



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CAMARAS FRIGORIFICAS
PARA CONSERVACION DE HORTALIZAS CONGELADAS**

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA PRINCIPAL MECANICA)

P R E S E N T A

JOSE GERARDO ROSAS HEREDIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INTRODUCCION .	5
I. FUNDAMENTACION TEORICA.	7
Antecedentes.	7
Situación Nacional Actual.	7
I.A. Generalidades.	9
I.A.1. Conceptos.	9
I.A.2. Sistemas Frigoríficos.	10
I.A.2.a. Sistema de Compresión Mecánica.	10
I.A.3. Ciclos Termodinámicos.	13
I.A.3.a. Ciclo Teórico.	15
I.A.3.b. Ciclo Ideal de Refrigeración.	15
I.A.3.c. Ciclo Real de Refrigeración.	16
I.B. Clasificación de Construcciones Frigoríficas.	17
I.C. Conservación de Hortalizas.	18
I.C.1. Cadenas de Frio.	19
I.C.2. Conservación por Congelación y por Refrigeración.	21
I.C.2.a. Proceso de Congelación.	21
I.C.3. Congelación de Hortalizas.	22
I.C.3.a. Calidad del Producto a Congelar.	24
I.C.3.b. Pre-refrigeración.	26
I.C.3.c. Preparación de Hortalizas.	26
I.C.3.d. Congelación por Corriente de Aire Frio.	27
I.D. Antecámara.	30
Referencias.	32
II. DISEÑO DE CAMARAS FRIGORIFICAS.	33
II.A. Localización de la Cámara Frigorífica.	35
II.B. Dimensionamiento de la Cámara Frigorífica.	35
II.B.1. Acomodo de Mercancia.	35
II.B.1.a. Area de Apilamiento.	37
II.B.1.b. Acomodo de paquetes por Apilamiento.	38
II.B.1.c. Altura de Apilamiento.	38
II.B.1.d. Paquetes por Apilamiento.	40
II.B.2. Distribución de la Mercancia en la Cámara F.	41

II.B.2.a. Equipo de Manejo de Mercancía.	41
II.B.2.b. Dimensionamiento de la Cámara Frigorífica.	42
II.B.2.b.1. Altura de la Cámara Frigorífica.	47
II.B.2.c. Control de Productos Almacenados.	49
II.C. Carga de Refrigeración.	51
II.C.1. Carga por Transmisión de Calor.	51
II.C.1.a. Carga por Transmisión a través de la Construcción.	51
II.C.1.b. Carga por Infiltración.	54
II.C.2. Carga por Servicio.	55
II.C.3. Carga del Producto.	56
II.C.4. Carga Suplementaria.	57
II.C.4.a. Carga por Alumbrado.	57
II.C.4.b. Carga por Motores.	58
II.C.4.c. Carga por Equipo.	58
II.C.4.d. Carga por Personal.	59
II.D. Condiciones del Refrigerante.	61
II.E. Selección del Equipo de Refrigeración.	64
II.E.1. Selección del Compresor.	64
II.E.2. Selección del Condensador.	66
II.E.3. Selección del Difusor.	67
II.E.4. Selección de la Válvula Termostática de Expansión.	68
II.F. Distribución de la Cámara Frigorífica (Lay-out).	68
Referencias.	69
III. ILUMINACION INTERIOR Y SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD.	70
III.A. Iluminación Interior.	70
III.A.1. Nivel de Iluminación requerido.	70
III.A.2. Coeficiente de Utilización.	70
III.A.2.a. Determinación de las Cavidades.	70
III.A.2.b. Razón de Cavidad del Cuarto.	71
III.A.2.c. Razón de Cavidad del Techo.	71
III.A.2.d. Reflectancia Efectiva de la Cavidad del Techo.	72
III.A.2.e. Tipo de Luminaria.	72
III.A.3. Factor de Pérdidas de Luz.	72
III.A.3.a. Rendimiento de Reactancia.	72
III.A.3.b. Factor de Tensión.	72
III.A.3.c. Factor de Reflectancia y Transmitancia.	72
III.A.3.d. Factor por Lámparas Inutilizadas.	73
III.A.3.e. Factor de Temperatura Ambiente.	73

III.A.3.f. Factor de Intercambio de Calor.	73
III.A.3.g. Factor de Depreciación de Lámenes.	73
III.A.3.h. Factor de Suciedad.	73
III.A.4. Lámparas.	74
III.A.4.a. Determinación del Tipo de Lámparas.	74
III.A.4.b. Determinación del Número de Lámparas.	74
III.A.4.c. Determinación del Número de Luminarias.	75
III.A.4.d. Distribución de las Luminarias.	75
III.A.4.d.1. Comprobación de la Distribución de Luminarias.	75
III.B. Suministro de Electricidad.	77
III.B.1. Contratación de Servicio.	77
III.C. Diagrama Unifilar.	80
Referencias.	81
IV. CONSTRUCCION DE CÁMARAS FRIGORIFICAS.	82
IV.A. Consideraciones para Construcción.	82
IV.B. Obra Civil.	83
IV.B.1. Cimentación.	83
IV.B.2. Pisos.	84
IV.B.3. Muros.	85
IV.B.4. Techo.	86
IV.B.5. Espacios en Muros.	87
IV.B.6. Consideraciones Adicionales.	88
IV.C. Distribución del Equipo de Refrigeración.	89
IV.D. Colocación del Equipo de Refrigeración.	90
IV.D.1. Compresor y Condensador.	91
IV.D.2. Tuberías.	92
IV.D.3. Evaporador.	93
IV.D.4. Aparatos de Control Automático.	93
IV.D.4.a. Válvula de Expansión.	94
IV.D.4.a.1. Válvulas de Expansión Termostáticas.	94
IV.D.4.b. Control de Temperatura.	100
IV.D.4.b.1. Termostatos de Ambiente.	101
IV.E. Plano de la Cámara Frigorífica.	103
IV.F. Aspecto Económico.	103
Referencias.	106
CONCLUSIONES.	107

A P E N D I C E A	109
A P E N D I C E B	120
A P E N D I C E C	126
B I B L I O G R A F I A .	132

I N T R O D U C C I O N .

Cumpliendo con la principal característica de cualquier trabajo recepcional, el que a continuación se presenta tiene la finalidad de servir al dominio público como una guía en el Diseño y la Construcción de Cámaras Frigoríficas para Conservación de Hortalizas Congeladas.

El objetivo específico de esta tesis es el auxiliar a los individuos o sectores sociales, interesados en el tema que se analiza, de forma que puedan conocer los diversos aspectos que deben considerarse en el desarrollo del mismo.

La obra se encuentra dividida en secciones principales cada una de las cuales involucra varios temas y subtemas de interés particular, las secciones son las cuatro siguientes: Fundamentación, Diseño, Iluminación y Construcción.

Este trabajo de tesis es el resultado de una amplia investigación, los procedimientos y metodología fueron desarrollados por el autor exceptuando aquellos en que se especifica lo contrario.

A fin de facilitar la comprensión del tema se ha elaborado este trabajo con una terminología sencilla y en algunos casos específicos los términos técnicos son explicados de forma que sean entendibles.

Una de las razones principales por las que se analizó el tema es la demanda actual que de él se tiene, en parte por el crecimiento de la población; y en parte para servir de apoyo al 'Decreto que aprueba el Programa para la estructuración, operación y desarrollo del Sistema Nacional para el Abasto', expedido por el Presidente -- Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos el 27 de Septiembre de 1984, debido a que en la presentación del mismo se demanda la colaboración de todos los sectores sociales para proporcionar los servicios que requiere el país.

El problema más notorio que se presentó en la elaboración de esta tesis fué la carencia de información de autores nacionales, así como también la falta de tecnología propia en el mercado nacional y la cantidad mínima de especialistas en la materia.

Se ha pretendido dar al trabajo desarrollado una interpretación simple y sencilla para que tengan fácil acceso a él, tanto los campesinos y cooperativas ejidales como los profesionistas interesados en este tipo de Cámaras Frigoríficas.

I. FUNDAMENTACION TEORICA.

Antecedentes.

A partir de la invención de las máquinas de producción de frío, en el último cuarto del S. XIX, comienza la era de la congelación de alimentos. Es en ese entonces cuando se observa que al congelar los alimentos, su período de conservación aumenta.

En el año de 1880, con la construcción de las Máquinas Frigoríficas, se da el paso inicial para el desarrollo de las Industrias - del Frío.

Durante los últimos 50 años la evolución de las técnicas del - frío obtenido artificialmente ha sido de tal importancia que ha modificado las costumbres del hombre mismo. Así, es posible comer alimentos de producción estacional a lo largo de todo el año; la medicina ha encontrado un poderoso aliado, que hace posible una nueva era de transfusiones y trasplantes; y así muchas otras actividades industriales y domésticas se han visto beneficiadas.

Esta revolución del frío va desde el modesto refrigerador doméstico hasta las grandes Cámaras Frigoríficas.

Situación Nacional Actual.

Durante las últimas décadas el país ha tenido un notable incremento en la demanda de alimentos debido al considerable crecimiento demográfico, en virtud de lo anterior sectores amplios de la población tienen una insuficiente alimentación, siendo éste uno de los - problemas más graves que actualmente tiene el territorio Nacional.

Para buscar una solución inmediata tanto a lo anteriormente expuesto como a los problemas económicos que vive el país, el actual Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos estableció el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988, dentro del cual se - postula el Programa Nacional de Alimentación diseñado para satisfacer las necesidades básicas de la población. Con el fin de lograr

ese objetivo, ha sido necesario el desarrollo de sistemas que contribuyan a cubrir los requerimientos de los diversos sectores del Proceso de Alimentación.

Uno de esos sistemas, muy estrechamente relacionado con el presente trabajo, es el Sistema Nacional para el Abasto, que fué aprobado por el Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos con fecha 26 de septiembre de 1984. Este sistema pretende la modernización del campo mexicano mediante el desarrollo de la infraestructura necesaria para el acopio, normalización, acondicionamiento, industrialización, almacenamiento especializado, transporte, — distribución y comercialización de sus productos.

Tanto para facilitar como para estimular el desarrollo de este sistema el Gobierno Federal ha instrumentado diversos 'Programas de Fomento Especifico', de los cuales es de particular relevancia para el presente trabajo el "Programa de Fomento Especifico para la Construcción de Almacenes Frigoríficos". En él se establecen los objetivos y los apoyos generales y especiales del Gobierno Federal; así como también los compromisos que adquieren los participantes del — programa.

Como se ha establecido anteriormente este trabajo tiene como objetivo y principal finalidad, el servir de guía a todos aquellos individuos o sectores sociales que se interesen en las Cámaras Frigoríficas del tipo mencionado, por ello se ha planteado la situación actual que se presenta en el país para estos almacenes y asimismo se recomienda ampliamente la lectura del Diario Oficial del 27 de septiembre de 1984, a fin de que se pueda tener acceso a los apoyos y estímulos que otorga el Gobierno Federal.

I.A. Generalidades.

I.A.1. Conceptos.

Calor.

Se define en base al movimiento molecular; mientras más energético es dicho movimiento, mayor es el calor que se proporciona al cuerpo.

Frio.

Es un término que representa la ausencia de Calor.

Caloría. (Cal.)

Es la cantidad de calor necesario para incrementar, en un grado centígrado, la temperatura de un litro de agua. En el sistema Inglés equivale a 3.968 BTU (Unidad de calor inglesa).

Transmisión de Calor.

El calor se transmite siempre de un cuerpo con mayor temperatura a otro de menor temperatura. Se conocen tres formas en que es posible esta transmisión, y son las siguientes:

- a) Radiación.--Por medio de ondas similares a las de la luz o el sonido.
- b) Convección.--Por mediación de un fluido (líquido o gas).
- c) Conducción.-- A través de un cuerpo llamado conductor.

Calor Sensible.

Es la cantidad de calor que produce un cambio de temperatura en una sustancia, sin producir un cambio en su estado físico.

Calor Latente.

Es la cantidad de calor que se requiere para producir el cam-

bio de estado físico de una sustancia, sin alterar su temperatura.

Refrigeración.

Es la ciencia que trata del proceso de reducir y mantener la temperatura, de un espacio dado o de un producto, más baja que su alrededor. Por lo anterior, debe considerarse como un Proceso de extracción de Calor. En cualquier proceso de Refrigeración el cuerpo absorbente de calor se llama agente refrigerante.

Efecto de Refrigeración. (TON)

Es un término que se utiliza para medir la capacidad del efecto refrigerante; se define como la cantidad de calor necesaria para la fusión de una tonelada de hielo sólido en un periodo de 24 horas.

Se puede calcular multiplicando el peso del hielo por el calor latente de fusión del mismo, esto es:

$$\text{TON} = 1,000 \text{ Kg} (79.9295 \text{ Cal/Kg}) = 79,929.5 \text{ Cal}$$

y en 24 horas:

$$\text{TON} = \frac{79,929.5 \text{ Cal}}{24 \text{ hr.}} = 3,330.39 \text{ Cal/hr} = 12,000 \text{ BTU/hr.}$$

I.A.2. Sistemas Frigoríficos.

Los sistemas frigoríficos para la producción del frío son: el de absorción y el de compresión mecánica.

El sistema de absorción se utiliza muy poco, casi exclusivamente en algunos modelos de refrigeradores de tipo doméstico.

El de compresión mecánica es el de mayor uso, su capacidad varía desde modelos pequeños de 150 Cal/hr., hasta otros de 400,000 Cal/hr. . Los compresores pueden ser de los siguientes tipos: de pistón, centrífugos y de tornillo.

I.A.2.a. Sistema de Compresión Mecánica.

El funcionamiento del sistema de refrigeración a base de Com-

presión comprende las siguientes etapas:

1.-Evaporación. El calor entra en el espacio refrigerado:

- a) por radiación sobre las paredes del mismo;
- b) por conducción a través del aislamiento; y
- c) por convección, debido a las entradas de género a temperaturas altas y por la abertura de puertas.

Este calor sensible provoca la ebullición del refrigerante líquido y se convierte en calor latente de evaporación.

2.-Compresión. El refrigerante evaporado es aspirado por el compresor y, al ser comprimido en un espacio reducido, aumenta de temperatura y de presión (ver fig. 1), pasando al Condensador.

3.-Condensación. La temperatura del refrigerante en esas condiciones es superior a la del medio de enfriamiento, absorbiendo éste el calor del refrigerante, mismo que fluye a presión y en estado líquido al depósito de donde se dirige al evaporador para la repetición del ciclo.

En la figura 2 se presenta un diagrama esquemático del ciclo Completo de Refrigeración por Compresión Mecánica, con sus principales elementos.

En la siguiente página se muestran las figuras 1 y 2 a las que se hace referencia.

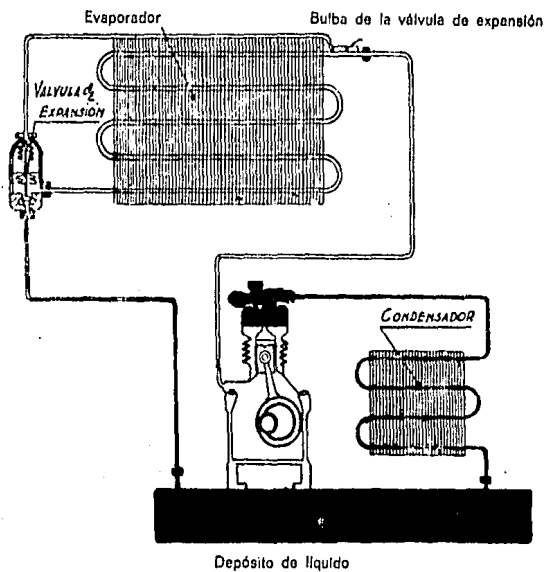


Figura 1. Sistema de Refrigeración.

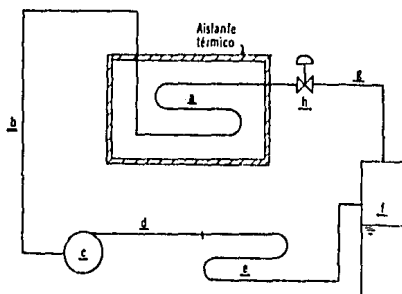


Fig. 2. Ciclo Completo de Refrigeración.

Las funciones de los elementos del sistema son las siguientes:

- a. Evaporador.-Provee la superficie necesaria para pasar el calor del espacio por refrigerar al agente refrigerante.
- b. Línea de Succión.-Transporta el vapor de baja presión del evaporador al compresor.
- c. Compresor.-Remueve el vapor y baja la presión del evaporador; sube la presión y la temperatura del vapor refrigerante.
- d. Línea de descarga.-Transporta el vapor de alta presión del compresor al condensador.
- e. Condensador.-Provee la superficie necesaria para que el calor del refrigerante fluya al medio de condensación.
- f. Tanque recibidor.-Almacena refrigerante para suministrar - cuando se requiera.
- g. Línea líquida.-Transporta refrigerante líquido del tanque a la válvula de control de flujo.
- h. Válvula de Control de Flujo.-Controla la cantidad y reduce - la presión del refrigerante que entra al evaporador, de modo que se evapore a la presión y temperatura deseadas.

I.A.3. Ciclos Termodinámicos.

Con el fin de facilitar la comprensión de los Ciclos Termodinámicos que a continuación explicaremos, es necesario establecer los siguientes conceptos:

Proceso.-Es la trayectoria de la sucesión de cambios en - las propiedades de un sistema.

Proceso Reversible.-Es aquel que una vez que se efectúa, puede invertirse sin hacer ningún cambio ni en el sistema ni en el medio -

circundante.

Primera Ley de la Termodinámica.

'Las diferentes formas de energía son mutuamente convertibles, y la cantidad de una forma de energía que se requiere para producir otra cantidad de otra energía es fija e invariable'.

Lo anterior puede escribirse como sigue:

$$\delta Q = \delta U + \delta W$$

donde:

δQ = Variación de Calor.

δU = Variación de Energía Interna.

δW = Variación de Trabajo.

Segunda Ley de la Termodinámica.

Definición de Clausius:

" Es imposible construir un aparato que opere en un ciclo y no produzca otro efecto que la transmisión de calor de un cuerpo frío a un cuerpo caliente ".

La consecuencia de lo anterior es la desigualdad de Clausius:

$$\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$$

donde la igualdad es válida para los procesos reversibles.

En base a lo establecido por Van Wyle¹ y Sonntag¹, la cantidad $\int \delta Q/T$ es la misma para todas las trayectorias de los procesos reversibles, es solamente función de los estados extremos y por tanto una propiedad. A esa propiedad se le llama entropía (S), y para un proceso reversible (rev.) se tiene:

$$ds = \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{rev.}}$$

I.A.3.a. Ciclo Teórico.

La teoría básica para cualquier sistema práctico de refrigeración, es el ciclo reversible de Carnot. Este ciclo, representado en la figura 3 ($1'-2'-3-4'-1'$), tiene los mismos cuatro procesos básicos, que son:

- 1' - 2' . Un proceso adiabático* reversible en cual la temperatura del fluido aumenta.
- 2' - 3 . Un proceso isotérmico reversible en el cual se transmite calor a un depósito de temperatura baja.
- 3 - 4' . Un proceso adiabático reversible en el cual la temperatura del fluido decrece.
- 4' - 1' . Un proceso isotérmico reversible en el que el calor es transmitido de un depósito de temperatura alta.

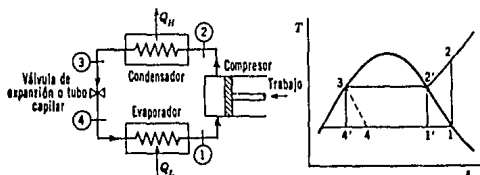


Fig. 3. Ciclos Teórico e Ideal de Refrigeración.

I.A.3.b. Ciclo Ideal de Refrigeración.

El ciclo ideal de Refrigeración por compresión se muestra en la figura 3, siendo el comprendido en los puntos 1-2-3-4-1 .

Entra vapor a baja presión y sufre una compresión reversible y adiabática (1-2), el calor es cedido a presión constante (2-3) y el fluido sale del condensador como líquido. A continuación un proceso adiabático (3-4), posteriormente el fluido se evapora a presión constante (4-1), con lo que se completa el ciclo.

* Adiabático o Isentrópico, la entropía permanece constante.

En el diagrama T-s de la figura 3, es notoria la divergencia - entre este ciclo (ideal) y el ciclo de Carnot ($1'-2'-3-4'-1'$), debido a que es más conveniente tener un compresor que opere sólo vapor y no una mezcla de líquido y vapor, como en el caso $1'-2'$. Es casi imposible comprimir una mezcla como la representada por el estado $1'$, y mantener equilibrio entre líquido y vapor. Es más sencillo que el proceso de expansión tenga lugar en una válvula de expansión, a que lo haga en un dispositivo de expansión que reciba líquido y descargue una mezcla de líquido y vapor (como sería en el caso $3-4'$).

I.A.3.c. Ciclo Real de Refrigeración.

El ciclo real de refrigeración puede representarse como el indicado en la figura 4. Este ciclo difiere del ciclo ideal, debido al descenso de presión asociada con el flujo del fluido y la transmisión del calor, a o del medio circundante.

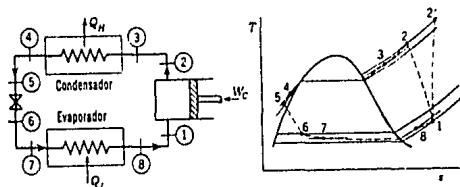


Fig. 4. Ciclo Real de Refrigeración por Compresión de vapor.

El vapor que entra será probablemente sobrecalentado; durante el proceso de compresión hay irreversibilidades y transmisión de calor (a/o del medio circundante); por tanto, la entropía podría aumentar o disminuir a lo largo del proceso. Las dos posibilidades - se presentan por los puntos $1-2$ y $1'-2'$.

La presión del fluido (líquido) que sale del condensador (4) - será menor que la del fluido (vapor) que entra (3), y la temperatura del fluido en el condensador será algo superior que la del exterior; la temperatura del fluido a la salida del condensador (4) es más baja que la de saturación y baja algo más en la tubería (5) entre el condensador y la válvula de expansión (6). Hay un descenso de presión (6-7,7-8), a medida que el fluido circula a través del evaporador; puede ser sobrecalentado ligeramente y hacer que la transmisión de calor ausente la temperatura en la tubería entre el evaporador y el compresor (8-1).

I.B. Clasificación de Construcciones Frigoríficas.

Debido a las innumerables aplicaciones del frío artificial, resulta difícil reunir en un apartado, la gran diversidad de construcciones frigoríficas que se conocen de acuerdo con la índole particular de cada caso.

Existe, sin embargo, una clasificación de tipo general que distingue a estas construcciones, y es la siguiente:

- a) Refrigeradores contruidos de albañilería y, por tanto, tienen un asentamiento fijo; a estas construcciones se les conoce con el nombre de C á m a r a s, y es a ellas a las que nos referimos en el presente trabajo.
- b) Refrigeradores de madera o metálicos, contruidos a manera de muebles portátiles, que son: n e v e r a s de tipo comercial y doméstico, las v i t r i n a s - m o s t r a d o r e s, c o n s e r v a d o r e s de helados y congeladores.
- c) Una combinación de los dos anteriores (a y b), son las C á m a r a s - d e s m o n t a b l e s, formadas por pane-

- les sueltos que se ensamblan en el lugar de emplazamiento.
- d) Existen otros que son contruidos ya sea de albañilería o metálicos, que se destinan a fabricación de hielo, enfriamiento de leche, enfriamiento de líquidos, etc.; son los llamados tanques enfriadores de agua o salmuera.

I.C. Conservación de Hortalizas*

Los productos horto-frutícolas por naturaleza tienden a descomponerse dependiendo de su evolución natural y de la intervención de microorganismos patógenos; por ello se hace necesario para su conservación y distribución, el empleo de técnicas especiales, de las cuales, la aplicación del frío es la más importante.

El frío actúa en los siguientes aspectos:

1. Como factor de duración.—Mantiene los tejidos del vegetal en un estado de metabolismo retardado, frenando su evolución y prolongando su conservación en el tiempo.
2. Como factor de calidad.—Estabiliza el contenido en vitaminas, proteínas, azúcares, y coloración de los tejidos vegetales impidiendo reacciones de degradación. Mantiene el contenido alimenticio, asegurando calidad y gusto superiores.

Al aplicar frío en forma continua desde la cosecha hasta el consumo, sin permitir que en ningún momento la temperatura suba por encima de un límite prefijado, se asegura la conservación del producto y se tienen las garantías requeridas desde el punto de vista de calidad y valor alimenticio.

*Hortalizas, de huerta (terreno extenso en que predomina el cultivo de verduras y legumbres).

I.C.1. Cadenas de Frío.

La Cadena de Frío se constituye por el conjunto de técnicas -- practicadas para mantener un producto en condiciones óptimas de temperatura, desde el lugar de producción hasta el de consumo; cada operación es un eslabón de esta cadena.

Los eslabones de la cadena tienen una secuencia cronológica: -- en el momento de la producción (cámaras de prerrefrigeración o de congelación inmediata); en la etapa de conservación (refrigeración, refrigeración en atmósfera controlada ó congelación y conservación de productos congelados); en la etapa de distribución (transportes refrigerados ó almacenes frigoríficos de distribución); y finalmente en el refrigerador doméstico del ama de casa que adquiere el producto.

La figura 5 muestra las principales cadenas de frío, de acuerdo con Molinas y Durán², de ellas la que representa una mayor importancia para el presente trabajo es la de líneas más gruesas, siendo el rectángulo marcado el punto específico a tratar.

Una de las condiciones esenciales para garantizar el éxito de la cadena es la calidad inicial del producto (ver sección I.C.3.a.).

También es necesario conocer los efectos que el frío tiene sobre los productos vegetales y las posibles alteraciones que pueden presentarse.

Un buen industrial frigoconservador debe tener conocimiento de las posibilidades que le ofrece cada sistema técnico sobre cada producto determinado, para efectuar cada operación oportunamente. Las operaciones complementarias (elección de embalajes, carga del frigorífico, etc.), se deben cuidar como operaciones fundamentales, ya que de ellas dependen muchos de los resultados.

La cadena de frío debe funcionar secuencialmente sin interrupciones, a una temperatura de -18°C desde el productor al consumidor;

por ello es importante llevar un registro de temperaturas, tanto en los almacenes como en los medios de transporte. Los productos almacenados deben sacarse de las cámaras en el mismo orden que entraron, esto es, primero en entrar—primero en salir (first in - first out).

Debe mediar el menor tiempo posible entre la recolección y el método de conservación; sin embargo, el almacenamiento previo es generalmente inevitable, por lo que debe hacerse a temperaturas entre 0°C y 10°C siendo esto con la mayor rapidez.

Actualmente los puntos débiles de las cadenas de frío son los Transportes Refrigerados.

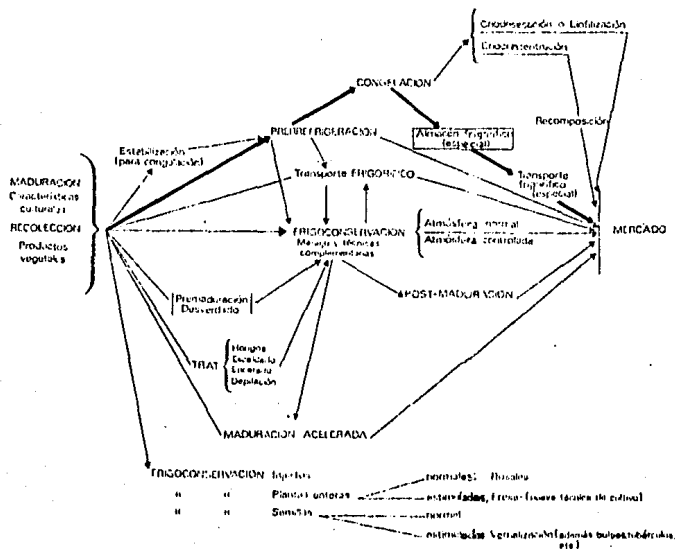


Fig. 5. Cadenas de Frío.

I.C.2. Conservación por Congelación y por Refrigeración.

Es conveniente establecer los conceptos de Refrigeración y de Congelación y almacenamiento en estado congelado.

Ambos métodos aprovechan el frío, pero difieren de las temperaturas que aplican, y son:

Refrigeración: -4°C ó superior

Congelación: -18°C ó inferior

En el caso de la Refrigeración se retrasa el desarrollo de alteraciones bioquímicas y la multiplicación de microorganismos; en tanto que durante la Congelación el crecimiento microbiano se suspende y los procesos bioquímicos se desarrollan muy lentamente.

I.C.2.a. Proceso de Congelación.

Este proceso consiste en los tres pasos siguientes:

- 1.-Enfriamiento del Producto, desde la temperatura inicial hasta el punto de congelación.
- 2.-Extracción del Calor de Solidificación.
- 3.-Enfriamiento del Producto, hasta la temperatura final.

La temperatura inicial debe ser lo más baja posible, a fin de mantener una buena calidad. Al finalizar la congelación los distintos puntos del producto tienen diferentes temperaturas, el núcleo central debe estar enfriado al menos a -15°C , para que sin más extracción de calor y por medio de equilibrio entre la temperatura de las zonas exterior e interior llegue a -18°C .

La Congelación como método de preservación de alimentos, tuvo sus orígenes durante el período comprendido entre las dos guerras mundiales. A pesar de que el sistema básico no ha variado mucho, han surgido nuevas técnicas y las principales son:

- a) Congelación por Corriente de aire frío (secc. I.C.3.d).
- b) Congelación por Contacto.

- c) Congelación por Inmersión.
- d) Congelación por Gases licuados.

Congelación por Contacto.

Se realiza por contacto con placas intensamente enfriadas, el calor se extrae por conducción. Se utiliza en la congelación de paquetes pequeños, de forma homogénea y planos paralelos (bloques de filete de pescado, crema y yema de huevo).

Congelación por Inmersión.

La congelación se realiza al sumergir los productos en algún líquido frío, lo cual puede ser por contacto directo o sin él. En el primer caso el producto a congelar se sumerge en salmueras*, o bien es rociado por las mismas; como ejemplo de este caso se tiene la congelación del pescado en los buques pesqueros. En el segundo caso el producto se envasa previamente dentro de compartimentos, buenos conductores, que se sumergen en el líquido frío; como ejemplo se tiene la congelación de aves en láminas encogibles de plástico.

Congelación por Gases licuados.

La congelación se lleva a cabo en dos pasos, primero se preenfrian los productos con gas frío y a continuación se congelan mediante pulverización. Este método se utiliza para la congelación de anguilas, salmón, langostinos, carne de cerdo, uvas, ciruelas y maíz dulce.

I.C.3. Congelación de Hortalizas.

La congelación de Hortalizas representa uno de los más grandes avances en los métodos de conservación de las mismas, ya que permi-

* Salmuera.-Agua cargada con sal.

te tener un abastecimiento continuo de ellas.

Analizando la tabla 1, en la que se muestran datos de los expertos del Instituto Internacional del Frío³, se determina que la capacidad de conservación de las hortalizas congeladas es generalmente muy buena.

Hortalizas y frutas	Temperatura °C	Conservabilidad que cabe esperar. Meses
Coliflor	-15	10-12
Judías (judías cortadas)	-15	8-10
Brécol	-15	12
Champiñones	-18	8-10
Guisantes	-18	8-12
Pepinos (en rodajas)	-18	5
	-21	8
	-20	12
Judías de lima	-15	12
Zanahorias	-18	12-15
Col de Bruselas	-18	8-12
Espárragos	-18	8-10
Espinacas	-18	10-12
Maíz dulce (en mazorcas)	-15	8-12
Otras hortalizas congeladas	-15/-22	12
Patatas fritas	-15	6
Albaricoques	-18	12
Fresas	-15	12
Frambuesas	-15	18
	-21	21
Frambuesas (sin azúcar)	-18	12
	-21	18
Melocotones	-15	8-10
	-21	12-14
Melocotones (con ácido ascórbico)	-18	12
	-21	15
Guindas	-15	12
Cerezas	-15	5-10
Otras frutas congeladas	-15/-22	12
Zumos de fruta y zumos concentrados de frutas	-20	9-12

Tabla 1. Conservabilidad de Productos Congelados.

La técnica de congelación más utilizada para la preservación de hortalizas es el de Congelación por Corriente de Aire frío (ver sección I.C.3.d.).

De acuerdo con el Centro de Comercio Internacional⁴, la Producción de Hortalizas Congeladas puede subdividirse en las 4 etapas siguientes:

- 1.-Selección de Materias Primas.
- 2.-Prerrefrigeración.
- 3.-Pretratamiento (preparación).
- 4.-Congelación.

A continuación explicaremos estas fases principales.

I.C.3.a. Calidad del Producto a Congelar.

Los alimentos congelados tienen la misma calidad que los frescos; además su valor nutritivo se mantiene inalterado, y debido a ello su importancia económica y social va en aumento. El que la calidad disminuya puede obedecer a los siguientes factores:

- que la especie o variedad no sea apta para congelar,
- que la materia prima tuviese los defectos,
- que la elaboración y operaciones previas a la congelación no se hallan realizado de modo conveniente, ó
- puede deberse a los medios de transporte, siendo esto lo más frecuente.

La congelación sólo conserva la calidad ya existente pero no la mejora.

Existen varios métodos para determinar la calidad de las hortalizas a congelar; por ejemplo, para la determinación del grado de ternura -y por tanto de madurez- de los chicharos crudo, el mejor método con que se cuenta es la medición del Tenderómetro (del ingl. tender, tierno; y el gr. metron, medida), representado en la figura 6. Este instrumento mide la resistencia al aplastamiento de una muestra de chicharos; la correlación entre el valor tenderométrico y el contenido de sustancias insolubles en alcohol es muy buena.

En base al método anterior se ha establecido que los chicharos apropiados para congelación tienen las siguientes características: vaina rugosa, semillas con alto contenido de azúcar y de color verde oscuro o intenso. Por lo general su conservabilidad es buena, -

como se muestra en la siguiente gráfica (fig. 7). En la tabla 1 del apéndice A se muestran las especificaciones que establece la D.G.N. C.* para estos productos.

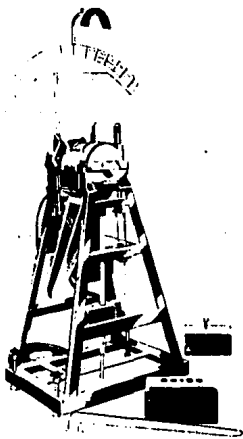
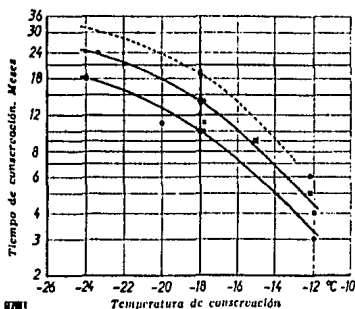


Fig. 6. Tenderómetro.



Curva inferior: sin modificaciones apreciables; buena calidad al retirar de la cámara de almacenamiento. Curva superior de trazo continuo: pequeñas modificaciones; bastante buena calidad al retirar de la cámara de almacenamiento. Curva superior de trazo interrumpido: modificaciones manifiestas; sin embargo, calidad todavía aceptable al retirar de la cámara de almacenamiento.

Fig. 7. Capacidad de Conservación de Chicharos Congelados.

* Dirección General de Normas Comerciales de la Secretaría de Comercio.

I.C.3.b. Prerrefrigeración.

Como se ha dicho anteriormente (secc. I.C.1.), debe existir el menor tiempo posible entre recolección y congelación del producto.

En la mayoría de los casos es necesario una prerrefrigeración, ya sea en cuartos fríos o en transportes refrigerados; entonces debe realizarse en un rango de temperaturas entre 5 y 10°C, con el objeto de que no se interrumpa la cadena de frío. Es recomendable, cuando sea posible, que se evite la prerrefrigeración.

I.C.3.c. Preparación de Hortalizas.

El lavado, pelado, desgrenado y clasificación de las hortalizas se desarrolla con la utilización de maquinaria y procedimientos de la industria conservera.

Una vez lavadas las hortalizas se realiza su escaldado o blanqueado en agua caliente o vapor. A continuación la tabla 2 nos muestra los tiempos de blanqueado recomendables para ciertas hortalizas.

	Agua en ebu- llición	Vapor
Coliflor	2 -3	3-4
Judías verdes	1'5-3	2-1
Brécoles	2 -3	3-5
Guisantes	1 -2	2-4
Col común	1 -2	3-5
Colinabo	2 -3	3
Judías de lima	2 -3	3-5
Habas	3 -5	4-6
Col de Bruselas	3 -5	5-7
Lombarda	1'3-3	3-4
Salsifíes	2 -4	3-6
Espárragos	3 -5	
Espinacas		

Tabla 2. Tiempos de escaldado, en minutos, para hortalizas congeladas.

El blanqueado es necesario debido a que la congelación no suspende en las hortalizas las transformaciones químicas que determinan pérdidas de calidad y -en tiempo relativamente breve-, la aptitud para el consumo.

Debe darse al blanqueado la importancia real que tiene; para conservar la calidad es básico elegir tiempos correctos de blanqueado y condiciones óptimas para este proceso. Si el blanqueado se prolonga se tendrán pérdidas por maceración. Si el blanqueado es escaso se pueden producir alteraciones de sabor y olor durante el tiempo de almacenamiento.

Después del blanqueado las hortalizas deben enfriarse rápidamente (por ejemplo, con ducha de agua fría).

I.C.3.d. Congelación por Corriente de Aire Frío.

Esta técnica utiliza para la congelación un flujo de aire frío a contracorriente de los productos; tiene mucha aplicación debido a que no depende en absoluto de si están envasados o no, así como tampoco de la forma, tamaño y tipo de envase.

Para realizar este proceso se utiliza el Túnel de Congelación.

La figura 8 muestra el esquema de un Túnel de Congelación con vías de deslizamiento, particularmente útil para congelar aves, pescado, platos preparados y otros productos; este túnel puede contar con dispositivos automáticos de carga y descarga.

Descripción de su funcionamiento.

El producto a congelar (13) es hecho avanzar a través de la puerta de entrada (11) al entarimado (9) y alsado a la vía superior de deslizamiento por medio de una plataforma elevadora (8). El mecanismo impulsor (4), prolongado por varillas hasta la vía superior de deslizamiento, empuja hacia adelante al entarimado cargado en la dirección de la flecha, poco más o menos un ancho del entarimado ca

da vez. Simultáneamente, y en esta misma dirección, son desplazadas las tarimas de las vías tercera, quinta, séptima, novena y décima primera. Los últimos entarimados de cada vez son recogidos de estas vías por un dispositivo de descenso (3), situado en la parte alta, son descendidos en aproximadamente un espacio de vía e introducidos por un mecanismo impulsor (5) en las vías dos, cuatro, seis, ocho, diez y doce. En el lado opuesto se desarrolla el mismo proceso. Adicionalmente, es lanzada una tarima a la plataforma elevadora (8), que desde la vía inferior de deslizamiento lo eleva a la puerta de salida (12). Mientras tiene lugar el desplazamiento por el armazón de vías de deslizamiento (1), una corriente de aire incide perpendicularmente a la dirección de desplazamiento y congela bruscamente al producto (13). Los refrigeradores de aire (14) están situados en ambas partes del armazón de vías. Los deflectores (15) se hacen cargo de la conducción del aire (2-dispositivo delantero de descenso; 6-bastidor delantero; 7-bastidor posterior; 10-cilindro hidráulico; 16-aislamiento).

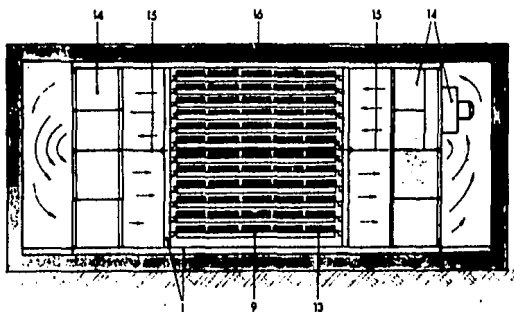


Fig. 8 a. Corte Transversal del Túnel de Congelación con vías de Deslizamiento.

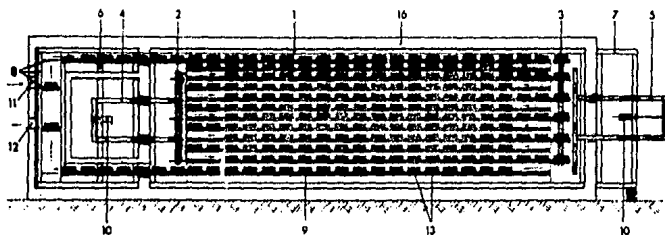


Fig. 8 b. Corte Longitudinal del Túnel de Congelación con vías de deslizamiento.

Otro tipo de Túnel particularmente útil en la congelación de piezas a granel (como es el caso de las hortalizas), es el mostrado en la figura 9.

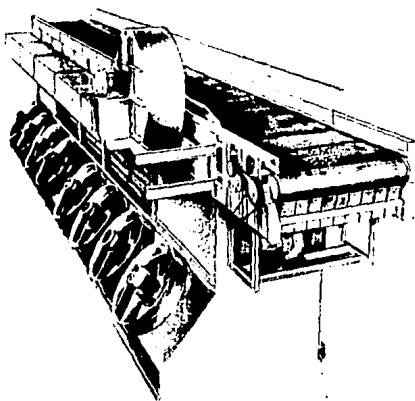


Fig. 9. Túnel de Congelación con Lecho Fluidificado.

Este túnel de congelación, suele estar formado por un riel de

acero de 90 cm. de ancho y 4.5 mts. de longitud, con fondo perforado por el cual -y a gran velocidad-, pasa aire de abajo hacia arriba a unos -25°C (temperatura del evaporador). La fuerte corriente levanta a una altura de 15 a 20 cm. al producto, al quedar la pieza envuelta por la corriente de aire frío se congela rápidamente (chicharos 4 min., zanahoria cortada 4-6 min., col de Bruselas 10-12 minutos).

Los productos escaldados aún húmedos llegados a una cinta transportadora, se dirigen de manera uniforme al riel por medio de un agitador. Al final del riel hay una compuerta regulable, la cual puede ajustarse para obtener la altura de la capa de producto y, por tanto, el tiempo de congelación.

El producto en suspensión fluye lentamente, sin necesidad de dispositivo mecánico, a través del 'lecho fluidificado'. En esta instalación la caída de temperatura entre el evaporador y el producto oscila entre 5 y 12°C . Las piezas sueltas congeladas pueden envasarse sin más preparación.

Puede ampliarse el procedimiento utilizando para la toma del producto una cinta transportadora perforada, de forma que se encuentre constantemente atravesada por la corriente de aire frío.

I.D. Antecámara.

El diagrama de flujo de las hortalizas en una planta de Congelación y conservación, se presenta en la figura 10, en ella podemos observar todo el proceso que se realiza para la obtención del producto congelado y su almacenamiento.

El último bloque representa propiamente la Cámara Frigorífica, y las actividades mencionadas en los bloques anteriores se realizan en un cuarto llamado Antecámara (generalmente situado en la parte frontal de la Cámara Frigorífica).

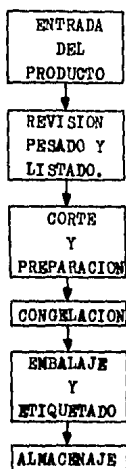
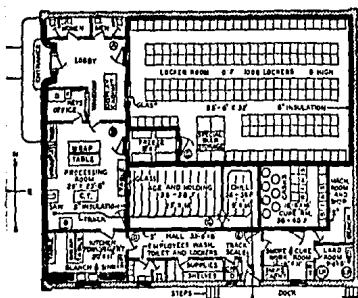


Fig. 10. Diagrama de Flujo de las Hortalizas en una Planta de Alimentos Congelados.

Esta antecámara debe tener una temperatura no mayor de 10°C , - para ello se utilizan generalmente equipos de ventilación.

No se profundizará en este punto, debido a que el tema de este trabajo es la Cámara Frigorífica, no obstante a continuación se muestra una distribución de la antecámara típica de una planta de Alimentos Congelados.



Referencias.

1. Van Wylan, Gordon J. y Sonntag, Richard E.; Fundamentos de Termodinámica., Edit. Limusa, México.
2. Molinas Ferrer, M. y Durán Torrallardona, S.; Frigoconservación y Manejo (Frutas, Flores y Hortalizas)., Edit. AEDOS, Barcelona.
3. Institut International du Froid., Recommendations for - the Processing and Handling of Frozen Foods., Paris.
4. Centro de Comercio Internacional UNCTAD - GATT., Principales Mercados de Alimentos Congelados en Europa Occidental., Ginebra.

II. DISEÑO DE CÁMARAS FRIGORÍFICAS.

El principal objetivo de este trabajo es el servir como guía - en la elaboración de Cámaras Frigoríficas del tipo mencionado, para ello en este capítulo quedarán establecidas las consideraciones y - principios que deben seguirse para un diseño adecuado.

A fin de facilitar la comprensión de estos principios se llevará a cabo el desarrollo de un caso práctico que sirva como ejemplo y ayuda al lector. A continuación se plantea el caso mencionado.

En base a la información estadística de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos¹ (S.A.R.H.), se tiene que uno de los principales Productores de Hortalizas es el Estado de Guanajuato.

Los datos de Producción más recientes del mencionado productor, a la fecha de elaboración de este trabajo, corresponden al año de - 1984 y se detallan en la tabla 1.

HORTALIZA	PRODUCCION (Toneladas)		
	Periodo O - I ^a (Sep-Feb)	Periodo P - V ^b (Mar-Ago)	Total (Annual)
Broccoli	20,292	3,912	24,204
Chicharo	2,287	258	2,545
Coliflor	3,039	3,962	7,001
Ejote	9	350	359
Espinaca	195	- - -	195
Lechuga	4,126	2,934	7,060
Papa	45,586	13,950	59,536
Pepino	525	2,167	2,692
Zanahoria	37,381	24,055	61,436

a.-O.-I = Otoño - Invierno. b.-P.-V = Primavera - Verano.

Tabla 1. Producción Agrícola del Estado de Guanajuato (1984).

Se tomará como caso de análisis* particular el correspondiente a la producción de Chicharo.

De la tabla anterior se tiene:

Producción de Chicharo (TONS.)		
Periodo O - I	Periodo P - V	Total Anual
2,287	258	2,545

De acuerdo a la Producción Total Anual (P.T.A.) se tiene que, para asegurar un abastecimiento continuo del producto durante todo el año, se debe proveer una cantidad semestral (C.S.) que se determina como sigue:

$$\frac{P.T.A.}{2} = C.S. \quad ; \quad \frac{2,545 \text{ TONS.}}{2} = 1,272.5 \text{ TONS.}$$

Tomando como base esta cantidad semestral se aprecia un excedente en la producción del periodo O-I (P. O-I), mismo que sirve de complemento para la cantidad semestral del otro periodo.

El excedente (C.C.), determinado por la siguiente ecuación:

$$(P. O-I) - C.S. = C.C.$$

$$2,287 \text{ TONS.} - 1,272.5 \text{ TONS.} = 1,014.5 \text{ TONS.}$$

representa propiamente la cantidad de hortaliza que debe congelarse para que a lo largo del periodo P-V se pueda suministrar en la medida requerida.

El control de Calidad de la hortaliza a congelar y la Técnica de Congelación han quedado establecidas y detalladas en la sección C.3. del capítulo I, es por ello que en este capítulo se manejará el producto ya empacado y congelado.

*Queda establecido que tal análisis está destinado a servir como un apoyo auxiliar de los requerimientos y principios que se plantean en este trabajo, siendo los mismos aplicables a otras hortalizas de acuerdo a sus especificaciones.

II.A. Localización de la Cámara Frigorífica.

La localización de la Cámara Frigorífica debe considerar los siguientes puntos:

- Una conveniente ubicación tanto para productores, expendedores y distribuidores, sin olvidar la actual tendencia a la descentralización y evitando áreas excesivamente congestionadas.
- Fácil acceso para los transportistas provenientes de las principales carreteras, así como un amplio espacio para las manobras de los mismos.
- Una localización donde el costo del terreno no tenga como consecuencia una elevación en el costo total.
- Un apropiado suministro de servicios (agua, energía eléctrica, etc.).

II.B. Dimensionamiento de la Cámara Frigorífica.

La determinación de las dimensiones que tendrá la Cámara Frigorífica representa una de las más importantes secciones de este trabajo, ya que involucra y correlaciona varios factores de diseño como son: acomodo de mercancía (altura, área de almacenamiento), distribución de Planta (lay-out), manejo de la mercancía (unidades de manejo, equipo de manejo, tráfico interno), recepción y embarque de mercancía.

Asimismo se recomienda utilizar el método que a continuación se describe, ya que es el resultado de una profunda investigación y se encuentra apegado a la normalización existente a la fecha de su elaboración.

II.B.1. Acomodo de Mercancía.

En base a lo establecido por la Sociedad Americana de Ingenie-

ros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (A.S.H.R.A. E.)², se tiene la tabla 2 del apéndice A, en la que se encuentran dos tipos de paquetes utilizables para el empaque* de chicharos con gelados; con la finalidad de obtener el mínimo volumen ocupado por el producto se elige el paquete que presenta una mayor densidad de peso neto. Por lo anterior se utilizará un paquete con las siguientes especificaciones:

Material de Empaque: Cartón de 6/5 lb

Dimensiones : Largo x ancho x altura (l x a x h)
 (ver sig. fig.) 43.18 x 27.94 x 24.13 cm.
 (17 x 11 x 9 1/2 pulg.)

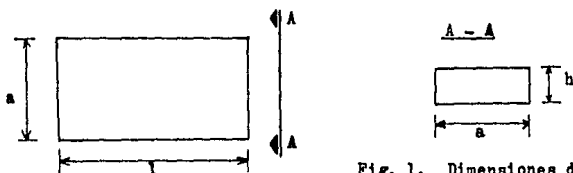


Fig. 1. Dimensiones del Paquete.

Peso neto del Producto/paquete (P.N.P.) = 13.607 Kg. (30 lb).

Peso total del Paquete (P.T.P.) = 14.514 Kg. (32 lb).

Partiendo de las especificaciones anteriores, se determina el número total de paquetes (tot. ppts.) necesarios para la cantidad de producto que se almacena, como sigue:

$$\text{tot. ppts.} = \frac{\text{C.C.}}{\text{P.N.P.}} ;$$

sustituyendo valores se tiene:

$$\text{tot. ppts.} = \frac{1,014,500 \text{ Kg.}}{13,607 \text{ Kg/paq.}} = 74, 552.865 \text{ ppts.}$$

por lo que se requieren 74,553 ppts. del tipo mencionado.

*El empaque no tiene por única finalidad atender a las condiciones sanitarias, también es un importante instrumento para la conservación de la calidad.

II.B.1.a. Área de Apilamiento.

Se elige de acuerdo a la Norma Mexicana NOM-EE-56-1984, referente a dimensionamiento de Tarimas de Carga. La tabla 3 del apéndice A muestra las dimensiones y tolerancias de Tarimas; en base a ésta y teniendo en cuenta que la citada norma recomienda el uso de la tarima de 1,219.2 mm. (48 pulg) de largo x 1,016 mm. (40 pulg) de ancho, debido a su fácil manejo, transporte y almacenamiento, queda seleccionada esta tarima como área típica de apilamiento. La figura 2 muestra una proyección de la tarima de apilamiento elegida.

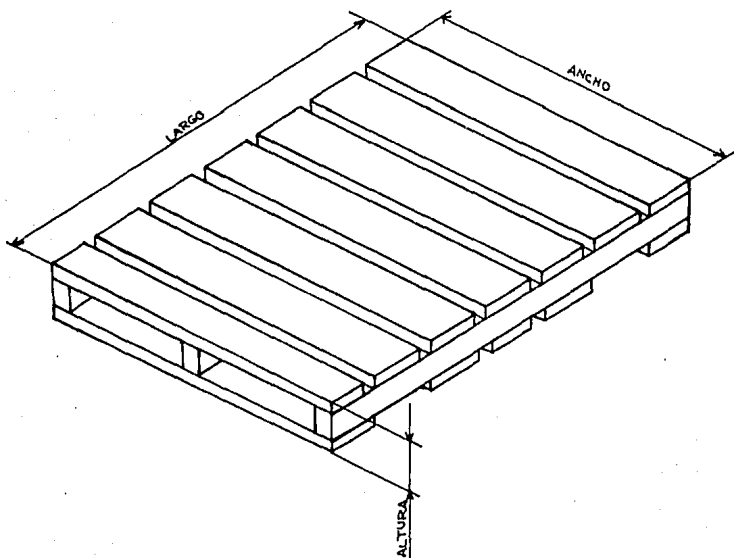


Fig. 2. Tarima de Madera de Cuatro entradas y doble piso.

II.B.1.b. Acomodo de paquetes por Apilamiento.

Partiendo del punto anterior y considerando las dimensiones de los paquetes del producto se debe realizar un acomodo de ellos que permita tener un mínimo desperdicio del área de apilamiento. La figura 3 muestra el acomodo^N seleccionado.

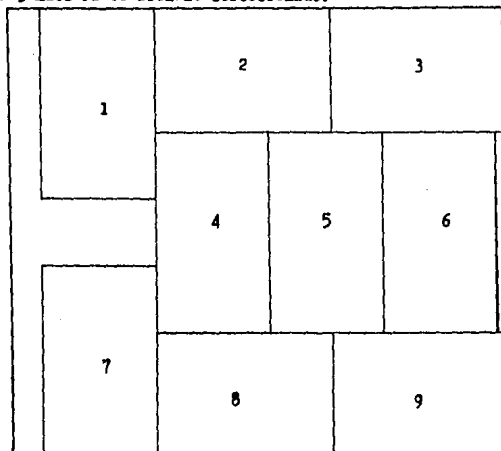


Fig. 3. Acomodo de paquetes por tarima.

Como puede observarse se ha determinado un número de paquetes por tarima de apilamiento (9 para el caso de análisis), al que se denominará nivel de apilamiento (N.A.).

II.B.1.c. Altura de Apilamiento.

La A.S.H.R.A.N.² muestra que para Frutas y Hortalizas Congeladas empacadas en cartón, se tienen los siguientes datos de apilamiento, utilizando tarimas y sin necesidad de soportes auxiliares.

Tarimas en el Apilamiento : 3 - 4
 Altura Total³ Máxima de Apilamiento : 4.572 - 5.486 uts.
 (15 - 18 pies)

* El acomodo mencionado es para el caso práctico que se desarrolla, para otros casos se recomienda la lectura de Apple³.
 ** Incluyendo las tarimas.

Considerando lo anterior, la altura de los paquetes y la altura de las tarimas (tabla 2 del apéndice A), se proyecta un acomodo de niveles de apilamiento (N.A.) obteniendo de esta forma la altura total de apilamiento (A.T.A.). Para el caso práctico se tiene el siguiente acomodo:

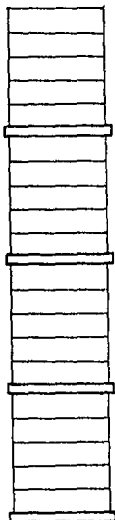


Fig. 4. Acomodo sin Soportes Auxiliares.

La determinación del acomodo se hizo en base a la altura total de apilamiento (menor de 5.486 mts.), se obtiene una altura total de apilamiento (A.T.A.) de 5.394 mts. (17.697 pies).

Sin embargo, a causa del manejo de la mercancía este tipo de apilamiento sin soportes auxiliares resulta inadecuado, ya que dificulta las maniobras de salida de la mercancía. Por esto lo más común es utilizar los estantes de almacenamiento (racks), en el apéndice B se establecen los puntos a considerar para la determinación de un correcto acomodo del producto a partir de apilamientos con eg

tantes de almacenamiento. Como resultado del análisis que se hace en la sección 1 del apéndice B se tiene que la altura total de apilamiento con estantes (A.T./E.) es de 6.296 mts. (20.656 pies)*.

La diferencia entre la A.T.A. y la A.T./E. se debe a los espacios existentes entre las unidades de apilamiento y los estantes.

II.B.1.d. Paquetes por apilamiento.

Conocido el punto anterior se determina la cantidad total de paquetes por apilamiento (pqtas./A.), para poder establecer los apilamientos necesarios para el almacenamiento de la mercancía.

Los paquetes por apilamiento se obtienen multiplicando el nivel de apilamiento por el número de niveles de apilamiento (N.N.A.), como sigue:

$$\begin{aligned} \text{pqtas./A.} &= \text{N.A.} \times \text{N.N.A.} \\ &= (9 \text{ paquetes/nivel})(20 \text{ niveles/apilamiento}) \\ \text{pqtas./A.} &= 180 \end{aligned}$$

El número de apilamientos (Tot. A.) necesarios para el total de paquetes de mercancía (tot. pqtas.) se establece de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Tot. A.} &= \frac{\text{tot. pqtas.}}{\text{pqtas./A.}} \\ &= \frac{74,553}{180} = 414.18 \\ \text{Tot. A.} &= 415 \end{aligned}$$

En los puntos II.B.1.a. al II.B.1.d. se estableció la determinación de forma y cantidad de los apilamientos requeridos para el almacenamiento de la mercancía en el interior de la Cámara Frigorífica.

* Ver figura 1 del apéndice B.

II.B.2. Distribución de la Mercancía en la Cámara Frigorífica.

Este subtema es muy importante, ya que debe optimizarse la distribución de la mercancía que se almacena; de no hacerlo se tendrá un desperdicio de superficie y, por tanto -como se verá más adelante-, de todo el sistema de Refrigeración.

II.B.2.a. Equipo de Manejo de Mercancía.

En base al punto B.1.c. de este capítulo, se obtiene la carga de mercancía por unidad típica de apilamiento (tarima) a partir de la multiplicación del nivel de apilamiento por el número de niveles por tarima (N.N./T.) por el peso total de cada paquete, como sigue:

$$\text{Carga por tarima (C./T.)} = (\text{N.A.}) \times (\text{N.N./T.}) \times (\text{P.T.P.})$$

y sustituyendo los datos del análisis práctico se tiene:

$$\begin{aligned} \text{C./T.} &= (9)(5)(14.514 \text{ Kg.}) \\ &= 653.13 \text{ Kg. (1,439.903 lb.).} \end{aligned}$$

Con el dato obtenido y de acuerdo a las diversas capacidades de carga de los montacargas*, se hace la selección del equipo de manejo de mercancía, teniendo presente que se debe seleccionar aquel que requiera menor área de circulación (pasillos).

Para el problema que se desarrolla, se elige un montacargas - del tipo de pasillo angosto como el mostrado en la figura 5 con capacidad de carga de 1,133.982 Kg. (2,500 lb.), que requiere un pasillo de 2.819 mts. (9.25 pies) de ancho para las maniobras de almacenamiento**.

* De las marcas comerciales en el país.

** En la sección 2 del apéndice B se explica la selección del equipo.

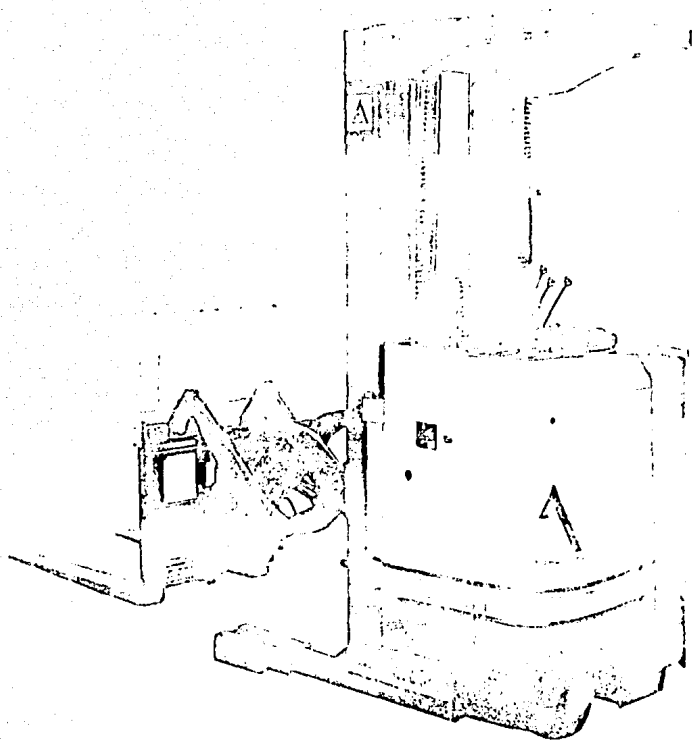


Fig. 5. Montacargas tipo Pasillo Angosto.

II.B.2.b. Dimensionamiento de la Cámara Frigorífica.

Ya establecida la dimensión de las áreas de circulación (pasillos) se hacen unas distribuciones* preliminares para seleccionar la más apropiada.

Cabe mencionar que de acuerdo con Gomes⁵ se tiene que el ancho

* Se recomienda la lectura de Apple³ o Staniar⁴.

mínimo recomendable de las Cámaras, de sardinel* a sardinel es de - 13.4 mts. (43.963 pies).

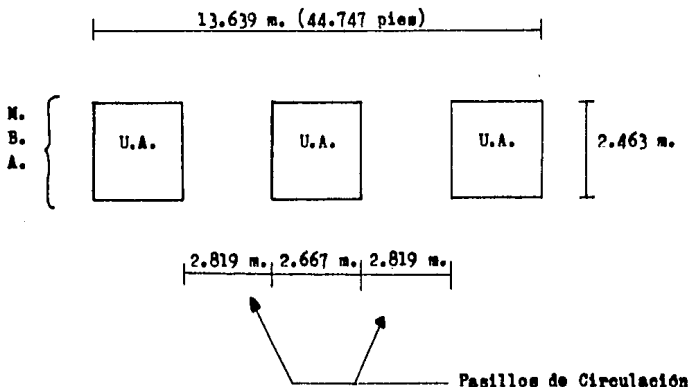
Para el caso de análisis se tienen las siguientes dos opciones:

Opción A.

Consiste en distribuir la mercancía teniendo dos pasillos o corredores a lo largo de la Cámara Frigorífica.

Las dimensiones de las Unidades de Almacenamiento (U.A.) quedan establecidas en la sección 1 del apéndice B.

Se determina el ancho como sigue:



Cada unidad de almacenamiento (U.A.) consta de cuatro apilamientos, por tanto cada Módulo Básico de Almacenamiento (M.B.A.) tiene doce apilamientos.

A continuación se determina el número de (M.B.A.) necesarios para almacenar el total de apilamientos (Tot. A.), que es:

*Sardinel.-Protección perimetral especial para los muros que sirve para mejorar la circulación de aire.

$$\begin{aligned} \text{Número de (M.B.A.)}_A &= \frac{\text{Tot. A.}}{\text{Num. de Apilamientos } \times \text{(M.B.A.)}_A} \\ &= \frac{415}{12} = 34.583 \end{aligned}$$

Se requieren 35 (M.B.A.)_A para el almacenamiento de la carga, estos 35 módulos representan una longitud de apilamiento (L.A.) que es igual a:

$$L.A. = \text{Número de Módulos } \times \text{Longitud del módulo.}$$

$$L.A. = (35)(2.463 \text{ mts.}) = 86.205 \text{ mts.}$$

Para obtener la longitud interior (L.i.) se adicionan dos pasillos (frontal y final) de 2.819 mts. a la L.A., resultando:

$$\begin{aligned} L.i. &= L.A. + 2(2.819 \text{ mts.}) \\ &= (86.205 + 5.638) \text{ mts.} \end{aligned}$$

$$L.i. = 91.843 \text{ mts.}$$

La opción A ofrece las siguientes dimensiones para la Cámara:

$$\text{Ancho interior}^* (A.i.) = 13.639 \text{ mts.}$$

$$\text{Largo interior (L.i.)} = 91.843 \text{ mts.}$$

$$\text{Area} = (A.i.)(L.i.)$$

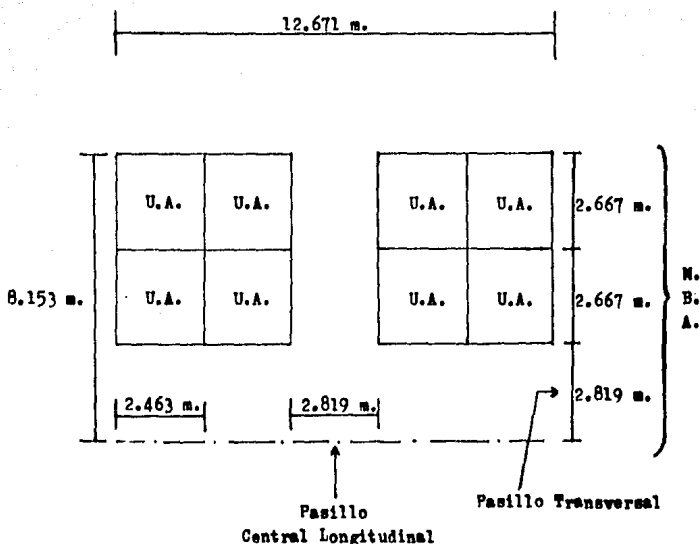
$$= (13.639)(91.843) \text{ m}^2 = 1,252.646 \text{ m}^2$$

Opción B.

Consiste en la distribución de la mercancía con un sólo pasillo central longitudinal y varios transversales. Las U.A. tienen las mismas dimensiones que en la opción anterior.

Primero se determina el ancho a partir del Módulo Básico de Almacenamiento de la opción B (M.B.A.)_B, como sigue:

* de sardinel a sardinel.



Cada (N.B.A.)_B consta de 8 U.A. y por tanto de 32 apilamientos (4 x 8); se determina el número de módulos básicos necesarios para el almacenamiento de la mercancía en forma análoga a la utilizada - en la opción anterior, esto es:

$$\text{Num. de (N.B.A.)}_B = \frac{415}{32} = 12,968$$

Se requieren 13 (N.B.A.)_B, que representan una longitud de apilamiento (L.A.) de:

$$L.A. = (13)(8,153 \text{ mts.}) = 105,989 \text{ mts.}$$

Para obtener la longitud interior (L.I.) se adiciona un pasillo de 2,819 mts. (transversal) a la L.A., obteniendo:

$$L.I. = (105,989 + 2,819) \text{ mts.} = 108,808 \text{ mts.}$$

La opción B ofrece las siguientes dimensiones para la Cámara - Frigorífica:

Ancho interior* (A.i.) = 12.671 mts.

Largo interior (L.i.) = 108.808 mts.

Area = (12.671)(108.808) m² = 1,378.706 mts.²

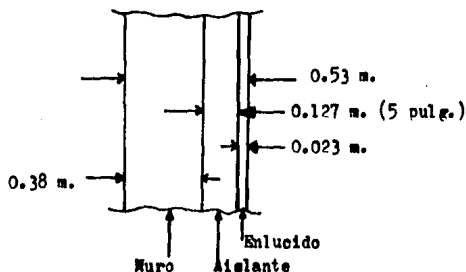
Selección.

Al hacer el análisis de las dos opciones es notorio que la primera (opción A) es la mejor, ya que presenta una menor área de la Cámara Frigorífica; es importante decir que el ancho de esta opción es un poco mayor que el mínimo recomendado, sin embargo esto no representa una afectación sustancial ni en el diseño, ni en el funcionamiento de la Cámara Frigorífica.

Dimensiones Exteriores.

Para obtener las dimensiones exteriores de la Cámara es necesario considerar lo siguiente:

Gomez⁵ indica que el espesor típico de las Construcciones Frigoríficas es el que se muestra a continuación:



y especifica que la distancia entre la pared (enlucido) y el sardinel es de 0.15 mts. .

* De sardinel a sardinel.

Por lo anterior se tienen que realizar las siguientes operaciones:

para el ancho:

$$\text{Ancho exterior (A.e.)} = A.i. + 2(\text{espesor típico}) + 2(\text{distancia de sardinel a la pared}).$$

$$\begin{aligned} A.e. &= 13.639 \text{ mts.} + (2 \times 0.53 \text{ mts.}) + (2 \times 0.15 \text{ mts.}) \\ &= 14.999 \text{ mts.} \approx 15 \text{ mts.} \end{aligned}$$

$$A.e. = 15 \text{ mts. (49.212 pies)}$$

análogamente para el largo:

$$\begin{aligned} \text{Largo exterior (L.e.)} &= L.i. + 2(\text{espesor típico})^* \\ &= 91.843 \text{ mts.} + (2 \times 0.53 \text{ mts.}) \\ &= 92.903 \text{ mts.} \end{aligned}$$

$$L.e. = 92.903 \text{ mts. (304.799 pies)}$$

II.B.2.b.1. Altura de la Cámara Frigorífica.

Para determinar la altura interior (H.i.) de la Cámara es necesario tomar como base la altura de apilamiento (A.T./E.=6.296 mts.); la A.S.H.R.A.E.² establece que debe existir un espacio libre entre la parte superior del apilamiento y el techo de la Cámara, no menor de 30 cm. (1 pie) dependiendo del equipo de refrigeración y del equipo de protección contra incendio** que se utilice.

Para cada caso deben analizarse estos equipos, en el caso práctico que se desarrolla se establece un espacio*** de 1.504 mts. — (4.934 pies).

*Para el largo no se consideran los sardineles debido a que hay pasillos junto a los muros.

**Este equipo debe cumplir la norma Americana H.F.P.A. 231C-1980 'Rack Storage of Materials', secciones 10-2 y 10-3, que establece: "Los alimentos congelados son Mercancía Clase I, son esencialmente productos no combustibles sobre tarimas combustibles en empaques de cartón corrugado".

***Ver apéndice C.

De acuerdo con lo anterior se tendrá una H.i. de:

$$\begin{aligned} H.i. &= (A.T./E.) + 1.504 \text{ mts.} \\ &= 6.296 \text{ mts.} + 1.504 \text{ mts.} \\ H.i. &= 7.8 \text{ mts. (25.59 pies)} \end{aligned}$$

y la altura exterior (H.e.) se determina de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} H.e. &= H.i. + \text{espesor típico de Construcción Frigorífica.} \\ &= (7.8 + 0.53) \text{ mts.} \\ &= 8.33 \text{ mts.} \end{aligned}$$

$$H.e. = 8.33 \text{ mts. (27.329 pies)}$$

Quedando determinadas las 3 dimensiones (largo, ancho y altura) de la Cámara Frigorífica.

Para demostrar lo apropiado del dimensionamiento que se ha obtenido se hará una comparación contra los siguientes porcentajes -- que establece la A.S.H.R.A.E.²:

"La altura de apilamiento debe ser del 70 al 90% de la distancia total del piso al techo. El volumen de apilamiento será del 40 al 65% del volumen total refrigerado."

Calculando los porcentajes se tiene que:

% de Altura.

$$\% = \frac{A.T./E.}{A.i.} \times 100 = \frac{6.296 \text{ m}}{7.8 \text{ m}} \times 100 = 80.718$$

% de Volumen.

$$\begin{aligned} \text{Volumen de Apilamiento (Vol.A.)} &= (N.B.A.)_A \times (A.T./E.) \times \\ &\quad (\text{Area de Apilamiento}). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{Vol.A.}) &= (35)(6.296 \text{ m})(3 \times 2.463 \text{ m} \times 2.667 \text{ m}) \\ &= 4,342.516 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volumen Refrigerado (V.R.)} = \text{Area}^* \times H.i.$$

* Total Refrigerada.

$$\begin{aligned} \text{V.R.} &= (1,280.196 \text{ m}^2)(7.8 \text{ m}) \\ &= 9,985.528 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

$$\% = \frac{\text{Vol.A.}}{\text{V.R.}} \times 100 = \frac{4,342.516 \text{ m}^3}{9,985.528 \text{ m}^3} \times 100 = 43.488$$

Se comprueba en ambos casos que el diseño realizado queda comprendido dentro de los lineamientos establecidos. El plano de distribución (Lay-out) se muestra al final de este capítulo.

II.B.2.c. Control de Productos Almacenados.

Es necesario tener un adecuado control de todos los productos que se almacenan, hay que recordar que al tratarse de una Cámara de Conservación de Hortalizas Congeladas se pueden tener distintas familias* a lo largo de todo el año.

Para un adecuado control de almacenamiento es necesario llevar un registro de los productos que ingresan a la Cámara, tanto para un correcto inventario como para el control de salidas de la Mercancía.

Se recomienda ampliamente el uso de la siguiente hoja de control de Almacenamiento, que presenta los datos** de almacenamiento para el caso práctico que se desarrolla.

*Ver la tabla 1 del capítulo I.

**Datos de una sección de base del primer Módulo Básico de Almacenamiento.

HOJA DE CONTROL DE ALMACENAMIENTO

50

Fecha: Sept. '86

Efectuada por:
J. G. Rosas H.

Cliente: 4
Compañía: CONASUPO Producto: Carbón Producción Anual: 2545 TONS.

No.	DESCRIPCION				CANTIDAD Máxima en In- ventario	UNIDADES DE MANEJO			REQUERIMIENTOS DE ESPACIO				LOCALIZACION		
	Dimensiones (cm)					TIPO	LARGO	ANCHO	ALTO	Nº DE UNID. MANEJO POR UNID. DE UNID.	AREA POR UNID. BASE	AREA POR TOTAL DE UNID. BASE		VOL. POR MAX. Nº UNID. DE MANEJO	
1	42.10	23.37	24.13	17.514	74,553	Tubos	1.21 m	1.02 m	1.34 m	4	1	1.22 m	1.66 m	1.87 m	Módulo Básico # 1, sección de Base.

II.C. Carga de Refrigeración.

Se debe establecer en primer término una carga correspondiente al género que se almacenará: esta carga queda determinada, para el caso práctico, de la siguiente manera:

Se tiene que la cantidad a almacenarse (C.C.), será congelada y almacenada a lo largo del mes de cosecha del periodo Otoño-Invierno, por tanto trabajando 6 días a la semana se tendrá una carga de género (producto) diaria (C.D.) igual a:

$$C.D. = \frac{C.C.}{26} = \frac{1,014.5 \text{ TONS.}}{26} = 39.019 \text{ TONS./día}$$

$$C.D. = 39,019.23 \text{ Kg./día. (86,022.574 lb/día)}$$

Establecida esta cantidad se empieza el cálculo de la Carga de Refrigeración, que consta de las siguientes cargas parciales:

II.C.1. Carga por Transmisión de Calor.

Como se mencionó anteriormente, hay tres formas en que se disipa o propaga el calor, por ello es importante saber cuál es la carga de calor que se transmite al interior de la Cámara.

II.C.1.a. Carga por Transmisión a través de la Construcción.

Aquí interviene la transmisión de Calor por Conducción, en la siguiente fórmula se tiene el calor que se transmite en las distintas partes de la Construcción:

$$Q = U A \Delta T \quad (\text{Cal/hr.}) \text{ -----(1)}$$

de donde:

Q = Calor Transmitido (paredes, techo y/o piso).

U = Coeficiente de Transmisión de Calor (Cal/hr. $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)

A = Área afectada por el Calor (m^2)

ΔT = Diferencia de temperaturas (exterior - interior) ($^\circ\text{C}$)

además:

1

$$U = \frac{1}{\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} + \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \dots + \frac{X_n}{K_n}} \quad (2)$$

donde:

F_1 = Película de superficie interior (8.055 Cal/hr. m² °C)

F_2 = Película de superficie exterior (29.29 Cal/hr. m² °C)

X_n = Espesor del Material n (cm.)

K_n = Conductividad Térmica del Material n (Cal cm./hr m² °C)

Se determina el coeficiente de Transmisión de Calor para el tipo de construcción que se tiene:

S e c c i o n	espesor	Conductividad (K)
Muros (ladrillo y aplanados)	: 38.0 cm.	148 Cal cm/hr m ² °C
Aislante (poliuretano) (5 ")	: 12.7 cm.	2.108 Cal cm/hr m ² °C
Enlucido	: 2.3 cm.	148 Cal cm/hr m ² °C

Sustituyendo en la fórmula 2,

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8.055} + \frac{1}{29.29} + \frac{(38 \cdot 2.3)}{148} + \frac{12.7}{2.108}} = \frac{1}{6.455}$$

$$U = 0.1549 \text{ Cal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Se aplica la fórmula 1 para cada una de las partes, como sigue:

Paredes Longitudinales (P.L.)

Su área es igual a: (L.e.) x (H.e.)

$$\begin{aligned} \text{Área P.L.} &= (92.903 \text{ m})(8.33 \text{ m}) \\ &= 773.882 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Paredes Transversales (P.T.)

$$\begin{aligned} \text{Area P.T.} &= (\text{A.e.})(\text{H.e.}) \\ &= (15 \text{ m})(8.33 \text{ m}) \\ &= 124.95 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Se obtiene el área total de las paredes como sigue:

Área total de Paredes (A.T.P.) = 2 (Área P.L. + Área P.T.)

$$\begin{aligned} \text{A.T.P.} &= 2(773.882 \text{ m}^2 + 124.95 \text{ m}^2) \\ &= 1,797.664 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Para poder aplicar la fórmula 1 se requiere conocer la temperatura de las paredes*, en base a datos técnicos de especialistas se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Temp. Muros} &= \text{Temp. Ambiente}^{**} + 3^{\circ}\text{C} \\ \text{Temp. Piso} &= \text{Temp. Ambiente} - 10^{\circ}\text{C} \\ \text{Temp. Techo} &= \text{Temp. Ambiente} + 6^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

teniendo entonces las siguientes temperaturas:

$$\begin{aligned} \text{Muros} &= 35^{\circ}\text{C} \\ \text{Piso} &= 22^{\circ}\text{C} \\ \text{Techo} &= 38^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Una vez obtenidos todos los datos se aplica la fórmula 1 como sigue:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Paredes}} &= (0.1549 \text{ Cal/hr m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})(1,797.664 \text{ m}^2)(35 + 18)^{\circ}\text{C} \\ &= 14,758.282 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Paredes}} = 14,758.282 \text{ Cal/hr.}$$

*Considerando el efecto sol, y por tanto transmisión por radiación.

**En el estado de Guanajuato que es el considerado para el caso de análisis la Temp. Ambiente es de 32°C.

Análogamente para el piso y techo se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Area Piso} &= \text{Area Techo} = (A.e.)(L.e.) \\ &= (15 \text{ m})(92.903 \text{ m.}) \\ &= 1,393.545 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Aplicando la fórmula 1 para cada caso se tiene:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Piso}} &= (0.1549 \text{ Cal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})(1,393.545 \text{ m}^2)(22 + 18)^\circ\text{C} \\ &= 8,634.404 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Piso}} = 8,634.404 \text{ Cal/hr.}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{Techo}} &= (0.1549 \text{ Cal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})(1,393.545 \text{ m}^2)(38 + 18)^\circ\text{C} \\ &= 12,088.166 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Techo.}} = 12,088.1668 \text{ Cal/hr.}$$

Y la carga total por transmisión se obtiene sumando las cargas parciales anteriores, esto es:

$$\begin{aligned} + \quad Q_{\text{Paredes}} &= 14,758.282 \text{ Cal/hr.} \\ \quad Q_{\text{Piso}} &= 8,634.404 \text{ Cal/hr.} \\ \quad Q_{\text{Techo}} &= 12,088.166 \text{ Cal/hr.} \\ \hline Q_{\text{Tot. Trans.}} &= 35,480.852 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{TRANSMISION}} = \underline{\underline{35,480.852 \text{ Cal/hr.}}}$$

II.C.1.b. Carga por Infiltración.

En este caso la transmisión es por Convección, la carga de calor queda determinada por la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{INFILTRACION}} = \text{Volumen interior de la Cámara} \times \text{Cambios de Aire} \times \text{Carga por infiltración.}$$

Se determinan los datos para poder aplicar la fórmula.

El volumen se obtiene a partir de las dimensiones interiores - de la Cámara, o sea:

$$\begin{aligned}\text{Volumen interior} &= (A.i.)(L.i.)(H.i.) \\ &= (13.939 \text{ m})(91,843\text{m})(7.8 \text{ m}) \\ &= 9,985.556 \text{ m}^3.\end{aligned}$$

Los cambios de aire (cambios en 24 hr.) se obtienen de la tabla^{*} 4 del apéndice A, donde se indica que para el volumen que se tiene se requieren 0.25 cambios/24 hr.

La carga por infiltración se obtiene de la tabla^{*} 5 del apéndice A, donde a partir de la temperatura de la Cámara (-18°C) se tienen 35 Cal/m³.

Aplicando la fórmula se obtiene:

$$\begin{aligned}Q_{\text{INFILTRACION}} &= (9,985.556 \text{ m}^3)(0.25/24 \text{ hr})(35 \text{ Cal/m}^3) \\ &= 3,640.567 \text{ Cal/hr.}\end{aligned}$$

$$Q_{\text{INFILTRACION}} = \underline{3,640.567 \text{ Cal/hr.}}$$

La Carga Total debida a Transmisión de Calor es la suma de la carga de Transmisión y la carga de Infiltración, como sigue:

$$\begin{aligned}Q_{\text{TOT. TRANS.}} &= Q_{\text{TRANSMISION}} + Q_{\text{INFILTRACION}} \\ &= (35,480.852 + 3,640.567) \text{ Cal/hr.} \\ &= 39,121.419 \text{ Cal/hr.}\end{aligned}$$

$$Q_{\text{TOT. TRANS.}} = \underline{\underline{39,121.419 \text{ Cal/hr.}}}$$

II.C.2. Carga por Servicio.

En las grandes Cámaras de Conservación y debido a la utiliza-

*Tabla práctica experimental realizada por una marca comercial.

ción de puertas, Alarcón⁶ indica que la Carga por Servicio se considera como un 10% de la carga total de Transmisión; de esta forma se tiene que:

$$Q_{\text{SERVICIO}} = 10\% Q_{\text{TOT. TRANS.}}$$

$$= 3,912.141 \text{ Cal/hr.}$$

$$Q_{\text{SERVICIO}} = \underline{\underline{3,912.141 \text{ Cal/hr.}}}$$

II.C.3. Carga del Producto.

La carga del Producto se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{PRODUCTO}} = (\text{Peso} \times \text{Calor específico} \times \Delta T) / \text{tiempo de funcionamiento del equipo por día.}$$

El peso quedó determinado al inicio de este tema (C), y es igual a:

$$C.D. = 39,019.23 \text{ Kg. (86,022.574 lb)}$$

El calor específico bajo congelación se obtiene de la tabla 6 del apéndice A, donde se indica que para chicharos se tiene:

$$C_e^{**} = 0.45 \text{ BTU/lb } ^\circ\text{F}$$

Para obtener la diferencia de temperaturas se recuerda que en el punto I.C.3.d., en las especificaciones del Túnel de Congelación, se indica que el aire fluye a -25°C y tiene una caída máxima de Temperatura de 12°C , por tanto el producto llega a la Cámara con una temperatura inicial de:

$$\text{Temp. inicial} = -25^\circ\text{C} + 12^\circ\text{C} = -13^\circ\text{C}$$

y la temperatura de la Cámara es de -18°C , por lo que la diferencia

*Debe ser bajo congelación debido a que las Hortalizas entran con geladas.

**Se maneja este subtema en unidades inglesas y al final se cambiará al Sistema Internacional.

de temperaturas será igual a:

$$\begin{aligned} \text{Temp. inicial} &= -13^{\circ}\text{C} = 8.6^{\circ}\text{F} \\ \text{Temp. final} &= -18^{\circ}\text{C} = -0.4^{\circ}\text{F} \end{aligned}$$

$$T = 8.6^{\circ}\text{F} - (-0.4^{\circ}\text{F}) = 9^{\circ}\text{F}$$

Los fabricantes recomiendan que el equipo funcione 18 hr. al día.

Una vez determinados todos los datos se aplica la fórmula:

$$\begin{aligned} Q_{\text{PRODUCTO}} &= \frac{(86,022.574 \text{ lb})(0.45 \text{ BTU/lb } ^{\circ}\text{F})(9^{\circ}\text{F})}{18 \text{ hr.}} \\ &= 19,355.079 \text{ BTU/hr.} \left(\frac{0.252 \text{ Cal}}{1 \text{ BTU}} \right) \\ &= 4,877.47 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{PRODUCTO}} = \underline{\underline{4,877.47 \text{ Cal/hr.}}}$$

II.C.4. Carga Suplementaria.

Esta carga está compuesta por el alumbrado, motores, equipo y personal.

II.C.4.a. Carga por Alumbrado.

En el capítulo III se establece cómo se calcula el número de lámparas; para el caso práctico se tienen 224 lámparas de 40 Watts.

La fórmula siguiente se aplica para calcular la carga por alumbrado:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Alumbrado}} &= \text{No. Lámparas} \times \text{Watts por Lámpara} \times \text{Factor}^* \\ &= (224)(40 \text{ Watts})(0.86 \text{ Cal/Watts hr}) \\ &= 7,705.6 \text{ Cal/hr} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Alumbrado}} = \underline{\underline{7,705.6 \text{ Cal/hr.}}}$$

*Factor de conversión obtenido de la tabla 7 del apéndice A.

II.C.4.b. Carga por Motores.

Aquí es necesario hacer una estimación de la carga que se tiene y calcular cuantos equipos se requieren aproximadamente*, para el caso práctico serán 10 motores de 1/6 H.P. motor y ventilador -- dentro del cuarto.

Para el cálculo de la carga se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{Motores}} = \text{No. Motores} \times \text{Potencia} \times \text{Factor}^{**}$$

y sustituyendo los datos se tiene:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Motores}} &= (10)(1/6 \text{ H.P.})(1071 \text{ Cal/hr H.P.}) \\ &= 1,785 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{Motores}} = \underline{1,785 \text{ Cal/hr.}}$$

II.C.4.c. Carga por Equipo.

Esta carga se debe al calor emitido por el equipo de manejo de materiales (ver sección 2 del apéndice B), para el caso de análisis se utilizarán 2 montacargas con las siguientes especificaciones:

Motor de Tracción 10.25 H.P. (ciclo de 1 hr.)

Motor de Bomba 12.2 H.P. (ciclo de 5 min.) $(-\frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}})$
1.016 H.P. (1 hr)

Aplicando la fórmula del punto anterior se tiene:

$$\begin{aligned} Q_{\text{M.T.}} &= (2)(10.25 \text{ H.P.})(743.4 \text{ Cal/hr H.P.}) \\ &= 15,239.7 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{M.B.}} &= (2)(1.016 \text{ H.P.})(932.4 \text{ Cal/hr H.P.}) \\ &= 1,894.636 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

*La forma en que se realiza esta estimación es la misma en que se selecciona el equipo (ver punto II.E.).

**Tabla 7 del apéndice A.

$$Q_{\text{Equipo}} = Q_{\text{M.T.}} + Q_{\text{M.B.}}$$

$$Q_{\text{Equipo}} = (15,239.7 + 1,894.636) \text{ Cal/hr.}$$

$$= 17,134.336 \text{ Cal/hr.}$$

$$Q_{\text{Equipo}} = \underline{17,134.336 \text{ Cal/hr.}}$$

II.C.4.d. Carga por Personal.

Esta carga se debe al calor que disipa el personal que se encuentra en el interior de la Cámara, para el caso de análisis se tienen 3 personas (2 montacarguistas y un controlador del almacén).

La carga se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{Personal}} = \text{No. Personas} \times \text{Factor}^*$$

$$= (3)(337.88 \text{ Cal/hr. Personas})$$

$$= 1,013.64 \text{ Cal/hr.}$$

$$Q_{\text{Personal}} = \underline{1,013.64 \text{ Cal/hr.}}$$

Finalmente la carga suplementaria queda determinada por la suma de todas las cargas parciales (4.a. - 4.d.), como sigue:

$$Q_{\text{SUPLEMENTARIA}} = Q_{\text{Alumbrado}} + Q_{\text{Motores}} + Q_{\text{Equipo}} + Q_{\text{Personal}}$$

$$= (7,705.6 + 1,785 + 17,134.336 + 1,013.64) \frac{\text{Cal}}{\text{hr.}}$$

$$= 27,638.576 \text{ Cal/hr.}$$

$$Q_{\text{SUPLEMENTARIA}} = \underline{27,638.576 \text{ Cal/hr.}}$$

La carga total de Refrigeración representa el total de Cal/hr

* Factor obtenido de la tabla 7 del apéndice A (fue necesario interpolar para -18°C).

que debe extraer el equipo de Refrigeración, y queda determinada -- por la sumatoria de los subtemas anteriores, o sea:

$$\text{Carga Total de Refrigeración } (Q_R) = \text{Carga por Transmisión} + \text{Carga por Servicio} + \text{Carga del Producto} + \text{Carga Suplementaria} + 10\% \text{ (como factor de seguridad)}^*$$

y sustituyendo datos se tiene:

	$Q_{\text{TOT. TRANSMISION}}$	=	39,121.419 Cal/hr.
+	Q_{SERVICIO}	=	3,912.141 Cal/hr.
	Q_{PRODUCTO}	=	4,877.47 Cal/hr.
	$Q_{\text{Suplementaria}}$	=	27,638.576 Cal/hr.
			75,549.606 Cal/hr.
+	10 %		7,554.96 Cal/hr.
			83,104.566 Cal/hr.
	$Q_{\text{REFRIGERACION}}$	=	83,104.566 Cal/hr.

$$Q_R = 83,104.566 \text{ Cal/hr } \left(\frac{1 \text{ TON. de Refrigeración}}{3,024 \text{ Cal/hr.}} \right)$$

$$= 27.48 \text{ TON. de Refrigeración.}$$

$$Q_R = \underline{\underline{27.48 \text{ TON. de Refrig.}}}$$

Como la carga total de Refrigeración es tan grande seguramente se tendrán que ocupar varios equipos de Refrigeración.

Las tablas para la selección del Equipo principal de Refrigeración se muestran en el apéndice C.

* Recomendado por Alarcón ⁶ y por una marca comercial.

II.D. Condiciones del Refrigerante.

Como se mencionó anteriormente el refrigerante es el encargado de absorber el calor, para ello sufre una evaporación, para determinar esa temperatura (y su correspondiente presión), se establece la siguiente ecuación:

$$\text{Temperatura de Evaporación (T.e.)} = \text{Temp. Cámara} - \Delta T (\text{evaporación})$$

de acuerdo con Alarcón⁶ y con una importante marca comercial la diferencia de Temperatura de evaporación oscila entre 4 y 8°C, para el caso práctico y por consejo de un especialista se asigna una $\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$, por tanto se tiene:

$$T.e. = (-18^{\circ}\text{C}) - (5^{\circ}\text{C}) = -23^{\circ}\text{C}$$

$$\underline{T.e. = -23^{\circ}\text{C} (-9.4^{\circ}\text{F})}$$

Posteriormente en el condensador el refrigerante sufre un cambio de estado, nuevamente pasa a ser líquido; la Temperatura de Condensación se determina como sigue:

$$\text{Temperatura de Condensación (T.c.)} = \text{Temp. Ambiente} + \Delta T (\text{condensación})$$

con referencia en el especialista* la diferencia de temperatura de condensación va desde 12 hasta 18°C, para el caso práctico se aplica el promedio, esto es una $\Delta T = 15^{\circ}\text{C}$, teniéndose la siguiente temperatura de condensación:

$$T.c. = (32^{\circ}\text{C}) + (15^{\circ}\text{C}) = 47^{\circ}\text{C}$$

$$\underline{T.c. = 47^{\circ}\text{C} (116.6^{\circ}\text{F})}$$

El paso siguiente es establecer el refrigerante que va a utili

*Ing. Pablo Alfredo García; Gilvert Copeland, S.A. de C.V.

zarse. Alurcón ⁶ y una marca comercial recomiendan R-22* debido a su seguridad y a su bajo costo**; no se recomienda el R-12 debido a que no se obtienen resultados muy buenos a bajas temperaturas, como es el caso de análisis.

Para verificar esta elección se calcula la Relación de Compresión del Refrigerante a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Rel. Comp.} = \frac{\text{Presión de descarga o condensación}}{\text{Presión de aspiración o evaporación}} \quad (\text{presiones absolutas})$$

esta relación debe ser menor de 10, para que se considere normal, en caso contrario habrá problemas en todo el sistema.

Las presiones se obtienen de la tabla 8 del apéndice A, a partir de las Temperaturas, estas presiones son manométricas por lo que es necesario agregarles 14.7 lb/pulg². para obtener las presiones absolutas, como sigue:

$$\text{Presión absoluta} = \text{Presión tabla} + 14.7 \text{ lb/pulg}^2.$$

$$P_d = 248.14 \text{ lb/pulg}^2 + 14.7 \text{ lb/pulg}^2 = 262.84 \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_a = (16.92 + 14.7) \text{ lb/pulg}^2 = 31.62 \text{ lb/pulg}^2.$$

$$\text{Rel. Compresión} = \frac{262.84}{31.62} = 8.312$$

Como se puede observar la relación de Compresión queda dentro de los límites normales de operación.

La cantidad de calor que absorbe cada unidad de masa del refrigerante se conoce como 'efecto refrigerante' del sistema; se mide - en BTU/lb de refrigerante, y si se conoce la carga de Refrigeración (BTU/hr). Se puede determinar el número total de libras que se deben hacer circular cada hora.

El efecto refrigerante del sistema (E.R.) se calcula como si-

* Fórmula Química CHClF2 (monoclorodifluorometano).

** Existe producción nacional, en el caso del R-502 es necesaria su importación.

que:

1-A partir de las temperaturas (T.e. y T.c.), se obtienen las entalpías de estado líquido y la entalpía latente de vaporización, en la tabla 9 del apéndice A; se tiene* entonces:

Entalpía	T e m p e r a t u r a	
	-9.4°F (-23°C)	116.6°F (47°C)
Edo. Líquido	7.909 BTU/lb	44.587 BTU/lb.
Vapor	95.606 BTU/lb	-

2-Con los datos obtenidos se calcula la cantidad de calor que debe retirarse por cada libra de refrigerante** que entre al evaporador, esto es:

$$\begin{aligned}
 Q_e &= \text{Entalpía T.c.} - \text{Entalpía T.e.} \\
 &= (44.587 \text{ BTU/lb}) - (7.909 \text{ BTU/lb}) \\
 &= 36.678 \text{ BTU/lb}
 \end{aligned}$$

3-Se obtiene el E.R. al restarle a la entalpía latente de vaporización la entalpía obtenida en el punto 2, como sigue:

$$\begin{aligned}
 \text{E.R.} &= 95.606 \text{ BTU/lb} - 36.678 \text{ BTU/lb} \\
 &= 58.928 \text{ BTU/lb.}
 \end{aligned}$$

$$\text{E.R.} = \underline{\underline{58.928 \text{ BTU/lb.}}}$$

A partir de la Carga Total de Refrigeración se puede obtener la cantidad de libras del Refrigerante (W) que deben circular cada hora; con la siguiente fórmula puede calcularse:

$$W = \frac{Q_R}{\text{E.R.}}$$

*Por interpolación.

** En estado líquido.

$$W = \frac{27.48 \text{ TON. REF.} \left(\frac{12,000 \text{ BTU/hr.}}{1 \text{ TON. REF.}} \right)}{58,928 \text{ BTU/lb}}$$

y deben circular

$$W = 5,595.981 \text{ lb/hr. (2,538.297 Kg/hr.)}$$

II.E. Selección del Equipo de Refrigeración.

En este tema se establecerá la secuencia que debe seguirse para la selección del Equipo Principal de Refrigeración, en el apéndice C se encuentran las tablas de una marca comercial en las que se basa el caso práctico que se analiza; para poder iniciar esta secuencia se requieren los siguientes datos:

$$Q_{\text{REFRIGERACION}} = 83,104.566 \text{ Cal/hr.}$$

$$T.e. = -23^{\circ}\text{C}$$

$$T.c. = 47^{\circ}\text{C}$$

$$T \text{ cond.} = 15^{\circ}\text{C}$$

$$T \text{ evap.} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$T. \text{ amb.} = 32^{\circ}\text{C}$$

$$T. \text{ Cámara} = -18^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Tipo de Refrigerante} = \text{R-22}$$

$$\text{Altitud de Aplicación (Gto.)} = 2073 \text{ mts.}$$

II.E.1. Selección del Compresor.

a) Con la T.e. y la T.c. se entra en la tabla 1 del apéndice C, seleccionando la máquina que dé la mayor capacidad posible.

Por interpolación se encuentra que el compresor 9RS3 - 0760 - TFC (R-502)* tiene una capacidad de 11,944.66 Cal/hr.

Se necesita determinar el número de compresores herméticos que se requieren, esto se hace de la siguiente manera:

$$\text{No. Compresores} = \frac{Q_R}{\text{Capacidad Compresor}}$$

*Se puede utilizar R-22 (información del fabricante).

$$\text{No. Comp.} = \frac{83,104.566 \text{ Cal/hr.}}{11,944.66 \text{ Cal/hr.}} = 6.957 \approx 7$$

Como se requieren 7 compresores de este tipo, por tanto se debe calcular la Q_R para cada equipo, como sigue:

$$Q_{R/EQ.} = \frac{Q_R}{\text{No. Eq.}} = \frac{83,104.566 \text{ Cal/hr}}{7} = 11,872.08 \text{ Cal/hr.}$$

Ahora se calcularán los demás elementos del Sistema considerando esta $Q_{R/EQ.}$.

La tabla 2 del apéndice C muestra las especificaciones del equipo seleccionado; en la figura 6 que se muestra a continuación se indican las dimensiones del mismo equipo.

DIMENSIONES (mm)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
171.5	435	279.4	304.8	184.2	381	608	680	131.8	167.5	431.8

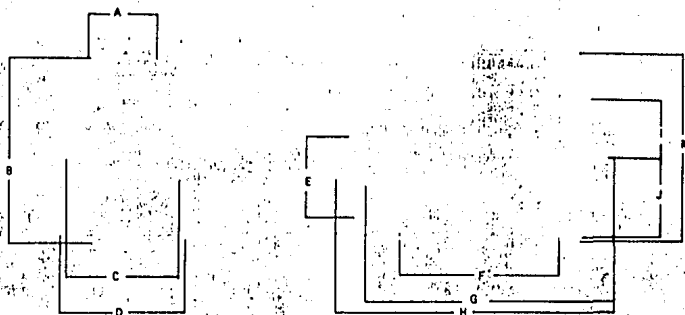


Fig. 6. Dimensiones del Compresor 9RS3.

II.E.2. Selección del Condensador.

a) Con la T.c. y la T.e. se entra en la tabla 2 del grupo A - del apéndice C para determinar el factor de corrección por Calor de Compresión (f.c.c.), que para el caso de análisis es*: 1.546 .

b) Se obtiene el calor de rechazo Q_r con la siguiente Fórmula:

$$\begin{aligned} Q_r &= \text{Cap. Compresor} \times \text{f.c.c.} \\ &= (11,944.66 \text{ Cal/hr.})(1.546) \\ &= 18,466.444 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

c) A partir del Q_r y la ΔT condensación se entra en la tabla de selección de modelos del grupo B del apéndice C, encontrando el modelo que dé una capacidad un poco mayor que el Q_r ; para el caso práctico se selecciona el modelo 006 con un calor de rechazo nominal (Q_{rn}) de 19,500 Cal/hr.

d) Se multiplica el Q_{rn} por el factor de corrección por elevación (f.c.e.) que se encuentra en la tabla 3 del grupo A -- del apéndice C, para el caso práctico f.c.e.*= 0.876 , para obtener el $Q_{\text{real Condensador}}$ a partir de la fórmula:

$$\begin{aligned} Q_{\text{real Condensador}} &= (Q_{rn})(\text{f.c.e.}) \\ &= (19,500 \text{ Cal/hr})(0.876) \\ &= 16,176.603 \text{ Cal/hr.} \end{aligned}$$

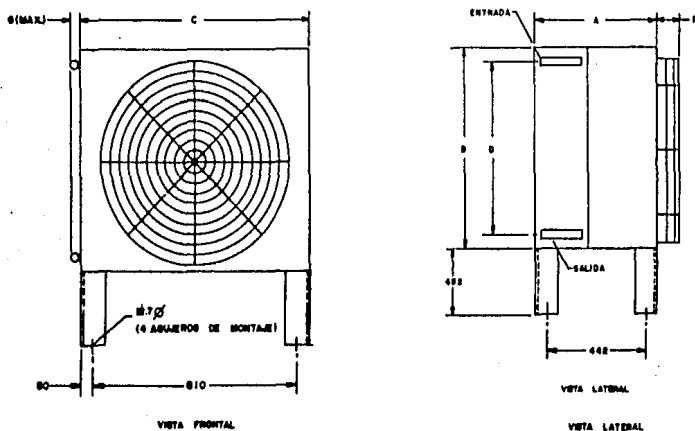
e) Se verifica la eficiencia del Condensador seleccionado, como sigue:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{Q_{\text{real Condensador}}}{Q_r} \times 100 \\ \eta &= \frac{16,176.603 \text{ Cal/hr.}}{18,466.444 \text{ Cal/hr.}} \times 100 = 87.59\% \end{aligned}$$

* Por interpolación.

La tabla de características Generales del grupo B del apéndice C, muestra las especificaciones del modelo seleccionado; en la figura 7 están determinadas las dimensiones del condensador seleccionado.

FLUJO DE AIRE HORIZONTAL



DIMENSIONES (mm)				MODS. 004, 006 y 008		
A	B	C	D	E	F	G
546	825	914	730	457	92	56

Fig. 7. Condensador modelo 006.

II.E.1. Selección del Difusor.

- a) Se divide la capacidad del compresor entre ΔT evaporación, para obtener la capacidad del Compresor por cada $^{\circ}C$ de ΔT evaporación, para el caso de análisis se tiene:

$$\text{Cap. Comp.}/^{\circ}C_{\text{evap.}} = \frac{11,944.66 \text{ Cal/hr.}}{5^{\circ}C}$$

$$\text{Cap. Comp.}/^{\circ}\text{C}_{\text{evap.}} = 2,388.932 \text{ Cal/hr.}$$

- b) Se entra a la tabla 3 del apéndice C, seleccionando el modo adecuado a esta capacidad. Para el caso práctico se tiene el modelo FMB - 1450, con capacidad de 2,917 Cal/hr. $^{\circ}\text{C}$.
- c) Se verifica la ΔT evap. real, a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{evap. real}} &= \frac{\text{Cap. Comp.}}{Q_{\text{difusor}}} \\ &= \frac{11,944.66 \text{ Cal/hr.}}{2,917 \text{ Cal/hr. } ^{\circ}\text{C}} \\ &= 4.094 ^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Las especificaciones del difusor seleccionado se encuentran -- también en la tabla 3 del apéndice C, en la figura 2 del mismo apéndice se muestra y explica el ciclo de deshielo de estos difusores.

La figura 1 del apéndice C muestra las dimensiones del difusor.

II.E.4. Selección de la Válvula Termostática de Expansión.

- a) Se convierte la capacidad del compresor en Toneladas de Refrigeración, o sea:

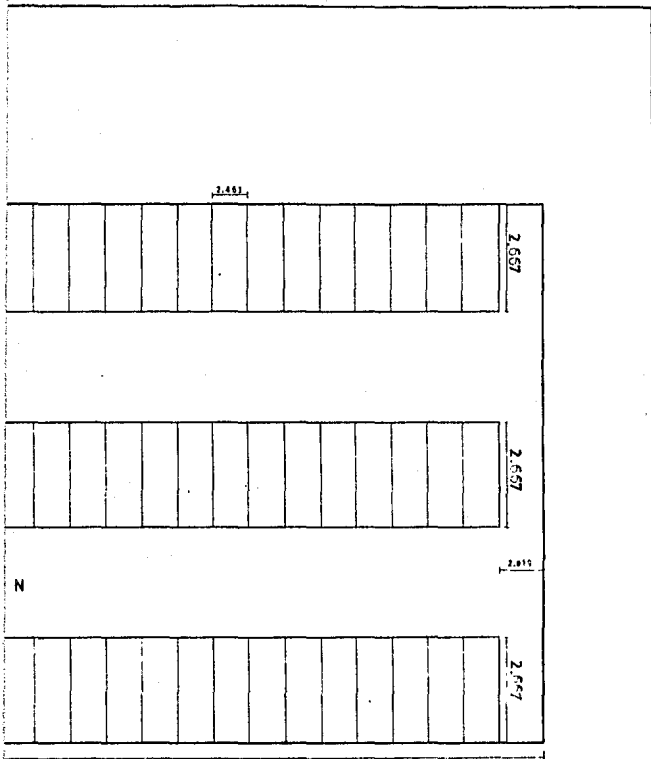
$$\begin{aligned} \text{Cap. Comp.} &= 11,944.66 \text{ Cal/hr} \left(\frac{1 \text{ TON. REF.}}{3,024 \text{ Cal/hr.}} \right) \\ &= 3.9 \text{ TON. REF.} \end{aligned}$$

- b) Con el dato obtenido se consulta a los fabricantes y se obtiene la válvula para esa capacidad.

La válvula seleccionada es una válvula Termostática de Expansión modelo ATX - 45035 - DHG con capacidad de 4 TON. REF.

II.F. Distribución de la Cámara Frigorífica (Lay-out).

El siguiente plano muestra el Lay-out de la Cámara Frigorífica de acuerdo a lo establecido en el punto B de este capítulo.



DISTRIBUCION DE LA MERCANCIA
EN LA CAMARA FRIGORIFICA

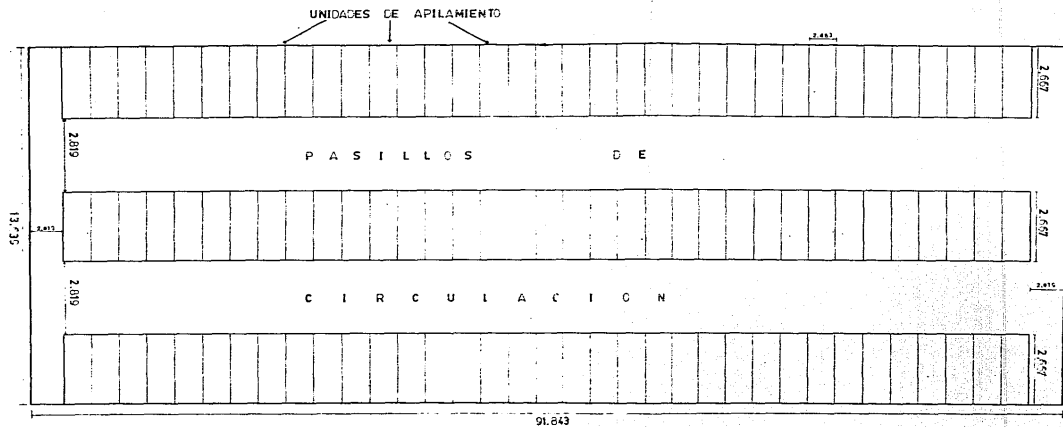
UNIVERSIDAD LA SALLE

DISEÑO Y DIBUJO: JOSE GERARDO ROSAS M.

ESCALAS: SIN

REVISÓ

PL 01



NOTAS:

1. LAS DIMENSIONES Y ELEVACION DE LAS UNIDADES DE APILAMIENTO SE DETALLAN EN LA PAG. 122.

2. COTACIONES EN MTS.

DISTRIBUCION DE LA MERCANCIA EN LA CAMARA FRIGORIFICA	
UNIVERSIDAD LA SALLE	
DISEÑO Y DIBUJO JOSE GERARDO MOSAS M.	
ESCALAS	SIM
REVISO	

PL 01

Referencias.

1. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos., Dirección General de Economía Agrícola, Departamento de Información Estadística., México, D.F. 1986.
2. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., ASHRAE GUIDE AND DATA BOOK., U. S. A. 1962.
3. Apple, James M., Plant Layout and Materials Handling., The Ronald Press Co., N. York 1963.
4. Staniar, William., Plant Engineering Handbook., Mc.Graw-Hill Book Company.; U. S. A. 1969.
5. Gomez Paz, José Luis., Tesis: "Proceso Constructivo de - Cámaras Frigoríficas con Elementos Prefabricados y Análisis de Costos", Ing. Civil., Universidad La Salle, — México 1980.
6. Alarcón Creus, J., Tratado Práctico de Refrigeración Automática., Pub. Marcombo, S.A., México 1984.

III. ILUMINACION INTERIOR Y SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD.

III.A. Iluminación Interior.

Todos los lineamientos que se siguen para la elaboración de este tema se basan en el procedimiento que establece el Manual de Iluminación de Westinghouse^{1*}. A continuación se determinan los puntos que se deben seguir para obtener un diseño apropiado de la Iluminación.

III.A.1. Nivel de Iluminación Requerido.

En el manual de Iluminación (cap. V), se indica que para Bodegas y Almacenes con actividad media^{**}, se recomiendan como mínimo - en cualquier tiempo 20 pies-bujía (footcandles) de nivel de iluminación.

Nivel de Iluminación = 20 pies-bujía.

III.A.2. Coeficiente de Utilización.

Para poder obtener el coeficiente de Utilización (C.U.) se deben seguir los siguientes pasos:

III.A.2.a. Determinación de las Cavidades.

Estas cavidades son las distancias a las que se encuentran, en cada caso: las luminarias, el plano de trabajo y el espacio libre.

A continuación se muestran las distintas cavidades.

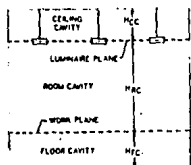


Fig. 1. Cavidades.

*Se recomienda su lectura.

**Refiriendo al tipo de empaque que se maneja.

Nota: Se maneja todo en unidades inglesas debido a que las tablas de información las manejan.

Se tienen entonces los siguientes datos:

Cavidad del Cuarto = 21.09 pies

Cavidad del Piso = 2.5 pies

Cavidad del Techo = 2 pies

III.A.2.b. Razón de Cavidad del Cuarto. (R.C.R.)

Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$R.C.R. = \frac{(10)(\text{Cavidad del Cuarto})}{\text{Ancho del Cuarto}} \times \text{Razon de Gaysunas}$$

El ancho de la Cámara es de 45.731 pies* (13.939 mts.)

La razón de Gaysunas se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$\frac{\text{Largo de Cámara}}{\text{Ancho de Cámara}} = \frac{301.322 \text{ pies}}{45.731 \text{ pies}} = 6.588$$

con el dato obtenido se localiza en la tabla 10 del apéndice A la razón de Gaysunas correspondiente, que en este caso es de 1/2 .

Se calcula la Razón de Cavidad del Cuarto como sigue:

$$R.C.R. = \frac{(10)(21.09 \text{ pies})}{(45.731 \text{ pies})} \times \frac{1}{2}$$

$$= 2.3$$

III.A.2.c. Razón de Cavidad del Techo. (R.C.T.)

Como la cavidad del Techo representa $\left(\frac{2 \text{ pies}}{21.09 \text{ pies}}\right)$ de la cavidad del Cuarto, la razón de cavidad del Techo representa la misma - relación con la R.C.R.

$$\text{Razón Cavidad del Techo} = \left(\frac{2}{21.09}\right) R.C.R.$$

$$R.C.T. = 0.21$$

* De pared a pared.

III.A.2.d. Reflectancia Efectiva de la Cavidad del Techo.
(R.E.C.T.).

Se asume una Reflectancia* Base del 70% y con una Reflectancia de Paredes del 50%, se entra con la R.C.T. a la tabla 11 del apéndice A, para obtener la R.E.C.T. que resulta en este caso igual a 67%.

III.A.2.e. Tipo de Luminaria.

El tipo de luminaria que se requiere en la Cámara se muestra - en la tabla 12 del apéndice A, en esa tabla se encuentra** con una - R.E.C.T. = 67% , con Reflectancia de Paredes = 50% y con R.C.R.=2.3 el Coeficiente de Utilización.

Coeficiente de Utilización = 0.752

C.U. = 0.752

III.A.3. Factor de Pérdidas de Lus.

Este factor total se obtiene de la multiplicación de los siguientes factores que se establecen en el capítulo 6 del Manual de Iluminación, todos ellos provocan una pérdida de lus.

III.A.3.a. Rendimiento de Reactancia.

Se considera un factor de 0.95 para lámparas fluorescentes como las que se utilizarán en la Cámara Frigorífica.

III.A.3.b. Factor de Tensión.

Se considera una afectación mínima por las variaciones de voltaje, por tanto se asume un factor de 1 .

III.A.3.c. Factor de Reflectancia y Transmitancia.

Los cambios de Reflectancia y Transmitancia son generalmente - pequeños, por lo que se asume un factor de 0.95 .

* Reflectancias estimadas de acuerdo a la Cámara Frigorífica.

** Por interpolación.

III.A.3.d. Factor por Lámparas Inutilizadas.

Como no se permiten lámparas fuera de servicio, se tiene un -- factor de 1 .

III.A.3.e. Factor de Temperatura Ambiente.

Como se explica en la sección III.A.4.a. las lámparas seleccionadas tienen una capacidad de encendido hasta temperaturas de -23°C , por tanto se tiene un factor de 1 .

III.A.3.f. Factor de Intercambio de Calor.

Algunas lámparas se utilizan como fuentes de intercambio de calor, en este caso no es así y por tanto se tiene un factor de 1 .

III.A.3.g. Factor de Depreciación de Lúmenes.

Este factor se debe a la gradual depreciación de los lúmenes - de salida y tiene un factor, para el caso de análisis de 0.83 .

III.A.3.h. Factor de Suciedad.

Este factor varía de acuerdo al tipo de luminaria que se utiliza y al periodo de limpieza de la misma.

Para el caso que se desarrolla la luminaria es tipo O categoría III, con un ambiente medio de suciedad y un periodo de limpieza de 6 meses; se obtiene un factor de 0.94 .

El factor total de pérdidas de luz es igual a la multiplicación de los factores (a) al (h), como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Factor de Pérdidas de Luz} &= (0.95)(1)(0.95)(1)(1)(1)(0.83)(0.94) \\ &= 0.704 \end{aligned}$$

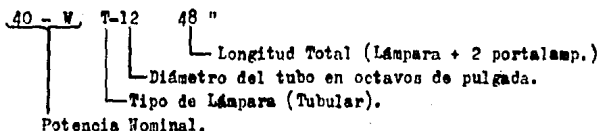
Factor de Pérdidas de Luz = 0.704

III.A.4. Lámparas.

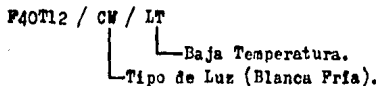
III.A.4.a. Determinación del Tipo de Lámparas.

El factor más importante en la determinación del tipo de lámparas a utilizar es la temperatura ambiente de la Cámara Frigorífica (-18°C), por ello se decide utilizar una lámpara de precalentamiento especial para baja temperatura, con una vida media de 6,000 hr. que enciende a temperaturas hasta de -23°C , con flujo luminoso de 2,320 lúmenes.

La designación de la lámpara es la siguiente:



y su código abreviado es:



III.A.4.b. Determinación del Número de Lámparas.

El número total de Lámparas a utilizar se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Num. Lamp.} &= \frac{(\text{Pies-bujía requeridos})(\text{Área de Iluminación})}{\text{Lúmenes por Lamp.} \times \text{C.O.} \times \text{Fact. de Perd. Luz}} \\ &= \frac{(20)(45.731 \times 301.322)}{(2,320)(0.752)(0.704)} = 224.36 \end{aligned}$$

Por tanto se requieren 224 lámparas del tipo mencionado.

III.A.4.c. Determinación del Número de Luminarias.

Se obtiene el número de Luminarias a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Num. de Luminarias} = \frac{\text{Num. de Lámparas}}{\text{Lamp. por Luminaria}}$$

En el caso de análisis la luminaria tiene dos lámparas, por tanto se tiene:

$$\text{Num. de Luminarias} = \frac{224}{2} = 112$$

III.A.4.d. Distribución de las Luminarias.

El siguiente plano muestra la distribución de luminarias en base a la Distribución de la Cámara Frigorífica. (Plano en la siguiente hoja).

III.A.4.d.1. Comprobación de la Distribución de Luminarias.

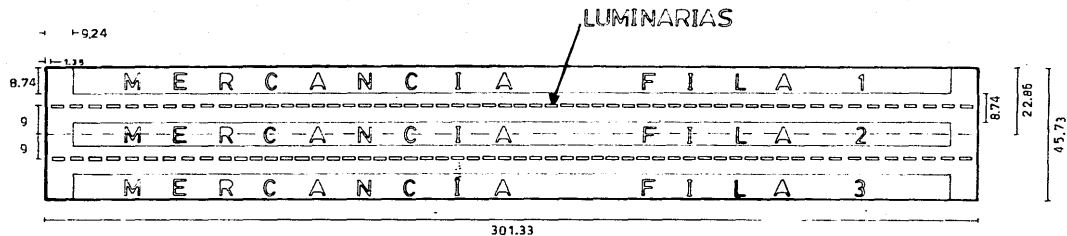
Esta comprobación se basa en el cálculo de la iluminación en un punto, esa iluminación no debe ser menor de 20 pies-bujía.

La figura 2 muestra el punto de análisis, así como su ubicación en la Cámara Frigorífica.

De acuerdo con las dimensiones establecidas se prosigue a determinar la Componente Directa de Iluminación para el punto. Para poder establecer la Componente Directa es necesario determinar los ángulos de incidencia. Esos ángulos se encuentran en las tablas del Manual (capítulo VI).

De acuerdo a las tablas antes mencionadas se obtiene:

Fila	$\alpha_1 = \alpha_2$	β	Comp. Directa de Iluminación (pies-bujía)		Total
			Lado Izq.	Lado Der.	
A	81.9°	23.3°	38.24	38.24	76.48
B	81.9°	23.3°	38.24	38.24	76.48
Total					152.96



NOTAS:

- 1-SEPARACION ENTRE LUMINARIAS
1.35 PIES.
- 2-ACOTACIONES EN PIES.
- 3- 1 Cm REP 10 Pies.

DIMENSIONES DE LUMINARIA



Largo: 4
Ancho: 1
Alto: 0.5

DISTRIBUCION DE LUMINARIAS	
UNIVERSIDAD LA SALLE	
DISEÑO:	J. G. ROSAS H. ESC.: 1:10
DIBUJÓ:	J. G. ROSAS H.
REVISÓ:	PL 02

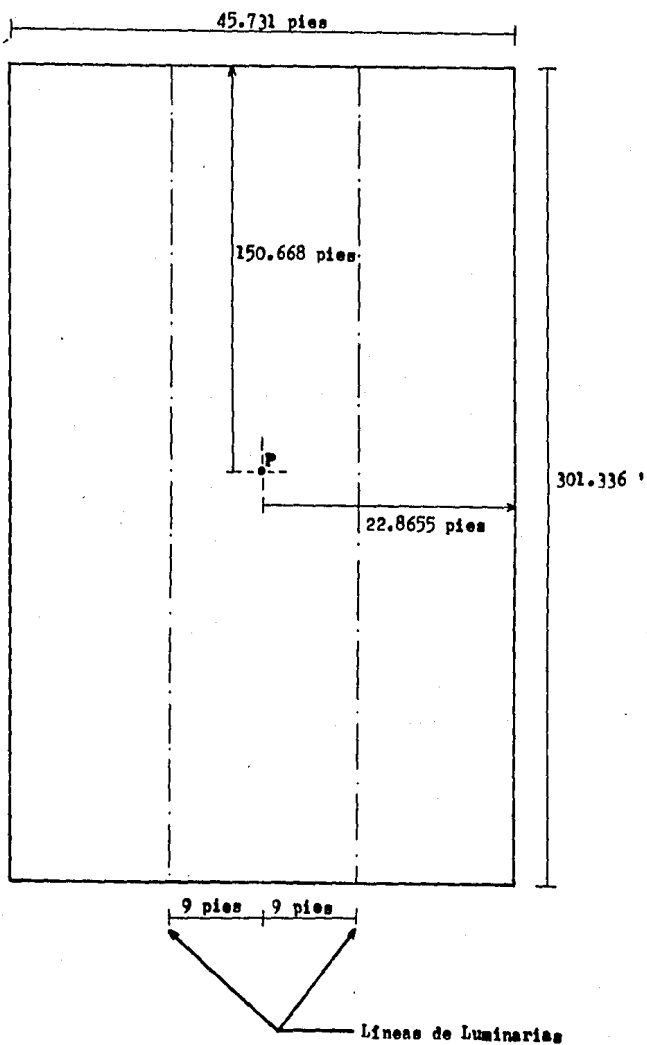


Fig. 2. Localización del punto P.

Las componentes de Iluminación directa se obtienen a partir de los ángulos α y β en las tablas de las distintas luminarias. Para el caso de análisis se tienen los valores dados.

El total obtenido debe multiplicarse por un factor de corrección de altura, igual a $\frac{6}{\text{Cavidad del Cto.}}$.

$$\begin{aligned} \text{Comp. directa de Iluminación} &= 152.9 \left(\frac{6}{21.09} \right) \text{ pies-bujía} \\ &= 43.5 \text{ pies-bujía.} \end{aligned}$$

Como se puede observar la componente Directa de Iluminación es mayor del mínimo requerido; podría pensarse por la cantidad obtenida que el diseño es incorrecto, sin embargo, hay que recordar que los apilamientos reducen en forma considerable el paso de la luz al punto elegido. Asimismo no es necesario el cálculo de la Componente de Reflejo, debido a que la misma distribución de la mercancía en la Cámara Frigorífica reduce a un valor mínimo el reflejo de luz.

III.B. Suministro de Electricidad.

Las instalaciones eléctricas son los sistemas que van a dar vida a la Cámara Frigorífica, por ello debe tenerse cuidado con toda la instalación, los cables deben estar protegidos contra las bajas temperaturas y la humedad. Se debe tener en cuenta el sistema de recubrimiento de los cables de forma que no sean dañados y que tengan gran duración y calidad.

Las instalaciones eléctricas deben ser colocadas por especialistas, ya que se trata de una construcción especial, el cableado y las instalaciones también lo deben ser.

III.B.1. Contratación de Servicio.

En la siguiente hoja se presentan los requisitos que debe cubrir el solicitante ante la Compañía suministradora.

DATOS Y DOCUMENTOS QUE DEBEN PRESENTAR LOS SOLICITANTES.

Presentar escrito u oficio del interesado o su representante - legal dirigido a:

Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.
Presupuestos a Consumidores.
Melchor Ocampo No. 171-7o. piso
México 11379, D.F.

Indicando:

- a) Nombre o Razón Social.
- b) Dirección del servicio (calle, número oficial, calles transversales, colonia, delegación o municipio y entidad federativa, código postal), anexo 3 croquis de localización.
Dirección comercial para recibir notificaciones.
- c) Actividad o giro.
- d) Tensión requerida (baja o alta).
- e) Relación detallada de la carga total.
- f) Nombre y teléfono de la persona que atenderá al personal de Proyectos de esta Compañía (suministradora) en el lugar del servicio para recibir indicaciones técnicas relacionadas con su solicitud.

Dentro de los requisitos se solicita una relación detallada de la Carga, para el caso de análisis se muestra a continuación cómo debe elaborarse.

Baja Tensión

Alumbrado.

224 lámparas fluorescentes de 40W c/u = 11,200 W**
= 11.2 KW

Fuerza.

14 motores monofásicos (2/difusor)
de 1/6 H.P. (0.202)** = 2.828 KW

7 motores monofásicos
de 3/4 H.P. (0.780)** = 5.46 KW

7 motores trifásicos
de 7.5 H.P. (6.577)** = 46.039 KW

Carga Total 65.527 KW

Demanda (80%) 52.42 KW

Al observar la Carga Total de la Cámara Frigorífica y teniendo presente que es necesario agregar la Carga de la Antecámara y Servicios Auxiliares (Caseta de Vigilancia, Iluminación Exterior, etc.), se asume un incremento del 25% a la Carga Total, teniendo la siguiente carga por contratar.

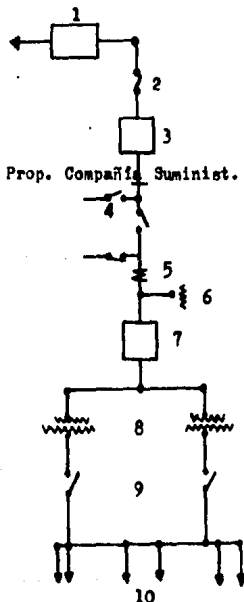
Carga por Contratar = Carga Total + 25%
= 65.527 KW + 25%
= 81.908 KW

* Incluye 25% adicional por operar con reactor.

** Factores de Conversión de la tabla 13 del apéndice A.

III.C. Diagrama Unifilar.

Uno de los diagramas eléctricos más importantes de cualquier - instalación es el diagrama unifilar, a continuación mostramos uno - típico de una Cámara Frigorífica.



1.-Pararrayos servicio intem-
perie.

2.-Fusibles.

3.-Equipo de medición.

4.-Cuchillas desconectadoras-
servicio interior.

5.-Transformador de intensidad
de corriente, servicio int.

6.-Transformador de potencial
servicio interior.

7.-Interruptor (manual).

8.-Transformadores de fuerza-
conexión.

9.-Interruptores de navajas.

10.-Servicios.

Referencia.

1. Westinghouse Electric Co., Lighting Handbook., U.S.A. 1978.

IV. CONSTRUCCION DE CAMARAS FRIGORIFICAS.

IV.A. Consideraciones para Construcción.

Adicionalmente a lo establecido en la sección II.A. de este -- trabajo, para la Construcción de la Cámara Frigorífica se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- 1.-Cuando se tenga que construir al aire libre se evitará la -- exposición directa al sol, construyendo en caso necesario -- doble techo o paredes, con paso de aire intermedio.
- 2.-Si existen paredes construidas se tendrá en cuenta la condi ción de las mismas, si son húmedas o están expuestas al sol, en tal caso deberá construirse otra pared separada para ob- tener un paso de aire intermedio.
- 3.-Cuando se aproveche una edificación ya establecida deberá -- calcularse, si una vez cubiertas sus paredes con el aislan- te y enlucido, proporcionarán el espacio requerido para la cantidad de género que quiere almacenarse, teniendo en cuen ta el acomodo del mismo dentro de la Cámara Frigorífica.
- 4.-Debe proyectarse un cuarto de controles, tanto para el equi po de refrigeración, como para la iluminación interior; ese cuarto debe situarse en el exterior de la Cámara.
- 5.-La colocación de soportes auxiliares (barras, ganchos o es- tantes), depende en cada caso de: la clase de género, la es tructura de la Cámara y las necesidades del usuario.
- 6.-Es importante la orientación que se debe dar a la Cámara, -- de acuerdo con el Instituto de Aire Acondicionado y Refrige

ración (A.R.I.)¹, se tiene la siguiente orientación:

Paredes Laterales: Este y Oeste.

Fachada Trasera: Sur

Fachada Frontal (Antecámara): Norte

7.-Es necesario considerar los espacios apropiados para accesorios, puestas, equipo, etc.; a continuación se profundizará en cada parte de la Cámara Frigorífica y se hará mención de espacios requeridos.

IV.B. Obra Civil.

El Proceso Constructivo de la Obra Civil representa un complejo diseño que por ser complementario del presente trabajo, no será tratado con la profundidad que realmente tiene como tema independiente y principal, sin embargo, se recomienda la lectura de Gomez² - para una mayor comprensión del mismo.

El proceso Constructivo puede dividirse en los siguientes puntos principales:

IV.B.1. Cimentación.

Es la parte de la estructura que sirve para transmitir el peso de la estructura al terreno natural. En las Cámaras Frigoríficas - se utilizan cimentaciones pesadas debido a los grandes pesos que soporta el piso, pueden ser por Losa de Cimentación o por Zapatas prefabricadas. La losa cubre el estrato de soporte debajo del área -- completa de la estructura; las zapatas son soportes individuales de varias partes de la estructura.

En la figura 1 se muestran ambos tipos de Cimentaciones y sus Componentes.

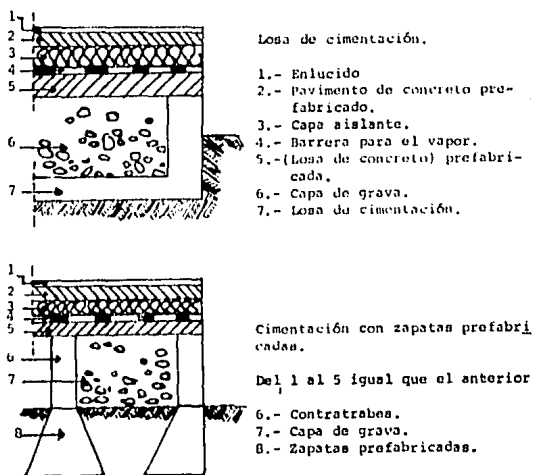


Fig. 1. Cimentaciones de la Cámara.

IV.B.2. Pisos.

Son de primordial importancia, ya que además de proteger el aislamiento térmico impiden el paso de la humedad; no van apoyados directamente sobre la superficie de nivel de suelo, sino en contratabes que sobresalen como se muestra en la figura 2.

Generalmente se utilizan por cuestiones de economía de tiempo y de mano de obra, losas de concreto prefabricadas. Principalmente se utilizan las losas SPANCRETE, que son placas de concreto pretensado prefabricado, elaboradas mediante el proceso de extrusión y compactación.

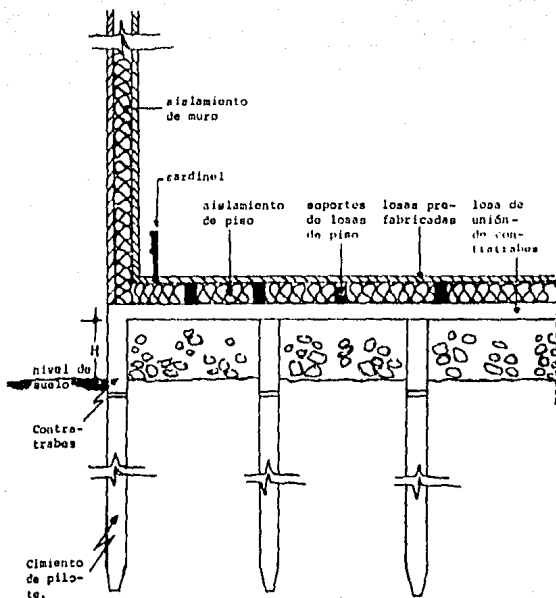


Fig. 2. Piso de la Cámara.

IV.B.3. Muros.

Los muros proporcionan los elementos de sustentación de la carga del Techo. Están compuestos de lo siguiente*:

Paredes (ladrillo y aplanados) ; 38 cm.

Aislamiento (poliuretano) ; 12.7 cm.

Enlucido ; 2.3 cm.

El aislante se adhiere a las paredes que deben ir impermeabili

*Para el caso de análisis, para otros se recomienda la lectura de Gomez².

zadas con la finalidad de evitar la penetración de vapor de agua — contenido en el aire ambiente.

La figura 3 muestra los muros de la Cámara Frigorífica.

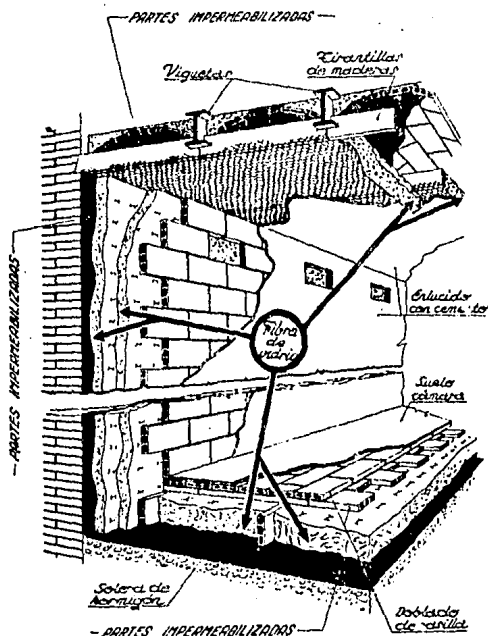


Fig. 3. Muros de la Cámara.

IV.B.A. Techo.

En las Cámaras Frigoríficas la mayor superficie es la de cubierta y tiene una importancia superior que las paredes exteriores.

Se utiliza una cubierta 'toldo' o 'parasol', que se puede fabricar con materiales prefabricados o con materiales convencionales en la obra.

La figura 4 muestra una cubierta parasol con cáscara superior maciza que tiene como finalidad la acumulación de calor.

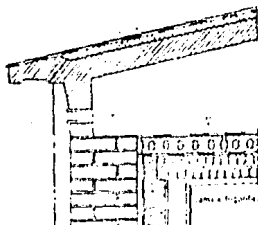


Fig. 4. Techo de la Cámara.

IV.B.5. Espacios en Muros.

Los muros de la Cámara Frigorífica deben tener los espacios libres requeridos para las puertas de acceso y salida, y también los huecos necesarios para el paso de tuberías, tanto de servicio (líneas de Refrigeración) como de Suministro Eléctrico.

Para el caso de las puertas se debe tener lo siguiente:

Puerta de Acceso de Antecámara a Cámara*:

Ancho : 1.524 mts. (5 pies).

Altura: 2.6 mts. (8.53 pies).

Puerta de Salida de Mercancía:

Mismas dimensiones que la anterior.

La figura 5 muestra los diversos tipos de puertas para Cámaras Frigoríficas de acuerdo con lo establecido por el A.S.H.R.A.E.³.

* En base a las dimensiones del equipo de manejo, ver apéndice B.

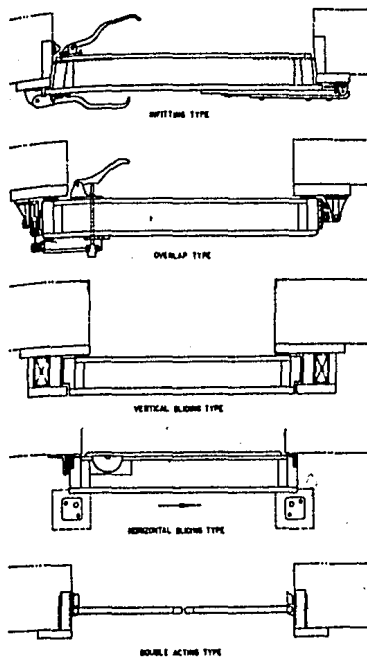


Fig. 5. Distintas Puertas de las Cámaras Frigoríficas.

IV.B.6. Consideraciones Adicionales.

Además de los puntos específicos anteriores se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Todas las instalaciones eléctricas deben seguir los lineamientos establecidos en el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- La Obra Civil debe realizarse conforme al Reglamento de Construcción del lugar donde se edifique la Cámara Frigorífica.

- Los equipos de protección contra incendios deben ser los especificados en la norma N.F.P.A. 231-C 1980 sección 10-3 .
- Se debe tener un amplio patio para maniobras de Carga (ver plano de Cámara), así como también una plataforma de embarque y otra de recepción.
- De acuerdo a los Códigos de Seguridad deben existir dos puertas de salida de personal .
- Se deben considerar las casetas de protección del Equipo de Refrigeración y las de Vigilancia*.

IV.C. Distribución del Equipo de Refrigeración.

De acuerdo con lo establecido en el punto II.E. se tendrán 7 equipos de Refrigeración. Lo anterior representa las siguientes ventajas:

- 1.-Al tenerse equipos independientes de Refrigeración se tiene un menor desperdicio del Sistema, tanto en el periodo de entrada de mercancía como en el periodo de salida de la misma, debido a que se pueden poner en funcionamiento en forma secuencial.
- 2.-Lo anterior representa un menor desgaste en los elementos de cada equipo, lo que reduce la posibilidad de fallas e incrementa la vida útil del mismo.
- 3.-Se puede tener un plan secuencial de mantenimiento para cada equipo.

Se hace necesaria una apropiada distribución de los difusores en el interior de la Cámara Frigorífica, para ello se debe considerar lo siguiente:

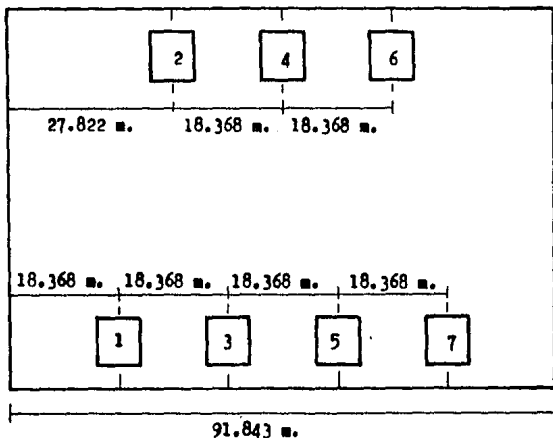
- 1) El flujo de aire de un difusor no debe estar en la misma lí

* Ver plano de Cámara.

nea de acción del flujo de aire de otro difusor, esto se ha
 ce para evitar turbulencias de aire que provocan concentra-
 ciones de aire frío.

- 2) Los difusores deben instalarse a distancia de las puertas -
 debido a que en caso contrario se provocan grandes pérdidas
 por infiltraciones de aire caliente.

Para el caso de análisis se tiene la siguiente distribución de
 difusores:



Los detalles de colocación de difusores se indican en el sigui-
 ente punto y se muestran en el plano de Cámara.

IV.D. Colocación del Equipo de Refrigeración.

Se deben considerar tres factores para la ubicación del equipo
 de Refrigeración y son:

- 1) Al instalar equipo de condensación por aire debe suministrar-
 se un amplio espacio para la circulación del mismo.

- 2) Los componentes deben instalarse de modo que se pueda darles mantenimiento fácilmente; si un conjunto no es accesible para mantenimiento, éste tendrá un costo excesivo.
- 3) Debe considerarse el aislamiento de la vibración, tanto del equipo en sí como también en relación a la tubería de interconexión.

Siguiendo los factores anteriores se asegura una instalación satisfactoria con una operación adecuada.

El ruido es otro factor importante en la colocación de equipo condensado por aire, debido a que se propaga en la descarga.

Al posicionar los mayores componentes del sistema se debe tener presente la accesibilidad de mantenimiento, debido a que los altos costos de este servicio se atribuyen generalmente a la inadecuada colocación de los elementos del sistema. Asimismo es importante -- controlar las posibles vibraciones provenientes del equipo (compresores, motores); puesto que pueden romper las líneas de refrigerante.

IV.D.1. Compresor y Condensador.

Las indicaciones que se dan a continuación sirven indistintamente para la colocación del Compresor o del Condensador, se ejemplifica con el Compresor.

El compresor se considera la mayor fuente de vibración del Sistema y el aislamiento de esta vibración es esencial durante la instalación, un método para minimizar esta vibración es atornillar el compresor a una base sólida; como ejemplo de lo anterior se utilizan los pernos empotrados en concreto.

El compresor debe instalarse a menor altura que el evaporador con el fin de facilitar el retorno del aceite que va mezclado con el refrigerante.

IV.D.2. Tuberías.

Las diferentes dimensiones de tubería de cobre comercial se -- han estandarizado y clasificado como sigue:

- Tipo K Pared Gruesa
- Tipo L Pared Mediana
- Tipo M Pared Delgada

Los tipos que se emplean en refrigeración son K y L, debido a que presentan suficiente resistencia para las aplicaciones a alta presión; estas tuberías deben cubrir las especificaciones de la norma ASTM - B - 88 .

Para las líneas del sistema se utilizan aisladores de vibración como el que se muestra en la figura 6.

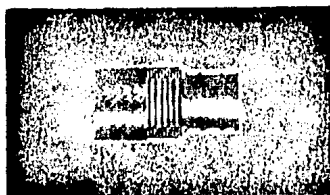


Fig. 6. Aislamiento para Tubo.

Este aislador se inserta en la línea de descarga; está diseñado para absorber las pulsaciones de la descarga del compresor, antes de que genere ruido o se lleguen a romper las líneas de refrigerante. El aislador se compone de material flexible recubierto y mantenido en su lugar por malla metálica, lo que le permite movimiento lineal pero no de expansión. Es importante mencionar que no debe colocarse en lugares donde reciba tensión, pues ello reduce su vida útil.

Este aislador es muy efectivo en instalaciones donde el compresor y el condensador están en bases diferentes, tal como es el caso de análisis.

IV.D.3. Evaporador.

El evaporador puede suspenderse del techo, en la mayoría de los casos los fabricantes ya han aislado la unidad evaporativa o difusor*, por tanto la unidad puede colocarse directamente. Lo anterior se muestra en la figura 7.

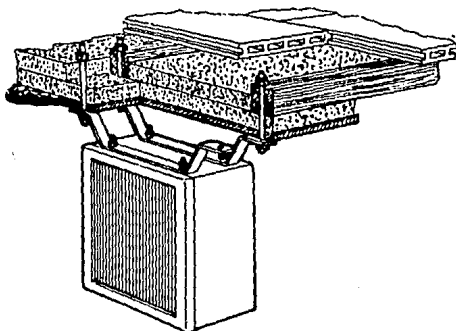


Fig. 7. Instalación del Evaporador.

IV.D.4. Aparatos de Control Automático.

Los factores de mayor importancia en la Instalación Frigorífica son los Aparatos de Control Automático, debido a que de su preciso y exacto funcionamiento depende la adecuada operación del sistema, con la sucesión apropiada de los ciclos de parada y arranque, y con un control uniforme de la temperatura que se desea obtener.

Los dos elementos necesarios para obtener esa automatización son: la válvula de expansión, que regula el paso del refrigerante líquido al evaporador; y el control,

*Tal es el caso del equipo seleccionado.

ya sea por temperatura o presión, que actúa en combinación con la válvula para conectar o desconectar el motor que acciona el compresor.

A continuación se explicarán estos Aparatos de Control Automático.

IV.D.4.a. Válvula de Expansión.

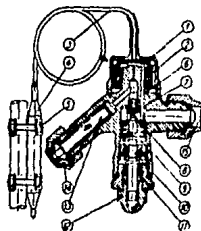
Se dividen de acuerdo con su funcionamiento en válvulas de expansión: automáticas, termostáticas y de flotador, que son accionadas respectivamente por las diferentes presiones, temperatura o nivel de refrigeración en el evaporador.

En algunas instalaciones se utilizan las válvulas de expansión llamadas fijas, las cuales mantienen un paso determinado de líquido sin que sea posible regularlo.

Las de mayor aplicación práctica para sistemas como el que se analiza en el caso práctico son las:

IV.D.4.a.1. Válvulas de Expansión Termostáticas.

Este tipo de válvulas se acciona por temperatura y su construcción difiere en que se ha suprimido en ellas el tornillo y el resorte regulador de las válvulas automáticas*, teniendo en su lugar un elemento termostático; existen dos tipos de válvulas de expansión termostáticas y son: de fuelle (fig. 8), y de membrana (fig. 9).



1. Cubierta del elemento.
2. Fuelle.
3. Tubo capilar.
4. Bulbo.
5. Sujetador del bulbo.
6. Pasador de empuje.
7. Orificio.
8. Punzón.
9. Resorte regulador.
10. Vástago de ajuste.
11. Tuerca de sello.
12. Tapón.
13. Filtro.
14. Conexión de entrada.
15. Conexión de salida.

Fig. 8. Válvula de Expansión tipo fuelle.

* Se recomienda la lectura de Alarcón.⁴

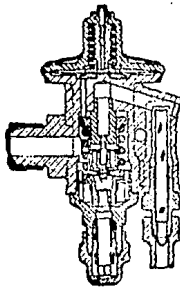


Fig. 9. Válvula de expansión tipo membrana.

El elemento termostático va cargado con el mismo refrigerante usado en el Sistema y está conectado por medio de tubo flexible a un bulbo que se instala en contacto con el tubo de salida del evaporador. La variación de temperatura afecta al refrigerante contenido en el elemento termostático, al aumentar sube la presión dentro del citado elemento y viceversa, actuando sobre el fuelle y dando lugar a que se abra la válvula al aumentar la presión y que se cierre al bajar aquella.

Funcionamiento (ver figura 10).

Al ponerse en marcha el sistema el bulbo termostático está caliente y la presión en todo el elemento es alta, lo que hace que se extienda el fuelle que impulsa el vástago (5) hacia abajo contra el fuelle (10), que a su vez mueve el tornillo de sujeción (7) y desplaza el punzón (14) de su asiento (13) abriendo paso al refrigerante líquido. Después de entrar en el evaporador el refrigerante líquido se expande aumentando la presión del lado de baja del sistema, la cual respondiendo sobre el fuelle (10) tiende a cerrar la válvula. El compresor hace que descienda la presión, abriéndose nuevamente el paso de líquido al evaporador. Continuando este fun-

cionamiento el evaporador llega a escarcharse totalmente, empezando a cubrir la línea de aspiración hasta el lugar donde está instalado el bulbo de la válvula, que también se escarcha, motivando que el descenso de presión en su interior contraiga el fuelle del elemento termostático y provoque el cierre en parte de la válvula.

Entonces sube nuevamente la temperatura del extremo final del evaporador en el lugar del bulbo, aumenta la presión del elemento termostático y se abre del todo la válvula para suministrar más refrigerante al evaporador. El ciclo de la válvula se repite con altos y bajos durante el ciclo completo de accionamiento del compresor, hasta que la temperatura en el interior de la Cámara, la del evaporador y la del bulbo quedan reducidas al límite que se desea, - en ese punto se establece la debida presión de retorno, a la que se ajusta el control. Al encontrarse el sistema parado, la temperatura aumenta en la Cámara, evaporador y bulbo, con el subsecuente aumento de presión lo que motiva que el elemento termostático intente abrir la válvula y que no conseguirá debido a la contrapresión que ejerce el fuelle (10), impulsado por el aumento de presión del lado de baja del sistema; de esta forma queda en equilibrio el trabajo de ambos fuelles, y la válvula continúa cerrada durante el ciclo de parada, hasta el momento en que se alcanza el aumento de temperatura previsto y la presión en el lado de baja llega al punto en que el control está ajustado para conectar el motor y poner en marcha el compresor. En este momento la válvula de expansión termostática continúa cerrada, en tanto que por la acción de aspiración del compresor se va reduciendo la presión de baja hasta llegar al punto en que cede el fuelle (10) a la presión del fuelle del elemento termostático y abre el paso de líquido.

Esta clase de válvulas pueden usarse con un solo evaporador en combinación con un control de presión o de temperatura.

1. Tuerca de regulación.
2. Tapón de junta.
3. Bulbo.
4. Elemento termostático.
5. Vástago de baquelita.
6. Resorte.
7. Tornillo sujeta resorte.
8. Juntas.
9. Cubierta aislante.
10. Fuelle.
11. Brazo articulación fuelle.
12. Cuerpo de la válvula.
13. Asiento del punzón.
14. Punzón.
15. Gufa del punzón.
16. Tapón.
17. Filtro.

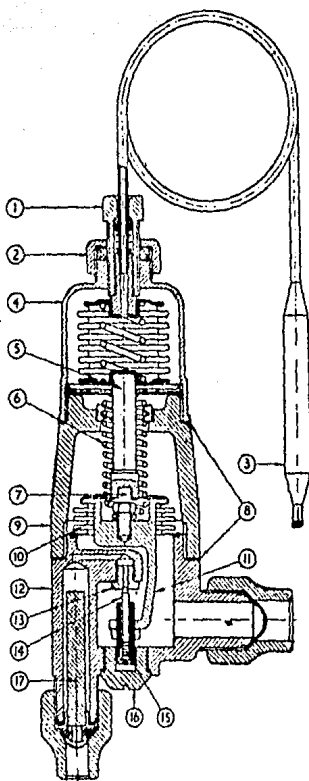


Fig. 10. Válvula de expansión termostática, tipo fuelle regulable.

Recalentamiento.

Para regular una válvula de expansión termostática se debe tener en cuenta el **reca**lenta**m**iento, que se define como: 'la diferencia existente entre la temperatura del refrigerante evaporado saliendo del evaporador en el tubo de aspiración y la de

ebullición del líquido en el mismo evaporador.'

Bajo condiciones normales de funcionamiento, esa diferencia de temperatura es de 5.5°C .

Al abrir o cerrar el paso de líquido, por medio del dispositivo regulador, se disminuye o aumenta esa diferencia de temperatura, obteniendo así la presión de aspiración adecuada a la temperatura deseada de ebullición del refrigerante. Es aconsejable efectuar ese ajuste hasta que el sistema lleve algunas horas de funcionamiento.

En el diagrama de la figura 11 se da una idea de lo que el recalentamiento significa en el trabajo de la válvula de expansión termostática; al abrir ligeramente la válvula de mano en el circuito - indicado, una pequeña cantidad de refrigerante pasa al evaporador, donde se evapora. Suponiendo que ese refrigerante se evapora en el punto 1 y que no hay pérdida de presión en el evaporador, la temperatura del refrigerante desde la válvula de mano hasta el punto 1 - será idéntica a la presión de aspiración determinada para el refrigerante. Desde el punto 1, el gas en que se ha convertido el refrigerante pasa a través del resto del evaporador y recoge cierta cantidad de calor debido al rozamiento y a la temperatura exterior del evaporador; el calor adicional que se reúne es el llamado 'recalentamiento'. En el punto 3 este recalentamiento es la diferencia entre la temperatura real de aspiración en este punto y la temperatura de ebullición que corresponde a la presión de aspiración existente. Si la válvula se abre un poco más, el punto de completa evaporación avanzará a lo largo del evaporador hasta el punto 2, entonces el recalentamiento al final del evaporador se ha reducido, debido a la presión de aspiración que subirá como resultado del aumento de superficie del evaporador y de la pérdida de temperatura de aspiración del gas en el punto 3. Al abrir la válvula aún más, la ebullición tiene lugar en el punto 3, quedando entonces reducido el re-

calentamiento a cero; pero en este caso el refrigerante fluye de re torno al compresor lo que naturalmente debe evitarse, aunque por o- tro lado no ha de haber un recalentamiento elevado.

La función de una válvula de expansión termostática es obtener un recalentamiento constante y preajustado al final del evaporador.

Colocación del bulbo.

Se debe sujetar a las mismas condiciones de temperatura exis- tentes en la superficie del evaporador; con el fin de asegurar el - cierre perfecto de la válvula cuando el compresor deje de trabajar, el bulbo debe sujetarse en la línea de aspiración donde la tempera- tura sea la misma que la del evaporador durante el ciclo de parada.

En las instalaciones de Cámaras Frigoríficas el bulbo se debe sujetar a las mismas líneas interiores del espacio refrigerado. Si se trata de instalaciones con evaporadores de aire forzado se procu- ra siempre que el emplazamiento del bulbo quede fuera de las corrien- tes de aire del ventilador.

La sujeción a la tubería de aspiración se realiza por medio de dos abrazaderas, en el punto donde se desea detener el escarchado; deberá quedar al menos un metro de tubería de aspiración en el inte- rior de la Cámara, detrás del bulbo, llamado 'tubo seco'. El bulbo nunca debe colocarse cercano a una pared o próximo a tuberías o par- tes metálicas, ya que las fluctuaciones de temperatura serían retar- dadas; se debe procurar que el tubo capilar nunca tropiece con el - serpentín del evaporador.

Es conveniente montar el bulbo en posición horizontal, como lo indica la figura 12, para conseguir las mejores condiciones de mando para la válvula. No se debe montar encima de un codo o de un tubo curvado, ya que sólo tiene contacto en algunos puntos con la consi- guiente insuficiencia de transmisión térmica, lo que retarda la re- lación de la válvula. (ver fig. 12).

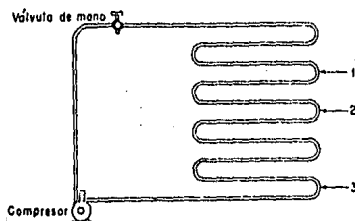


Fig. 11. Recalentamiento de la Válvula de expansión termostática.

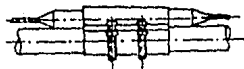


Fig. 12. Bulbo (posición horizontal).

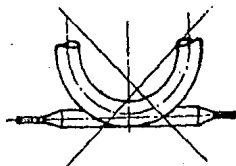


Fig. 13. Colocación defectuosa del bulbo.

IV.D.4.b. Control de Temperatura.

Los controles de temperatura o termostatos se dividen en tres clases que son:

- 1.-Para trabajar en contacto con el evaporador.
- 2.-Para actuar por inmersión en un baño de salmuera o líquido.
- 3.-Para actuar por ambiente de aire en el interior de la Cámara Frigorífica.

En los dos primeros casos el control de la temperatura se debe al contacto directo del bulbo con el evaporador o el baño. En el último caso se requiere instalar el termostato en el lugar donde co

responde la temperatura media de la Cámara, y en los sistemas de aire forzado, dentro de la corriente de aire del evaporador.

IV.D.4.b.1. Termostatos de ambiente.

El más utilizado es el llamado tipo bimetal, formado por una espiral que se dilata y contrae de acuerdo con las variaciones de temperatura, accionando el interruptor acoplado a uno de sus extremos; algunos de estos termostatos van provistos de un termómetro que señala la temperatura alcanzada, como el que se muestra en la figura 14. Estos termostatos tienen un dispositivo manual para ajustar la temperatura a que se desea accionar. Debe tomarse en cuenta que toda esa regulación se efectuará después de varias horas de funcionamiento, a fin de que el interruptor pueda absorber la temperatura de la Cámara. La ruptura brusca del interruptor se obtiene por medio de un imán permanente.

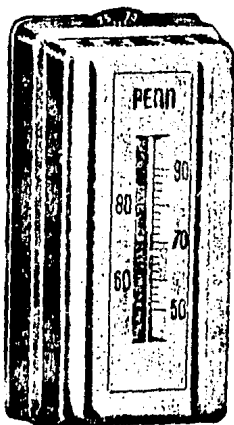


Fig. 14. Termostato de ambiente tipo bimetal.

Otro tipo de termostato de ambiente es el que funciona por la

evaporación del líquido contenido dentro de un fuelle con una cubierta metálica exterior, que se halla en contacto con el aire ambiente dentro de la Cámara (fig. 15). El dispositivo interruptor en estos termostatos puede ser con contactos metálicos o bien a base de basculantes de mercurio; en este último caso se debe tener especial cuidado en instalarlos en posición vertical, para que la acción del basculante de mercurio sea perfecta y no quede afectado el reglaje de la diferencia de temperatura que generalmente se incorpora a este tipo de control.

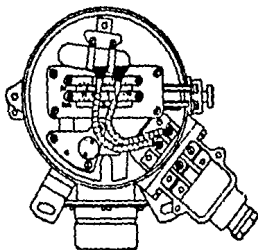


Fig. 15. Termostato de ambiente tipo fuelle con interruptor basculante de mercurio.

Existen también termostatos de ambiente con bulbo, éstos se montan fuera del lugar cuya temperatura ha de controlarse, donde la caja está por lo menos unos 2 a 3°C más alta que el bulbo. El bulbo se fija en la pared de la Cámara por medio de un soporte, procurando que el tubo capilar no pase a través de ningún lugar cuya temperatura sea más baja que la del punto donde se ha fijado el bulbo (ver figura 16).

Una variante del tipo anterior es el termostato de ambiente con bulbo arrollado en espiral (fig. 17), el cual es extraordinariamente sensible. Este termostato debe montarse en la pared de la Cá

para y no debe situarse cerca de las puertas, debido a que actuaría cada vez que se abrieran estas, ni tampoco se expondrá directamente a las corrientes de aire de los ventiladores pues se produciría un rápido enfriamiento del aparato.

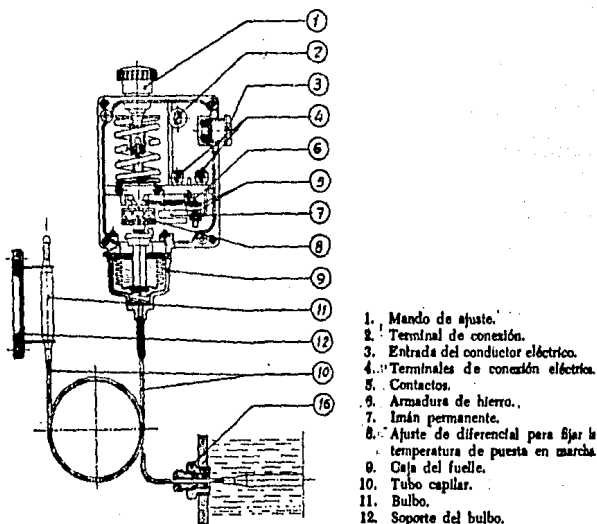


Fig. 16. Termostato de ambiente tipo bulbo.

IV.E. Plano de la Cámara Frigorífica.

En base a los puntos anteriores y a otros establecidos a lo largo de este trabajo se tiene el siguiente plano de la Cámara Frigorífica, que se muestra al final de este capítulo.

IV.F. Aspecto Económico.

Además de las características teóricas anteriormente mencionadas hay otras de orden práctico y económico, que influyen en forma decisiva en la frigoconservación de las diferentes especies hortícolas.

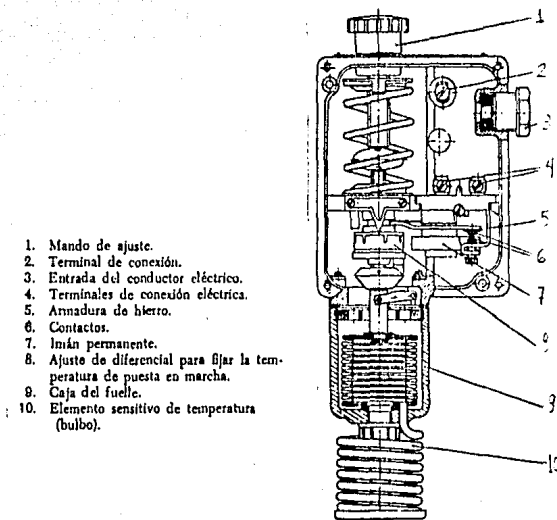


Fig. 17. Termostato de ambiente tipo bulbo arrollado.

colas, o al menos en el volumen en que se realice.

Por lo anterior debe considerarse que muchas especies son voluminosas y por tanto exigen instalaciones muy grandes; a ello se une que los precios unitarios son bajos, por lo que debe estudiarse detenidamente el proyecto.

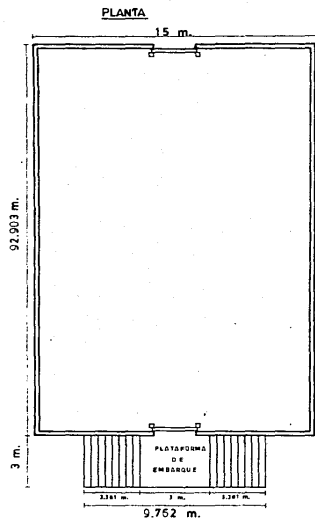
Para poder realizar ese estudio, es necesario analizar los diversos presupuestos que por separado deben entregarse y que deben incluir todos los aspectos que constituyen la Cámara Frigorífica.

Para ejemplificar se ha desarrollado un Presupuesto del Equipo Principal de Refrigeración y con ello se pretende dar una idea general de la forma de presentación de los mencionados presupuestos, se recomienda para este tema la lectura de Gomez².

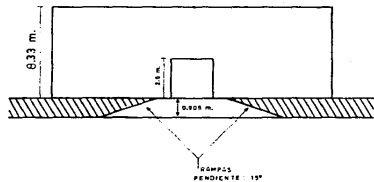
PRESUPUESTO DEL EQUIPO DE REFRIGERACION

CLAVE	C O N C E P T O	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	IMPORTE
	Equipo, Modelo, Marca.		\$	\$
BQR	Equipo de Refrigeración			
01	Compresor 9RS3 - 0760 - TFC Gilvert Copeland	7	1,082,608.60	7,578,260.20
02	Difusor FMB - 1450 Frigotherm McQuay	7	932,692.00	6,528,844.00
03	Condensador 006 Frigotherm McQuay	7	460,460.00	3,223,220.00
04	Trampa Thermax 6 Frigotherm McQuay	7	62,314.00	436,198.00
05	Válvula Termostática de expansión ATX - 45035 - DRG RIMSA	7	20,020.00	140,140.00
06	Válvula Solenoide RMB - 1909 ESR RIMSA	7	74,750.00	523,250.00
07	Termostato ALS - C 1020 RIMSA	7	15,210.00	106,470.00
08	Deshidratador P - 350 - 12 HERMETIC	7	8,764.00	61,348.00
09	Recipiente de Líquido Refrigerante	7	118,825.00	831,775.00
			T O T A L *	17,429,505.20

* Falta agregar el Impuesto al valor agregado (IVA).

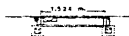


ELEVACION

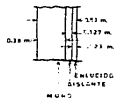


DETALLES

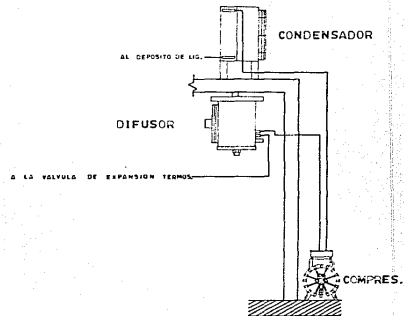
PUERTAS



MUROS



INTERCONEXION DEL EQUIPO DE REFRIGERACION



NOTAS:

- 1.- LAS DIMENSIONES DEL EQUIPO SE ENCUENTRAN EN EL CAPITULO II.
- 2.- PARA CUALQUIER CAPITULO SE PUEDE CONSULTAR ESTE PLANO.

PLANO DE LA CAMARA F.

UNIVERSIDAD LA SALLE

DISEÑO Y TIRAJA: JOSE GERARDO ROSAS M.

SIN EMBLE

REVISO

PL 03

Referencias.

1. Air-Conditioning and Refrigeration Institute., Refrigeración y Aire Acondicionado., Edit. Prentice/Hall Internacional, México 1981.
2. Gomez Paz, José Luis., Tesis: "Proceso Constructivo de Cámaras Frigoríficas con Elementos Prefabricados y Análisis de Costos", Ing. Civil., Universidad La Salle, -- México, 1980.
3. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., ASHRAE GUIDE AND DATA BOOK., U. S. A. 1962.
4. Alarcón Creus, J., Tratado Práctico de Refrigeración Automática., Pub. Marcombo, S.A., México 1984.

CONCLUSIONES.

La planeación, el desarrollo y la finalización de este trabajo me han permitido obtener un amplio panorama del nivel actual que -- existe en nuestro país con relación al tema que desarrollé.

Como consecuencia de la experiencia adquirida, he podido obtener las conclusiones que a continuación expongo:

- En nuestro país el desarrollo de Industrias de Alimentos Congelados se encuentra en un nivel mínimo, debiendo tener un grado medio de evolución en base a las demandas actuales y las perspectivas de crecimiento, tanto de la población como de los mercados internacionales de consumo.
- Como consecuencia del punto anterior, existe una minoría de especialistas en Refrigeración y Congelación, en los departamentos tanto de Investigación y Desarrollo, como en los Técnicos.
- El diseño de Cámaras Frigoríficas del tipo que desarrollé involucra, casi en su totalidad, equipos que se encuentran en el mercado nacional, a excepción de equipos específicos que necesariamente deben ser importados.
- La construcción de las mencionadas Cámaras Frigoríficas representa una inversión redituable, tanto para las Cooperativas de Productores como para la Iniciativa Privada.
La principal desventaja sería un considerable desembolso económico, que tiene en contraposición las siguientes ventajas:

1.-Se puede gozar de los estímulos fiscales y financiamiento que otorga el Gobierno Federal -- dentro de los Programas de Fomento Especifico del Sistema Nacional para el Abasto.

2.-Las actuales acciones de Comercio Internacional adoptadas por el Gobierno Federal permiten tener acceso a un amplio mercado mundial.

- El nivel Tecnológico Industrial que requiere nuestro país debe alcanzarse en primer término en las Industrias Alimentaria y Acerera, en razón de que éstas son las básicas para la evolución, tanto de la población como de las otras Industrias.

- El apoyo que el Gobierno Federal está otorgando a la Producción de Alimentos es uno de los puntos primordiales y necesarios que se necesitan para el desarrollo del país.

- Es urgente establecer departamentos de Investigación y Desarrollo en las diversas Instituciones Educativas, para que logremos la creación de Tecnología propia de forma que el país pueda desarrollarse industrialmente a futuro.

Parámetros	México Extra	México 1	México 2
Tamaño	Los chícharos dentro de esta calidad se podrán clasificar sólo en los tamaños B o C.	Los chícharos dentro de estas calidades podrán ser clasificadas en cualquiera de los tamaños.	
Especificaciones de defectos	Estar prácticamente libres de cualquier defecto dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad.	Puede presentar como máximo un defecto menor y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad.	Puede presentar como máximo un defecto mayor y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad.
Especificaciones de presentación	Los chícharos dentro de esta calidad, siguiendo una rigurosa selección, dejando cada envase perfectamente presentado y su aspecto global uniforme en cuanto a tamaño.	El producto envasado puede presentar variaciones en cuanto a homogeneidad en lo concerniente a tamaño y dentro de las tolerancias establecidas para estas calidades.	
Tolerancias de tamaños	5%	10%	15%
Tipos de defectos*		Tolerancia en	
	Punto de embarque		Punto de arribo
Defectos críticos	4%		5%
mayores	6%		7%
menores	10%		12%
acumulativo	100/o		120/o
putrición	0.5%		1%
Especificaciones sensoriales	Las vainas deben ser frescas, bien desarrolladas, enteras, sanas, limpias y de consistencia firme. De forma, sabor y olor característico, sin humedad exterior anormal, libres de descomposición o putrición. Libres de defectos de origen mecánico, entomológico, meteorológico o genético-fisiológico, el color varía del verde oscuro al verde claro.		

* Tolerancias: para las especificaciones físicas de defectos en los distintos grados de calidad, se permiten éstos como máximo.

Tabla 1. Especificaciones de los diversos grados de calidad para Chícharos. (SECOFI).

APENDICE A

HORTALIZA	EMPAQUE	DIMENSIONES DEL PAQUETE (pulg.)	PESO BRUTO (lb.)	PESO NETO (lb.)	DENSIDAD BRUTA (lb/pie ³)	DENSIDAD NETA (lb/pie ³)
BROCOLI	CARTON 24/10oz	12 1/2 X 11 1/2 X 8 1/2	18 1/2	15	20.16	21.21
CHICHAROS	" 5/5 lb	17 X 11 X 8 1/2	32	30	31.13	28.18
	" 48/12 oz	21 1/2 X 8 1/2 X 12 1/2	38	36	28.74	27.23
ESPINACAS	" 24/14oz	12 1/2 X 11 X 8 1/2	24	21	35.47	31.04
	" 24/12 oz	13 1/2 X 11 1/2 X 8 1/2	21	18	27.74	23.77
ESPARRAGOS	" 16/10 oz	12 1/2 X 11 X 8	25 1/2	22 1/2	40.06	35.34
FRIJOLE						
LECHUGA	FIBRA DE CARTON	20 1/2 X 13 1/2 X 8 1/2	37 1/2	35	-	-
		21 1/2 X 14 1/2 X 8 1/2	40	37 1/2	-	-

Tabla 2. Datos de empaques para almacenamiento de Hortalizas en Bodegas Refrigeradas.

Dimensiones Nominales		Largo		Ancho		Altura	
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
1200 x 800	48 x 32	1200 ⁺²⁰ -0	48 ^{+3/4} -0	800 ⁺¹³ -0	32 ^{+1/2} -0	140 ⁺²	5 19/32
1200 x 1000	48 x 40	1200 ⁺²⁰ -0	48 ^{+3/4} -0	1000 ⁺¹⁶ -0	40 ^{+5/8} -0	140 ⁺²	5 19/32
1200 x 1200	48 x 48	1200 ⁺²⁰ -0	48 ^{+3/4} -0	1200 ⁺²⁰ -0	48 ^{+3/4} -0	140 ⁺²	5 19/32

Tabla 3. Dimensiones y Tolerancias de Tarimas de Apilamiento.

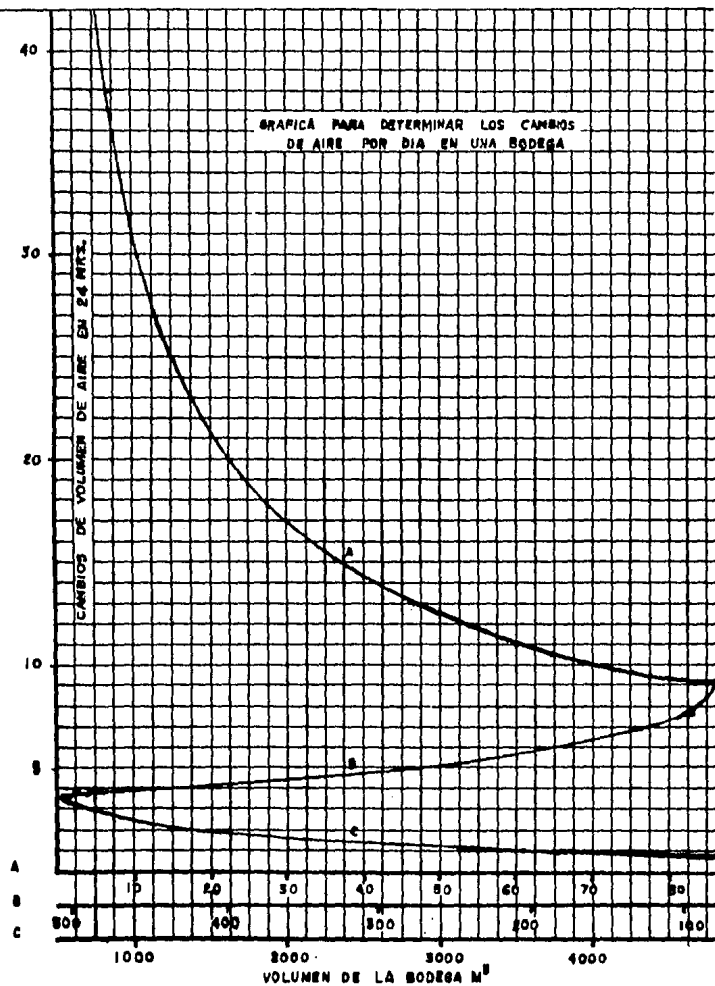


Tabla 4. Cambios de Aire en una Bodega.

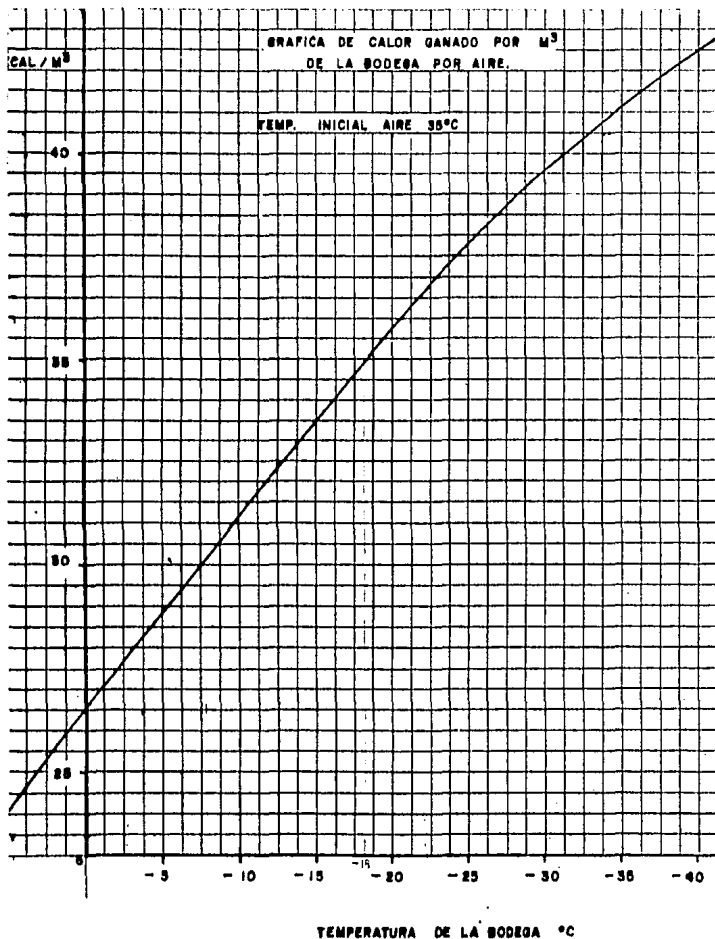


Tabla 5. Ganancia de Calor por Volumen.

CALOR DISIPADO POR MOTORES ELECTRICOS

HP DEL MOTOR	MOTOR Y VENTILADOR DENTRO DEL CUARTO		MOTOR FUERA Y VENTILADOR DENTRO		MOTOR DENTRO Y VENTILADOR FUERA	
	Kcal/Hr HP	BTU/HR HP	KCAL /HR HP	BTU/HR HP	KCAL/HR HP	BTU/HR HP
1/8 a 1/2	1071	4250	641.3	2545	428.4	1700
1/2 a 3	932.4	3700	641.3	2545	289.3	1150
3 a 20	743.4	2950	641.3	2545	100.8	400

CALOR DISIPADO POR PERSONAS DENTRO DEL ESPACIO REFRIGERADO

Temp.de la Cámara	Calor Disipado	Temp.de la Cámara	Calor Disipado
°C	Kcal/HR Pers.	°F	BTU/HR Pers.
10	181.4	50	720
4.4	211.6	40	840
-1.1	239.4	30	950
-6.7	264.6	20	1050
-12.2	302.4	10	1200
-17.8	327.6	0	1300
-23.3	352.8	-10	1400

CALOR DISIPADO POR ILUMINACION

Watts de Iluminación X 0.86	Kcal	= Kcal/Hr.
	Watt/hr	
Watts de Iluminación X 3.41	BTU	= BTU/Hr.
	Watt/hr	

Tabla 7. Cargas suplementarias de Calor.

Temp. a convertir	Refrigerantes "Freon"								TEMP F	Refrigerantes "Freon"							
	11	12	13	22	113	114	500	502		11	12	13	22	113	114	500	502
-50	28.9	15.4	57.0	6.2	—	27.1	13.1	0.0	40	15.6	37.0	304.9	68.5	24.5	0.4	46.2	80.5
-48	28.8	14.6	60.0	4.8	—	26.9	12.1	0.7	42	15.0	38.8	313.9	71.5	24.2	1.0	46.4	83.8
-46	28.7	13.8	63.1	3.4	—	26.7	11.1	1.5	44	14.3	40.7	322.9	74.5	23.9	1.7	50.7	87.0
-44	28.6	12.9	66.2	2.0	—	26.5	10.1	2.3	46	13.6	42.7	332.2	77.6	23.6	2.4	53.0	90.4
-42	28.5	11.9	69.4	0.5	—	26.3	9.0	3.2	48	12.8	44.7	341.5	80.8	23.3	3.1	55.4	93.9
-40	28.4	11.0	72.7	0.5	—	26.0	7.9	4.1	50	12.0	46.7	351.2	84.0	22.9	3.8	57.8	97.4
-38	28.3	10.0	76.1	1.3	—	25.8	6.7	5.1	52	11.2	48.8	360.9	87.4	22.6	4.6	60.3	101.1
-36	28.2	8.9	79.7	2.2	—	25.5	5.4	6.0	54	10.4	51.0	371.0	90.8	22.2	5.4	62.9	104.8
-34	28.1	7.8	83.3	3.0	—	25.2	4.2	7.0	56	9.6	53.2	381.2	94.3	21.8	6.2	65.5	108.6
-32	27.9	6.7	87.0	3.9	—	25.0	2.8	8.1	58	8.7	55.4	391.6	97.9	21.4	7.0	68.2	112.4
-30	27.8	5.5	90.9	4.9	29.3	24.6	1.4	9.2	60	7.8	57.7	402.3	101.6	21.0	7.9	71.0	116.4
-28	27.7	4.3	94.9	5.9	29.3	24.3	0.0	10.3	62	6.8	60.1	413.3	105.4	20.6	8.8	73.8	120.5
-26	27.5	3.0	98.9	6.9	29.2	24.0	0.8	11.5	64	5.9	62.5	424.3	109.3	20.1	9.7	76.7	124.6
-24	27.4	1.6	103.0	7.9	29.2	23.6	1.5	12.7	66	4.9	65.0	435.4	113.2	19.7	10.6	79.2	128.9
-22	27.2	0.3	107.3	9.0	29.1	23.2	2.3	14.0	68	3.8	67.6	446.9	117.3	19.2	11.6	82.7	133.2
-20	27.0	0.6	111.7	10.1	29.1	22.9	3.1	15.3	70	2.8	70.2	458.7	121.4	18.7	12.6	85.8	137.6
-18	26.8	1.3	116.2	11.3	29.0	22.4	4.0	16.7	72	1.6	72.9	470.6	125.7	18.2	13.6	89.0	142.2
-16	26.6	2.1	120.8	12.5	28.9	22.0	4.9	18.1	74	0.5	75.6	482.9	130.0	17.6	14.6	92.3	146.8
-14	26.4	2.8	125.5	13.8	28.9	21.6	5.8	19.5	76	0.3	78.4	495.3	134.5	17.1	15.7	95.6	151.5
-12	26.2	3.7	130.4	15.1	28.8	21.1	6.8	21.0	78	0.9	81.3	508.0	139.0	16.5	16.8	99.0	156.3
-10	26.0	4.5	135.4	16.5	28.7	20.6	7.8	22.6	80	1.5	84.2	520.8	143.6	15.9	18.0	102.5	161.2
-8	25.8	5.4	140.5	17.9	28.6	20.1	8.8	24.2	82	2.2	87.2	534.0	148.4	15.3	19.1	106.1	166.2
-6	25.5	6.3	145.8	19.3	28.5	19.6	9.9	25.8	84	2.8	90.2	—	153.2	14.6	20.3	109.7	171.4
-4	25.3	7.2	151.1	20.8	28.4	19.0	11.0	27.5	86	3.5	93.3	—	158.2	13.9	21.6	113.4	176.6
-2	25.0	8.2	156.5	22.4	28.3	18.4	12.1	29.3	88	4.2	96.5	—	163.2	13.2	22.8	117.3	181.9
0	24.7	9.2	162.1	24.0	28.2	17.8	13.3	31.1	90	4.9	99.8	—	168.4	12.5	24.1	121.2	187.4
2	24.4	10.2	167.8	25.6	28.1	17.2	14.5	32.9	92	5.6	103.1	—	173.7	11.8	25.5	125.1	192.9
4	24.1	11.2	173.7	27.3	28.0	16.5	15.7	34.8	94	6.4	106.5	—	179.1	11.0	26.8	129.2	198.6
6	23.8	12.3	179.7	29.1	27.9	15.8	17.0	36.9	96	7.1	110.0	—	184.6	10.2	28.2	133.3	204.3
8	23.4	13.5	185.8	30.9	27.7	15.1	18.4	38.9	98	7.9	113.5	—	190.2	9.4	29.7	137.6	210.2
10	23.1	14.6	192.1	32.8	27.6	14.4	19.8	41.0	100	8.8	117.2	—	195.9	8.6	31.2	141.9	216.2
12	22.7	15.8	198.5	34.7	27.5	13.6	21.2	43.2	102	9.6	120.9	—	201.8	7.7	32.7	146.3	222.3
14	22.3	17.1	205.7	36.7	27.3	12.8	22.7	45.4	104	10.5	124.6	—	207.7	6.8	34.2	150.9	228.5
16	21.9	18.4	211.9	38.7	27.1	12.0	24.2	47.7	106	11.3	128.5	—	213.8	5.9	35.8	155.4	234.9
18	21.5	19.7	218.7	40.9	27.0	11.1	25.7	50.0	108	12.3	132.4	—	220.0	4.9	37.4	160.1	241.3
20	21.1	21.0	225.7	43.0	26.8	10.2	27.3	52.5	110	13.1	136.4	—	226.4	4.0	39.1	164.9	247.9
22	20.6	22.4	232.9	45.3	26.6	9.3	29.0	54.9	112	14.2	140.5	—	232.8	3.0	40.8	169.8	254.6
24	20.1	23.9	240.2	47.6	26.4	8.3	30.7	57.5	114	15.1	144.7	—	239.4	1.9	42.5	174.8	261.5
26	19.7	25.4	247.7	49.9	26.2	7.3	32.5	60.1	116	16.1	148.9	—	246.1	0.8	44.3	179.9	268.4
28	19.1	26.9	255.4	52.4	26.0	6.3	34.3	62.8	118	17.2	153.2	—	252.9	0.1	46.1	185.0	275.5
30	18.6	28.5	263.2	54.9	25.8	5.2	36.1	65.6	120	18.2	157.7	—	259.9	0.7	48.0	190.3	282.7
32	18.1	30.1	271.2	57.5	25.6	4.1	38.0	68.4	122	19.3	162.2	—	267.0	1.3	49.9	195.7	290.1
34	17.5	31.7	279.4	60.1	25.3	2.9	40.0	71.3	124	20.5	166.7	—	274.3	1.9	51.9	201.2	297.6
36	16.9	33.4	287.7	62.8	25.1	1.7	42.0	74.3	126	21.6	171.4	—	281.6	2.5	53.8	206.7	305.2
38	16.3	35.2	296.2	65.6	24.8	0.6	44.1	77.4	128	22.8	176.2	—	289.1	3.1	55.9	212.4	312.9
									130	24.0	181.0	—	296.8	3.7	58.0	218.2	320.8
									132	25.2	185.9	—	304.6	4.4	60.1	224.1	328.9
									134	26.5	191.0	—	312.5	5.1	62.3	230.1	337.1
									136	27.8	196.1	—	320.6	5.8	64.5	236.3	345.4
									138	29.1	201.3	—	328.9	6.5	66.7	242.5	353.9

Tabla 8. Relación Presión-Temperatura de los Refrigerantes.

APENDICE A

TEMP t	PRESION P en psig		VOLUMEN V en gal		DENSIDAD D en g/cm ³		ENTALPIA** H en kcal/kg		ENTROPIA** S en cal/kg°C		TEMP T en °C		PRESION P en psig		VOLUMEN V en gal		DENSIDAD D en g/cm ³		ENTALPIA** H en kcal/kg		ENTROPIA** S en cal/kg°C		TEMP t	
	Absoluta P _A	Manométrica P _M	Líquido V _L	Vapor V _V	Líquido D _L	Vapor D _V	Líquido H _L	Vapor H _V	Líquido S _L	Vapor S _V	t	t	Absoluta P _A	Manométrica P _M	Líquido V _L	Vapor V _V	Líquido D _L	Vapor D _V	Líquido H _L	Vapor H _V	Líquido S _L	Vapor S _V		
-50	11 674	6 134*	0.01225	0.2226	89.006	0.26683	- 3 311	101.036	99.161	0.29790	20	15	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-45	10 766	5 226*	0.01242	0.2226	88.328	0.26712	- 2 267	101.119	98.547	0.29747	15	10	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-40	10 060	4 544*	0.01273	0.2218	88.507	0.26748	- 1 742	101.245	98.007	0.29715	10	5	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-35	9 504	4 000*	0.01316	0.2211	88.687	0.26784	- 1 217	101.371	97.467	0.29683	5	0	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-30	9 048	3 556*	0.01369	0.2204	88.867	0.26820	- 792	101.497	96.927	0.29651	0	-5	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-25	8 692	3 112*	0.01432	0.2197	89.047	0.26856	- 367	101.623	96.387	0.29619	-5	-10	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-20	8 436	2 668*	0.01505	0.2190	89.227	0.26892	68	101.749	95.847	0.29587	-10	-15	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-15	8 280	2 224*	0.01588	0.2183	89.407	0.26928	488	101.875	95.307	0.29555	-15	-20	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-10	8 224	1 780*	0.01681	0.2176	89.587	0.26964	913	101.999	94.767	0.29523	-20	-25	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
-5	8 268	1 336*	0.01784	0.2169	89.767	0.27000	1 338	102.123	94.227	0.29491	-25	-30	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
0	8 412	936*	0.01907	0.2162	89.947	0.27036	2 313	102.247	93.687	0.29459	-30	-35	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
5	8 656	592*	0.02050	0.2155	90.127	0.27072	3 288	102.371	93.147	0.29427	-35	-40	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
10	9 000	248*	0.02223	0.2148	90.307	0.27108	4 263	102.495	92.607	0.29395	-40	-45	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
15	9 444	0*	0.02426	0.2141	90.487	0.27144	5 238	102.619	92.067	0.29363	-45	-50	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
20	10 088	0*	0.02669	0.2134	90.667	0.27180	6 213	102.743	91.527	0.29331	-50	-55	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
25	10 932	0*	0.02952	0.2127	90.847	0.27216	7 188	102.867	90.987	0.29300	-55	-60	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
30	12 076	0*	0.03295	0.2120	91.027	0.27252	8 163	102.991	90.447	0.29268	-60	-65	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
35	13 520	0*	0.03718	0.2113	91.207	0.27288	9 138	103.115	89.907	0.29237	-65	-70	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
40	15 364	0*	0.04241	0.2106	91.387	0.27324	10 113	103.239	89.367	0.29205	-70	-75	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
45	17 608	0*	0.04864	0.2099	91.567	0.27360	11 088	103.363	88.827	0.29174	-75	-80	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
50	20 252	0*	0.05607	0.2092	91.747	0.27396	12 063	103.487	88.287	0.29142	-80	-85	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
55	23 396	0*	0.06490	0.2085	91.927	0.27432	13 038	103.611	87.747	0.29111	-85	-90	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
60	27 040	0*	0.07533	0.2078	92.107	0.27468	14 013	103.735	87.207	0.29079	-90	-95	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
65	31 184	0*	0.08776	0.2071	92.287	0.27504	15 088	103.859	86.667	0.29048	-95	-100	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
70	35 828	0*	0.10259	0.2064	92.467	0.27540	16 163	103.983	86.127	0.29016	-100	-105	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
75	41 072	0*	0.11942	0.2057	92.647	0.27576	17 238	104.107	85.587	0.28985	-105	-110	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
80	47 016	0*	0.13885	0.2050	92.827	0.27612	18 313	104.231	85.047	0.28953	-110	-115	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
85	53 760	0*	0.16148	0.2043	93.007	0.27648	19 388	104.355	84.507	0.28922	-115	-120	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
90	61 404	0*	0.18781	0.2036	93.187	0.27684	20 463	104.479	83.967	0.28890	-120	-125	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
95	70 048	0*	0.21864	0.2029	93.367	0.27720	21 538	104.603	83.427	0.28859	-125	-130	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
100	80 692	0*	0.25447	0.2022	93.547	0.27756	22 613	104.727	82.887	0.28827	-130	-135	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
105	93 336	0*	0.29670	0.2015	93.727	0.27792	23 688	104.851	82.347	0.28796	-135	-140	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
110	108 180	0*	0.34713	0.2008	93.907	0.27828	24 763	104.975	81.807	0.28764	-140	-145	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
115	125 424	0*	0.40756	0.2001	94.087	0.27864	25 838	105.100	81.267	0.28733	-145	-150	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
120	145 168	0*	0.47999	0.1994	94.267	0.27900	26 913	105.224	80.727	0.28701	-150	-155	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
125	168 412	0*	0.56542	0.1987	94.447	0.27936	28 088	105.348	80.187	0.28670	-155	-160	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
130	195 156	0*	0.66685	0.1980	94.627	0.27972	29 263	105.472	79.647	0.28638	-160	-165	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
135	225 400	0*	0.78828	0.1973	94.807	0.28008	30 438	105.596	79.107	0.28607	-165	-170	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
140	260 144	0*	0.93471	0.1966	94.987	0.28044	31 613	105.720	78.567	0.28575	-170	-175	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
145	300 388	0*	1.10314	0.1959	95.167	0.28080	32 788	105.844	78.027	0.28544	-175	-180	30 426	37 759	0.01211	0.2227	89.125	0.26722	- 3 265	101.036	99.161	0.29790	20	15
150																								

Room Length Room Width	Caisunas Ratio
1.0	1.0
1.25	9/10
1.5	5/6
2.0	3/4
2.5	7/10
3.0	2/3
4	5/8
5	6/10
Infinity	1/2







Tabla 10. Relación de Caisunas.

CAVITY RATIO	Wall Refl. %	90					80					70					60					50													
		90	80	70	50	10	90	80	70	50	10	90	80	70	50	10	90	80	70	50	10	90	80	70	50	10									
		Base Refl. %	90	80	70	50	10	90	80	70	50	10	90	80	70	50	10	90	80	70	50	10	90	80	70	50	10								
0.2	89	88	86	85	84	82	79	78	76	77	76	74	72	70	69	68	67	66	65	64	60	59	59	58	56	55	53	50	50	49	48	47	46	44	
0.4	84	87	86	84	81	79	76	79	77	76	74	72	70	68	69	68	67	65	63	61	58	60	59	59	57	54	52	50	50	49	48	47	45	44	42
0.6	87	86	84	80	77	74	73	78	76	75	71	68	65	63	69	67	65	63	59	57	54	60	58	57	55	51	50	46	50	48	47	45	43	41	38
0.8	87	85	82	77	73	69	67	78	75	73	69	65	61	57	68	65	64	60	56	53	50	59	57	56	54	48	46	43	50	48	47	44	40	38	36
1.0	86	83	80	75	69	64	62	77	74	72	67	62	57	55	68	65	62	58	53	50	47	59	57	55	51	43	43	41	50	48	46	43	38	36	34
1.5	85	80	76	68	61	55	51	75	72	68	61	54	49	46	67	63	59	54	46	42	40	59	55	53	46	40	37	34	50	47	45	40	34	31	26
2.0	83	77	72	62	53	47	43	74	69	64	56	48	41	36	66	60	56	49	40	36	33	58	54	50	43	35	31	29	50	46	43	37	30	26	24
2.5	82	75	68	57	47	40	36	73	67	61	51	42	35	32	65	60	54	43	36	31	29	58	53	47	39	30	25	23	50	46	41	35	27	22	21
3.0	80	72	64	52	42	34	30	72	65	58	47	37	30	27	64	58	52	42	32	27	24	57	52	46	37	28	23	20	50	45	40	32	24	19	17
3.5	79	70	61	48	37	31	26	71	63	55	43	33	26	24	63	57	50	38	29	23	21	57	50	44	35	25	20	17	50	44	39	30	22	17	15
4.0	77	69	58	44	33	25	22	70	61	53	40	30	22	20	63	55	48	36	26	20	17	57	49	42	32	23	18	14	50	44	38	28	20	15	12
5.0	75	59	43	38	28	20	16	68	58	48	35	25	18	14	61	52	44	31	22	16	12	56	48	40	28	20	14	11	50	42	35	25	17	12	09
6.0	73	41	49	34	24	16	11	66	55	44	31	22	15	10	60	51	41	28	19	13	09	55	43	37	25	17	11	07	50	42	34	23	15	10	06
8.0	68	55	42	27	18	12	06	62	50	38	25	17	11	05	57	46	35	23	15	10	05	53	42	33	22	14	08	04	49	40	30	19	12	07	03
10.0	65	51	36	23	15	09	04	59	46	33	21	14	08	03	55	43	31	19	12	08	03	53	39	29	18	11	07	02	50	47	37	27	17	10	06

EFFECTIVE CAVITY REFLECTANCES

Tabla 11. Reflectancias Efectivas de Cavidad.

COEFFICIENTS OF UTILIZATION

LUMINAIRE	DISTRIBUTION	Spacing Not to Exceed	Reflectances											
			Ceiling Cavity	80%			50%			10%			0%	
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%	
			Walls	Coefficients of Utilization										
RCH														
 Category III 24° Ventilated Alum. High Bay Spread Dist. 1000-W Phos. Crd. Vapor Lamp		1.0 s Mounting Height	1	.91	.88	.86	.84	.83	.80	.75	.74	.73	.71	
			2	.83	.78	.75	.77	.73	.71	.70	.67	.66	.64	.64
			3	.75	.69	.65	.70	.65	.63	.64	.61	.61	.58	.56
			4	.68	.62	.57	.63	.58	.55	.58	.55	.53	.50	.50
			5	.61	.55	.50	.57	.52	.48	.53	.49	.46	.44	.44
			6	.55	.49	.44	.52	.47	.43	.48	.44	.41	.39	.39
			7	.50	.43	.38	.47	.41	.37	.43	.39	.36	.34	.34
			8	.45	.39	.34	.43	.37	.33	.39	.35	.32	.30	.30
			9	.41	.34	.30	.39	.33	.29	.36	.32	.28	.27	.27
			10	.37	.31	.27	.35	.30	.26	.33	.28	.25	.24	.24
 Category III 36° Ventilated Alum. High Bay 1000-W Phos. Coated Vapor Lamp		1.3 s Mounting Height	1	.90	.88	.86	.81	.80	.78	.71	.70	.70	.67	
			2	.83	.79	.76	.76	.73	.71	.67	.66	.64	.62	.62
			3	.77	.72	.68	.70	.67	.64	.63	.61	.59	.57	.57
			4	.71	.66	.62	.66	.62	.59	.59	.57	.55	.53	.53
			5	.65	.60	.56	.61	.57	.53	.55	.52	.50	.48	.48
			6	.60	.55	.50	.56	.52	.48	.52	.48	.46	.44	.44
			7	.55	.50	.46	.52	.47	.44	.48	.44	.42	.40	.40
			8	.51	.45	.41	.48	.43	.40	.44	.41	.38	.37	.37
			9	.47	.41	.38	.44	.40	.37	.41	.38	.35	.34	.34
			10	.44	.38	.34	.41	.37	.33	.38	.35	.32	.31	.31
 Category III T-12 Lamp—Any Loading For T-16 Lamp—C.U. s 1.02		1.3 s Mounting Height	1	.88	.84	.81	.79	.77	.74	.69	.68	.66	.64	
			2	.77	.71	.66	.70	.65	.62	.61	.59	.56	.54	.54
			3	.68	.61	.56	.61	.56	.52	.54	.51	.48	.46	.46
			4	.60	.52	.47	.54	.49	.44	.48	.44	.41	.39	.39
			5	.53	.45	.39	.48	.43	.37	.43	.38	.35	.33	.33
			6	.47	.39	.34	.43	.37	.32	.39	.34	.30	.28	.28
			7	.42	.34	.29	.38	.32	.28	.34	.30	.26	.24	.24
			8	.37	.30	.25	.34	.28	.24	.31	.26	.23	.21	.21
			9	.33	.26	.21	.31	.25	.21	.28	.23	.19	.18	.18
			10	.30	.23	.19	.28	.22	.18	.25	.20	.17	.15	.15

COEFFICIENTS OF UTILIZATION

Tabla 12. Tipos de Luminarias.

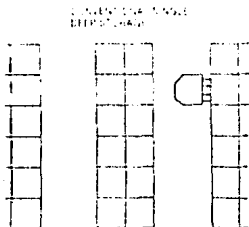
CAPACIDAD H.P.	CAPACIDAD Monof. Kwatts.	CAPACIDAD Trif. Kwatts.	KW/HP
1/20 = 0.0500	0.060		1.200
1/16 = 0.0625	0.080		1.280
1/8 = 0.1250	0.150		1.200
1/6 = 0.1666	0.202		1.212
1/5 = 0.20000	0.233		1.165
0.25	0.293	0.264	1.172 - 1.056
0.33	0.395	0.355	1.197 - 1.075
0.50	0.527	0.507	1.054 - 1.014
0.67	0.700	0.668	1.044 - 0.997
0.75	0.780	0.740	1.040 - 0.986
1.00	0.993	0.953	0.993 - 0.953
1.25	1.236	1.190	0.988 - 0.952
1.50	1.480	1.418	0.986 - 0.945
1.75	1.620	1.622	0.925 - 0.926
2.00	1.935	1.844	0.967 - 0.922
2.25	2.168	2.067	0.963 - 0.918
2.50	2.390	2.290	0.956 - 0.916
2.75	2.574	2.503	9.936 - 0.910
3.00	2.766	2.726	0.922 - 0.908
3.25		2.959	0.910
3.50		3.182	0.909
3.75		3.415	0.910
4.00		3.618	0.904
4.25		3.840	0.903
4.50		4.074	0.905
4.75		4.266	0.898
5.00		4.490	0.898
5.50		4.945	0.899
6.00		5.390	0.898
6.50		5.836	0.897
7.00		6.293	0.899
7.50		6.577	0.877
8.00		7.022	0.877
8.50		7.458	0.877
9.00		7.894	0.877
9.50		8.340	0.877
10.00		8.674	0.867
11.00		9.535	0.867
12.00		10.407	0.867
13.00		11.278	0.857
14.00		12.140	0.857
15.00		12.860	0.857

Tabla 13. Factores de conversión de potencia eléctrica.

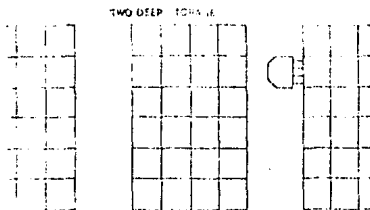
Sección 1.

Sistemas de Almacenamiento.

Existen varios sistemas de almacenamiento de mercancía, de ellos el más común es el convencional o simple, que se muestra a continuación:



Otro sistema que tiene una gran densidad de almacenamiento es el llamado 'Almacenamiento de Doble Profundidad', que se muestra a continuación:



Este último sistema permite la eliminación de áreas inutilizadas y un mejor aprovechamiento del área total de Refrigeración, teniendo como principal desventaja que la tarima frontal debe ser movida para poder manejar la tarima trasera.

Por las características anteriores se ha seleccionado este sistema de almacenamiento para el caso de análisis práctico.

Dimensiones del Almacenamiento.

Los estándares prácticos indican lo siguientes:

- 1.-El espaciamiento longitudinal entre las cargas es normalmente 3 pulgadas como se muestra en la fig. 1.
- 2.-Un mínimo de 6 pulgadas es recomendado como espaciamiento vertical entre la parte superior de la carga y las bases de los estantes (ver fig. 1). Estas 6 pulgadas proporcionan el espacio suficiente para alzar la carga y moverla del estante.
- 3.-Las tarimas de piso deben tener un espaciamiento de 11 a 12 pulgadas con la base del primer estante, eg to se debe a que la carga debe manejarse en un nivel superior al de las llantas de carga (5 pulgadas en promedio), ver fig. 1.

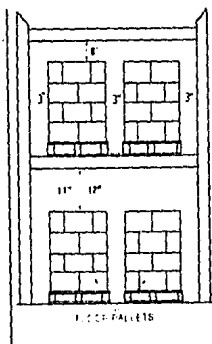


Fig. 1. Almacenamiento de Doble Profundidad.

Para el caso de análisis se han determinado las siguientes Unidades de Apilamiento.

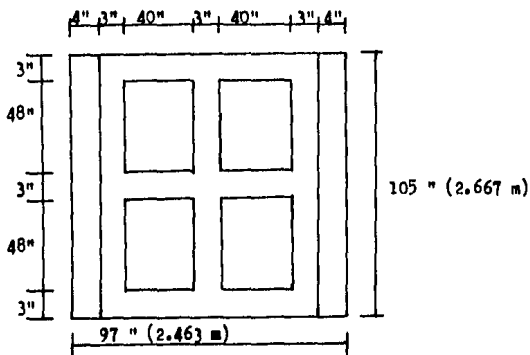


Fig. 2. Unidades de Apilamiento.
Y la altura total de apilamiento con estantes es la siguiente:

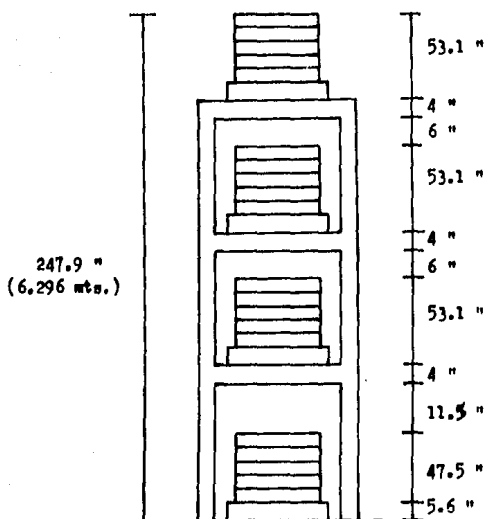


Fig. 3. Altura total de Apilamiento.

Sección 2. Manejo de Mercancía.

Consideraciones.

Es muy importante una selección apropiada del equipo de manejo de la mercancía debido a que una inadecuada selección representa una disminución considerable en el área de utilización de la Cámara.

Para explicar lo anterior se tiene el siguiente ejemplo:

En la figura A se representa un pasillo de almacenamiento de 100 pies de largo, con filas laterales de tarimas; un montacargas convencional requiere de un pasillo de 12 pies de ancho, resultando el área de almacenamiento un 40% del área total.

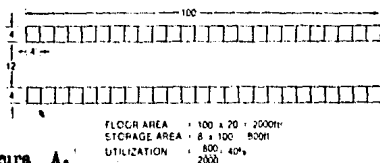


Figura A.

En la figura B se representa el mismo pasillo con las mismas filas laterales, con la utilización de un montacargas de pasillo an- gusto con extensión (pantógrafo), se requiere un pasillo de 8 pies y se obtiene un área de almacenamiento equivalente al 50% del área total.

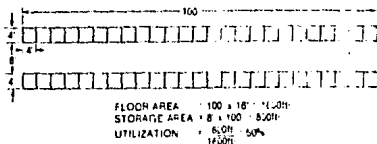


Figura B.

El anterior razonamiento y la selección del tipo de almacenamiento (secc. 1 de este apéndice), determinan para el caso que se analiza la utilización de un montacargas del tipo 'pasillo angosto' con doble extensión, modelo ACNR 25 DL* con la siguiente potencia:

Motor de Tracción 10.25 H.P. (ciclo de 1 hr.)

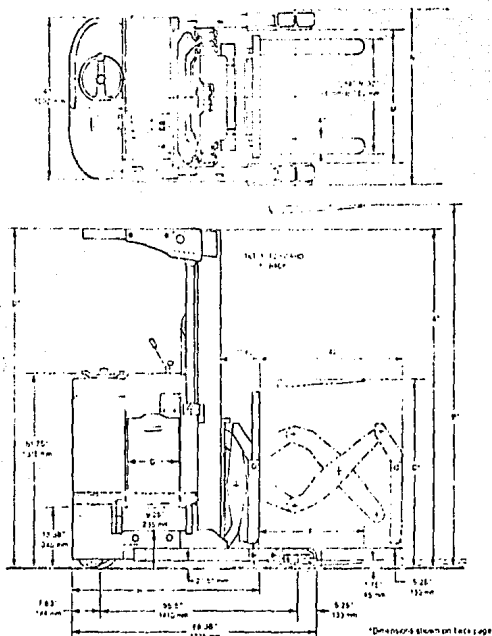
Motor de Bomba 12.2 H.P. (ciclo de 5 min.)

La selección de mástiles se realiza de acuerdo a la altura de almacenamiento, y se indican en las características del equipo (figuras C y D).

STANDARD MAST DIMENSIONS							
Model ACNR25DS/DL							
Bi-View (BV)							
Overall Lowered Height (A)		Lift Height (B)		Free Lift (C)		Overall Guard Height (D)	
in	mm	in	mm	in	mm	in	mm
91	2311	134	3404	12 3/8	315	91.5	2324
97	2464	145	3685	12 3/8	315	90.5	2299
Tri-View (TV)							
91	2311	199	5056	54	1372	91.5	2324
* 95	2413	211	5359	58	1473	95.5	2426
110	2794	243	6172	73	1854	90.5	2299
114	2896	256	6502	77	1956	90.5	2299
120	3048	265	6731	83	2108	90.5	2299
RIGHT ANGLE STACKING AISLES							
LOAD SIZE				ACNR25DS/DL			
40 x 40				88			
42 x 40				91			
48 x 40				99			
48 x 48				99			

Fig. C. Características del Equipo de Manejo de Mercancía.

* Marca Allis-Chalmers de importación.



*Dimensions shown on left page

UNIT DIMENSIONS

Model	ACMR25DS 24 Volt		ACMR25DL 36 Volt	
Capacity @ 24" L.C. lbs./kg	2500	1134	2500	1134
(H) Mastroom in./mm	53	1346	54.63	1386
(M) Mastroom Clearance in./mm	42 & 50	1067 & 1270	42 & 50	1067 & 1270
(N) Base Width in./mm	57 & 60	1321 & 1524	57 & 60	1321 & 1524
(F) Fork Length in./mm	36.42 & 48	914, 1067 & 1219	36.42 & 48	914, 1067 & 1219
(S) Fork Section in./mm	4 x 1.75	162 x 45	4 x 1.75	102 x 45
(G) Battery Compartment	38.5 x 15.06 x 32.25	978 x 383 x 819	38.5 x 16.63 x 32.25	978 x 422 x 819
Battery Weight				
Minimum lbs./kg	1400	635	1800	817
Maximum lbs./kg	2800	907	2330	1057
**Approx. Truck Weight Less Battery lbs./kg	5350	2699	6000	2722
**Approx. weight of truck less battery equipped with 91" TV mast				

TIRES

Model	ACMR25DS/DL
Drive (Rubber)	12.38 x 6
Stabilizing Caster (Rubber)	7 x 3 Dual
Lead Wheels (Poly)	5 x 3 Tergum

FIGURA D. Características del Equipo de Manejo de Mercancia.

MODELO	9RN1-0500-TFC				9RN1-0500-TFC				9RN1-0760-TFC				9RS3-0760-TFC				9RS3-0760-TFC				9RS1-1500-THC 9RS1-1500-THD				9RC1-1010-THC 9RC1-1010-THD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Refrigerante	R12								R602								R22								R12								R602								R22								R22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
CAPACIDAD (Kcal/hr)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Temp. de cond. °C	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Temperatura de evaporación °C	<table border="1"> <tr> <td>7</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-4</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-7</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-9</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-12</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-15</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-18</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-20</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-23</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-25</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-29</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-32</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-34</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-37</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-40</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> </table>																												7																																																	2																																																									-4																																																																	-7																																																																	-9																																																																									-12																																																																									-15																																																																									-18																																																																																	-20																																																																																	-23																																																																																	-25																																																																																	-29																																																																																	-32																																																																																	-34																																																																																	-37																																																																																	-40																																																																																																																																
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
CONSUMO (Watts)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Temp. de cond. °C	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32	54	49	43	38	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Temperatura de evaporación °C	<table border="1"> <tr> <td>7</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-4</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-7</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-9</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-12</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-15</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-18</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-20</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-23</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-25</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-29</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-32</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-34</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-37</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> <tr> <td>-40</td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> <td colspan="8"></td> </tr> </table>																												7																																																	2																																																																	-4																																																																									-7																																																																									-9																																																																																	-12																																																																																	-15																																																																																	-18																																																																																	-20																																																																																	-23																																																																																	-25																																																																																	-29																																																																																	-32																																																																																	-34																																																																																	-37																																																																																	-40																																																																																
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
-40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Tabla 1. Para selección de Compresores.

MODELO	9RN1 0600-TFC	9RN1 0760-TFC	9RS3 0780-TFC	9RS1 1600 THC/THD	9RC1 1010 THC/THD
ESPECIFICACIONES					
Potencia nominal Hp	5	7.5	7.5	15	10
Peso	1750	1750	1750	1750	1750
Volumen	32.42	32.42	60.03	60.03	45.87
Nº de cilindros	3	3	3	3	3
Peso (Kg)	148	160	151.99	166	157
Voltaje	220	220	220	220/440	220/440
Altura de eje	34.9	34.9	34.9	41.3	34.9
Diámetro de eje	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 5/8	1 3/8
Altura de eje	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6
Diámetro de eje	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8
Altura de eje (1)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Altura de eje (2)	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8

Tabla 2. Especificaciones de Compresores.

TABLAS 1 Y.2
FACTORES PARA CORREGIR LA CAPACIDAD DE CALOR TOTAL RECHAZADO.
CAPACIDAD DEL CONDENSADOR=CAPACIDAD DEL COMPRESOR X FACTOR.

TABLA 1 COMPRESOR ABIERTO

TEMP. DE EVAPORACION		TEMPERATURA DE CONDENSACION						
		32.2°C	37.8°C	43.3°C	48.9°C	54.4°C	60°C	
°C	°F	90°F	100°F	110°F	120°F	130°F	140°F	
-34.5	-30	1.37	1.42	1.47	*	*	*	
-29	-20	1.33	1.37	1.42	1.47	*	*	
-23	-10	1.28	1.32	1.37	1.42	1.47	*	
-17.7	0	1.24	1.28	1.32	1.37	1.41	1.47	
-12.2	10	1.21	1.24	1.28	1.32	1.36	1.42	
-6.7	20	1.17	1.20	1.24	1.28	1.32	1.37	
-1.1	30	1.14	1.17	1.20	1.24	1.27	1.32	
4.4	40	1.12	1.15	1.17	1.20	1.23	1.28	
10	50	1.09	1.12	1.14	1.17	1.20	1.24	

* Fuera de los límites de una etapa de compresión.

TABLA 3
FACTOR DE CORRECCION POR ELEVACION

MODELO CRA	ELEVACION (m)			
	305	915	1525	2135
004 a 009	.982	.945	.909	.873
012 y 023	.979	.936	.894	.852
014 y 028	.982	.945	.909	.873
016 y 031	.982	.945	.909	.873

TABLA 2 COMPRESOR SEMIHERMETICO

TEMP. DE EVAPORACION		TEMPERATURA DE CONDENSACION						
		32.2°C	37.8°C	43.3°C	48.9°C	54.4°C	60°C	
°C	°F	90°F	100°F	110°F	120°F	130°F	140°F	
-40	-40	1.66	1.73	1.80	2.0	*	*	
-34.5	-30	1.57	1.62	1.68	1.80	*	*	
-29	-20	1.49	1.53	1.58	1.65	*	*	
-23	-10	1.42	1.46	1.50	1.57	1.64	*	
-17.7	0	1.36	1.40	1.44	1.50	1.56	1.62	
-15	5	1.33	1.37	1.41	1.46	1.52	1.59	
-12.2	10	1.31	1.34	1.38	1.43	1.49	1.55	
-9.4	15	1.28	1.32	1.35	1.40	1.46	1.52	
-6.7	20	1.26	1.29	1.33	1.37	1.43	1.49	
-3.9	25	1.24	1.27	1.31	1.35	1.40	1.45	
-1.1	30	1.22	1.25	1.28	1.32	1.37	1.42	
4.4	40	1.18	1.21	1.24	1.27	1.31	1.35	
10	50	1.14	1.17	1.20	1.23	1.26	1.29	

Grupo A. Selección de Condensadores.



CARACTERISTICAS GENERALES DEL SERPENTIN, VENTILADOR Y MOTOR

MODELO	004	006	008	009	012	014	016	023	028	031
Dimension (mm) Serpentin	762 x 664	762 x 664	762 x 664	762 x 664	762 x 664	762 x 664	762 x 664	1524 x 2290	1524 x 2290	1524 x 2290
Area frontal (m ²)	650	650	650	1.39	1.39	1.39	1.39	3.49	3.49	3.49
Hileras Alas/pulg	2.10	3.12	4.14	7.10	3.10	4.10	5.10	3.10	4.10	5.10
Capacidad* Kcal/H	12500	18500	23895	28020	38145	44110	50115	72255	88410	94465
Conexion Gas**	7/8" x 22.2mm	1" x 22.2mm	1 1/8" x 34.9mm	1 1/8" x 34.9mm	1 1/8" x 34.9mm	1 1/8" x 41.2mm	1 1/8" x 41.2mm	1 1/8" x 34.9mm	1 1/8" x 41.2mm	1 1/8" x 41.2mm
Conexion liquido**	5/8" x 15.8mm	5/8" x 15.8mm	7/8" x 22.2mm	1 1/8" x 28.6mm	1 1/8" x 28.6mm	1 1/8" x 34.9mm	1 1/8" x 34.9mm	1 1/8" x 28.6mm	1 1/8" x 34.9mm	1 1/8" x 34.9mm
No Ventiladores	1	1	1	2	2	2	2	1	3	3
Gas	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW
Mi/Min. Aire Standard	146.4	136.1	127.8	294.5	281.8	270.5	260.5	456.7	441	174.8
Motor	3/4 H.P.	3/4 H.P.	3/4 H.P.	3/4 H.P.	3/4 H.P.	3/4 H.P.	3/4 H.P.	3/4 H.P.	3/4 H.P.	3/4 H.P.
Volt	110/220	110/220	110/220	110/220	110/220	110/220	110/220	110/220	110/220	110/220
A.M.P.	11.2/5.3	11.2/5.3	11.2/5.3	11.2/5.3	11.2/5.3	11.2/5.3	11.2/5.3	11.2/5.3	11.2/5.3	11.2/5.3
FASES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R.P.M.	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1140
Gas	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW	CW
Peso aproximado (H)	79.2 Kg	87.5 Kg	97.7 Kg	177.4 Kg	191.6 Kg	205.8 Kg	220 Kg	352 Kg	387.4 Kg	422.8 Kg
Peso aproximado (V)	84.2 Kg	97.5 Kg	102.7 Kg	166.4 Kg	180.6 Kg	194.8 Kg	209 Kg	341 Kg	376.4 Kg	411.7 Kg

* Capacidad nominal a 35°C. (95°F.) ambiente y 50°C. (122°F.) condensación con refrigerante R-22.
 ** Las conexiones fueron calculadas para refrigerante R-12 y 15 Mts. de longitud.

SELECCION DE MODELOS POR CAPACIDADES NOMINALES

DT (1)	CALOR TOTAL RECHAZADO EN Kcal/H PARA REFRIGERANTE R-22 (2)									
	004	006	008	009	012	014	016	023	028	031
1	900	1300	1593	1868	2540	2974	3341	4817	5706	6271
2	1800	2600	3186	3736	5080	5948	6682	9634	11412	12542
3	2700	3900	4779	5604	7620	8922	10023	14451	17118	18813
4	3600	5200	6372	7472	10160	11896	13364	19268	22824	25084
5	4500	6500	7965	9340	12700	14870	16705	24085	28530	31355
6	5400	7800	9558	11208	15240	17844	20046	28902	34236	37626
7	6300	9100	11151	13076	17780	20818	23387	33719	39942	43897
8	7200	10400	12744	14944	20320	23792	26728	38536	45648	50168
9	8100	11700	14337	16812	22860	26766	30069	43353	51354	56439
10	9000	13000	15930	18680	25400	29740	33410	48170	57060	62710
11	9900	14300	17523	20548	27940	32714	36751	52987	62766	68981
12	10800	15600	19116	22416	30480	35688	40092	57804	68472	75252
13	11700	16900	20709	24284	33020	38662	43433	62621	74178	81523
14	12600	18200	22302	26152	35560	41636	46774	67438	79884	87794
15	13500	19500	23895	28020	38100	44610	50115	72255	85590	94065
16	14400	20800	25488	29888	40640	47584	53456	77072	91296	100336
17	15300	22100	27081	31756	43180	50558	56797	81889	97002	106607
18	16200	23400	28674	33624	45720	53532	60138	86706	102708	112878
19	17100	24700	30267	35492	48260	56506	63479	91523	108414	119149
20	18000	26000	31860	37360	50800	59480	66820	96340	114120	125420
22	19800	28600	35046	41096	55880	65428	73502	105974	125532	137962

(1) DT = Temperatura condensación (°C.) — Temperatura aire ambiente (°C.)
 (2) Para R-12 multiplique por 0.95 y para R-502 multiplique por 0.98.

Grupo B. Especificaciones de Condensadores.

MODELO	KCAL/Hr.		VENTILADOR			MOTOR			DIMENSIONES (mm)				CONEXIONES (Milímetros)				MODELO	PESO APROX.
	1°C.D.T.	6°C.D.T.	MCM	No.	DIAM	No.	H.P.	RPM	A	B	C	D	ENT. DIST.	SUCCION (O.E.)	IGUAL EXT.	DREN *	TRAMPA THERMEX	Kg.
FMB-103	175	1050	23	1	355	1	1/20	1550	441	600	482	403	17	16		25	1	33
FMB-150	250	1500	20	1	355	1	1/20	1550	526	600	482	403	16	22	6	25	2	27
FMB-185	325	1950	46	1	355	2	1/20	1550	444	1054	482	848	16	22	6	25	2	40
FMB-230	417	2500	44	2	355	2	1/20	1550	444	1054	482	848	16	28	6	25	2	44
FMB-300	500	3000	52	2	355	2	1/20	1550	543	1054	482	848	19	28	6	25	3	47
FMB-380	634	3800	68	2	406	2	1/8	1075	543	1054	482	848	19	28	6	25	3	81
FMB-530	917	5500	117	2	508	2	1/8	1075	701	1384	482	1076	25	28	6	25	5	83
FMB-810	1350	8100	119	2	508	2	1/8	1075	828	1384	482	1076	25	35	6	25	5	107
FMB-1150	1917	11500	178	3	508	3	1/8	1075	835	1943	482	1525	28	35	6	25	6	141
FMB-1450	2917	14500	291	3	508	3	1/8	1075	936	2413	583	2194	28	41	6	25	6	188

Tabla 3. Selección de Difusores.

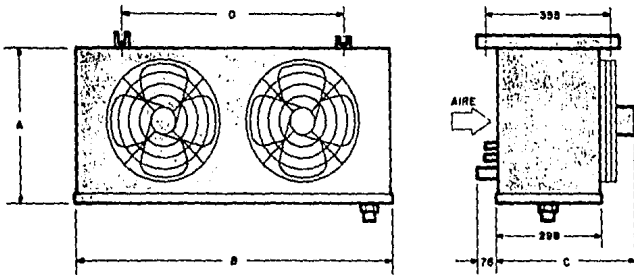
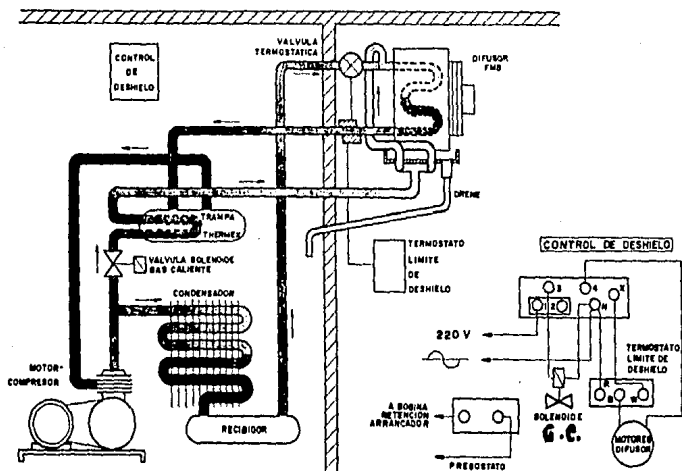


Fig. 1. Dimensiones del Difusor.



En un ciclo normal de refrigeración a baja temperatura, existe un período en el cual ocurre un bloqueamiento en el panel del difusor que debe ser controlado mediante un sistema de deshielo.

Una vez que ha sido establecido el ajuste del control límite de deshielo, deberán tomarse en cuenta las siguientes observaciones.

El circuito que controla al control automático de deshielo, energiza la válvula solenoide de gas caliente, dejando pasar el gas hacia la trampa Thermex. Después de salir de la trampa, el gas a alta presión entra al serpentín de la charola; posteriormente al serpentín del difusor. La temperatura

del gas caliente, es detectada por el bulbo del termostato límite de deshielo para controlar el arranque de los ventiladores, así como la terminación de la etapa de deshielo. El gas caliente derrite el hielo acumulado en las placas del difusor.

El gas succionado pasa a través de la Trampa Thermex en su regreso al compresor; el contenido de calor del gas caliente proveniente del compresor es utilizado para la reevaporación del líquido refrigerante que es depositado en la Trampa Thermex.

Este sistema de reevaporación del líquido refrigerante por medio de gas caliente en la Trampa Thermex permite un deshielo rápido y eficiente y no

permite que llegue líquido al compresor.

Después de que el hielo se derrite, la operación normal de refrigeración se inicia automáticamente por el control límite de deshielo y por el control automático de deshielo (reloj), cerrando la válvula solenoide de gas caliente. El termostato límite de deshielo retrasa el inicio de arranque de los ventiladores para iniciar su operación cuando se normaliza el ciclo de refrigeración. El retraso del arranque de los ventiladores se debe al gas caliente que fue generado en el ciclo de deshielo, no dejando introducir aire caliente a la cámara de refrigeración.

Fig. 2. Ciclo de Deshielo del Difusor.

B I B L I O G R A F I A .

Alimentos Congelados, Tecnología y Comercialización.
Herrmann, Karl. Traducc.: Bernaldo de Quiros, Carlos.
Edit. Acribia., Zaragoza, España 1977., 285 pp.

Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración.
Hernández Goribar, Eduardo.
Edit. Limusa., México, 1975., 461 pp.

Standard Handbook of Engineering Calculations.
Hicks, Tyler G.
Mc Graw-Hill Book Company., U.S.A. 1972, 1,174 pp.

Plant Engineering Handbook.
Stanier, William (Editor-in-chief).
Mc Graw-Hill Book Company., U.S.A. 1969, 2,500 pp.

Lighting Handbook.
Westinghouse Electric Corporation.
U. S. A. 1978, 271 pp.

Refrigeración y Aire Acondicionado.
Air-Conditioning and Refrigeration Institute.
Edit. Prentice/Hall Internacional., México 1981, 873 pp.

ASHRAE Guide And Data Book 1962, Applications for Heating,
Refrigerating, Ventilating and Air Conditioning.
Published by the American Society of Heating, Refrigerating
and Air Conditioning Engineers, Inc.
U. S. A. 1962 , 370 pp.

Tesis: "Proceso Constructivo de Cámaras Frigoríficas con
Elementos Prefabricados y Análisis de Costos".
Gomez Paz, José Luis. Ing. Civil.
Universidad La Salle, 1980.

Boletín informativo del Decreto publicado en el Diario Oficial de Septiembre 27 de 1984, referente a:

"Estímulos y apoyos del Gobierno Federal al Sistema Nacional para el Abasto".

Editado por: SECOFI, SUBSECRETARIA DE COMERCIO INTERIOR,
DIRECCION GENERAL DE FOMENTO Y MODERNIZACION
PARA EL ABASTO.

México, Diciembre de 1985.

Consultas Técnicas.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
DIRECCION GENERAL DE FOMENTO A PRODUCTOS BASICOS.
Lic. Gustavo Luviano.
DIRECCION GENERAL DE FOMENTO Y MODERNIZACION PARA EL ABASTO.
Subdirector de Integración y Desarrollo del Abasto.
Lic. Luis Prado.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA.
Departamento de Información Estadística.

Gilvert Copeland S. A. de C. V.
ING. DE APLICACION.
Ing. Pablo Alfredo García.

Allis-Chalmers Mexicana, S. A.
DIRECCION DE COMERCIALIZACION.
Ing. Pablo Pelletier.

Grupo Iluminación e Instalaciones, S.A.
ASESORIA INDUSTRIAL.

SECOFI
DIRECCION GENERAL DE NORMAS.
Departamento de Normalización de la Ind. Química y Productos Afines. Ing. Moisés Suain.
BIBLIOTECA. Información Microfilmada.

**Esta Tesis se imprimió en Noviembre de 1987
empleando el sistema de reproducción Foto-Offset
en los Talleres de Impresos Offsall-G, S. A.,
Av. Colonia del Valle No. 535 (Esq. Adolfo Prieto),
Tels. 536-57-54 523-21-05 México 03100 D. F.**