	8,0	107,7/62,2	
4DC-7.2(Y)	1	26,8	4	2,0	88,5	22 7/8	28 1 1/8	-	-	-	27,5/15,9	9,0	142,8/82,4	
4CC-6.2(Y)	2	32,5	4	2,0	90,5	22 7/8	28 1 1/8	-	-	-	27,5/15,9	9,0	142,8/82,4	
4CC-9.2(Y)	1	32,5	4	2,0	90,5	22 7/8	28 1 1/8	-	-	-	34,5/20,0	11,6	142,8/82,4	
4VCS-6.2(Y)	2	34,7	4	2,6	129	22 7/8	28 1 1/8	-	-	-	14	8,1	39/68	
4VCS-10.2(Y)	1	34,7	4	2,6	139	22 7/8	28 1 1/8	-	-	-	21	11,3	59/99	
4TCS-8.2(Y)	2	41,3	4	2,0	134	28 1 1/8	35 1 3/8	-	-	-	17	9,4	49/81	
4TCS-12.2(Y)	1	41,3	4	2,0	141	28 1 1/8	35 1 3/8	-	-	-	24	13,8	69/113	
4PCS-10.2(Y)	2	48,5	4	2,6	139	26 1 1/8	35 1 3/8	-	-	-	21	11,7	59/99	
4PCS-15.2(Y)	1	48,5	4	2,6	147	26 1 1/8	42 1 5/8	-	-	-	31	16,3	81/132	
4NCS-12.2(Y)	2	56,2	4	2,6	141	28 1 1/8	35 1 3/8	-	-	-	24	14,1	69/113	
4NCS-20.2(Y)	1	56,2	4	2,6	150	28 1 1/8	42 1 5/8	-	-	380...420YY/3/50	37	19,5	97/158	
4J-13.2(Y)	2	63,5	4	4,0	179	28 1 1/8	42 1 5/8	-	-	440...480YY/3/60	27	15,7	81/132	
4J-22.2(Y)	1	63,5	4	4,0	190	28 1 1/8	42 1 5/8	-	-	-	39	21,5	97/158	
4H-15.2(Y)	2	73,7	4	4,0	183	28 1 1/8	42 1 5/8	-	-	-	31	18,1	81/132	
4H-25.2(Y)	1	73,7	4	4,5	203	28 1 1/8	54 2 1/8	-	-	-	45	24,9	116/193	
4G-20.2(Y)	2	84,6	4	4,5	192	26 1 1/8	54 2 1/8	-	-	-	37	21,5	97/158	
4G-30.2(Y)	1	84,6	4	4,5	206	26 1 1/8	54 2 1/8	-	-	-	53	30,1	135/220	

[A-R] Evaporador

FICHA TÉCNICA EVAPORADOR

- Gabinete rígido en aluminio liso brillante, opcional en pintura epóxica blanca.
- Moto ventiladores monofásicos de 220 volts y 70 Watts, con lubricación anticongelante y bajo consumo de energía.
- Bandeja interna que direcciona el fluido del aire solo a través de las aletas.
- Opción de parrilla metálica para alcance de 8m a una velocidad final de 0,25 m/s
- Tubos de cobre y aletas de aluminio.

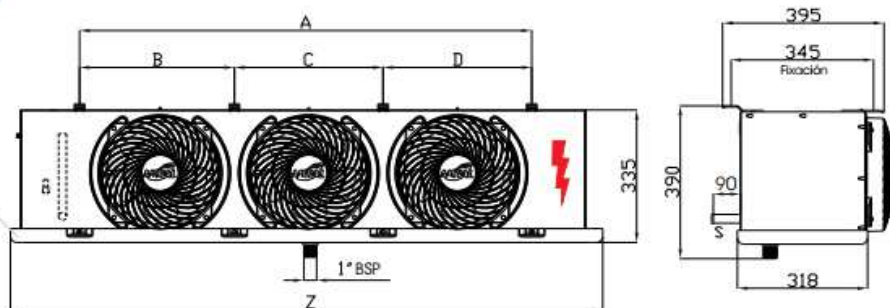


DESHIELO

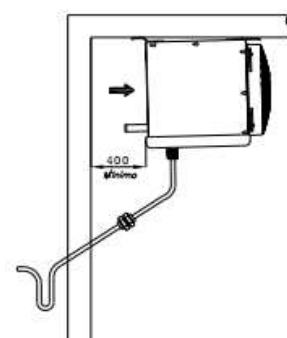
- En el sistema de deshielo eléctrico estándar, las resistencias eléctricas de acero inoxidable, están montadas a través de la parte trasera de la unidad y son de fácil acceso. Una posicionada entre 2 bloques evaporadores y otra arriba de la bandeja interna (resistencia de bandeja).
- El sistema de deshielo eléctrico favorece la operación de aire forzado en su máxima eficiencia, minimizando la formación de vapor y recalentamiento de la instalación.



Dimensionales



Mi	Cantidad de Ventiladores	Dimensión						Pesos	
		A	B	C	D	Z	S	PL	PB
		mm	mm	mm	mm	mm	Ø		
013	1	378	-	-	-	725	5/8"	10,4	12,5
015	1	378	-	-	-	725	5/8"	10,9	13,0
018	2	741	-	-	-	1087	5/8"	17,8	21,4
025	2	741	-	-	-	1087	5/8"	19,5	23,4
031	2	741	-	-	-	1087	5/8"	20,2	24,2
038	3	1104	-	-	-	1450	5/8"	26,0	31,2
046	3	1104	-	-	-	1450	7/8"	27,3	32,8
051	4	1487	741	-	726	1813	7/8"	33,1	39,7
062	4	1487	741	-	726	1813	7/8"	34,8	41,8
078	5	1830	741	363	726	2176	1 1/8"	43,5	52,2



Capacidades

Kcal/h

Serie MI DT1 = 10,8°F DT1 = 6°K Kcal/h	HP	Temperatura de evaporación									
		°F	-31	-22	-13	-4	5	14	23	32	41
		°C	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5
013	1		946	983	1015	1047	1077	1107	1141	1231	1284
015	1 ¼		1186	1232	1272	1312	1350	1387	1430	1543	1610
018	1 ½		1350	1403	1448	1494	1537	1579	1628	1757	1832
025	2		1892	1966	2029	2093	2153	2213	2281	2462	2567
031	2 ½		2317	2407	2485	2562	2636	2710	2793	3014	3144
038	3		2837	2947	3042	3138	3228	3318	3420	3691	3849
046	4		3463	3598	3714	3830	3940	4051	4175	4505	4699
051	5		3782	3930	4057	4184	4304	4424	4560	4921	5133
062	5 ½		4630	4810	4966	5121	5268	5416	5582	6024	6283
078	6 ½		5797	6021	6217	6412	6596	6781	6989	7542	7867
094	7 ½		6930	7200	7433	7665	7886	8106	8355	9016	9404
110	9		8103	8419	8691	8962	9220	9478	9769	10542	10996
125	10		9285	9647	9958	10270	10565	10860	11194	12080	12600

[A-S] Condensador

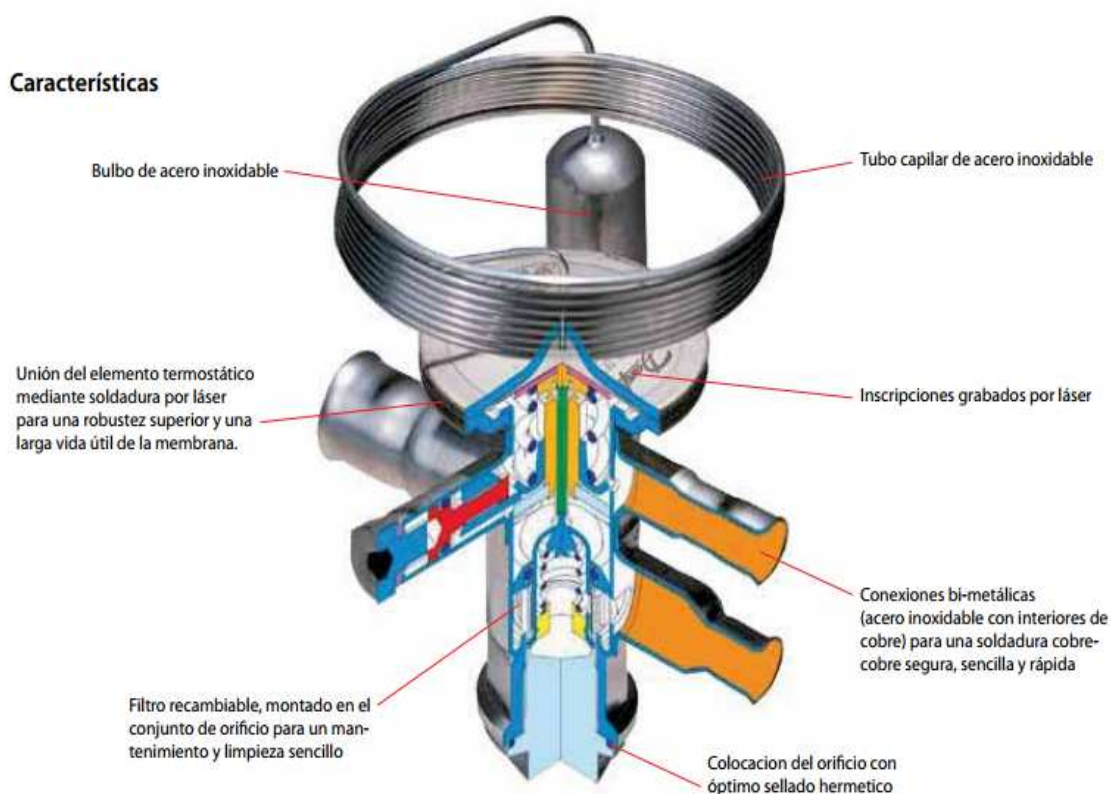


Model	Nominal Capacity (kw)	The Area Of Cooling (m ²)	Fan Motor				Connection Pipe(Φmm)		Outline Size (mm) A×B×C	Installation Size (mm)	
			Power (w)	Diameter (Φmm)	Air Flow (m ³ /h)	Voltage (v)	Inlet	Outlet		D	E1
CD-2	0.6	2	1 × 35	200	410	220/50	φ 10	φ 10	320X100X230	270	65
CD-3.4	1.0	3.4	1 × 35	200	410	220/50	φ 12	φ 12	320X100X230	270	65
CD-4.4	1.3	4.4	1 × 60	250	750	220/50	φ 12	φ 12	370X100X280	325	65
CD-5.4	1.6	5.4	1 × 75	300	1350	220/50	φ 12	φ 12	440X100X330	392	65
CD-7.0	2.0	7.0	1 × 90	300	1350	220/50	φ 12	φ 12	440X135X330	390	90
CD-8.4	2.3	8.4	1 × 150	350	3100	380/50	φ 16	φ 12	500X130X430	455	95
CD-11.5	3.5	11.5	1 × 150	350	3100	380/50	φ 16	φ 12	480X180X430	430	145
CD-15	4.4	15	1 × 150	350	3100	380/50	φ 16	φ 12	550X180X480	490	145
CD-18	5.2	18	1 × 180	400	4500	380/50	φ 19	φ 16	590X180X530	530	140
CD-22	6.4	22	1 × 180	400	4500	380/50	φ 19	φ 16	590X180X530	530	140
CD-25	8.1	25	1 × 180	400	4500	380/50	φ 19	φ 16	750X180X680	660	150
CD-21	6.1	21	2 × 90	300	2700	220/50	φ 16	φ 12	840X180X430	790	140
CD-28	8.2	28	2 × 150	350	6200	380/50	φ 19	φ 16	900X180X430	840	145
CD-33	11.2	33	2 × 150	350	6200	380/50	φ 19	φ 16	900X200X480	840	130
CD-36	12.6	36	2 × 180	400	9000	380/50	φ 16	φ 12	1015X180X580	950	150
CD-43	14.8	43	2 × 180	400	9000	380/50	φ 16	φ 12	1015X180X680	950	150
CD-48	17.5	48	2 × 180	400	9000	380/50	φ 16	φ 12	1250X200X630	1172	120
CD-55	19.2	55	2 × 180	400	9000	380/50	φ 22	φ 12	1250X200X730	1172	140
CD-70	20.5	70	4 × 150	350	12400	380/50	φ 22	φ 16	1250X200X830	1172	120
CD-80	24.4	80	4 × 150	350	12400	380/50	φ 28	φ 16	1250X200X930	1172	120
CD-100	29.6	100	4 × 180	400	18000	380/50	φ 28	φ 16	1250X200X1130	1172	120
CD-130	38.2	130	4 × 180	400	18000	380/50	φ 28	φ 22	1250X200X1380	1172	120

[A-T] Válvula

Ventajas	Datos técnicos
<ul style="list-style-type: none"> - El uso del acero, hace a las válvulas ligeras y robustas. - Conexiones bi-metálicas para una soldadura segura, sencilla y rápida. - Tubo capilar de acero inoxidable garantiza una robustez, resistencia a las vibraciones y ductilidad superior. - El ajuste mediante una llave Allen es más cómodo y ahorra más espacio en comparación con el ajuste mediante atornillador empleado en la mayoría de las válvulas convencionales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pueden suministrarse con MOP (Máx. Presión de Operación) Protege el motor del compresor en funcionamiento normal, contra presiones de evaporación excesivas. - Pueden suministrarse válvulas para rangos de temperatura especiales. - Sólo 4 K de recalentamiento de apertura. - Función bi-flow.

Características



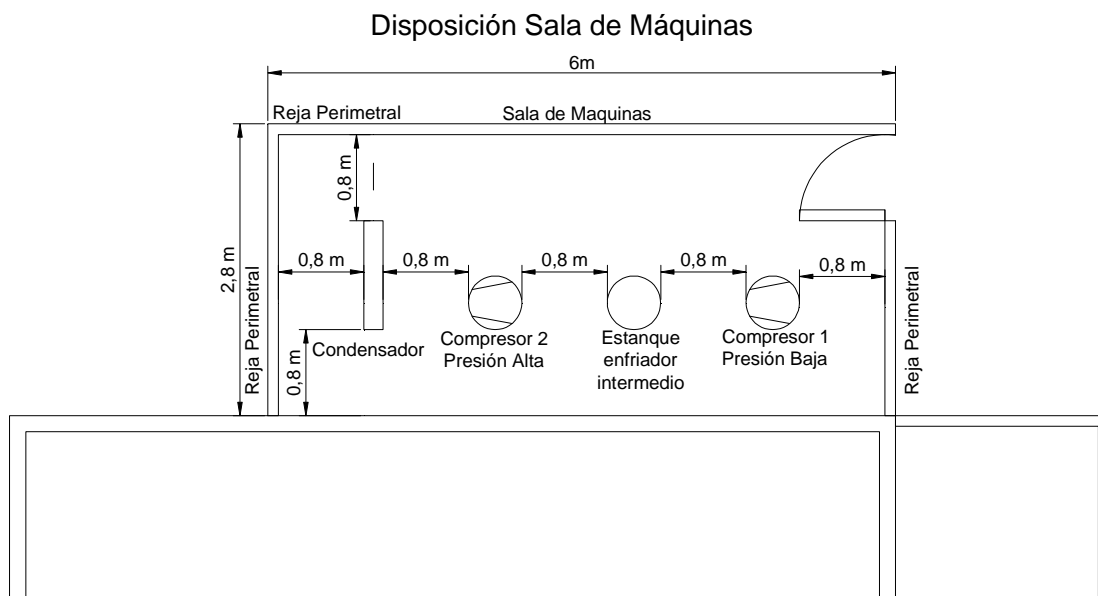
Capacidades

Tipo de válvula/ Orificio	Temp. cond. ^{*)} [°C]	R22					R134a					R404A/R507					R407C				
		Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]				
		Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]				
		-35	-30	-10	0	5	-30	-10	-5	0	5	-40	-35	-30	-10	0	-10	-5	0	5	10
TU / 00	25	0.38	0.41	0.53	0.55	0.54	0.27	0.38	0.40	0.41	0.42	0.25	0.28	0.31	0.40	0.43	0.54	0.58	0.61	0.61	0.58
TU / 01	25	0.44	0.50	0.72	0.79	0.79	0.31	0.52	0.57	0.60	0.62	0.28	0.33	0.38	0.56	0.62	0.75	0.80	0.85	0.88	0.89
TU / 02	25	0.51	0.59	0.94	1.1	1.1	0.35	0.67	0.75	0.83	0.89	0.33	0.4	0.5	0.7	0.9	0.96	1.1	1.2	1.3	1.3
TU / 03	25	0.73	0.84	1.3	1.5	1.5	0.49	0.94	1.0	1.1	1.2	0.5	0.5	0.6	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8
TU / 04	25	1.1	1.2	1.9	2.2	2.3	0.72	1.4	1.6	1.7	1.8	0.7	0.8	0.9	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
TU / 05	25	1.4	1.6	2.6	3.0	3.1	0.99	1.9	2.1	2.3	2.4	0.9	1.1	1.3	2.1	2.5	2.7	3.0	3.2	3.5	3.7
TU / 06	25	2.1	2.4	3.9	4.5	4.7	1.4	2.8	3.1	3.5	3.7	1.4	1.6	1.9	3.1	3.7	4.0	4.4	4.9	5.3	5.6
TU / 07	25	2.8	3.2	5.2	6.0	6.3	1.9	3.7	4.2	4.6	4.9	1.8	2.1	2.5	4.2	4.9	5.3	5.9	6.5	7.0	7.4
TU / 08	25	4.2	4.9	7.8	9.0	9.3	2.9	5.6	6.3	6.9	7.3	2.8	3.3	3.8	6.3	7.3	8.0	8.9	9.7	10.5	11.0
TU / 09	25	6.2	7.1	11.6	13.4	14.0	4.3	8.2	9.3	10.2	10.9	4.0	4.8	5.6	9.3	11.0	11.8	13.2	14.5	15.6	16.5
TC / 01	25	9.7	10.9	14.9	15.7	15.6	5.9	8.9	9.5	9.9	10.1	5.8	6.6	7.4	10.4	11.3	14.7	15.6	16.2	16.7	16.7
TC / 02	25	11.5	12.9	17.7	18.9	18.8	7.2	11.1	11.9	12.5	12.7	7.2	8.2	9.3	13.2	14.3	18.5	19.6	20.5	21.0	21.0
TC / 03	25	14.9	16.6	22.4	23.6	23.4	9.6	14.5	15.5	16.1	16.3	9.6	10.9	12.2	16.9	18.2	23.8	25.1	26.1	26.6	26.4
TU / 00	35	0.40	0.44	0.57	0.61	0.62	0.28	0.41	0.44	0.46	0.47	0.24	0.27	0.30	0.40	0.44	0.56	0.61	0.64	0.66	0.65
TU / 01	35	0.46	0.53	0.78	0.88	0.91	0.32	0.56	0.62	0.66	0.70	0.26	0.32	0.37	0.57	0.64	0.77	0.84	0.90	0.94	0.98
TU / 02	35	0.53	0.62	1.0	1.2	1.3	0.37	0.72	0.83	0.94	1.0	0.3	0.4	0.4	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5
TU / 03	35	0.75	0.88	1.4	1.7	1.8	0.52	1.0	1.2	1.3	1.4	0.4	0.5	0.6	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1
TU / 04	35	1.1	1.3	2.1	2.6	2.8	0.76	1.5	1.7	1.9	2.1	0.6	0.8	0.9	1.6	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.1
TU / 05	35	1.5	1.7	2.8	3.4	3.7	1.0	2.0	2.3	2.6	2.9	0.9	1.0	1.2	2.1	2.6	2.8	3.1	3.5	3.8	4.2
TU / 06	35	2.2	2.6	4.2	5.1	5.5	1.5	3.0	3.5	3.9	4.3	1.3	1.5	1.8	3.2	3.9	4.2	4.7	5.2	5.8	6.3
TU / 07	35	2.9	3.4	5.7	6.9	7.4	2.1	4.0	4.6	5.2	5.8	1.7	2.1	2.4	4.3	5.2	5.6	6.3	7.0	7.7	8.4
TU / 08	35	4.4	5.1	8.5	10.2	11.0	3.1	6.1	6.9	7.8	8.5	2.6	3.1	3.7	6.3	7.7	8.4	9.4	10.5	11.5	12.4
TU / 09	35	6.5	7.5	12.6	15.3	16.4	4.5	8.9	10.2	11.5	12.8	3.7	4.5	5.3	9.4	11.6	12.4	13.9	15.5	17.1	18.6
TC / 01	35	10.3	11.5	16.3	17.9	18.3	6.2	9.7	10.5	11.2	11.7	5.4	6.3	7.2	10.6	11.9	15.4	16.5	17.4	18.2	18.8
TC / 02	35	12.2	13.7	19.5	21.5	22.1	7.7	12.2	13.2	14.1	14.8	6.9	7.9	9.1	13.4	15.1	19.4	20.9	22.1	23.1	23.8
TC / 03	35	15.9	17.8	24.7	26.9	27.5	10.2	15.9	17.1	18.2	19.0	9.3	10.6	12.0	17.3	19.2	25.1	26.8	28.2	29.3	29.9
TU / 00	45	0.40	0.45	0.60	0.65	0.67	0.28	0.43	0.46	0.48	0.51	0.21	0.24	0.27	0.38	0.43	0.56	0.61	0.65	0.67	0.68
TU / 01	45	0.47	0.54	0.82	0.94	0.98	0.32	0.58	0.64	0.70	0.75	0.23	0.28	0.34	0.54	0.6	0.77	0.84	0.91	0.96	1.0
TU / 02	45	0.54	0.63	1.1	1.3	1.5	0.37	0.75	0.87	0.99	1.1	0.3	0.3	0.4	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6
TU / 03	45	0.75	0.89	1.5	1.8	2.0	0.52	1.1	1.2	1.4	1.5	0.4	0.4	0.5	1.0	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
TU / 04	45	1.1	1.3	2.2	2.8	3.0	0.77	1.6	1.8	2.1	2.3	0.5	0.7	0.8	1.5	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3
TU / 05	45	1.5	1.7	3.0	3.7	4.0	1.0	2.1	2.4	2.8	3.1	0.7	0.9	1.1	2.0	2.6	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4
TU / 06	45	2.2	2.6	4.5	5.5	6.1	1.5	3.1	3.6	4.1	4.7	1.1	1.4	1.7	3.0	3.8	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6
TU / 07	45	3.0	3.5	6.0	7.4	8.1	2.1	4.2	4.9	5.5	6.2	1.5	1.8	2.2	4.1	5.1	5.6	6.4	7.2	8.0	8.9
TU / 08	45	4.5	5.3	9.0	11.1	12.1	3.1	6.3	7.3	8.3	9.3	2.3	2.8	3.3	6.0	7.6	8.4	9.6	10.7	11.9	13.1
TU / 09	45	6.6	7.7	13.3	16.5	18.0	4.5	9.3	10.8	12.3	13.8	3.1	3.9	4.8	9.0	11.4	12.4	14.1	15.9	17.8	19.6
TC / 01	45	10.5	11.9	17.2	19.3	20.1	6.3	10.1	11.1	11.9	12.7	4.8	6.6	10.2	11.7	15.6	16.8	17.9	18.9	19.8	19.8
TC / 02	45	12.6	14.2	20.7	23.3	24.3	7.9	12.8	14.0	15.2	16.2	6.2	7.2	8.4	12.9	14.9	19.8	21.4	22.8	24.1	25.2
TC / 03	45	16.6	18.7	26.4	29.3	30.3	10.6	16.8	18.2	19.6	20.7	8.5	9.9	11.3	16.8	19.0	25.8	27.6	29.3	30.7	31.7
TU / 00	55	0.41	0.45	0.62	0.68	0.70	0.27	0.43	0.46	0.49	0.52	0.17	0.20	0.24	0.35	0.39	0.54	0.59	0.63	0.66	0.67
TU / 01	55	0.47	0.54	0.84	0.98	1.0	0.31	0.58	0.65	0.71	0.77	0.18	0.23	0.28	0.48	0.6	0.75	0.82	0.89	0.95	1.0
TU / 02	55	0.53	0.63	1.1	1.4	1.6	0.37	0.75	0.87	1.0	1.2	0.20	0.3	0.3	0.7	0.9	1.00	1.1	1.3	1.5	1.6
TU / 03	55	0.73	0.88	1.6	1.9	2.1	0.50	1.1	1.3	1.4	1.6	0.2	0.3	0.4	0.9	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
TU / 04	55	1.1	1.3	2.3	2.9	3.2	0.75	1.6	1.8	2.1	2.4	0.4	0.5	0.6	1.4	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3
TU / 05	55	1.5	1.7	3.1	3.8	4.3	0.96	2.1	2.4	2.8	3.2	0.5	0.7	0.9	1.8	2.4	2.7	3.1	3.6	4.0	4.5
TU / 06	55	2.2	2.6	4.7	5.8	6.4	1.4	3.2	3.7	4.3	4.9	0.9	1.1	1.4	2.8	3.6	4.2	4.8	5.4	6.1	6.8
TU / 07	55	2.9	3.5	6.2	7.7	8.5	2.0	4.2	4.9	5.7	6.4	1.1	1.5	1.8	3.7	4.8	5.4	6.2	7.1	8.0	9.0
TU / 08	55	4.4	5.2	9.2	11.5	12.7	3.0	6.3	7.4	8.5	9.6	1.8	2.2	2.8	5.5	7.1	8.2	9.4	10.7	12.0	13.3
TU / 09	55	6.5	7.7	13.7	17.2	19.0	4.3	9.3	10.9	12.5	14.3	2.2	3.0	3.8	8.1	10.5	12.1	13.9	15.8	17.8	19.9
TC / 01	55	10.6	12.1	17.8	20.2	21.2	6.2	10.3	11.3	12.3	13.2	3.8	4.7	5.6	9.3	10.9	15.3	16.6	17.9	19.0	20.1
TC / 02	55	12.8	14.5	21.6	24.5	25.8	7.9	13.1	14.4	15.7	16.8	5.1	6.1	7.3	11.9	14.0	19.6	21.3	22.9	24.3	25.6
TC / 03	55	17.1	19.3	27.6	30.9	32.2	10.7	17.2	18.8	20.3	21.7	7.2	8.6	10.0	15.6	17.9	25.8	27.8	29.6	31.1	32.4

* Temp. Condensación en el punto de burbuja.

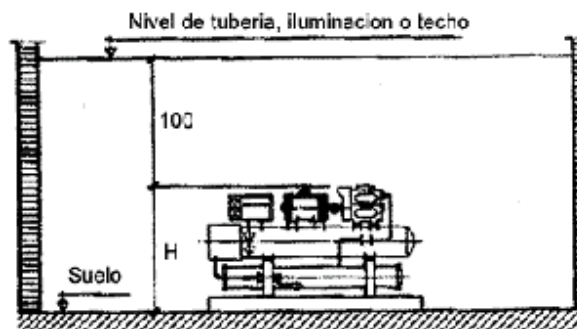
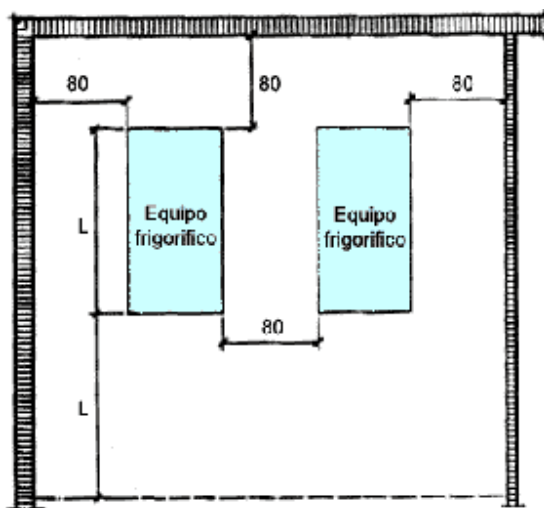
[A-U] Norma UNE disposición de equipos

Disposición de los equipos en la sala de máquinas:



Distanciamiento de equipos según Norma UNE 100-020-89

Espacios libres mínimos en salas de maquinaria frigorífica (cotas en m.)



Alturas Libres

$H =$ Altura del equipo frigorífico, en cm.

$H + 80$ debe ser mayor o igual que 220 cm.

$L =$ Longitud del equipo frigorífico

En cualquier caso, deberán seguirse las instrucciones que para la instalación de los equipos indique el fabricante, cuando sus exigencias superen las mínimas indicadas en las figuras citadas.

[A-V] Cotizaciones

Idapi S.A.
 Los Ceramistas 8625, La Reina
 Fono: 56-41-9800565
 RUT: 77.654.980-0



Sr. Juan Jara
Atencion: Sr. Osvaldo Gómez

Cotización. Nº: **OGC005001**
 Fecha: **07-08-2013**
 Moneda: **PESOS**

Item	Descripción	Modelo	Cant	Precio	Total
1	TUBERIA 1/2	HADECO	1	21.132	21.132
2	TUBERIA 3/4	HADECO	1	36.000	36.000
3	CODO 1/2		1	190	190
4	CODO 5/8		1	556	556
	CODO 3/4		1	507	507
	PEGAMENTO KAIFLEX		1	4.848	4.848
	REGRIGERANTE R404		1	35.870	35.870
	COMPRESOR 3 HP		1	489.900	489.900
	COMPRESOR 25		1	2.300.000	2.300.000
Neto\$					2.889.003
					2.889.003
IVA 19%\$					548.911
Total\$					3.437.914

CONDICIONES COMERCIALES

Validez de la oferta: 5 Días
Forma de Pago: conversable
Plazo de Entrega: 7 días



TIPO DE CAMBIO



ICER Ingenieros, Refrigeración Industrial
www.icer.cl

Cotización No. #00455 - 2013

Señor Juan Jara Polanco,

STGO. DE CHILE, MIÉRCOLES 14, AGOSTO 2013

Correo Electrónico: juan.jara@ive.cl

Teléfono: (56 9) 93653212

Att. Señor Juan Jara,

Presente.

Junto con saludar, es de mi agrado poder cotizar los siguientes equipos:

Detalle de la oferta:

- Un (01) Condensador Marca Meluck Modelo B3.2 con dos Ventiladores de 400mm

Valor de Ítem	\$ 329.717.- + IVA
Descuento	- 15 %
Valor Descuento	\$ 49.458.- + IVA
Total Ítem	\$ 280.259.- + IVA



- Un (01) Evaporador Marca Meluck Modelo 1-6-N de 7,8 Kw con un DT=7°K con dos ventiladores de 400mm, para congelado.

Valor de Ítem	\$ 978.033.- + IVA
Descuento	- 15 %
Valor Descuento	\$ 146.705.- + IVA
Total Ítem	\$ 831.328.- + IVA



Plazo de entrega: Inmediata

Forma de Pago: 50% Contado, Saldo documentado a 30 días previa entrega.

Condiciones Generales: No incluye elemento que no se señalen explícitamente. | Entrega sobre camión en nuestra fábrica de Santiago. | Vale hasta el 30 de Agosto del 2013

El pago se puede realizar mediante transferencia electrónica o depósito en nuestra Cuenta Corriente de los bancos: Banco Corpbanca (Cuenta Corriente No. 35-888293) o Banco de Chile (Cuenta Corriente No. 159-10887-00), ambas a nombre de ICER Ingenieros Limitada (RUT 77.187.730-3). Por favor notificar el pago con el comprobante a icer@icear.cl, con copia al vendedor que recibe esta cotización.

Empresa Certificada ISO9001



San Ignacio 351, Bod. J
Quilicura, Stgo. de CHILE
Cód. Postal: #8710043

www.icer.cl | icer@icear.cl | (56 2) 2738 57 01 | (56 9) 9913 43 57

Idapi Ltda.
 Los Ceramistas 8625, La Reina
 Fono: 8871503
 Rut: 77.654.980-0



Atencion : Sr.

Cotización. N°: **597**
 Fecha: **31-07-2013**
 Moneda: **PESOS**

Item	Descripción	Modelo	Cant.	Precio	Total
1	Condensador CD-43 2vent 400mm F.Cool		1	193.800	193.800
	MOTOVENTILADOR YWF400MM 220V		2	30.700	61.400
					0
					0
					0
					0
					0
					0

Neto\$	255.200
	255.200
IVA 19%\$	48.488
Total\$	303.688

CONDICIONES COMERCIALES

Validez de la oferta: 5 Días
Forma de Pago: conversable
Plazo de Entrega: CONVERSABLE SEGÚN STOCK



Carlos Roa S.
 Sub-Gerente Area Refrigeracion
 IDAPI LTDA
croa@idapi.cl

TIPO DE CAMBIO

punto frío S.A.

RENGO N°1018 LOC. 1 CONCEPCIÓN
 TEL: (41) 620500
 FAX: (41) 620532
 R.U.T.:96.849.860-6

COTIZACION N°: C13-0808-1

FECHA : 08-08-2013

VENTAS : FABIÁN FERNÁNDEZ
 DANIEL LAGOS L.
 CRISTIAN MUÑOZ •

A: JUAN JARA
At.:
FAX: E-MAIL:

IT.	ENTREGA	CANT.	DESCRIPCIÓN	VALOR	TOTAL
1		1	COMPRESOR DORIN MOD H350CC ACEITE POE 32	\$ 787.872	\$ 787.872
2		1	RELAY 220V INT 69 2CC4010	\$ 53.732	\$ 53.732
3		1	CALEFACTOR DE CARTER 2EG-2020	\$ 41.861	\$ 41.861
4		1	COMPRESOR DORIN H2500-CS 25HP POE32 38V	\$ 2.592.920	\$ 2.592.920
5		1	CALEFACTOR DE CARTER 2EG-1090	\$ 41.861	\$ 41.861
6		2	EVAPORADOR HEA 4502 28 9D	\$ 584.813	\$ 1.169.626
7		1	CONDENSADOR HCB6=16	\$ 345.514	\$ 345.514
NOTA: VALORES + IVA MENOS 10% DCTO PAGO CONTADO					
				NETO	\$ 5.033.386
				DCTO 10%	
				TOTAL NETO	\$ 5.033.386
				IVA 19%	\$ 956.343
				TOTAL	\$ 5.989.729

Validez : 5 DIAS
 Puesto en : RENGÓ 1018 CONCEPCIÓN
 Forma de pago : EFECTIVO / CHEQUE AL DIA / ORDEN DE COMPRA.

Jematronic				
INGENIERIA ELECTRICA		WWW.JEMATRONIC.SUPERWEBCHILE.COM		

Cotización 0313

30/09/2013

Señores	Jose Vasquez
Dirección	

Ref.: INSTALACION ELECTRICA.

De nuestra consideración:

Tenemos el agrado de dirigirnos a Ud. Con el objeto de presentar nuestra propuesta técnica y económica por el concepto indicado en referencia.

1.-PROPUESTA TECNICA

Descripción de los Servicios:

Para la instalación eléctrica de los compresores se debe instalar tablero eléctrico trifásico, donde deberán ir las protecciones las barras de conexión y la puesta a tierra.

Las salidas del tablero se deberán realizar en pvc o fitting según el requerimiento del cliente hasta el punto de conexión de los compresores donde se instalaran cajas de conexiones para que salga un terminal flexible.

El cableado se realizara desde el tablero instalado hasta los compresores.

2.- PROPUESTA ECONOMICA

2.1. Monto ofertado neto por trabajos descritos en punto 1.1

Cantidad	Descripción	Valor unidad	Valor
1	Mano de obra por instalacion electrica de compresores	\$ 980.000	\$ 980.000
1	materiales electricos	\$ 650.000	\$ 650.000
1	hospedaje	\$ 200.000	\$ 200.000
1	traslado a concepcion	\$ 150.000	\$ 150.000
			\$ 0
			\$ 0
			\$ 0
	subtotal		\$ 1.980.000
	impuesto ret. 10%		\$ 198.000
	total		\$ 2.178.000

3.- Consideraciones.

3.1. Se solicita el 50% para la compra de material que se ocupara en terreno.

3.2. El servicio indicado demanda un tiempo de 30 días en terreno según los permisos de trabajos que el cliente nos proporcione.

Pedro Nolasco Vidal N° 1135, Renca
 Solicitudes 82661133 02-6419066
 e-mail jematronic@gmail.com

Jematronic				
INGENIERIA ELECTRICA		WWW.JEMATRONIC.SUPERWEBCHILE.COM		

3.3. Es importante señalar que los trabajos considerados contemplan dichos servicios, cualquier solicitud adicional implicara variación en el valor presentado.

3.4. Los valores de los servicios mencionados son en la región metropolitana, fuera de esta tiene un recargo por pasajes aéreos y estadía si esta lo amerita.

4.-CONDICIONES COMERCIALES:

Precios : Se expresan en pesos
 Forma de Pago : 50% al inicio de los trabajos el otro 50% se pagara
 20% de avance y 30% terminados los trabajos
 Garantía : 30 días por mano de obra y un año por materiales
 Validez de la oferta : 10 días
 Transferencia a cuenta 34060304922 banco estado a nombre de Nelson Ayala Rut
 14394995-8

Frente a cualquier consulta estamos a su disposición.

Saluda Atte.
 Nelson Ayala
 Dpto. de ingeniería

Pedro Nolasco Vidal N° 1135, Renca
 Solicitudes 82661133 02-6419066
 e-mail jematronic@gmail.com