

“REDISEÑO DEL
EQUIPO PARA
FABRICACIÓN DE
HIELO EN CUBO MARCA
KOLD-DRAFT MODELO
GB1060 EN LA
EMPRESA HIELO Y
REFRIGERACIÓN DE
CHIAPAS”



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

CARRERA:

ING. MECÁNICA.

PRESENTAN:

DÍAZ VARELA SERGIO JOSHIMAR

MENDOZA RAZO ARTURO ALEJANDRO

PROYECTO:

“Rediseño del equipo para fabricación de hielo en cubo marca Kold-Draft modelo GB1060 en la empresa Hielo y Refrigeración de Chiapas”

ASESOR INTERNO:

DR. CARLOS RÍOS ROJAS.

ASESOR EXTERNO:

ING. ROGER CASTELLANOS GALDÁMEZ

PERIODO DE REALIZACION:

AGOSTO-DICIEMBRE 2013

ÍNDICE

RESUMEN	1
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	3
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS	6
15 ALCANCES Y LIMITACIONES	7
CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO	8
2.1 REFRIGERACIÓN	8
2.1.1 APLICACIONES DE LA REFRIGERACIÓN	9
2.1.2 REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR	10
2.2 COMPRESOR	10
2.3 TIPOS DE COMPRESORES	11
2.3.1 COMPRESORES ALTERNATIVOS	11
2.3.1.1 CARACTERÍSTICAS	12
2.3.1.2 ELEMENTOS DE UN COMPRESOR ALTERNATIVO	12
2.3.2 COMPRESORES DINÁMICOS	13
2.3.3 COMPRESORES DE TORNILLOS	15
2.3.3.1 CARACTERÍSTICAS	15
2.4 CONDENSADOR	15
2.4.1 TIPOS BÁSICOS DE CONDENSADOR	16
2.5 VÁLVULA DE EXPANSIÓN	18
2.5.1 TIPOS DE VÁLVULA DE EXPANSIÓN	19
2.6 EVAPORADOR	20
2.6.1 TIPOS DE EVAPORADORES	21
2.7 GENERALIDADES SOBRE LA MAQUINA KOLD-DRAFT	24
CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	26
3.1 ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA	26
3.1.1 MAQUINA DE HIELO	27
3.1.2 CARGA TÉRMICA DEL EVAPORADOR	28
3.2 PRUEBAS	31
3.2.1 DATOS TABULADOS	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	36
4.1 ANÁLISIS	36
4.2 COMPARACIÓN DE RESULTADOS	38
CONCLUSIÓN	40
REFERENCIAS	42
ANEXOS	43
1 PROGRAMAS EN EES	43
2 ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA PARA HACER HIELOS	45

RESUMEN

El problema objeto de estudio trata sobre el rediseño del equipo para fabricación de hielo en cubo de la marca Kold-Draft, modelo GB1060, en la empresa Hielo Y Refrigeración De Chiapas, debido a que este equipo fue diseñado bajo distintas condiciones ambientales a las que se presentan en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, lugar donde se prevé operará la maquina. Por esta razón, es necesario hacer un rediseño al dispositivo, para mejorar de manera eficaz y económicamente costeable, la eficiencia en operación de la máquina.

Para llevar a cabo un rediseño, es de vital importancia, conocer las condiciones bajo las cuales operará el equipo, conocer cuáles serán los puntos importantes de funcionamiento y realizar las pruebas y mediciones suficientemente necesarias, para dejar constancia de las mejoras que habrá que realizarle al equipo.

La metodología primeramente consistió en conocer las condiciones locales, tanto ambientales como las propiedades del agua de entrada, la cual deberá enfriarse lo suficiente hasta convertirla en hielo. Después se puso en marcha el equipo y con instrumentos de medición, fueron tomadas las presiones y temperaturas en la succión y descarga del compresor, y la temperatura a la cual era inducido el aire de enfriamiento del condensador, el cual, debido a la ubicación del equipo, el calor que cede el compresor quedará dentro del cuarto de operación.

Los resultados obtenidos de esas pruebas, indican que de operarse este equipo bajo las condiciones que se tienen en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se obtendrá una disminución de su eficiencia, con esto, el resultado inevitablemente será una falla en el funcionamiento del sistema lo cual traerá costos de reparación y disminución de producción, situaciones que son cien por ciento evitables. Para evitar estas situaciones, será necesario diseñar un condensador, que permita desechar el calor absorbido por el sistema, pero además que no tenga impedimento con las condiciones ambientales, ya que temperaturas casi iguales o

mal proporcionadas, evitan una eficaz transferencia de calor. Por otro lado, la temperatura del agua de ingreso a la máquina, también deberá ser más baja, para evitar que el equipo tenga de inicio que remover una gran cantidad de calor del agua, que obviamente no estaba contemplada en el diseño original.

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

En este proyecto de rediseño de la máquina para hacer hielos en cubos asignado a la empresa Hielo y Refrigeración de Chiapas, se llevará a cabo el estudio de transferencia de calor necesaria para mantener en óptimas condiciones las partes de la máquina, ya que es de gran importancia que el sistema de enfriamiento se encuentre en perfecto estado para tener un óptimo rendimiento.

El estudio se basa en un sistema de enfriamiento, el cual es el encargado de remover calor excesivo del agua para después convertirlo en cubos de hielo y mantener el sistema en un rango de temperatura aceptable.

Se estudió el comportamiento de la máquina en otras condiciones ambientales para después rediseñar y tener el mayor rendimiento de ella en las condiciones ambientales.

Fue importante determinar algunas condiciones y monitorearlas, como las temperaturas y las presiones del ciclo de refrigeración, indispensables en el rediseño de la máquina, para la posterior aplicación al realizar los cálculos que conducirían a la modificación y adaptación de la máquina para lograr el rendimiento óptimo en la producción de hielo en cubos.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Hielo y Refrigeración de Chiapas compró una maquina productora de hielo en cubos marca KOLD- DRADFT, la cual presenta una baja eficiencia de producción de hielo en cubos por cada ciclo de producción; esto se debe a que el equipo de producción de hielo en cubos, ha sido adecuado a condiciones ambientales de otro país, lo que lleva consigo el principal problema de que el equipo no produzca con la misma cantidad de hielo en cubos, pues las condiciones ambientales de Estados Unidos (condiciones ambientales adecuadas para la máquina), varía en gran medida con las de ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Dicha solución a este problema reside primeramente en tomar en cuenta las especificaciones con las que viene la máquina, para después, mediante cálculos adecuarla a las temperaturas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

El tomar en cuenta cada uno de los factores para el rediseño de esta máquina, traerá consigo alterativas de solución para una mayor eficiencia posible en la producción de hielo en cubos, siguiendo las normas con las que debe cumplir este equipo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El hacer funcionar una máquina en condiciones distintas a las cuales fue diseñada, ocasionará un deterioro en ella, además de traer altos costos de operación, ya que las partes eléctricas, al requerir un mayor trabajo, en el caso de bombas o compresores, el consumo de corriente aumenta de manera proporcional al trabajo extra realizado. Es por eso, que es de importancia eliminar este tipo de problemas, ya que son una molestia para la empresa y generan elevados costos en operación, mantenimiento y reparaciones, además de tener productos de mala calidad, en el caso del hielo, que tiende a no formarse completamente.

Al hacer el estudio sobre el comportamiento de la máquina en operación, podemos darnos cuenta de cuáles son los problemas que tiene en ese momento, además también los problemas que se tendrán en un futuro cercano. Para una empresa el tener trabajando sus máquinas a la máxima eficiencia, con bajos costos de operación, es algo completamente ideal pero no es algo imposible. Por esta razón, este estudio tiene su justificación en la necesidad de darle a la empresa la seguridad de operación de la máquina y así mismo, garantizar funcionará a su máxima eficiencia, al menos a un valor muy cercano a la que establece el fabricante.

1.4 OBJETIVOS

- Objetivos generales:
 1. Establecer las condiciones de operación en el diseño y en el rediseño.
 2. Cálculo y rediseño del equipo de refrigeración para establecer el dimensionamiento de cada elemento del equipo para fabricación de hielo en cubo para consumo humano.

- Objetivos específicos:
 1. Analizar y mejorar la eficiencia en funcionamiento del ciclo de refrigeración.
 2. Adecuar la condensación del refrigerante en el interior del condensador de la máquina a las nuevas condiciones ambientales de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances:

- Este proyecto de residencia será aplicado para el equipo de fabricación de hielo en cubo marca KOLD- DRADFT, con el objetivo de mantener la máxima eficiencia en la producción de hielo en cubos adecuándose a temperaturas ambientales de ciudad de Tuxtla Gutiérrez.
- Además al realizar los cálculos del ciclo de refrigeración en el equipo de producción de hielos en cubos, se pudo determinar las condiciones a las que la máquina trabajará con la mayor eficiencia.

Limitaciones:

- La información presente en este proyecto es exclusiva de la empresa Hielos y Refrigeración de Chiapas.
- Este proyecto, así como los respectivos cálculos, solo es aplicable para el equipo de fabricación de hielo en cubo marca KOLD- DRADFT modelo GB1060.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 REFRIGERACIÓN

La refrigeración, conocida comúnmente como un proceso de enfriamiento, se define más correctamente como la remoción del calor de una sustancia para llevarlo o mantenerla a una temperatura convenientemente baja, inferior a la temperatura del ambiente. El método más extensamente usado para producir la refrigeración mecánica se conoce como el sistema de compresión de vapor. En este sistema, un refrigerante líquido volátil se evapora en un evaporador, este proceso da por resultado una remoción de calor (enfriamiento) de la sustancia que se debe enfriar. Se requiere un compresor y un condensador a fin de mantener el proceso de refrigeración y recuperar el refrigerante para su reutilización [1].

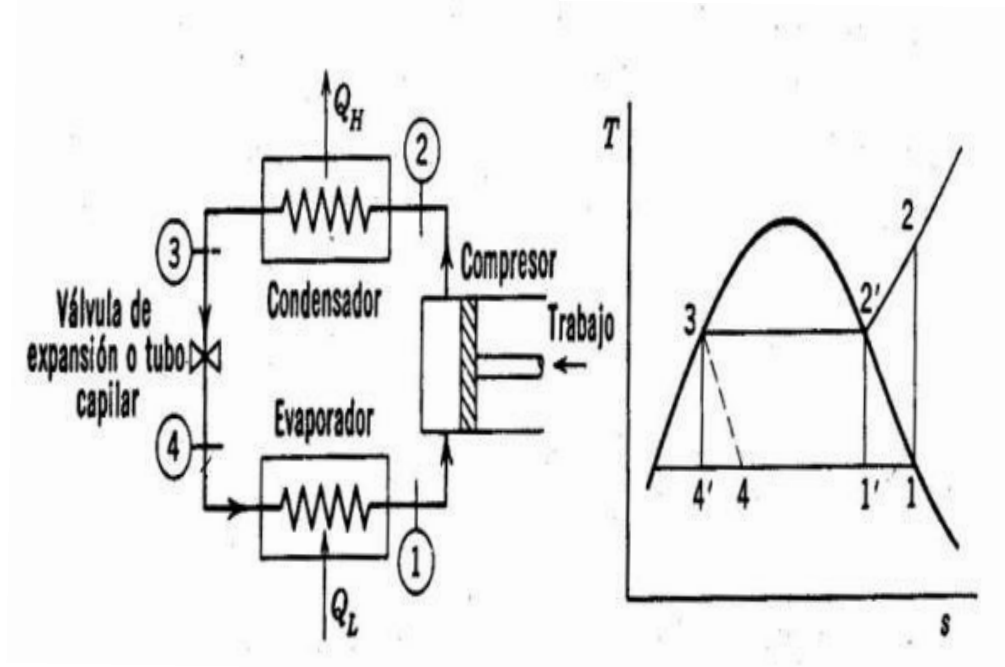


Figura 1. Ciclo de refrigeración

2.1.1 APLICACIONES DE LA REFRIGERACIÓN

Es conveniente clasificar las aplicaciones de la refrigeración en las siguientes categorías [2]:

- La refrigeración doméstica se utiliza en la preparación y conservación de los alimentos, fabricación de hielo y para enfriar bebidas en el hogar,
- La refrigeración comercial se utiliza en las tiendas de venta al menudeo, restaurantes e instituciones, con los mismos fines que en el hogar,
- La refrigeración industrial es necesaria en la industria alimenticia para el procesamiento, preparación y preservación en gran escala. Aquí se incluye su utilización en las plantas de enfriamiento y congelación de alimentos, cámaras frigoríficas, cervecerías, lecherías, pistas de patinaje sobre hielo, plantas para la fabricación de hielo, refinerías de petróleo, plantas de la industria farmacéutica, etc.

A veces se considera a la refrigeración aplicada al transporte como una categoría aparte.

La refrigeración también se usa extensamente tanto en el aire acondicionado para el confort de las personas, como en el aire acondicionado para uso industrial. El aire acondicionado industrial se utiliza para crear la temperatura, humedad y limpieza del aire necesario en los procesos de fabricación. Las computadoras precisan un ambiente controlado [2].

2.1.2 REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

Ciclo ideal de Refrigeración

La bomba de calor de Carnot representa el último avance en ciclos de refrigeración. Una aplicación práctica, es el ciclo ideal de compresión de vapor. El ciclo de refrigeración por compresión de vapor, está compuesto de 4 elementos principales [2]:

- Compresor

- Condensador
- Válvula termostática de expansión
- Evaporador

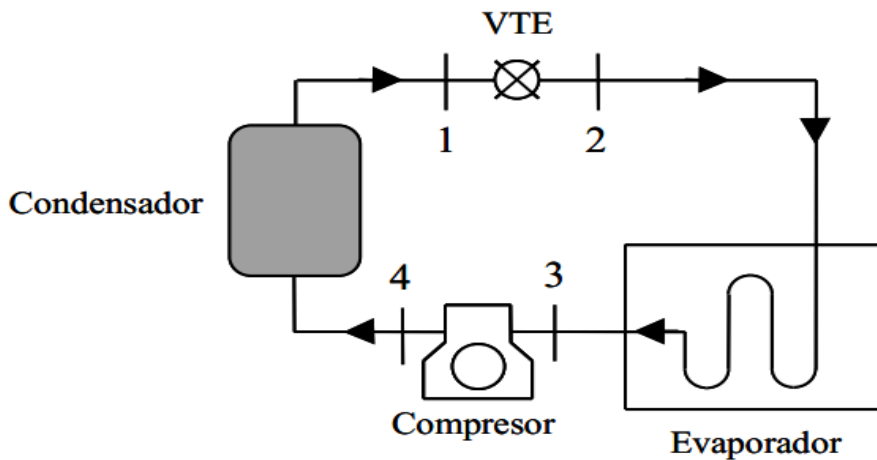


Figura 2. Elementos del ciclo de refrigeración

2.2 COMPRESOR

Los compresores administran la distribución del refrigerante, absorbiendo energía de las áreas frías y transfiriéndola a áreas más calientes dentro de la unidad. Los compresores alternan el refrigerante de vapor de baja presión a alta presión, alternando el enfriamiento usando un sistema de dos etapas para mantener los artículos fríos a una temperatura mientras se mantienen los artículos congelados en el área de alta presión. Los compresores se clasifican como abiertos o sellados. Los compresores se clasifican en sistemas de desplazamiento dinámico o positivo con cuatro tipos principales de compresor [3].



Figura 3. Compresores

2.3 TIPOS DE COMPRESORES

2.3.1 COMPRESORES ALTERNATIVOS

Los compresores alternativos son máquinas de desplazamiento positivo en las cuales sucesivas cantidades de gas quedan atrapadas dentro de un espacio cerrado y, mediante un pistón, se eleva su presión hasta que se llega a un valor de la misma que consigue abrir las válvulas de descarga [4].

El elemento básico de compresión de los compresores alternativos consiste en un solo cilindro en el que una sola cara del pistón es la que actúa sobre el gas (simple efecto) [4].

Existen unidades en las que la compresión se lleva a cabo con las dos caras del pistón, actuando de la misma forma que si tuviéramos dos elementos básicos de simple efecto trabajando en paralelo dentro de una misma carcasa [4].

Este tipo de compresores usa válvulas de tipo automático accionadas por resortes, que abren solamente cuando existe la suficiente presión diferencial sobre la misma. Las válvulas de admisión abren cuando la presión dentro del cilindro es ligeramente inferior a la presión de entrada del gas. Las válvulas de escape abren

cuando la presión en el cilindro es ligeramente superior a la presión en la línea de descarga. [4]

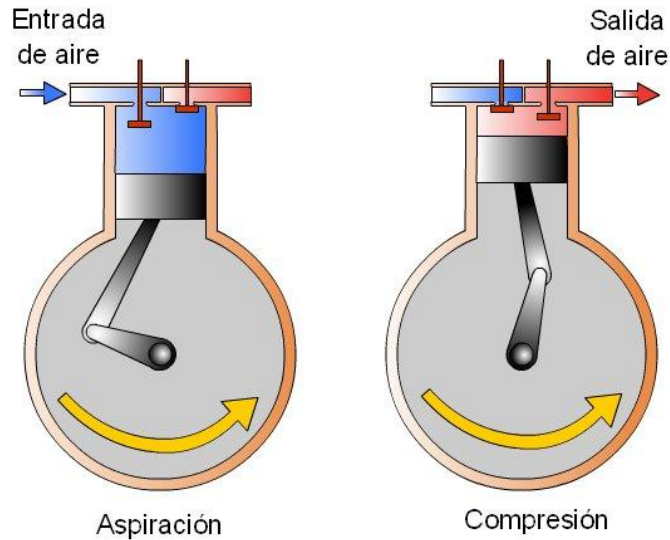


Figura 4. Funcionamiento compresor alternativo

2.3.1.1 CARACTERÍSTICAS

- El compresor alternativo es una de los tipos que mayor rendimiento alcanza en la mayoría de las aplicaciones. Adicionalmente se le puede dotar de un sistema de control de carga con objeto de mantener su rendimiento a carga parcial.
- La práctica totalidad de los gases comerciales pueden tratarse con este tipo de compresor, al no presentar problemas con gases corrosivos.
- Los cilindros de compresión son generalmente del tipo lubricado, aunque si la necesidad del proceso lo requiere se puede ir a un tipo no lubricado.
- En compresores donde la relación de compresión es muy elevada, la compresión realiza varios pasos. De esta forma se pretende reducir el perfil de temperatura del sistema, consiguiendo un mejor control del mismo. [4]

2.3.1.1 ELEMENTOS DE UN COMPRESOR ALTERNATIVO

En un compresor alternativo existe gran cantidad de elementos, de los que solo se presentaran los más generales [4]:

- Los cilindros: dependiendo del tipo de compresor, estos pueden ser de simple o doble efecto, según se comprima el gas por una o las dos caras del pistón.
- La hermeticidad durante la compresión se mantiene gracias a la acción de los segmentos del pistón. Estos elementos consistirán en unos finos aros metálicos abiertos ubicados en la pared del cilindro, dentro de unas pequeñas hendiduras dispuestas para tal fin.
- Las válvulas: las válvulas son mecanismos automáticos colocados en la aspiración e impulsión de cada uno de los cilindros que permiten el flujo del gas en una sola dirección, bien sea hacia dentro del cilindro (aspiración), bien hacia afuera del mismo.

2.3.2 COMPRESORES DINÁMICOS: CENTRÍFUGOS Y AXIALES

El compresor centrífugo es una maquina en la que el gas comprimido por la acción dinámica de las paletas giratorias de uno o más rodetes. El rodete logra esta transmisión de energía variando el momento y la presión del gas. El momento se convierte en energía de presión útil al perder velocidad el gas en el difusor del compresor u otro rodete. [4]

Un compresor de este tipo está constituido esencialmente por dos partes: [4]

- El rodete, el cual impulsa al gas
- La carcasa, que primero conduce el gas hasta el rodete y después lo recibe de él a una presión mayor.

Según el flujo interno de gas dentro del compresor clasificaremos los compresores en [4]:

- Compresores centrífugos: En ellos el flujo de gas es radial y la transferencia de energía se debe predominantemente a un cambio en las fuerzas centrífugas actuantes sobre el gas.



Figura 5. Compresor centrifugo

- Compresores axiales: En ellos el flujo de gas es paralelo al eje del compresor. En ellos el gas es comprimido en pasos sucesivos. Cada paso está compuesto por una corona móvil solidaria al rotor y otra fija perteneciente a la carcasa. La energía se transfiere al gas en forma de momento cinético por la corona móvil, para pasar a continuación a la fija donde transforma su velocidad en presión.



Figura 6. Compresor axial

2.3.3 COMPRESORES DE TORNILLO O HELICOIDALES

Este tipo de compresor consiste básicamente en dos rotores helicoidales situados dentro de la carcasa de la bomba. Por su movimiento absorben gas que posteriormente se comprime dentro de la cámara helicoidal formada entre los rotores y la carcasa [1].

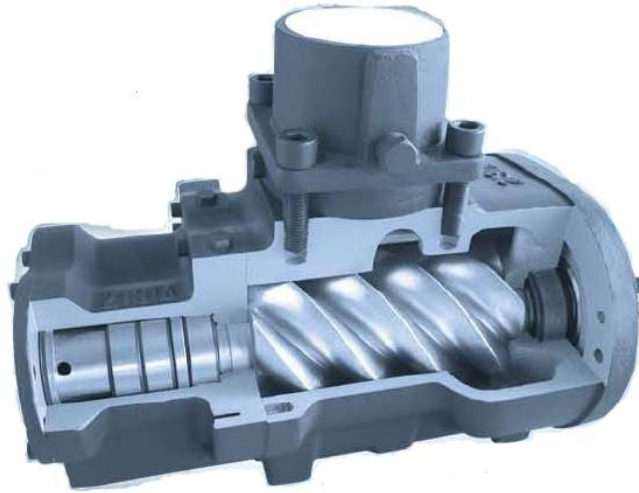


Figura 7. Compresor de tornillos

2.3.3.1 CARACTERÍSTICAS

La principal característica de este tipo de compresores es que pueden trabajar con corrientes gaseosas que contengan una cierta cantidad de líquido [1].

2.4 CONDENSADOR

Son los equipos encargados de transferir al ambiente el calor absorbido en el evaporador y en la etapa de compresión, reciben el vapor recalentado proveniente del compresor y deben ser aptos para eliminar el recalentamiento y efectuar la condensación. [2]

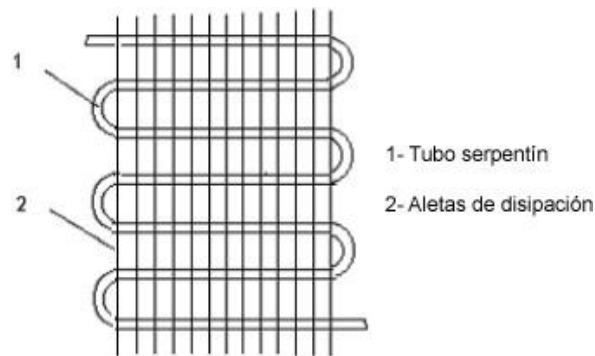


Figura 8. Condensador

2.4.1 TIPOS BÁSICOS DE CONDENSADORES

- Enfriados por aire: estos se emplean mayoritariamente en refrigeración para aire acondicionado. [1]



Figura 9. Condensador enfriado por aire

- Enfriados por agua: son intercambiadores de calor del tipo camisa y tubos. El agua circula por los tubos, en dos o cuatro pasos, mientras el vapor condensa en la camisa. Este tipo de condensadores requiere contar con una torre de enfriamiento para poder recircular el agua, salvo excepciones [1].

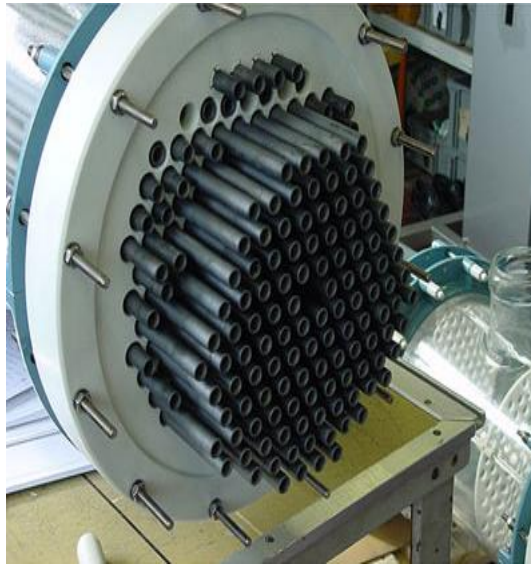


Figura 10. Condensador enfriado por agua

- Evaporativos: Es una combinación entre condensador y torre de enfriamiento, con los tubos mojados por una lluvia de agua. La condensación se produce dentro de tubos y el calor generado es absorbido por el agua, que se calienta hasta la temperatura del aire, y pasa a vapor. Los enfriados por aire se emplean mayoritariamente en refrigeración para aire acondicionado [4].

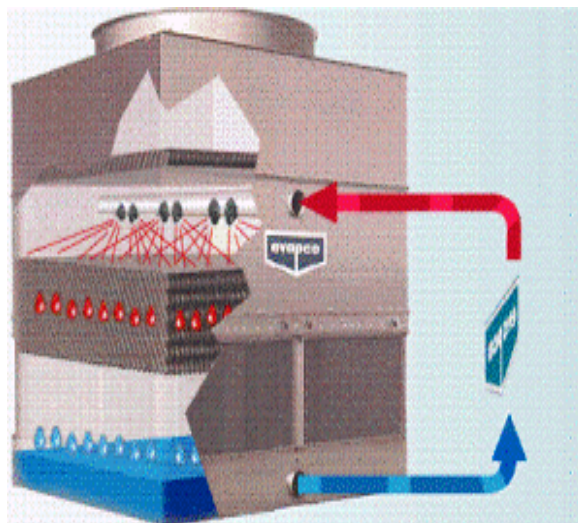


Figura 11. Condensador evaporativo

2.5 VÁLVULA DE EXPANSIÓN

En la tecnología de la refrigeración, un dispositivo de expansión es un componente que reduce la presión de un fluido haciendo que pase de un estado de más alta presión y temperatura a uno de menor presión y temperatura [2].



Figura 12. Válvula de expansión térmica

Al darse la expansión del líquido en un ambiente de menor presión, se evapora parcialmente reduciéndose la temperatura al absorber calor del mismo. A su salida se pretende tener un aerosol, pequeñas gotas de refrigerante en suspensión, que facilite la posterior evaporación. Son empleados en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, entre los que tenemos [2]:

- El tubo capilar (en los refrigeradores domésticos y pequeños sistemas climatizadores).



Figura 13. Válvula de expansión térmica de tubo capilar

- La válvula de expansión (manual, termostática (VET) y/o electromecánica).

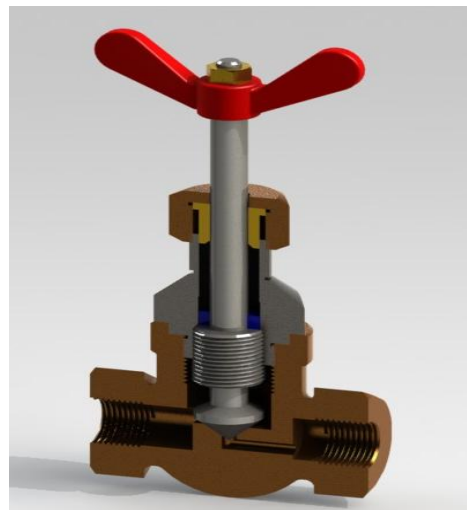


Figura 14. Válvula de expansión manual

Como ya se mencionó anteriormente, la válvula de expansión, es un tipo de dispositivo de expansión (un elemento de las máquinas frigoríficas por compresión) en el que la expansión es regulable manual o automáticamente. Una de las ventajas que nos ofrece es que regula de una manera activa la expansión, al ser activada por el recalentamiento [2].

2.5.1 TIPOS DE VÁLVULAS DE EXPANSIÓN

- Manual: en la que la regulación se realiza mediante un tornillo [4].

- Termostática (VET), en la cual es la temperatura de calentamiento del líquido (medida por el bulbo) la que regula la expansión [4].
- Termostática con compensación de presión, para equipos medianos o grandes o que trabajen a altas presiones [4].
- Electrónica o electromecánica [4].
- El restrictor: Este dispositivo además, y según su tipo, regula el caudal de refrigerante en circulación, adecuándolo a la carga térmica a la que se ve sometido el sistema frigorífico, así como a las temperaturas del medio de trabajo [4].

2.6 EVAPORADOR

Se conoce por evaporador al intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo. Su nombre proviene del cambio de estado sufrido por el refrigerante al recibir esta energía, luego de una brusca expansión que reduce su temperatura. Durante el proceso de evaporación, el fluido pasa del estado líquido al gaseoso [1].

Los evaporadores se encuentran en todos los sistemas de refrigeración como neveras, equipos de aire acondicionado y cámaras frigoríficas. Su diseño, tamaño y capacidad depende de la aplicación y carga térmica de cada uso [1].

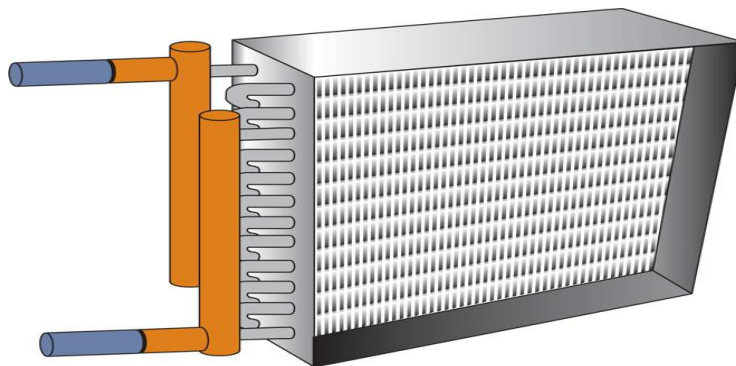


Figura 15. Diseño de un evaporador

2.6.1 TIPOS DE EVAPORADORES

Debido a que un evaporador es cualquier superficie de transferencia de calor en la cual se vaporiza un líquido volátil para eliminar calor de un espacio o producto refrigerado, los evaporadores se fabrican en una gran variedad de tipos, tamaños y diseños y se pueden clasificar de diferentes maneras [2].

- Según alimentación de refrigerante [2]:

- De expansión directa o expansión seca (DX)

En los evaporadores de expansión directa la evaporación del refrigerante se lleva a cabo a través de su recorrido por el evaporador, encontrándose este en estado de mezcla en un punto intermedio de este. De esta manera, el fluido que abandona el evaporador es puramente vapor sobrecalentado. Estos evaporadores son los más comunes y son ampliamente utilizados en sistemas de aire acondicionado. No obstante son muy utilizados en la refrigeración de media y baja temperatura, no son los más apropiados para instalaciones de gran volumen [2].

- Inundados

Los evaporadores inundados trabajan con refrigerante líquido con lo cual se llenan por completo a fin de tener humedecida toda la superficie interior del intercambiador y, en consecuencia, la mayor razón posible de transferencia de calor. El evaporador inundado está equipado con un acumulador o colector de vapor el que sirve, a la vez, como receptor de líquido, desde el cual el refrigerante líquido es circulado por gravedad a través de los circuitos del evaporador. Preferentemente son utilizados en aplicaciones industriales, con un número considerable de evaporadores, operando a baja temperatura y utilizando amoníaco (R717) como refrigerante [2].

➤ Sobrealimentados

Un evaporador sobrealimentado es aquel en el cual la cantidad de refrigerante líquido en circulación a través del evaporador ocurre con considerable exceso y que además puede ser vaporizado [2].

- Según tipo de construcción [2]:

➤ Tubo descubierto

Los evaporadores de tubo descubierto se construyen por lo general en tuberías de cobre o bien en tubería de acero. El tubo de acero se utiliza en grandes evaporadores y cuando el refrigerante a utilizar sea amoníaco (R717), mientras para pequeños evaporadores se utiliza cobre. Son ampliamente utilizados para el enfriamiento de líquidos o bien utilizando refrigerante secundario por su interior (salmuera, glicol), donde el fenómeno de evaporación de refrigerante no se lleva a cabo, sino más bien estos cumplen la labor de intercambiadores de calor [2].

➤ De superficie de Placa

Existen varios tipos de estos evaporadores. Uno de ellos consta de dos placas acanaladas y asimétricas las cuales son soldadas herméticamente una contra la otra de manera tal que el gas refrigerante pueda fluir por entre ellas; son ampliamente usados en refrigeradores y congeladores debido a su economía, fácil limpieza y modulación de fabricación. Otro tipo de evaporador corresponde a una tubería doblada en serpentín instalada entre dos placas metálicas soldadas por sus orillas. Ambos tipos de evaporadores, los que suelen ir recubiertos con pintura epóxica, tienen excelente respuesta en aplicaciones de refrigeración para mantención de productos congelados [2].

➤ Evaporadores Aleteados

Evaporador de serpentín aleteado y convección forzada para baja temperatura, sin bandeja de condensados.

Evaporador de serpentín aleteado al interior de equipo de aire acondicionado tipo Split.

Los serpentines aleteados son serpentines de tubo descubierto sobre los cuales se colocan placas metálicas o aletas y son los más ampliamente utilizados en la refrigeración industrial como en los equipos de aire acondicionado. Las aletas sirven como superficie secundaria absorbedora de calor y tiene por efecto aumentar el área superficial externa del intercambiador de calor, mejorándose por tanto la eficiencia para enfriar aire u otros gases [2].

El tamaño y espaciamiento de las aletas depende del tipo de aplicación para el cual está diseñado el serpentín. Tubos pequeños requieren aletas pequeñas y viceversa. El espaciamiento de la aletas varía entre 1 hasta 14 aletas por pulgada, dependiendo principalmente de la temperatura de operación del serpentín. A menor temperatura, mayor espaciamiento entre aletas; esta distancia entre las aletas es de elemental relevancia frente la formación de escarcha debido a que esta puede obstruir parcial o totalmente la circulación de aire y disminuir el rendimiento del evaporador [2].

Respecto de los evaporadores aleteados para aire acondicionado, y debido a que evaporan a mayores temperaturas y no generan escarcha, estos pueden tener hasta 14 aletas por pulgada. Ya que existe una relación entre superficie interior y exterior para estos intercambiadores de calor, resulta del todo ineficiente aumentar el número de aletas por sobre ese valor (para aumentar superficie de intercambio optimizando el tamaño del evaporador), ya que se disminuye la eficiencia del evaporador dificultando la circulación del aire a través de este [2].

Esta circulación de aire se realiza de dos maneras [2]:

1. Por *convección forzada* por ventiladores: bien sean centrífugos o axiales, mono o trifásicos,
2. Conforme la aplicación y de manera natural por diferencia de densidades del aire, fenómeno conocido como *convección natural*.

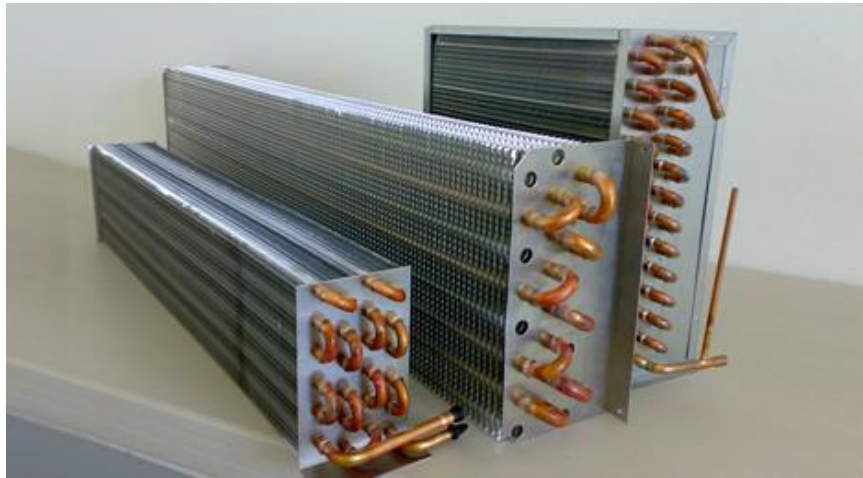


Figura 16. Evaporadores

2.7 GENERALIDADES SOBRE LOS EQUIPOS PARA PRODUCCIÓN DE HIELO KOLD-DRAFT

En 1955, Kold-Draft comenzó a fabricar máquinas automáticas de hielo usando un evaporador horizontal único para producir cubitos de hielos siempre limpios, puros, transparentes y compactos [6].

Diseñados para auto-limpiarse, las máquinas de Kold-Draft están pensadas para limpiarse por sí mismas. Eliminan impurezas en cada ciclo, dejando solo agua pura congelada dentro de los cubitos Kold-Draft. Así se reducen el mantenimiento, la necesidad de costosos aditivos o equipo de filtrado del agua. Todos los componentes principales, incluyendo el compresor, están localizados en la parte frontal superior, así se consigue un fácil acceso a su interior [6].

Las máquinas Kold-Draft están fabricadas con Acero Inoxidable tipo 300, evitando la corrosión tanto por dentro como por fuera y dando un brillante aspecto artesanal. La máquina de hacer hielo KOLD-DRAFT serie GB1060 Workhorse produce hasta 1 000 Lb de hielo al día. Y, como todas las unidades KOLD-DRAFT serie GB, la GB1060 es apilable, lo cual le permite duplicar su capacidad en el mismo espacio. Además, el equipo KOLD-DRAFT ofrece uno de los mejores índices de recuperación en la industria. Usted obtiene más hielo, con mayor frecuencia [6].

Las máquinas de hacer hielo KOLD-DRAFT producen el único “cubo cuadrado”, conocido por su forma, pureza y solidez perfectas, y por su índice de descongelamiento lento. Esto significa que no sólo se ven mejor, sin que duran más en los recipientes de almacenaje, fregaderos, bebidas, barras de ensaladas, bolsas y hieleras. Y todas las máquinas de hacer hielo KOLD-DRAFT cuentan con un evaporador horizontal y un sistema de múltiple de distribución de agua "invertidos". Cuando el agua se rocía hacia arriba en las celdas del evaporador, el agua pura se congela primero mientras las partículas y el aire se impulsan y caen al final de cada ciclo. Así se producen sólo cubos cristalinos perfectos, casi tan puros como el agua destilada [6].



Figura 17. Máquina de hacer hielo GB1060

CAPITULO III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA, Y EL COMPORTAMIENTO DEL REFRIGERANTE

Refrigerante:

Las condiciones operativas simulan un ciclo real a media temperatura, típico de la refrigeración comercial.

1. Temperatura del refrigerante a la entrada del Evaporador: -25°C
2. Temperatura del refrigerante a la entrada del Condensador: 45°C
3. Sub-enfriamiento: 5°C
4. Sobrecalentamiento: 45°C
5. Coeficiente de Compresión Isoentrópica

Usando los datos de entrada en un diagrama de refrigerante R404a, se comienza a obtener las propiedades correspondientes en cada parte del ciclo.

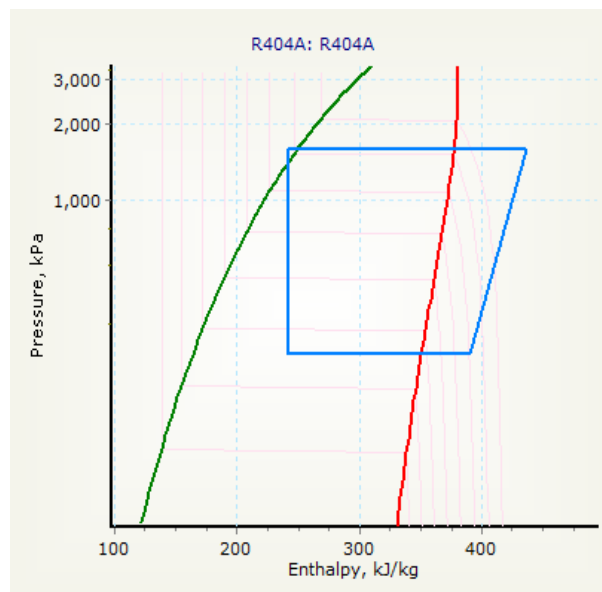


Figura 18. Grafica del refrigerante R404a

Estas propiedades han sido buscadas en tablas del refrigerante R404a y son mostradas a continuación:

Con $T_1 = -25^\circ C$

$$P_1 = 256.6 \text{ kPa} \quad h_1 = 112.7 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg}}$$

Con $P_1 = P_2$

$$h_2 = 243.9 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg}} \quad S_2 = 0.972 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} - \text{K}}$$

Con $S_2 = S_3$ y $T_{\text{condensador}} = 45^\circ C$

$$P_3 = 2047 \text{ kPa} \quad h_3 = 296.4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad T_3 = 94.87^\circ C$$

Con $P_3 = P_4$ y $h_4 = h_1$

$$T_4 = 39.67^\circ C \quad h_4 = 112.7 \frac{\text{kJ}}{\text{Kg}} \quad P_4 = 2047 \text{ kPa}$$

3.1.1 MÁQUINA DE HIELOS

Para conocer mejor el ciclo, se hizo un cálculo térmico sobre el calor absorbido por el evaporador, para comprender mejor el funcionamiento del equipo productor de hielo en cubo.



Figura 19. Máquina de hielos Kold-Draft

3.1.2 CARGA TÉRMICA DEL EVAPORADOR:

Sensible	Latente	Sensible
26 -> 0	0	0 -> -15

Se han obtenido las propiedades del hielo y agua en el libro de textos Termodinámica de Cengel, 7^a edición:

$$\dot{m}_{hielo} = 1060 \frac{lb}{dia} = 0.005561 \frac{kg}{s}$$

$$C_{p,agua} = 4186 \frac{J}{kg K}$$

$$C_{p,hielo} = 2093 \frac{J}{kg K}$$

$$\text{Calor latente de fusion} = 334 \frac{J}{kg} \text{ } 0^{\circ}C$$

$$Q_{sensible1} = 0.005561 \frac{kg}{s} \left(4186 \frac{J}{kg K} \right) (26 - 0)(^{\circ}C) = 0.6052 kW$$

$$Q_{latente} = 0.005561 \frac{kg}{s} \left(334 \frac{J}{Kg} \right) = 0.001857 kW$$

$$Q_{sensible2} = 0.005561 \frac{kg}{s} \left(2093 \frac{J}{kg K} \right) (0 - 15)(^{\circ}C) = 0.1745 kW$$

$$\sum Q_{evaporador} = 0.78155 kW$$

Se han realizado pruebas sobre el funcionamiento de la máquina para hacer hielo en cubo, considerando diferentes temperaturas ambientales correspondientes a diferentes horas durante el transcurso del día.

Se han realizado experimentos para elaborar las graficas de las temperaturas de succión y descarga, de la máquina para fabricar hielo en cubo, en diferentes horarios. La máquina fue encendida 5 minutos después de haber comenzado las mediciones, para hacer más evidente el inicio del ciclo.

Las pruebas fueron realizadas con un termómetro electrónico LabPro, marca Vernier, con termocoples. Este equipo fue conseguido del laboratorio de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.



Figura 20. Termocople



Figura 21. Equipo de adquisición LabPro

Todas las mediciones fueron realizadas en el cuarto de fabricación de hielo en cubo en la fábrica de Hielos y Refrigeración de Chiapas, ubicada en Terán, Chiapas, lugar donde están ubicados y montados los equipos Kold Draft, modelo GB1060.



Figura 22. Equipo de medición



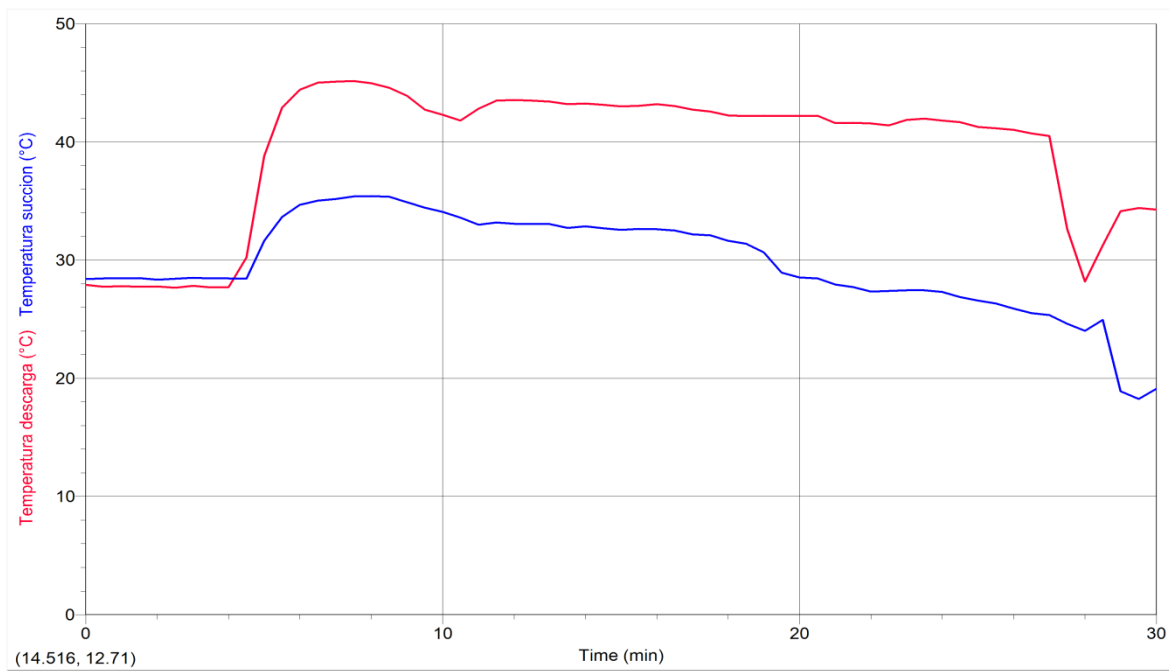
Figura 23. Cuarto de fabricación de hielo en cubo

3.2 PRUEBAS DEL AIRE

Sin duda alguna, la producción de hielo del equipo Kold Draft depende en gran medida de la temperatura del cuarto donde están montados los equipos. Para demostrar y medir esta dependencia, se han desarrollado experimentos en donde se mide la temperatura del cuarto, el tiempo en el cual se realiza un ciclo completo de producción de hielo y también, con una báscula, se conoce esta producción en kilogramos para compararlo con las especificaciones del fabricante.

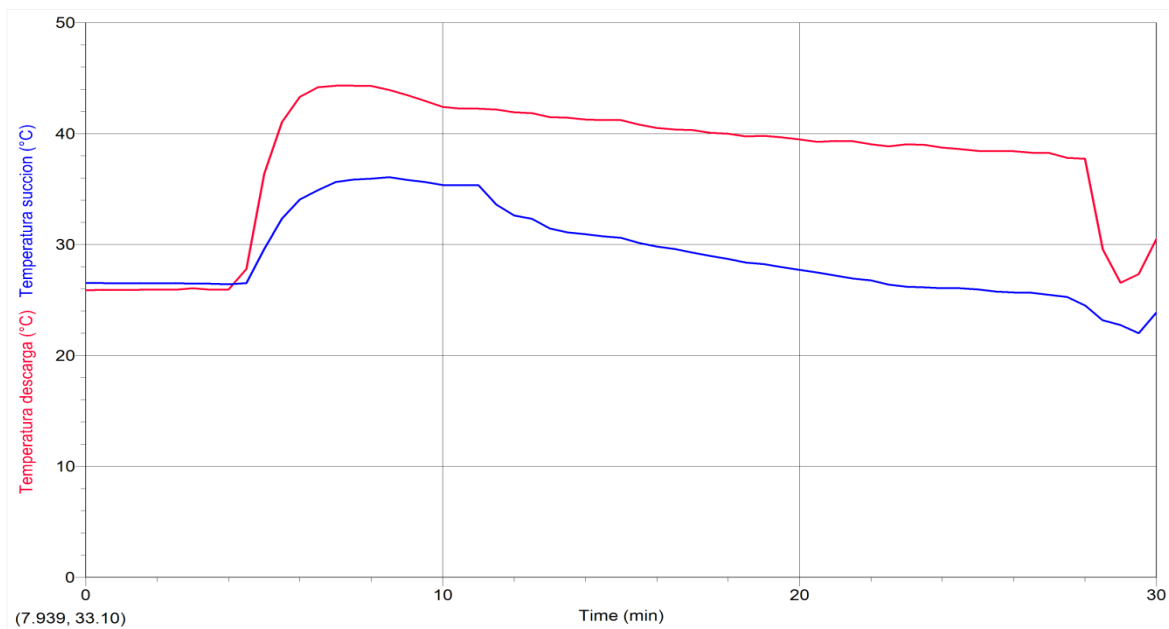
A continuación se muestran los resultados de la medición de temperaturas, las cuales se han utilizado para obtener la temperatura promedio en este rango de tiempo. También se muestra el rango en el día en el que se realizaron estos experimentos.

Prueba 1 (9 - 9:30pm)



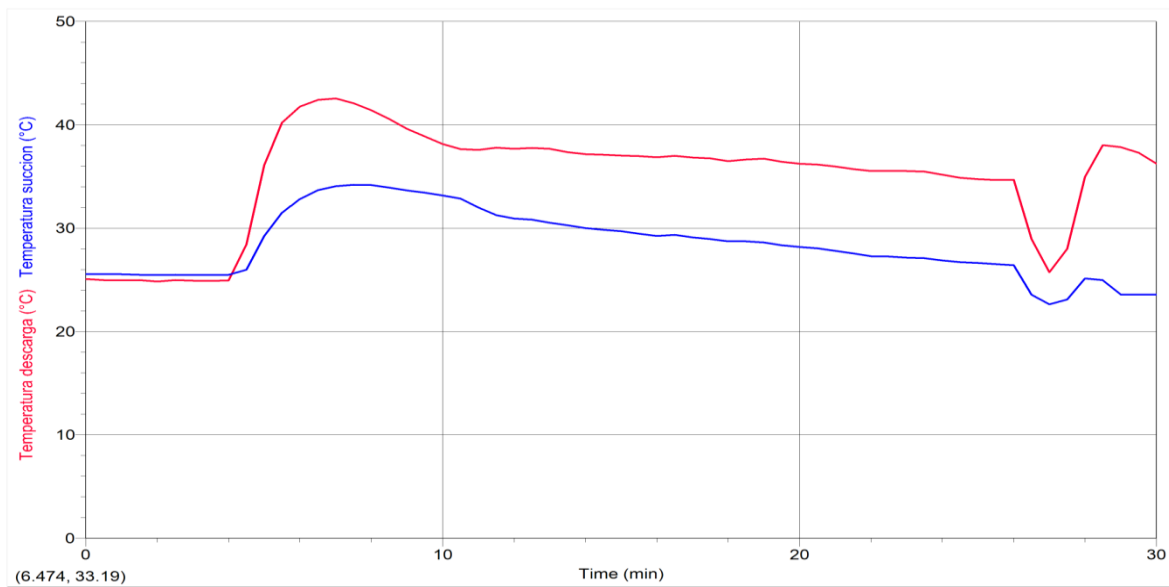
Grafica 1. Temperatura de succión y descarga

Prueba 2 (2:30 – 3am)



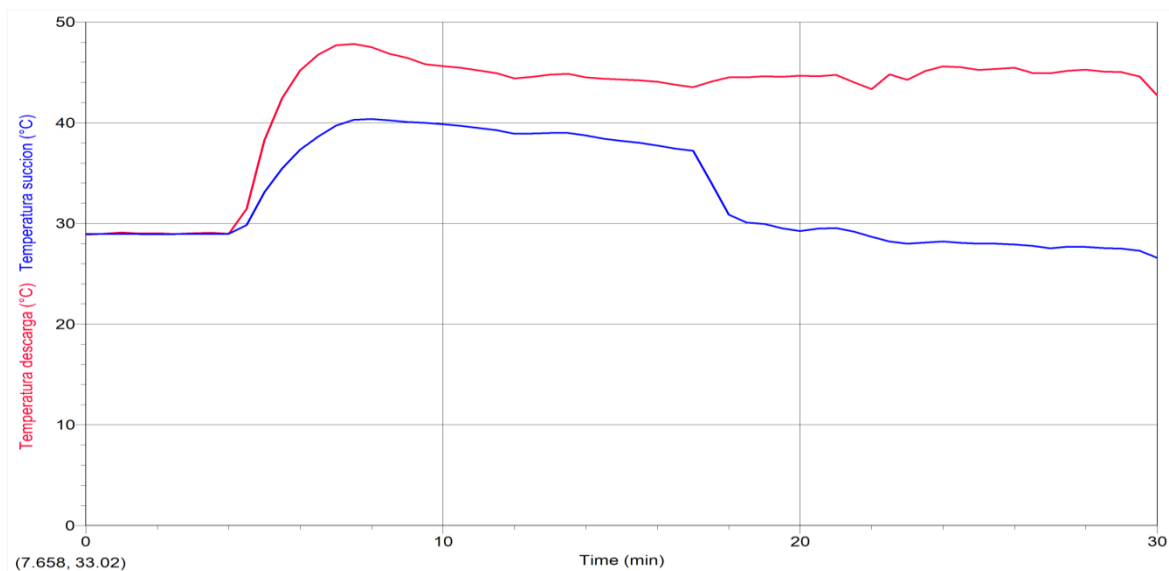
Grafica 2. Temperatura de succión y descarga

Prueba 3 (7:20 – 7:50)



Grafica 3. Temperatura de succión y descarga

Prueba 4 (12:20 – 12:50pm)



Grafica 4. Temperatura de succión y descarga

3.2.1 DATOS TABULADOS

Las pruebas fueron realizadas a diferentes horarios con diferentes temperaturas ambientales. Los resultados de estas pruebas son presentadas en la tabla 1:

Prueba	1	2	3	4
Temperatura ambiente	28°C	24°C	21°C	30°C
Tiempo del ciclo	22 min	23 min	21.37 min	24 min
Producción total	5.800 kg	6.120 kg	6.305 kg	6.375 kg

Tabla 1. Producción de hielo en cada una de las pruebas

También se midió la temperatura del aire expulsado por el ventilador del condensador. Estos resultados son presentados en la tabla 2:

	1	2	3	4
Tiempo (minutos)	Temperatura del aire	Temperatura del aire	Temperatura del aire	Temperatura del aire
0	28 °C	26 °C	25 °C	29 °C
5	37 °C	27 °C	26 °C	30 °C
10	40 °C	38 °C	34 °C	44 °C
15	38 °C	36 °C	34 °C	41 °C
20	36 °C	34 °C	32 °C	40 °C
25	35 °C	32 °C	31 °C	39.5 °C
30	30 °C	28 °C	31 °C	38 °C

Tabla 2. Temperaturas a través del tiempo en las 4 pruebas

Utilizando manómetros conectados a las válvulas de servicio de succión y la descarga del compresor del equipo, se ha registrado además de la temperatura, las presiones en cada una de las pruebas. Los resultados son presentados en la tabla 3:

Tiempo	Prueba 1 (PSI)		Prueba 2 (PSI)		Prueba 3 (PSI)		Prueba 4 (PSI)	
	P. alta	P. baja	P. alta	P. baja	P. alta	P. baja	P. alta	P. baja
0	175	240	170	200	160	200	185	250
5	285	84	265	83	260	82	280	80
10	250	50	250	50	225	50	285	57
15	249	43	225	43	220	42	212	47
20	235	36	215	35	213	34	260	41
25	219	30	213	29	200	27	249	35
30	220	89	150	120	230	94	248	50

Tabla 3. Presiones de succión y descarga del compresor en cada prueba



Figura 24. Manifold

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS

Basado en el problema anterior con las mismas condiciones para cada refrigerante, se realiza un análisis comparativo entre los refrigerantes: R404a, R502 y R134a.

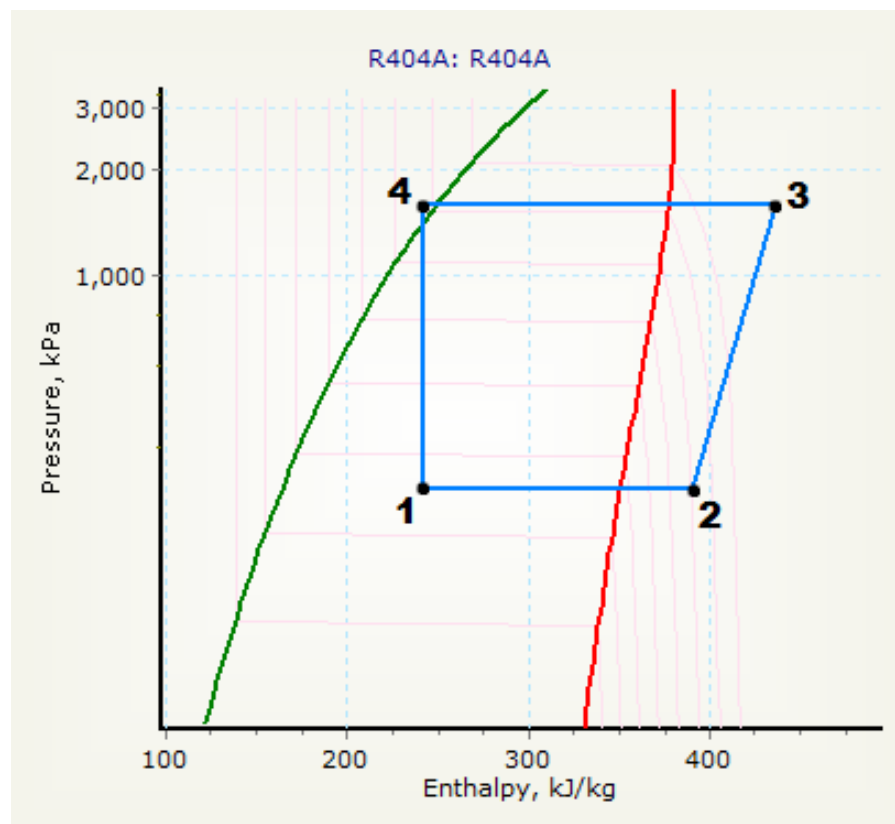


Figura 25. Diagrama representando el ciclo de refrigeración

Para ello es considerada una temperatura de condensación a 35°C y una temperatura del espacio a refrigerar a -25°C. También se considera en el cálculo un sub-enfriamiento de 5°C y un sobrecalentamiento de 45°C.

Los cálculos han sido realizados por el programa Engineering Equation Solver, EES. Este programa es proporcionado de manera gratuita por el libro de textos de Termodinámica de Cengel, 6ª edición, Mc Graw Hill.

Los resultados de este cálculo son mostrados en la tabla siguiente:

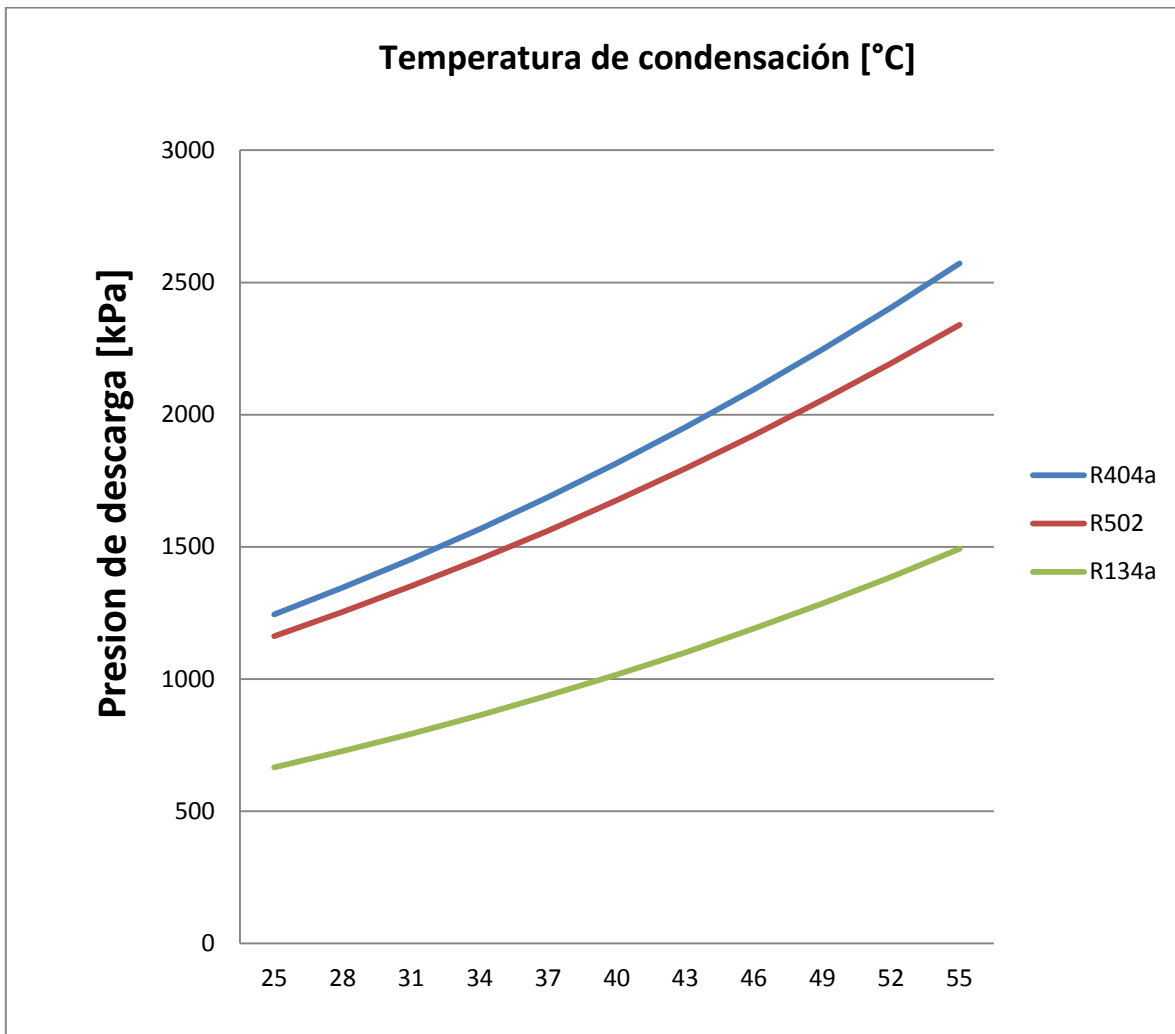
Refrigerante	P_2 [kPa]	P_3 [kPa]	T_3 [°C]	$h_3 - h_2$ W_k [kJ/kg]	$h_2 - h_1$ E_R [kJ/kg]	$h_3 - h_4$ Q_{cond} [kJ/kg]
404a	256.6	2047	94.87	52.49	131.3	183.8
502	240.9	1880	100.2	46.4	117.4	163.8
134a	106.5	1161	99.69	60.83	163.8	224.6

Tabla 4. Comparación de los diferentes refrigerantes

De la tabla anterior se puede observar que las presiones por cada refrigerante varían y que la temperatura de descarga no es igual entre los refrigerantes.

En base a los resultados obtenidos, se realizan graficas comparativas entre los tres refrigerantes, a través de una temperatura de condensación de 25 a 55 °C.

La primera gráfica muestra una comparación entre las presiones del refrigerante en la descarga del compresor en kPa, en función de la temperatura de condensación del equipo. Se observa claramente que el R404a tiene presiones más altas que los otros y no son muy diferentes a las presiones obtenidas para el refrigerante R-502.



Grafica 5. Comparación de refrigerantes a diferentes temperaturas de condensación

El comportamiento del refrigerante a distintas temperaturas de condensación, deja en evidencia que la temperatura de condensación afecta directamente a la presión, y por lo tanto, las temperaturas del refrigerante en todo el ciclo también se verán afectadas. Motivo por el cual la temperatura de condensación, afectará el trabajo del sistema, disminuyendo su eficiencia.

4.2 COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Se realiza una comparación entre los datos obtenidos en las pruebas y los datos de operación descritos en el manual proporcionado por el fabricante del equipo:

Prueba	1	2	3	4	Fabricante
Temperatura ambiental	28 °C	24 °C	21 °C	30 °C	N.A.
Presión alta arranque	285 psi	265 psi	260 psi	280 psi	≤ 250 psi
P. alta antes deshielo	235 psi	215 psi	213 psi	260 psi	< 250 psi
P. alta en deshielo	219 psi	213 psi	200 psi	249 psi	150 psi
P. baja arranque	84 psi	83 psi	82 psi	80 psi	50 psi
P. baja antes deshielo	36 psi	35 psi	34 psi	41 psi	12 a 20 psi
P. baja en deshielo	30 psi	29 psi	27 psi	35 psi	70 a 150 psi

Tabla 4. Comparación de resultados

Las presiones mostradas, fueron obtenidas con agua de entrada para fabricar el hielo a una misma temperatura. Por lo tanto la variación en dichas presiones, únicamente es atribuida a la variación de la temperatura del cuarto donde se aloja el equipo de producción de hielos. Por lo tanto se asume que si se controla la temperatura del agua de entrada, dichas presiones bajaran en buen porcentaje, logrando con esto acercarse más a las presiones que refiere el fabricante. Así mismo para lograr un rendimiento mayor, se deberá controlar la temperatura del cuarto donde trabaja dicha máquina o mejorando la condensación. Deberá elegirse una de ellas la que sea más viable y la que involucre menos costos.

CONCLUSIÓN

Concluimos que existe una gran cantidad de variables que afectan a un sistema, estas son de muchas clases. Lamentablemente, es una tarea complicada controlarlas todas, por lo que se determina controlar las más significativas que van de la mano con el propósito del trabajo. En esta ocasión las variables a controlar fueron la temperatura y la presión, tanto de la máquina, como de las condiciones ambientales del cuarto donde están montados los equipos que se estudian.

Motivo por el cual, se basó este trabajo, debido a que las condiciones de diseño de la máquina, era incapaz de trabajar a su máxima eficiencia en condiciones de Tuxtla Gutiérrez. Ya que el fabricante recomienda se tenga agua de entrada a una temperatura de 7°C con una temperatura ambiente de 23°C, condiciones que no se encuentran en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Al analizar y medir ciclos a diferentes horas del día, se encontraron las fallas o las causas por las cuales, su eficiencia tendía a disminuir. Las condiciones de operación que se presentan en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez son; temperatura ambiente promedio de 32°C y temperatura del agua de ingreso a 28°C. La temperatura ambiental excesiva, en unos cuantos grados arriba de la temperatura ambiental de diseño, afecta de manera considerable a la condensación de un ciclo de refrigeración, ya que el enfriamiento del sistema, o sea el calor de rechazo, se basa en un intercambio de calor entre los tubos del condensador y el medio ambiente. Otro aspecto igualmente fundamental, es el agua de ingreso al sistema, esta debe estar fría y la temperatura a la que se encuentra es demasiado elevada a la temperatura de diseño y esto trae como consecuencia, un aumento en la carga térmica del evaporador. Esto trae consigo muchos problemas de funcionamiento de la máquina, ya que el tiempo del ciclo aumenta y el peso en producción de hielo disminuye. El sistema tiene que compensar ese aumento en calor forzando el trabajo del compresor, obteniendo como resultado un alto consumo en energía eléctrica.

Las mejoras para lograr mejorar la eficiencia de la maquina, son enfriar el agua de ingreso, con un intercambiador de calor a la entrada de la maquina, para que de esta manera, el agua de ingreso descienda su temperatura. Otro aspecto a mejorar es la condensación, evitando que el aire de enfriamiento del sistema, se mezcle en el cuarto de producción de hielo y esto eleve gradualmente la temperatura interior de dicho cuarto. Esto se lograra, con ductos que salgan de cada máquina y vayan dirigidos hacia una ventana que dé al exterior de la planta. Con esto se lograra que el aire caliente que pasa a través del condensador y a su vez del compresor, no se mezcle con el aire ambiente del cuarto. De igual forma, se deberá buscar la manera de climatizar la habitación, ya sea con un sistema de aire acondicionado o con ventiladores que estén extrayendo y reciclando el aire.

REFERENCIAS

- [1] Michael J. Moran y Howard N. Shapiro. Fundamentos de termodinámica técnica. Editorial Reverte, segunda edición.

- [2] Yunus A. Cengel y Michael A. Boles. Termodinámica. Mc Graw Hill, sexta edición.

- [3] Mauricio T. López, Cesar I. Roldán y Farid C. Janna. Uso de las bombas de calor de alta temperatura como alternativa para el uso racional de energía en la industria. Universidad. Nacional de Colombia sede Medellín. 19/03/2007

- [4] <http://www.cofrico.com/newswp/blog/clasificacion-de-los-sistemas-de-refrigeracion/>

- [5] Programa Engineering Equation Solver, EES, proporcionado en el libro de textos de termodinámica de Cengel

- [6] <http://www.kold-draft.net/>

ANEXOS

1. Programas en EES

Cálculos del evaporador

"Evaporador"

"Sensible 1: 26-0, Latente: 0, Sensible 2: 0 - -15"

T1=26

T2=0

T3=-15

m_dot_hielo=0,005561[kg/s]

Cp_agua=4186[J/kgk]

Cp_hielo=2093 [J/kgk]

CLF=334 [J/kg0°C]

Q_dot_sensible1=m_dot_hielo*Cp_agua*(T1-T2)

Q_dot_latente=m_dot_hielo*CLF

Q_dot_sensible2=m_dot_hielo*Cp_hielo*(T2-T3)

Q_dot_evaporador=Q_dot_sensible1+Q_dot_latente+Q_dot_sensible2

Problema comparativo entre refrigerantes

Fluid\$='R404a'

"Temperaturas"

T1=-25

T2=T_x+45

T_y=45

T4=T_z-5

"Condiciones"

P1=P2

h_4=h_1

P1=PRESSURE(Fluid\$;T=T1;x=0)

T_x=TEMPERATURE(Fluid\$;x=1;P=P1)

h_2=ENTHALPY(Fluid\$;T=T2;P=P1)

S_2=ENTROPY(Fluid\$;T=T2;P=P1)

P3=PRESSURE(Fluid\$;T=T_y;x=1)

h_3=ENTHALPY(Fluid\$;S=S_2;P=P3)

T_z=TEMPERATURE(Fluid\$;x=0;P=P3)

T3=TEMPERATURE(Fluid\$;h=h_3;P=P3)

h_4=ENTHALPY(Fluid\$;T=T4;P=P3)

"Conversion de presiones"

P_alta=P3*(1,01325/101,325)

P_baja=P1*(1,01325/101,325)

Q_dot_L=1*(h_2-h_1)

2. Especificaciones de la máquina para hacer hielos

Especificaciones generales para la serie GB1060

Tubería:

Entrada de agua potable con rosca hembra de 3/8".
Drenaje para el recipiente con rosca hembra de 1".
Tubería flexible con diámetro interior de 3/4" para el drenaje de la máquina.
Entrada de condensador (enfriado por líquido) con rosca hembra de 3/8".
Salida de condensador (enfriado por líquido) con rosca hembra de 1/2".

Acabado del exterior:

Acero inoxidable serie 300.

Sistema de refrigeración:

R-404A-HFC controlado por válvula de expansión termostática.

Requisitos de distancia:

Deje 4" (10.16 cm) del lado izquierdo, 8" (20.32 cm) del lado derecho, 6" (15.24 cm) en la parte posterior y 1" (2.54 cm) en la parte superior para las conexiones de ventilación, agua y electricidad.

Rechazo de calor del condensador:

BTUH/kW/Ton
13,850/4.06/1.15 promedio
18,000/5.3/1.5 punto máximo

Requisitos de operación recomendados:

	Min.	Máx.
Temperatura ambiente:	45°F (7°C)	110°F (43°C)
Temperatura del agua:	45°F (7°C)	90°F (32°C)
Temperatura del aire del condensador remoto	-20°F (-29°C)	120°F (49°C)
Voltaje	198V	253V
Presión del agua potable:	20 PSIG (137 kPa)	100 PSIG (689 kPa)
Presión del condensador enfriado por líquido	20 PSIG (137 kPa)	100 PSIG (689 kPa)

Figura 26. Especificaciones generales

Capacidades diarias de la serie GB1060: Libras de hielo cada 24 horas por unidad

Número de modelo	Descripción			Capacidad e índices de entrada de energía ¹				Uso de agua ¹ gal/100# (l/kg)		Amperaje mínimo de circuitos ^{2,3}	Máx. Amperes del fusible	Condensador requerido ^{3,4}	
	Volt/Hz/Ph	Condensador	Tamaño del cubo	90/70 Ambiente/Agua	kWh/100# (kJ/kg) ²	Nivel	70/50 Ambiente/Agua	kWh/100# (kJ/kg) ²	Potable				Condensador
GB1064AC	208-230/60/1	Enfriado por aire	Cubos completos	725 (329)	6.1 (484)	1	906 (411)	4.58 (363)	23 (1.9)	No aplica	16.3	25	No aplica
GB1064AHK			Medios cubos	823 (373)	5.6 (445)	1	1045 (474)	4.09 (324)	26.5 (2.2)	No aplica	16.3	25	No aplica
GB1064LC		Enfriado por líquido	Cubos completos	835 (379)	4.46 (354)	1	952 (432)	3.84 (304)	16.1 (1.34)	141.8 (11.83)	15.4	25	No aplica
GB1064LHK			Medios cubos	900 (408)	4.6 (365)	1	1044 (473)	3.86 (306)	24 (2.0)	163 (13.6)	15.4	25	No aplica
GB1064RC		Enfriado por aire remoto	Cubos completos	760 (345)	5.9 (468)	1	950 (431)	4.43 (351)	25 (2.1)	No aplica	18.1	30	RC214APV
GB1064RHK			Medios cubos	850 (386)	5.6 (444)	1	1080 (490)	4.09 (324)	25 (2.1)	No aplica	18.1	30	RC214APV

Nota 1: Índices de 90/70 con base en 90°F (32.2°C) ambiente y 70°F (21.1°C) del agua, correspondientes a la operación en temperatura de índices estándar. Índices estimados de 70/50 con base en 70°F (21.1°C) ambiente y 50°F (10°C) del agua, correspondientes a la operación en temperatura de índices estándar.

Nota 2: Los modelos con capacidad remota incluyen abanico del condensador.

Nota 3: El motor del abanico del condensador es alimentado por la máquina de hacer hielo. El cableado de interconexión es suministrado por el instalador.

Nota 4: La máquina de hacer hielo y el condensador incluyen acoples de conexión rápida reutilizables para interconectar las líneas del refrigerante.

Los juegos de líneas se ordenan por separado y deben ser especificados de acuerdo a su longitud.

Nota 5: Los amperes mínimos del circuito no reemplazan el índice de circuitos mínimos de ningún reglamento para el circuito derivado que abastece a la máquina de hacer hielo.

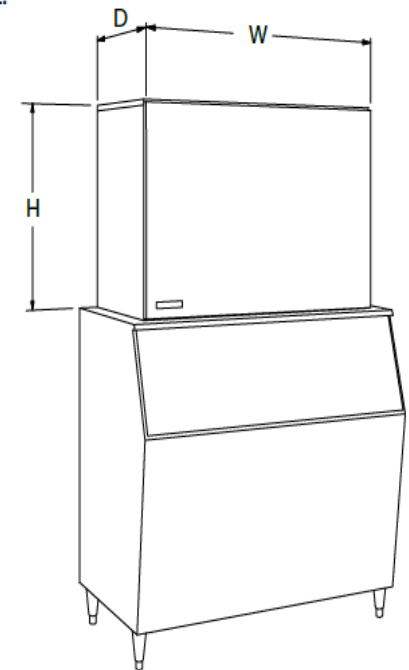
Figura 27. Capacidades diarias

Todos los modelos están certificados de acuerdo con las Normas ANSI/UL 563 y CAN/CSA C22.2 No. 120 para la seguridad por Intertek/ETL.

Observe la corriente mínima de los circuitos y el tamaño máximo de los fusibles que se enlistan a continuación. Se debe proporcionar protección de circuitos derivados para el interruptor de circuitos tipo HACR o fusible dentro del rango de corriente mínima o tamaño máximo de fusible que se indica, de lo contrario se anulará la garantía. Nos reservamos el derecho de realizar mejoras al producto en cualquier momento. Las especificaciones y el diseño están sujetos a cambios sin previo aviso.

Dimensiones/Peso

Condensador	Dimensiones - pulgadas (cm)			Peso de envío # (kg)
	Ancho	Profundidad	Altura	
Enfriado por aire	42.3 (107.4)	31.1 (79)	33.7 (85.6)	348 (158)
Enfriado por líquido	42.3 (107.4)	25.7 (65.3)	33.7 (85.6)	312 (142)
Enfriado por aire remoto	42.3 (107.4)	25.7 (65.3)	33.7 (85.6)	335 (152)



Condensador serie RC

Número de modelo	Descripción ^{3,4}	Dimensiones - pulgadas (cm)			Peso bruto # (kg)
		Ancho	Profundidad	Altura	
RC214APV	Condensador remoto con flujo de aire vertical de un solo circuito, cargado de vapor con acoples de conexión rápida reutilizables, para máquinas de hacer hielo GB1064R	40.75 (103.5) incluyendo caja de acople de interconexión	22.75 (57.8)	30.2 (76.6) incluyendo 10" (25.4 cm) patas y guarda de abanico	160 (73)



Máquinas de hacer hielo comerciales de calidad hechas en Estados Unidos

©2010 KDIndustries, Erie, PA Impreso en EUA KD-LIT 03/10

Figura 28. Dimensiones

	Model Group and Cube Type			
	GB56x		GB106x	
	C	HK	C	HK
Water Fill Level inches (mm) *	2.75 (70)	2.75 (70)	2.75 (70)	2.75 (70)
Approximate Cycle Time (Minutes)	31	24	31	24
Approximate Harvest Weight-lbs. (kg)	7.70 (3.49)	7.10 (3.22)	15.40 (6.98)	14.20 (6.44)

Figura 29. Tiempo y cantidad de hielo por ciclo

Cube Type	Cube Dimensions in. (mm)	Cube Weight oz. (g)	Cubes per Cycle	
			GB56x	GB106x
C (Full Cube)	1.25 x 1.25 x 1.25 (31 x 31 x 31)	1.15 (32.6)	108	216
HK (Half Cube)	1.25 x 1.25 x .62 (31 x 31 x 15)	.53 (15.0)	216	432

Figura 30. Dimensiones del cubo de hielo

Measurement Point	Approximate Low Side (Suction Pressure)	High Side (Discharge Pressure) (R-404a)	
		Approximate Air Cooled	Approximate Liquid Cooled
Beginning of Freeze Cycle	50 PSI (345 kPa)	See Note 1	1650 kPa (See Note 3)
Just Before Defrost Cycle Begins	12 to 20 PSI (80 to 140 kPa)	See Note 2	1650 kPa (See Note 3)
During Defrost Cycle	70 to 150 PSI (480 to 1030 kPa)	150 PSI (1030 kPa)	150 PSI (1030 kPa)
Note 1- High side pressure in air cooled models, at the beginning of the freeze cycle, is likely to be higher than 250 PSI (1720 kPa)			
Note 2- High side pressure in air-cooled models, at the end of the freeze cycle, is likely to be lower than 250 PSI (1720 kPa).			
Note 3- 240 PSI (1650 kPa) is equivalent to 101°F (38°C) condensing temperature			

Figura 31. Tabla de presiones de operación