

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

" ESTUDIO TECNICO DE INSTALACION DE CAMARAS FRIGORIFICAS  
DESMONTABLES PARA CONSERVAR PRODUCTOS HIDROBIOLOGICOS."

SUTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO PESQUERO

Por:

*David VIVANCO PEZANTES*

CALLAO - PERU

1986

A MIS QUERIDOS .Y

ABNEGADOS PADRES

ALBINO Y EMILIA

David

## INDICE

1.0	INTRODUCCION.	
1.1	Importancia. ....	1
1.2	Problemática.....	3
1.3	Objetivos.....	5
2.0	ANTECEDENTES.	
2.1	Nacionales.....	7
2.2	Internacionales.....	9
3.0	MATERIALES Y METODOS.	
3.1	Generalidades sobre instalaciones de frío.	
3.1.1	Descripción de los procesos de en friamiento.....	11
3.1.2	Refrigerantes.....	19
3.1.3	Materiales aislantes.....	30
3.1.4	Equipos de refrigeración.....	44
3.1.5	Características de los productos - pesqueros a conservar.....	72
3.2	Diseño de la instalación frigorífica.	
3.2.1	Dimensionamiento de las cámaras fri goríficas desmontables.....	98

3.2.2	Almacenamiento y período de conservación.....	108
3.2.3	Cajas para almacenar pescado.....	114
3.2.4	Acondicionamiento del pescado.....	119
3.2.5	Determinación de las áreas de las cámaras frigoríficas desmontables.....	120
3.2.6	Descripción de las cámaras frigoríficas desmontables.	
3.2.6.1	Estandares y características de los paneles a utilizarse.	126
3.2.6.2	Equipos y accesorios.....	127
3.2.7	Estandares de las cámaras frigoríficas desmontables y distribución del pescado.....	140
3.2.7.1	Dimensionamiento para la cámara de 5 Toneladas.....	141
3.2.7.2	Dimensionamiento para la cámara de 10 Toneladas.....	147
3.3	Cálculo para la determinación de maquinaria frigorífica y equipos.	
3.3.1	Consideraciones básicas para la elección del sistema de refrigeración... ..	153
3.3.2	Elección y descripción del proceso de enfriamiento del sistema de refrigeración. ....	156

3.3.3	Cálculo y descripción del sistema de aislación. ....	168
3.3.3.1	Descripción del sistema de aislación.....	168
3.3.3.2	Cálculo del espesor óptimo...	172
3.3.4	Cálculo de las cargas térmicas.....	180
3.3.5	Selección de equipos.....	221
3.3.6	Instalación de los equipos.....	232
3.3.7	Instalación eléctrica.....	244
3.3.8	Esquema del diseño de las cámaras fri goríficas desmontables.....	246
4.0	RESULTADOS. ....	247
5.0	DISCUSIONES.....	258
6.0	CONCLUSIONES.....	262
7.0	RESUMEN.....	268
8.0	RECOMENDACIONES.....	276
9.0	BIBLIOGRAFIA.....	280
10.0	ANEXOS.....	283

\*\*\*\*\*

## 1.0 INTRODUCCION

### 1.1 Importancia

Los problemas palpantes de la subalimentación y desnutrición que en la mayoría de los casos afecta fundamentalmente a los estratos de precaria - condición económica, hacen comprometer la participación y acción de sectores de la sociedad , los cuales son llamados a ser los solucionadores de - la problemática alimentaria en sus diferentes aspectos, y uno de ellos es pues la tecnología de conservación de alimentos, jugando un rol muy im-

portante la "REFRIGERACION" que en el caso de con  
servación o preservación de especies hidrobioló--  
gicas, mantiene su calidad bajo condiciones téc--  
nicas determinadas, evitando en cierto grado la  
pérdida del valioso recurso alimentario en un país  
como el Perú.

Es sumamente importante señalar que el Perú alcanz  
ó posiciones muy altas en relación con las poten  
cias pesqueras por su volumen de extracción, pero  
se dió mucha importancia a la elaboración de harin  
a y aceite de pescado y a la industria conserver  
a y del congelado orientados al mercado internac  
ional, descuidándose en consecuencia el consumo  
de proteínas de la población peruana, donde parad  
ójicamente el consumo per cápita de pescados y mar  
riscos para el año 1,985 es de 12.3 kg/año que en  
comparación con el consumo de otros países se enc  
uentra muy por debajo.

En este sentido es necesario crear o apoyar con  
la tecnología existente, infraestructuras de frío  
para controlar de una manera más efectiva las bond  
ades protéicas de los productos biológicos en geg

neral, que es el punto principal y consecuente de la temática del presente trabajo de tesis.

## 1.2 Problemática

El litoral peruano cuenta básicamente con 182 lugares de desembarque, distribuidos en 23 puertos, 77 caletas y 82 playas, entre puertos y caletas la red nacional estatal de frío la integran 7 - terminales pesqueros, 5 centros de producción, y 3 complejos pesqueros, en las cuales están instaladas 16.5 TM. de túneles de congelado, 200 TM. de cámaras de congelación de congelado, 437 TM. de cámaras de conservación de refrigerado, 176 TM. de cámaras de conservación de hielo y por último, 154.7 TM. productores de hielo en escamas.

La mencionada infraestructura de frío no cubre - las necesidades que en realidad se presentan sobre todo en lo que concierne a las cámaras de - conservación de pescado y mariscos presentándose un déficit de aproximadamente 170 TM. de capacidad de cámaras de conservación de productos hidrobiológicos fresco-refrigerados, sumándose a



todo ello la infraestructura de desembarque de pescados y de mariscos, realizándose esta operación en la mayoría de las veces de manera deficiente.

La necesidad inmediata de instalaciones de infraestructura de frío, se apoya en las características que ofrece este tipo de cámaras de condición desmontable, por su rapidez de instalación y adaptabilidad y traslado de todos los componentes de refrigeración sin perder la infraestructura que en este caso determinado, vendría a ser los paneles que son recuperativos.

Es necesario mencionar o señalar que para la instalación de infraestructura de frío que facilite al pescador mejorar en la conservación de los recursos hidrobiológicos, depende de factores como: de las condiciones del terreno, de las facilidades de acceso, de la disponibilidad de agua, de la disponibilidad de energía eléctrica, etc. criterios tomados muy en cuenta en proyectos de instalaciones frigoríficas; en este sentido, el profesional pesquero juega un rol muy

importante en los datos iniciales para poder dimensionar y caracterizar las instalaciones de frío, sin embargo interviene muy pocas veces en el diseño y en los cálculos de ingeniería, que de una manera u otra compete directamente al profesional pesquero conocedor fundamental de las características y repercusiones de los hechos o fenómenos que suelen ocurrir en su sector.

### 1.3 Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo, es el de estudiar un diseño básico, así como también del cálculo y selección de maquinaria y equipos para las cámaras frigoríficas desmontables con capacidades de 5 y 10 toneladas, que operarán para las condiciones dadas del lugar donde es necesaria la instalación de una infraestructura de frío del litoral peruano, persiguiendo entre otros los siguientes objetivos específicos:

- Implementar una adecuada infraestructura de frío para la conservación de productos hidrobiológicos, para evitar su descomposición así como otorgar facilidades a los pescadores para mejorar las condiciones de comercialización.

- Contribuir con la política gubernamental que fija como objetivo el aprovechamiento máximo de los recursos pesqueros para fines de consumo humano directo, a fin de incrementar sustancialmente la dieta alimentaria del poblador peruano.
- Incentivar la producción y productividad de la actividad pesquera artesanal de la localidad.
- Generar nuevas fuentes de trabajo en la localidad.

Conclusiones

La explotación de las cámaras frigoríficas, para  
nabes y desmontables de PVC, se elabora en  
una gran medida a nivel de artesanos, en  
los años de 1970 en adelante, todos ellos  
de origen peruano que poseen equipos de frío,  
aprovechando en cierta forma a las cámaras tradi-  
cionales o convencionales por las ventajas que  
ofrecen en relación con los equipos de frío

## 2.0 ANTECEDENTES

### 2.1 Nacionales

La utilización de las cámaras frigoríficas desarmables o desmontables (de paneles prefabricados), tuvo una gran acogida o auge de utilización en los años 60 y en adelante, todos ellos importados de otros países que producen equipos de frío, desplazando en cierta forma a las cámaras tradicionales o convencionales por las virtudes técnicas presentadas, siendo una de ellas su rápida y fácil instalación, pudiendo existir ampliaciones

nes de acuerdo con las necesidades del usuario , de tal forma que tanto el sector estatal como el privado han hecho uso y utilizan la construcción del nuevo modelo de cámaras para cubrir las necesidades de frío y muy especialmente en el sector pesquero.

En este sentido, existen cámaras de este tipo para congelado, refrigerado, y cámaras de conservación de hielo, en nuestro medio para enumerar algunos como ejemplo tenemos:

- Mercado Mayorista Pesquero de Chiclayo, cuya marca de los paneles y equipos de refrigeración es el de GRAM.
- Terminal Pesquero Zonal del Callao, que utiliza también paneles y equipos de la GRAM.
- Terminal Pesquero Zonal de Pucusana, que utiliza equipos de refrigeración y paneles de la GRAM y GRENCO.
- Terminal Pesquero Zonal de Matarani, que utiliza paneles y equipos de refrigeración de la -

GRAM y ATLAS.

- Etc.

Donde es necesario señalar o decir que la iniciativa de determinaciones del Siseño, de los cálculos de capacidades y de la selección de equipos lo efectúan las empresas representantes o vendedoras de los equipos de frío.

## 2.2 Internacionales

Este tipo de cámaras son muy utilizadas a nivel mundial, existiendo la competencia entre las empresas dedicadas al mercado de producción de equipos de frío, mencionaremos o citaremos algunos como: DAIKIN del Japón; DUNHAM-BUSH, COPELAND, DADE ENGINEERING CORP. de los Estados Unidos; - GRAM de Dinamarca; RAMON VISCAINO S.A. de España, etc. y a nivel de América Latina, países como - Brasil y Argentina son los únicos países en sudamérica que producen paneles prefabricados y equipos de refrigeración a nivel doméstico, comercial e industrial. En las producciones de los paneles utilizan como aislantes: Poliestireno expandido,

y el Poliuretano expandido, variando el espesor de los paneles en dependencia de la temperatura de conservación, y las dimensiones o estandares de fabricación variables según o en dependencia a su aplicación.

### 3.0 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Generalidades sobre instalaciones de frío

##### 3.1.1 Descripción de los procesos de enfriamiento.

Es de conocimiento que la refrigeración - consiste en conseguir una temperatura inferior a la del medio ambiente inmediato, considerando que en cualquier sistema - práctico de refrigeración, el mantenimiento de la baja temperatura implica la extracción de calor del ambiente a refrige-



rar y la cesión del mismo a una temperatura más alta.

Algunos de los procesos fundamentales empleados para refrigerar son:

- . Elevación de la temperatura de un refrigerante.
- . Cambio de fase.
- . Expansión de un líquido.
- . Expansión de un gas perfecto.
- . Expansión de un gas real.
- . Procesos eléctricos.

#### 3.1.1.1 Elevación de temperatura de un refrigerante:

El principio de este método, se basa en exponer el producto a enfriar con una sustancia a menor temperatura denominada refrigerante aumenta su temperatura de acuerdo a la siguiente expresión:

$$(T_f - T_i) = \frac{Q}{MC_p}$$

Donde:

$T_f$  = Temperatura final del refrigerante  $C^\circ$

$T_i$  = Temperatura inicial del refrigerante  $C^\circ$

$Q$  = Calor absorbido por el refrigerante Kcal-hr.

$M$  = Masa o caudal de masa en Kg/hr.

$C_p$  = Calor específico en Kcal/Kg- $C^\circ$

### 3.1.1.2 Cambio de fase:

Este método utiliza el principio que el refrigerante para pasar de sólido a líquido o de líquido a vapor necesita calor. Ejemplos clásicos son la fusión del hielo y la vaporización de un líquido, la cantidad de calor a ser extraído por un cambio de fase está dada por:

$$Q = m \times L$$

Donde:

$Q$  = Cantidad de calor Kcal/hr.

$m$  = Masa de refrigerante Kg/hr.

$L$  = Calor latente de cambio de fase Kcal/hr.

### 3.1.1.3 Expansión de un líquido:

La expansión de un líquido produce un descenso de temperatura. La disminución es pequeña si la sustancia permanece en estado líquido, pero apreciable si se realiza dentro de la región de mezcla líquido-vapor. Este medio es uno de los procesos del ciclo de compresión de vapor.

### 3.1.1.4 Expansión de un gas perfecto:

Existen varias formas de expansión de un gas, pero el método más utilizado es una expansión desarrollando trabajo. Véase la fig. (1).

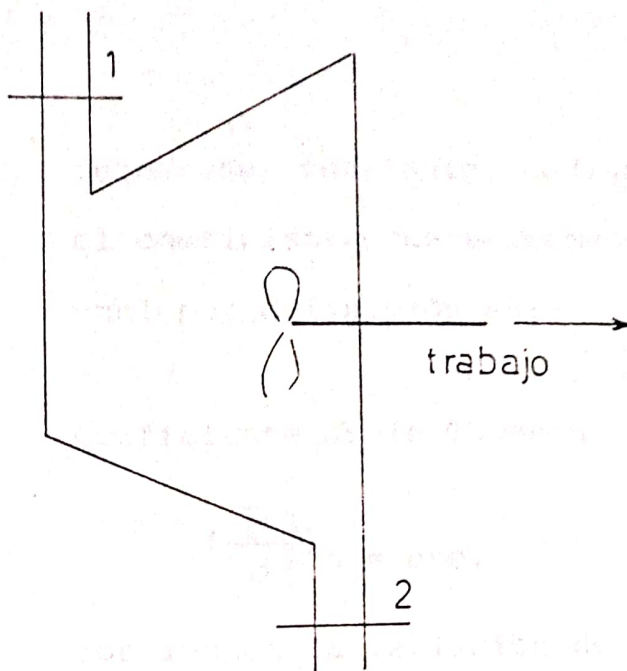


fig.(1) Forma de Expansión de un gas.

$$h_1 = W + h_2$$

$$h_1 > h_2 \quad \text{y} \quad T_2 < T_1$$

Lo cual implica un descenso de temperatura en el proceso, siendo el fundamento del ciclo de refrigeración de aire usado en aviación.

### 3.1.1.5 Expansión de un gas real:

Un gas real cuando se expande a entalpía constante, su temperatura puede disminuir, aumentar o

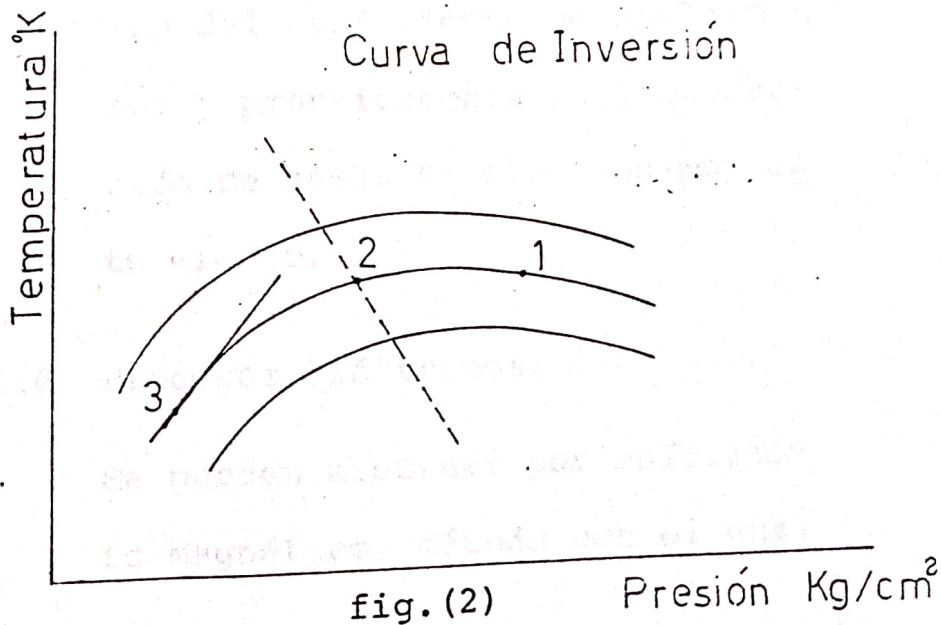
permanecer constante. Mediante - el coeficiente Joule-Thomson ,el cual por definición es:

Coeficiente Joule Thomson =

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_h = \text{cte.}$$

Nós indica la variación de temperatura con respecto a la presión para un proceso de entalpía constante.

En la figura (2), se muestra el cambio de temperatura con la presión para un proceso a entalpía constante de un gas real.



Un proceso a entalpía constante, se puede obtener haciendo pasar el gas real por un estrangulamiento, en el cuál su presión disminuye, dependiendo de las condiciones iniciales del caso se tendrá:

- A la derecha de la curva de inversión aumento de temperatura.
- A la izquierda de la curva de inversión disminución de temperatura.

Para obtener la refrigeración, se hace uso de los valores positivos del coeficiente de Joule-Thomson y prácticamente la liquefacción de gases se efectúan por este efecto.

#### 3.1.1.6 Procesos eléctricos:

Se pueden efectuar por enfriamiento magnético, método con el cual

se han obtenido las más bajas -  
temperaturas del orden de 0.001  
°K, el método consiste en dismi .  
nuir la temperatura de la sal  
colocándola en helio hirviendo  
a baja presión (1°K), luego apli  
car en campo magnético con lo -  
cual se alinearán las moléculas  
y se produce calor, a continua-  
ción se aísla térmicamente la sal  
del helio y se aleja del campo -  
magnético. Las moléculas se desa  
linean por si mismas consumiendo  
energía, esta energía se obtiene  
de la propia sal, haciéndola des  
cender su temperatura.

Otro método consiste en utilizar  
el efecto "Peltier" en su termo-  
par, cuando las uniones se encuen  
tran a temperaturas diferentes -  
se genera una fuerza electromo--  
triz, o la inversa también puede  
establecerse creando una fuerza

electromotriz y se obtiene una -  
unión a alta temperatura y otra  
a baja temperatura utilizándose  
para la extracción del calor que  
provoca la refrigeración.

### 3.1.2 Refrigerantes

El refrigerante es un medio de transmisión de calor, que absorbe calor al evaporarse a baja temperatura y lo cede al medio de alta temperatura.

Las características de los refrigerantes son importantes en lo que respecta al proyecto del sistema, aplicación y funcionamiento. El refrigerante se selecciona después de analizar las características necesarias y de adaptar estos requisitos a las propiedades específicas de los refrigerantes disponibles.

Son características importantes de los refrigerantes las siguientes:



- a) Calor latente de evaporación.- El número de calorías a obtener en su ebullición ha de ser muy elevado, a fin de emplear la menor cantidad posible de refrigerante en el proceso de evaporación, para obtener una temperatura determinada.
- b) Punto de ebullición.- Deberá ser lo suficientemente bajo para que sea siempre inferior a la temperatura de los alimentos que se depositen en el refrigerador para su enfriamiento o conservación.
- c) Temperatura de presiones de condensación.- Habrán de ser bajas para condensar rápidamente a las presiones de trabajo normales y a las temperaturas usuales del medio enfriador que se emplee en el condensador (aire o agua).
- d) Volumen específico del refrigerante empleado.- Es el espacio que ocupa el refrigerante en estado de vapor, el cual ha de procurarse sea lo más reducido -

posible.

- e) Temperatura y presión crítica.- Todos los refrigerantes tienen un punto en que condensan, por grande que sea la presión que se les aplique. Esta temperatura se llama punto crítico, y la presión correspondiente a dicha temperatura se le llama presión crítica, por consiguiente, resulta necesario que dicho punto crítico sea bien alto.
- f) Efecto del aceite lubricante.- Todos los compresores requieren lubricación, por lo que la naturaleza del refrigerante no ha de afectar seriamente la del aceite empleado, descomponiéndolo.
- g) Propiedad de inflamación o explosión.- Es muy conveniente que no sean inflamables ni explosivos.
- h) Acción sobre los metales.- No deben atacar los metales empleados en las diversas piezas de la instalación.

- i) Propiedades Tóxicas.- No deben ser en modo alguno tóxicos y por consiguiente no han de resultar nocivos para el cuerpo humano.
- j) Facilidad de localización en las fugas  
Es muy importante que por su composición resulten de fácil localización en las fugas que se produzcan en el sistema.

#### ALGUNOS REFRIGERANTES.

Dentro de los principales refrigerantes tenemos:

- 1.- Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ): el empleo del amoníaco como refrigerante limita anticipadamente los materiales a emplear. El acero y la fundición no se atacan por el amoníaco para las temperaturas normales en las instalaciones frigoríficas, incluso la presencia de agua que se disuelve fácilmente en el amoníaco y que en pequeñas cantidades siempre se en-

cuentran no producen fenómenos de corrosión en estos materiales. El amoníaco es un refrigerante peligroso, produce ardor en los ojos, irritaciones a la piel por el contacto del amoníaco líquido y los gases afectan las vías respiratorias. Puede decirse que a pesar de la fuerte acción tóxica, este refrigerante no es excesivamente tóxico. El amoníaco es un gas difícilmente combustible.

Para grandes instalaciones el refrigerante amoníaco es muy apropiado, gracias a su gran rendimiento frigorífico los volúmenes impulsados por el compresor son relativamente pequeños y por lo tanto también las dimensiones de los mismos.

2.- Difluor-dicloro-Metano ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ) R-12: En las fases líquidas y gaseosas, el --- (R-12) es incoloro y despide un olor débil a éter. La solubilidad del (R-12)

en aceite es un factor que debe tenerse muy en cuenta. Se ha comprobado que el refrigerante líquido y el aceite son totalmente mezclables a cualquier temperatura y proporción o al aumentar la presión del refrigerante y disminuir la temperatura del aceite, aumenta la solubilidad del (R-12) en aceite. La propiedad lubricante del aceite, así como el punto de solidificación y el punto de fluidez disminuyen al aumentar el contenido de (R-12).

El (R-12), sólo puede disolver una pequeña cantidad de aceite cuando se encuentra en forma gaseosa. Una parte de aceite es transportada al evaporador y se produce la llamada Deformación de la ebullición, aspecto que es peligroso, además puede formar espuma en el aceite que puede hacer peligrar el mismo en el suministro al compresor.

3.- Difluor-monocloro-metano ( $\text{CHF}_2\text{Cl}$ ) ---  
R-22: El (R-22), es un líquido incoloro que huele débilmente a éter, en las instalaciones frigoríficas con (R-22), es indispensable montar un buen separador de aceite, con el fin de que en el evaporador dentro de lo posible se forme una concentración de mezcla de refrigerante y aceite que esté dentro del intervalo de solubilidad total. La formación de 2 fases en el evaporador es causa no sólo de una caída de potencia, sino que dificulta extraordinariamente la reconducción del aceite.

El (R-22), es un refrigerante de primera calidad para presiones medias, similar al amoníaco. La presión de trabajo es similar al (R-12). La potencia volumétrica del (R-22) es aproximadamente igual al amoníaco y su ventaja es la total ausencia de peligro-

sidad.

- 4.- El refrigerante (R-502): Es un nuevo miembro de la familia de los refrigerantes clorofluorados.

Es una mezcla azeotrópica de R-22 y R-115 (en una proporción de 48.8% del primero y 51.2% del segundo) y muchas de sus propiedades son una combinación de los correspondientes a sus componenetes individuales.

Igual que los demás refrigerantes de la llamada familia "FREON" es ininflmable, anticorrosivo y no es tóxico. El punto de ebullición es más bajo a 5°C que el R-22 y el rendimiento frigorífico combina muchas de las qualidades del R-22 y R-12. En general, la capacidad y características de estabilidad son iguales o quizás mejores - que la del R-22, con temperaturas de descarga más bajas del orden 16 a 20°C

Su aplicación se ha extendido pues - con preferencia al (R-12) y al (R-22) cuando se requieren temperaturas de descargas más bajas y, particularmente cuando se necesita obtener más de capacidad frigorífica o temperaturas inferiores

Su solubilidad con el aceite es similar con el R-22, por lo que se recomienda en algunos casos el empleo de un separador de aceite en la línea de descarga, así como la obtención de velocidad de aspiración, lo suficientemente alta para un buen retorno del aceite, y el tendido de líneas de aspiración con una inclinación adecuada - que facilite dicho retorno. La utilización de aceites sintéticos como el caso del (R-22), es también recomendable con este refrigerante y la rela--ción de comprensión es aproximadamente un 10% menor que la del R-12 y R-22, según se podrá observar en la siguien



te tabla (1):

TABLA N°1

RELACIONES DE COMPRESION

(Temperatura de condensación:43°C)

Refrigerante	Temperatura de evaporación		
	-29°C	-18°C	-5°C
R-12	9.9	6.3	2.9
R-22	9.7	6.3	2.9
R-502	8.6	5.7	2.7

La Tabla N°2; muestra algunas propiedades de los refrigerantes a la temperatura de evaporación de -15°C y de condensación 30°C

Tabla N° 2

CARACTERISTICAS COMPARATIVAS DE REFRIGERANTES A LA TEMPERATURA  
DE EVAPORACION DE -15°C Y DE CONDENSACION 30°C

Refrige- rante	Presión Abso- luta, Mpa Evap.	Abso- Mpa Cond.	Grado de compre- sión	Producción Neta Frigo- rífica, K joule/Kg.	Gasto de Masa Kg/c.Kw	Vol.esp. del vapor de succión Lt./Kg.	Gasto de Vol. Lt/c.Kw	Pot.ne- cesaria Vat/Kw.	Temp.adia- batica de descarga °C	Coef. de re- frige- ración
R-11	0.0203	0.089	6.19	155.4	0.00644	762.27	4.91	198.87	43.9	5.03
R-12	0.1826	0.745	4.08	116.3	0.0086	91.15	0.78	212.44	38.3	4.71
R-22	0.2958	1.192	4.03	162.8	0.00614	77.41	0.48	214.37	53.3	4.67
R-502	0.3496	1.3086	3.75	106.3	0.00941	51.19	0.48	228.77	37.2	4.37
R-717	0.2365	1.1666	4.93	1103.5	0.00091	508.8	0.46	209.69	98.9	4.77

### 3.1.3 Materiales Aislantes

#### 3.1.3.1 Significado de la protección del frío y misión de la técnica de aislamiento:

Una de las principales condiciones para el montaje y puesta en marcha en marcha de instalaciones de frío, sean éstas domésticas, comerciales o industriales, es el disponer de energía suficiente y a costos económicos.

Es necesario tratar la energía en forma económica, protegiendo al portador de la misma contra pérdidas, siempre que ello sea técnicamente factible y rentable.

La misión de la técnica de aislamiento es proteger las instalaciones frigoríficas de pérdidas con el empleo adecuado de aisla-

miento, así como asegurar su funcionamiento correcto.

Esto se consigue revistiendo interiormente los elementos portadores de frío con materiales poco conductores de calor, ya que junto con el calor en forma de flujo y la humedad producida por la difusión del vapor de agua, tienden hacia la caída de temperatura. Los materiales amortiguadores deben ser muy resistentes a la humedad o estar protegidos contra la penetración de la misma y todos los materiales amortiguadores elaborados reciben generalmente una protección superficial contra las sollicitaciones mecánicas y una capa de antihumedad.

La capa antihumedad debe poseer una resistencia a la difusión su

perior a cualquier material empleado en la amortiguación del calor.

La efectividad del aislamiento depende del espesor de la capa de amortiguación; cuanto más gruesa sea la capa, tanto mayor es la resistencia calorífica, sin embargo al aumentar el espesor de la capa aumenta también el costo.

Las consecuencias del aislamiento pobre o insuficiente, son los costos elevados de las máquinas de refrigeración que deben ser más grandes y gasto elevado de funcionamiento.

También puede ocurrir que debido al mal aislamiento la demanda de refrigeración sea tan elevada que los evaporadores a emplearse

no tengan cabida en la cámara o resultan ocupando la mayor parte de su espacio, reduciendo o en su efecto encareciendo el volumen aprovechable; otra consecuencia del aislamiento pobre es que no puede mantenerse temperaturas uniformes o no se alcanza el grado de frío necesario.

La formación de gotas de agua y hielo es un fenómeno muy desagradable, puede ocurrir siempre que un cuerpo frío entre en contacto con aire caliente. La formación de gotas de agua se producen muy frecuentemente en las tuberías frías y en los depósitos donde se encuentran locales acondicionados. Este fenómeno es influenciado en gran medida por la temperatura y humedad del aire, algunas veces se forman también gotas de agua en el techo y paredes. Las

gotas de agua que caen, echan a perder los productos almacenados, dañan los materiales de construcción y el aislamiento; cuando menos la presencia de estas gotas de agua en las cámaras de refrigeración es antihigiénica, por otra parte molesta a los operarios.

De todo ello se deduce que es necesario proteger la instalación contra la formación de gotas de agua, esto se consigue colocando materiales amortiguadores, lo cual hace que la diferencia de temperatura entre el aire y la superficie del frío quede equilibrada o muy reducida.

La formación de hielo está muy relacionada con la formación de gotas de agua y es una consecuencia de ello, cuando la temperatura -

de la superficie externa de la pared es inferior a  $0^{\circ}\text{C}$ . Si en las paredes aisladas se forma hielo, la causa hay que atribuir la a la escasa amortiguación del aislamiento, debiendo aumentar su espesor para conseguir su efecto.

#### 3.1.3.2 Propiedades de los aislantes:

Los aislantes deben poseer la propiedad de impedir el paso del calor. Los materiales aislantes del frío deben poseer ciertas cualidades, tales como:

- a) Baja absorción de la humedad.
- b) No putrefascible.
- c) De olor no nocivo.
- d) De baja densidad.
- e) Difícilmente inflamable.
- f) Resistente a la compresión.
- g) Resistente a la compresión.
- i) Comportamiento químico neutro.



- j) Baja conductibilidad térmica.
- k) Pequeño peso específico.

Todos los materiales aislantes - están sometidos a una acción cons tante de humedad, que influye con siderablemente en su capacidad - de aislamiento; por esta razón - es necesario encontrar un espe-- sor que garantice que el aisla-- miento permanezca seco.

La diferencia de temperatura entre las caras interiores o exterior- res de una cámara frigorífica, es la causa de la formación de una corriente continua de humedad - desde la cara exterior caliente a la interior fría.

### 3.1.3.3 Tipos de aislantes:

Existen una variedad de aislan-- tes teniendo como los principa-- les:

- 1) CORCHO - el corcho es un tumor de la madera y crece en la corteza de los alcornoques. Debido a su pequeñísima penetrabilidad al agua y a los gases es una protección perfecta contra la evaporación.

El corcho, se purifica por expansión, por calentamiento; en las partículas de corcho se forman gases y vapor, al mismo tiempo que se desprende aire, que hacen expandirse las paredes interiores por aumento de presión. Al aumentar su volumen se destilan en 30% de los componentes volátiles, por otro lado se pierden las propiedades higroscópicas y putrefascibles del corcho en bruto; reduciéndose en un 50%. El corcho desmenuzado se mezcla con alquitrán o betún de o

dorizados y se prensa para formar placas, cáscaras y segmentos.

No absorbe agua, fácil de trabajar, gran duración, arde con llama que desprende mucho hollín y se emplea magnesita como aglomerante. El corcho es incombustible.

- 2) ESPUMA DE VIDRIO - Al polvo de cristales de calcio y sodio se añade un producto hinchable y se mezcla con hollín fino. Esta mezcla se sintetiza en moldes especiales a una temperatura de 620°C, formando a continuación la espuma a 870°C.

Es impenetrable a la humedad, resistente a la temperatura, a la putrefacción, a todos los

productos químicos, excepto al ácido fluorhídrico y a la lejía concentrada y es fácil de trabajar.

- 3) POLIESTIRENO EXPANDIDO - el poliestireno es un termoplástico con aspecto blanco y estructura porosa. Contiene un producto impelente que cuando se calienta a 95°C hincha la materia prima formando la pre-espuma; por lo general, durante esta operación el granulado se sumerge y se remueve en agua.

La espuma se forma realmente si se continúa la elaboración de placas en moldes cerrados con la ayuda de aire caliente o vapor de agua, o también en cámaras huecas de diversas formas.

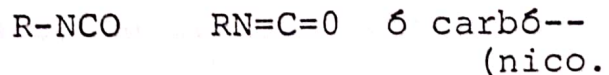
Posee una pequeña densidad , alta resistencia a la compresión, fácil de trabajar, conductividad favorable, insensible al agua y humedad, larga duración, montaje fácil y barato, imputrefascible y antivibratorio.

En la actualidad existen en el mercado paneles de este material, siendo su costo relativamente elevado, pero tienen la ventaja de poder hacer las cámaras de dimensiones variables ya que basta que el panel sea movido para que la dimensión de la cámara aumente o disminuya según los requerimientos del usuario.

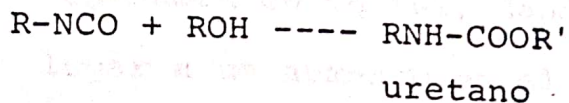
Además el volumen de construcción disminuye considerablemen

te (en más del 50%) y el peso de la construcción mucho más aún (de 424Kg/m<sup>2</sup> a 12 Kg/m<sup>2</sup>).

- 4) POLIURETANO EXPANDIDO - el nombre de poliuretano ha sido aceptado como término genérico para cubrir todos los productos hechos de los ISOCIANATO. El término isocianato se refiere a las sales del ácido ciánico.



La reacción de sustitución de compuestos que tienen grupos hidróxidos se produce prontamente para formar esterés con el ácido carbónico, estos esterés se conocen como uretanos y reciben el nombre genérico de Poliuretanos.



En todos los casos se produce una migración del átomo activo Hidrógeno hacia el Nitrógeno del isocianato.

Las espumas rígidas de poliuretano se expanden por la volatilización del gas triclorofluormetano, conocido como refrigerante 11. Este gas posee una conductividad térmica menor que la del aire y por encontrarse encerrado en la estructura celular de los poliuretanos rígidos, determina un valor (K) del conjunto que es la mitad de la lana de vidrio y del poliestireno expandido (teknopor). Esta ventaja redundante en una disminución del grosor de las paredes aislantes.

tes hasta en un 50%, dando lugar a un aumento en el volumen interior del espacio a refrigerar o bien disminuyendo las dimensiones externas del mismo.

Otra ventaja adicional es la resistencia impartida a la unidad por la espuma que se adhiere a las paredes pasando a formar parte integral de la estructura. Paneles hechos con "1" de espuma de uretano entre una delgada lámina de aluminio de 24 swg. y cartón delgado por la otra cara, poseen una resistencia a la compresión que excede los  $173 \text{ KN/m}^2$  para 10% de flexión de la espuma. Estas consideraciones permiten disminuir el grosor de las lá-



minas metálicas de cubierta. De esta manera se tiene una reducción en el peso total y en el costo.

Compresores más pequeños pueden ser usados sin pérdidas de eficiencia cuando se emplean espumas rígidas de poliuretano.

Véase la tabla(3), donde se muestra: Los Valores de Conductibilidad Térmica K para varios materiales.

#### 3.1.4 Equipos de refrigeración

Los sistemas de refrigeración que se encuentran desarrollados en dependencia a su aplicación, y denominados como tales en función al ciclo que cumple la sustancia de trabajo en el respectivo sistema, se divide en:

Tabla (3)

VALORES DE CONDUCTIBILIDAD TERMICA K  
PARA VARIOS MATERIALES

Materiales	Conductibilidad Térmica a 0°C	
	Btu-in/Ft <sup>2</sup> -hr-°F	Kcal/m-hr-°C
Placa de corcho	0.30	0.037
Lana Mineral	0.25	0.032
Poliestireno expansible	0.24	0.031
Fibra de vidrio	0.24	0.031
Espuma rígida de poliuretano	0.125	0.015

Nota; Lana mineral es el amianto o asbesto.

- a) Comprensión de vapor.
- b) Absorción de vapor.
- c) Por ciclo de aire y,
- d) Por chorro de vapor de agua.

Dentro de ellos el sistema que cumple el ciclo de comprensión de vapor es el de mayor aplicación y empleo comercial; es por este fuerte motivo que describiremos los equipos de refrigeración que tendrán relación con los equipos a utilizarse en el presente trabajo.

Componentes del sistema de refrigeración:

#### Principales

- . Compresor
- . Condensador
- . Evaporador
- . Válvula de expansión

#### Auxiliares

- . Tuberías
- . Controles de parada y puesta en marcha
- . Accesorios, etc.

Compresores.- Son los componentes principales de todo sistema, que se encargan de variar la presión del refrigerante desde las condiciones de evaporación hasta las condiciones de condensación, impulsando además el fluido refrigerante para que circule a través de todos los componentes del sistema.

Se utiliza los diferentes tipos de compresor:

- 1.- Reciprocantes, o Alternativos, o de Piston.
- 2.- Rotativos.
- 3.- De Tornillo.
- 4.- Centrífugos.

1) Reciprocantes: son los compresores de mayor campo de aplicación, pueden ser múltiplos cilindros, que se construyen desde fracciones de HP a cientos de HP, pudiendo ser accionados por motores eléctricos, motores de combustión interna o turbinas a vapor, con acoplamiento

mientos directos o a través de fajas , por su forma constructiva se conocen 3 tipos:

1.1) Herméticos o Sellados:

Tienen el compresor y su motor eléctrico directamente acoplados y envueltos por una caja metálica - totalmente soldada, que en su superficie exterior tiene las conexiones para la línea de admisión, línea de servicio y en algunos casos la entrada y salida para el sistema de enfriamiento de aceite. También por un costado tienen las conexiones eléctricas.

1.2) Los Semiherméticos:

Tienen el compresor acoplado directamente con su motor eléctrico rodeado por una carcasa metálica con aletas para ayudar al enfriamiento, pero esta cubierta puede destaparse porque viene empernada

para hacer servicio cuando es necesario.

### 1.3) Abiertos:

Son compresores que poseen en su exterior una volante para ser accionado a través de fajas por un motor, sin embargo existen casos especiales donde se usan accionamientos directos. Son totalmente desarmables y sus piezas se pueden sustituir fácilmente. Las potencias de estos compresores van de 1/4 HP. hasta 1000 HP.

2) Rotativos: los compresores rotativos son también un tipo particular de compresores herméticos de pistón, en los que el movimiento alternativo se ha reemplazado por un movimiento circular continuo. Existen dos variantes: el tipo excentrico y el de paletas.

- 3) De Tornillo: utilizado especialmente para la obtención de producciones frigoríficas que sobrepasan la de los modelos convencionales de pistón.

Giran a velocidades comprendidas entre las 3000 y 30,000 revoluciones por minuto. No emplean válvulas de aspiración ni de descarga y la compresión del refrigerante evaporado se obtiene en el espacio resultante entre los husillos helicoidales de igual diámetro exterior montados dentro de un carter de fundición de alta resistencia.

- 4) Centrífugos: son compresores que sólo se utilizan para sistemas de gran capacidad, especialmente para aire acondicionado de 80 Ton. o más. El refrigerante que más se utiliza con estos compresores es el (R-11) y con menos frecuencia (R-12) y el (R-502).

Pueden utilizarse uno o más rotores montados en un mismo eje, con enfriamiento

intermedio entre cada rotor para hacer una compresión por etapas. La ventaja principal de estos compresores es que entregan refrigerante prácticamente limpio porque el aceite lubricante sólo se utiliza para los cojinetes o descansos.

Condensadores.- Son los componentes del sistema que reciben vapor sobrecalentado provenientes del compresor, enfrían y condensan al refrigerante recibido y en algunos casos los subenfrian antes de entregarlo al dispositivo de expansión o al tanque receptor de líquido cuando existen.

Se usan generalmente tres tipos:

- a) enfriados por aire.
- b) enfriados por agua.
- c) evaporativos.

El condensador debe tener suficiente volumen para que tenga amplia cabida el refrigerante comprimido que entra en el mismo - mientras se produce la condensación, y en segundo lugar, la necesaria superficie de



radiación para obtener una rápida transferencia del calor latente de dicho refrigerante al medio enfriador aire o agua.

Los condensadores con refrigeración por agua se emplean normalmente en instalaciones de gran capacidad, y se recomiendan asimismo, siempre que la temperatura del local donde deba emplazarse el equipo sea superior a 32°C.

Otra variedad importante, para aquellos lugares donde no existe suficiente caudal de agua de condensación, y deban necesariamente emplearse compresores de gran capacidad, como son normalmente los refrigeradores por agua, es la de los condensadores evaporativos, cuya economía en el consumo de agua se estima en más de un 90% de la que gastan los condensadores de agua normales.

Otra solución en estos casos es la de emplear torres de agua donde se expulsa a

la atmósfera por evaporación, y en cierta medida por radiación, el calor contenido en el agua de condensación enfriando ésta y haciéndola circular de nuevo a través del condensador de agua.

En los condensadores con enfriamiento de aire, el aire generalmente se calienta en 4 a 6 grados centígrados, es decir que la temperatura de ingreso al condensador y la temperatura de salida será:  $T_{\text{aire salida}} - T_{\text{aire entrada}} = 4 \div 6$ , esto es para compensar en algún grado la pérdida de calor en los condensadores con enfriamiento de aire, se establece un aumento de la diferencia de temperatura entre el refrigerante el cual se condensa y la corriente de aire. En este caso la temperatura de condensación se toma:

$$T_{\text{cond.}} = T_{\text{aire-salida}} + (8 \div 12)^{\circ}\text{C}$$

por eso la temperatura de condensación resulta ser muy alta (hasta 50-55°C).

De todos modos, las dificultades que actualmente presenta el consumo de agua, particularmente cuando se trata de cantidades importantes, ha hecho cada día más interesante la utilización de condensadores de aire, aún tratándose de instalaciones de gran capacidad.

#### CONDENSADORES REFRIGERADOS POR AIRE

##### Unidades de Condensación:

En las instalaciones frigoríficas de aplicación comercial e industrial, el tipo de condensador empleado es el formado por tubo aleteado y circulación de aire forzada por la acción de las palas acopladas a la polea del motor eléctrico en los compresores de tipo abierto, o de los moto-ventiladores que se acoplan a los compresores de tipo hermético o semihermético.

Debe tenerse en cuenta que la capacidad de un condensador se basa en los tres factores siguientes:

- 1° Superficie total de radiación formada por la del tubo y aletas.
- 2° Temperatura del aire ambiente en que está emplazado el condensador.
- 3° Velocidad del aire a través del condensador.

Hay dos tipos de unidades de condensación, la enfriada por agua, y la enfriada por aire.

Para unidades de condensación enfriadas por aire:

- 1.- Temperatura de entrada del aire, como temperatura de entrada del aire en el condensador se utiliza la temperatura seca normal en el exterior durante el verano.

- 2.- Caudal del aire, la unidad debe estar situada de modo que no encuentren obstáculos las corrientes de aire hasta el condensador y desde él. Debe quedar el suficiente espacio alrededor -

de la unidad para evitar la recirculación de aire. Las unidades con ventiladores de hélice, de transmisión directa, no deben tener conductos para el aire del condensador porque éstos reducen la capacidad y aumentan la temperatura de condensación.

Los conductos se pueden utilizar en unidades que tienen ventiladores centrífugos con transmisión de correa para el condensador.

La función específica de la unidad -- condensadora, que es en si la parte de mayor importancia de una instalación frigorífica, consiste en extraer el refrigerante evaporado del evaporador, comprimirlo en un punto en que pueda efectuarse la condensación y volverlo a su estado líquido de origen, a fin de que se emplee nuevamente en el proceso de producción mecánica de frío.

Se acostumbra llamar compresor al cuerpo de la máquina en si con sus grifos o válvulas de servicio, y equipo compresor o unidad condensadora al conjunto formado por dicho cuerpo con el motor eléctrico, condensador, y recipiente montado sobre una bancada.

Los compresores son generalmente del tipo de pistón dotados de movimiento alternativo, y muy raramente del tipo llamado rotativo cuando se trata de pequeñas potencias, ambos pueden ser del sistema abierto, hermético o semihermético. Para grandes potencias se emplean compresores centrífugos o de tornillo, estos últimos también conocidos por helicoidales.

Evaporadores.- Son componentes que reciben generalmente una mezcla de líquido con un poco de vapor proveniente del dispositivo de expansión y se encargan de evaporarlo completamente gracias a la

extracción de calor desde la sustancia o medio que se desea refrigerar.

En la mayoría de aplicaciones se ubica - dentro del espacio refrigerado conjuntamente con el dispositivo de expansión, también hay otros casos en que el dispositivo queda afuera.

#### TIPOS DE EVAPORADORES

Siendo extenso el campo frío artificial, y así mismo tan variadas las diferentes condiciones que deben cubrirse en cuanto a temperatura y grado de humedad, se comprende el empleo de diversos tipos de evaporadores, variando unos de otros notablemente en su forma y construcción.

Esta diversidad de tipos se clasifica en tres grandes grupos, que corresponden a los sistemas de evaporadores conocidos:

1° Sistema húmedo o inundado, el cual como su nombre lo indica conserva el vapor

casi totalmente lleno de líquido.

2° Sistema seco, en el que el evaporador contiene la cantidad de refrigerante - en el sistema, y formando una corriente continua entre el punto de expansión y la admisión del compresor.

3° Sistema seminundado, que consiste en una variante del anterior estableciendo por medio de tubos conectados en paralelo a unos colectores distribuidos una más rápida y uniforme del líquido refrigerante.

En los tres sistemas, el primer paso estriba en el control del refrigerante líquido que debe entrar en el evaporador en la misma proporción que lo absorbe el compresor.

Los evaporadores inundados, cuya utilización ha sido olvidada en favor de los otros sistemas mencionados, empleaban la válvula del flotador, bien en el lado de



alta o de baja presión del sistema.

En los evaporadores de tipo seco o semi-inundado, el control de refrigerante líquido se efectúa por medio de válvulas de expansión (termostáticas o automáticas) y en casos en que tengan que manejarse cantidades muy pequeñas de refrigerante, por medio de difusores graduados o tubos capilares.

Evaporadores de aire forzado:

Están formados por un serpentín de tubos de cobre con aletas adheridas, trabajando en régimen semi-inundado, y el conjunto va montado dentro de una caja metálica con un ventilador directamente dirigido que establece de esta forma una circulación de aire forzado, aumentado así considerablemente la absorción de calor y reduciendo en consecuencia la superficie del evaporador que se necesitaría empleando el tipo de circulación por gravedad.

Su empleo se ha extendido grandemente por las notables ventajas que presentan y que en resumen, son:

- a) Forma más compacta
- b) Tamaño más reducido
- c) Facilidad de instalación
- d) Obtención de una temperatura más uniforme, debido a la rápida circulación del aire.

El espacio entre aletas de estos evaporadores es normalmente más reducido que en los tipos corriente con circulación de aire natural, y por este motivo, a fin de evitar la formación de escarcha, debe establecerse una diferencia de temperatura reducida, en aumento naturalmente del grado de humedad.

La formación de una escarcha excesiva que pueda perjudicar la eficacia del evaporador, queda superada por los sistemas de descarchado promovido artificialmente merced a una perfecta automatización de los corres

pendientes ciclos, a fin de mantener libre de hielo la batería y conseguir su máxima eficacia de transmisión.

Deshielo por calor Suplementario:

Mediante el cual se puede utilizar:

- chorro de agua.
- soplo de aire caliente.
- por gas caliente (uno de los métodos más utilizados).
- por resistencias eléctricas.

Solamente describiremos el descarchado o descongelación por gas caliente, que se utilizará en el sistema de refrigeración.

Descongelación por gas caliente:

La descongelación por gas caliente que proviene de la descarga del compresor tiene muchas variantes, siendo el método más simple los cuales se muestran en los gráficos anexos 3.1 , 3.2 , y 3.3 .

Una derivación equipada con válvula solenoí

de, se instala entre la descarga del compresor y el evaporador. Cuando la válvula solenoide se abre, el gas caliente de la descarga del compresor deriva del condensador y entra en el evaporador en un punto antes de la válvula de expansión. La descongelación se obtiene al ceder el gas caliente su calor al evaporador frío y condensarse pasando al estado líquido. Parte del refrigerante condensado permanece en el evaporador - mientras que el resto regresa al compresor donde es evaporado por el calor del compresor, siendo recirculado al evaporador.

Este método, tiene sin embargo varias desventajas, puesto que no hay evaporación del líquido en el evaporador, durante el ciclo de descongelación, entonces la cantidad de gas caliente disponible para el compresor - estará limitada. Al proseguir la descongelación permanecerá más líquido en el evaporador y retornará menos refrigerante al compresor para su recirculación, con el resul-

tado de que el sistema tiende a perder calor antes de que el evaporador haya sido - descongelado completamente.

Otra desventaja más seria de este método , es la posibilidad de que retorne una cantidad considerable de refrigerante líquido - al compresor dañando la unidad. Esto suele ocurrir más probablemente ya sea al principio del ciclo de descongelación o inmediatamente después de terminado el proceso.

Afortunadamente ambas inconveniencias pueden corregirse, utilizando un acumulador o también denominado trampa de líquido, el - cual va colocado entre el compresor y el evaporador, cumpliendo la función de evi--tar el ingreso del refrigerante líquido al compresor al mismo tiempo que dicho líqui--do se evapora en el mencionado depósito.

#### DISPOSITIVOS DE EXPANSION

Son los componentes que se encargan de re-

ducir la presión del refrigerante desde la presión de condensación hasta la presión de evaporación necesaria y con excepción del tubo capilar, regula la alimentación del refrigerante hacia el evaporador de acuerdo a las necesidades que se tengan en cada caso.

Se usa como dispositivo de expansión, los siguientes:

- a) tubo capilar
- b) válvula automática de expansión
- c) válvula termostática de expansión
- d) válvula de flotador.

a) tubo capilar.- Es el único dispositivo de expansión que no regula el flujo de refrigerante porque simplemente es un tubo de gran longitud y pequeño diámetro.

b) válvula automática de expansión.- Es una

válvula que se caracteriza por mantener la presión del evaporador prácticamente constante pero su desventaja principal es que alimenta con poco refrigerante al evaporador cuando más refrigeración se necesita y alimenta con mucho refrigerante cuando se necesita muy poca refrigeración, por ello se recomienda en aplicaciones donde la carga de refrigeración es casi constante y sólo para compresores con potencias del 1 HP. como máximo.

- c) válvula termostática de expansión.- Es la válvula que tiene mayor campo de aplicación porque se adapta a cualquier sistema asegurando además ingreso de vapor sobrecalentado al compresor bajo cualquier condición de carga, porque a diferencia de válvulas automáticas (termostáticas) las válvulas termostáticas se presentan o mantienen un grado de sobre

calentamiento casi constante en la salida del vapor del evaporador.

Este tipo de válvula accionada por temperatura, posee un elemento termostático, que va cargado con el mismo refrigerante usado en el sistema donde se instala la válvula (se halla generalmente en estado líquido, aunque existen también fabricantes que lo cargan con gas) y está conectado por medio de un tubo capilar flexible a un bulbo que se instala en contacto con el tubo de salida del evaporador.

Los cambios de temperatura afectan al refrigerante contenido en el elemento termostático, por lo que cuando aumenta sube - igualmente la presión dentro del citado elemento y viceversa, actuando sobre el fuelle del mismo y dando lugar a que se abra la válvula al aumentar la presión y que se cierre al bajar aquella.



- d) válvula flotador.- son válvulas que se uti  
lizan en muy pocas apli  
caciones y como su nombre lo indica actúan  
por la variación del nivel del líquido re-  
frigerante que actuando sobre una boya o  
flotador abre o cierra el punzón de la válu  
vula.

#### ELEMENTOS DE LA LINEA DE SUCCION

- a) Válvula de paso refrigerante: tiene por fi  
nalidad permitir aislar el compresor del  
resto del sistema.
- b) Manómetro y Termómetro: entre la válvula de  
paso de la línea del vapor de succión y el  
compresor, hay un termómetro y un manóme--  
tro para indicar las condiciones de succión  
en que se encuentra trabajando el compre--  
sor.
- c) Presostato: el presostato está constituido  
principalmente por un fuelle metálico sobre  
el cuál actúa la presión del refrigerante y

un contacto eléctrico que se abre o se cierra por un movimiento de palancas accionado por los desplazamientos del fuelle metálico.

El contacto eléctrico permite controlar el arranque y parada del compresor. Mediante un tornillo de ajuste se puede regular la apertura del contacto eléctrico a una presión mínima de trabajo.

#### ELEMENTOS DE LA LINEA DE DESCARGA

- Válvula de paso.- Cumple igual finalidad -  
que la válvula de paso de  
la línea de succión.
  
- Válvula de seguridad.- Una válvula de seguridad del tipo resorte va instalada en la línea de descarga del compresor y la válvula de paso, para proteger el lado de alta del sistema, contra presiones excesivas.

La descarga de la válvula de seguridad se comunica con la línea de succión del compresor y en el caso de que la presión de descarga adquiriera un valor excesivo, la válvula de seguridad se abre y deriva la descarga del gas al lado de baja.

- Presostato de alta presión.- Su diseño es igual o similar al presostato de baja presión. El presostato está regulado a la máxima presión que se desea en la descarga. Cuando se alcanza esta presión, se abre el circuito eléctrico y se para el compresor antes de que la válvula de seguridad llegue a operar. La válvula de seguridad opera sólo en el caso de que el presostato esté descompuesto o con ajuste inadecuado.

- Recibidor de líquido.- El recibidor sirve para acumular el líquido refrigerante en los momentos en que la carga de refrigeración sea baja y para

recoger el refrigerante cuando sea necesario evacuar el sistema para reparación.

- Deshidratador.- Su función es eliminar la humedad del sistema de refrigerante, va instalado en derivación o "by pass" en la línea de líquido. Se pone en uso después de la carga con refrigerante del sistema o en cualquier momento que se sospeche la existencia de humedad.

El agente deshidratante puede ser alumina activada, silicagelo o sulfato de calcio anhídrido.

- Indicador visual.- Tiene por objeto permitir observar el paso del líquido refrigerante por la tubería. Cuando se aprecia la presencia de burbujas en la coorriente, significa que existe una inadecuada carga de refrigerante en el sistema con la o consiguiente pérdida de capacidad del equipo.

- Válvula solenoide.- La función de esta válvula es detener la circulación del refrigerante, cuando el compresor se para con el objeto de evitar la excesiva inundación de los serpentines del evaporador, que puede ocasionar un retorno del refrigerante líquido al compresor en el arranque.

La válvula de solenoide está conectada eléctricamente al circuito de control de arranque del motor del compresor, de modo que la válvula sea excitada para permanecer abierta cuando el compresor se encuentre en operación normal.

- Filtro de líquido.- La función es eliminar materias extrañas introducidas en el sistema de refrigeración antes de que el líquido ingrese en la válvula de solenoide o de expansión.

### 3.1.5 Características de los productos pesqueros a conservar

3.1.5.1 Descomposición del pescado fresco y mariscos:

CONSIDERACIONES GENERALES

Muy pocas veces importa conocer que cambios ocurren en el pescado después de su muerte, pues - la valoración de los métodos de conservación se puede llevar a cabo de una manera más efectiva, cuando se estudian los distintos factores que influyen en la descomposición del pescado.

Los principales factores causantes de las diferentes alteraciones que se producen son las siguientes:

Autólisis.- Esta alteración tiene por causas las - enzimas presentes en los tejidos, los que pueden producir el des-

doblamiento de las proteínas ,  
grasas, etc.

Acción microbiana.- Esta alteración es casi exclusivamente causada en el pescado fresco por la acción de las bacterias, principalmente por las que están siempre presentes en el mucus o intestinos, y por los que pueden ser introducidos durante las operaciones de limpieza, fileteado o empaque.

Oxidación.- Esta es notable principalmente en las grasas. A menudo tiene un carácter enzimático o por lo menos es ayudada por las enzimas.

Cambios físicos:

Principalmente deshidratación su perficial que puede presentarse cuando el pescado está almacenado.

Todas estas alteraciones pueden comenzar tan pronto muere el pez. El primer proceso es generalmente el desdoblamiento enzimático del glicógeno en ácido láctico, lo que produce una baja del PH y una rigidez en los tejidos, causada por la contracción de las células y que se conoce con el nombre de rigidez cadavérica.

Rigidez cadavérica:

Este período se caracteriza generalmente por un PH relativamente bajo que retarda la acción bacteriana, indicando su mayor duración que el pescado tiene buenas cualidades para ser almacenado.



Se han dedicado amplias investigaciones al problema del tiempo que tarda en aparecer la rigidez cadavérica y su duración, es interesante hacer notar que la refrigeración tiene escasa importancia para influir en el tiempo en que tarda en aparecer la rigidez, pero prolonga considerablemente su duración.

#### Alteraciones bacteriológicas:

Los peces en el momento de su captura ya poseen un número considerable de bacterias, están cubiertos considerablemente de mucus - que contiene un número de bacterias variable entre 10,000 y --- 100,000 por gr. Este número varía de acuerdo con la temperatura y condiciones del agua en la que fueron pescados.

Tales bacterias son del tipo que comunmente se encuentra en la tierra y el agua, es decir, aerobias o anaerobias facultativas.

Los grupos más importantes, en escala decreciente de cantidad son: aerobacterias, micrococos, flavobacterias, y pseudomonas.

El pescado también tiene una gran cantidad de bacterias en las branquias: entre 1,000 y 10,000 por gr. y posee igualmente una rica flora bacteriana en sus intestinos, cuya naturaleza y número varían considerablemente.

Los peces pelágicos que nadan en aguas relativamente puras pueden alcanzar de 100 a 100,000 por gr. en cambio los peces que viven cerca del fondo pueden tener de

10,000 a 100,000 por gr. Esto se debe al hecho de que el cieno del fondo tiene una gran flora bacteriana.

Durante su captura los peces pueden recibir heridas superficiales que se infectarán más o menos intensamente con bacterias.

Investigaciones científicas muy cuidadosas han establecido que la parte interior de la carne, así como la sangre y los líquidos del cuerpo, son completamente estériles en los pescados, en el momento en que se capturan.

La actividad bacteriana se desarrolla muy lentamente, pues es retardada por la baja del PH durante la rigidez cadavérica.

La cuenta bacteriana no obstante, aumenta constantemente y las bacterias que se desarrollan son principalmente: aerobacterias, micrococos y flavobacterias. Los tres tipos son proteolíticos y un porcentaje relativamente bajo de ellas es capaz de reducir el óxido de trimetilamina, proceso muy característico de la descomposición de los pescados de agua salada.

Parece que la principal actividad bacteriana se desarrolla en las superficies del pescado, tales como piel, paredes ventrales y branquias. La mayor parte de acción bacteriana es anaeróbica lo que se debe que con la intensa actividad desarrollada en estas superficies, el oxígeno disponible sólo permite mantener un

número pequeño de organismos aerobios.

La penetración de las bacterias en el cuerpo del pescado se hace por tres conductos principales:

1° las branquias, que están formadas por un tejido blando y poco protegidos, desarrollan pronto una gran flora bacteriana, encargándose los vasos sanguíneos de establecer una conexión directa con el cuerpo, especialmente en la parte cercana a la espina dorsal.

2° Las paredes ventrales, que parecen relativamente fáciles de penetrar por las bacterias.

3° la superficie de la piel.

Alteraciones bioquímicas:

La carne de pescado recién captu

rada contiene una cierta cantidad de enzimas que colaboran activamente en el proceso de descomposición. Está causada por la actividad enzimática, es no obstante mucho más lenta que la debida a la acción bacteriana; por ejemplo si se saca asépticamente un pedazo de carne recién capturado y se guarda en condiciones que impidan la infección bacteriana, podrá conservarse de 5 a 10 veces más tiempo que la carne expuesta a las contaminaciones bacteria--nas comunes.

La sangre y líquidos internos de los peces contienen cierta cantidad de glicógeno, el que muy pronto después de la muerte es atacado por las enzimas y es transformado en ácido láctico.

Esta acción reduce el PH en la carne y está relacionada con la rigidez cadavérica. Se ha mencionado anteriormente que cuando se reduce el PH más tiempo puede conservarse el pescado.

La cantidad de ácido que se forma es proporcional a la proporción de glicógeno que existe en la carne; en consecuencia el contenido de glicógeno es un dato muy significativo. Es bien conocido el hecho de que el organismo se sirve de aquel para transportar energía a los tejidos musculares, por lo que el contenido glicogénico depende en gran parte del ejercicio hecho por el animal inmediatamente antes de su muerte.

Aparte del desdoblamiento original del glicógeno, la mayor par-

te de las alteraciones bioquímicas son debidas como se ha dicho a la actividad bacteriana, esto causa una reducción del óxido del trimetilamina, una de las sustancias que produce el olor característico de descomposición que tienen los pescados marinos. Una actividad bacteriana similar forma amoníaco, y otras aminas volátiles, como mono y dimetilamina.

El óxido de trimetilamina no se encuentran en los pescados de agua dulce por lo que en consecuencia no presentan el olor característico de la putrefacción de los peces marinos.

Al mismo tiempo que se forman las aminas volátiles, se produce un desdoblamiento continuo de las proteínas que se convierten en sustancias más simples como proteídos



y aminoácidos.

Los tejidos de los peces muertos contienen enzimas hipolíticas. A temperaturas de 10 - 15°C el desdoblamiento de las proteínas, será mucho más rápido que el de - las grasas, tanto que este último ni siquiera se nota cuando el pescado está ya descompuesto. La diferencia de velocidad de reacción es menor cuando la alteración se lleva a efecto a 0°C.

Pescados y Mariscos:

Para hacer comprensible la importancia del consumo de pescado - hay que tener presente su valor nutritivo. Si se analizan a grandes rasgos los alimentos, éstos se pueden derivar en tres grupos básicos que son: carbohidratos - (fécula, azúcares); grasas (man-

teca, aceite) y proteínas (carne, huevos, pescado, queso). La gran diferencia que separa estos grupos consiste en que los dos primeros (carbohidratos y grasas) son acumulables por el cuerpo humano formando reservas (obesidad), que se pueden gastar en el tiempo de alimentación escasa. En cambio, vale decir que un ser humano necesita diariamente en forma obligatoria la suficiente cantidad de ellas para mantenerse sano; las deficiencias proteínicas comprometen no sólo el físico, sino que afectan también en forma preponderante la actividad cerebral. Se estima que un ser humano necesita diariamente 2 gr. de proteínas - por cada kilogramo de peso. Una dosis de menos de 1 gr. por kilogramo de peso produce un grave deterioro que, de prolongarse puede

ocasionar daños irreversibles.

Las proteínas que provienen del pescado son las de más fácil asimilación y constituyen la fuente más abundante con que pueda contar la población.

#### CARACTERISTICAS FISICAS

##### 1.- Longitud y peso máximos y mínimos

En el cuadro (1) se aprecian las longitudes y pesos máximos y mínimos de las principales especies desembarcadas en el litoral peruano.

En el cuadro (2) se puede notar la composición física de las principales especies, detallándose la composición física en porcentaje promedio donde lo más importante radica en la

## Cuadro (1)

LONGITUDES Y PESO MAXIMO Y MINIMO DE LAS  
ESPECIES DESEMBARCADAS EN EL LITORAL PE-  
RUANO

Especies	Longitud (cm.)			Peso (Kg.)		
	Mín.	Máx.	Promedio	Mín.	Máx.	Promedio
Ayanque	25	45	35	0.210	0.790	0.500
Bonito	50	84	67	0.810	4.270	2.540
Caballa	20	45	33	0.114	1.000	0.557
Cabinza	16	24	20	0.080	0.3000	0.190
Cabrilla	25	55	40	0.200	2.750	1.475
Coco	30	55	43	0.200	1.500	0.850
Cojinova	43	67	55	1.000	3.500	2.400
Congrio	37	95	66	0.300	7.200	3.750
Jurel	44	70	57	0.150	2.900	1.525
Lenguado	35	61	48	0.500	2.675	1.588
Lorna	20	34	27	0.100	0.425	0.262
Lisa	25	59	42	0.175	1.950	1.062
Machete	16	34	25	0.087	0.300	0.193
Merluza	38	62	50	0.350	1.245	0.795
Peje Blan- (co	30	58	44	0.350	2.325	1.337
Pejerrey	15	24	19	0.024	0.094	0.059
Sardina	23	30	26	0.100	0.252	0.176
Tollo	45	100	70	0.450	4.600	2.525

Fuente: Informes especiales N° IM-62 y N° IM-33, IMARPE.

Cuadro (2)

## COMPOSICION FISICA DE ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES (% en peso)

Especies	Cabeza	Agallas	Hígado	Gónadas	Vísceras	Espinazo y cola	Piel	Aletas	Ore- jetas	Sangre y otros	Par- come- tibi-
Ayanque	13.1	2.7	1.2	3.6	4.4	6.8	4.0	3.2	4.3	3.1	53.
Bonito	8.5	3.5	2.0	4.9	5.5	4.9	3.7	2.5	3.5	2.7	58.
Caballa	9.5	5.3	1.9	3.5	7.4	4.4	2.9	2.1	3.5	3.7	55.
Cojinova	10.1	5.2	1.5	3.8	6.5	6.4	5.4	2.2	2.8	2.8	53.
Congrio	17.8	4.3	4.3	0.5	6.1	6.0	7.2	5.1	3.1	4.4	41.
Corvina	11.8	3.2	1.2	0.4	5.7	6.0	6.4	3.7	3.3	1.8	54.
Jurel	11.5	4.3	1.6	2.2	7.3	5.8	3.2	2.9	3.5	1.8	55.
Machete	8.7	5.9	2.6	5.4	4.8	7.0	9.5	2.3	2.9	2.3	48.
Merluza	15.2	4.1	1.8	4.4	5.6	6.7	4.3	3.8	4.3	2.3	47.
Peje Blan (cō)	15.8	2.7	1.6	2.1	3.5	6.9	5.8	3.5	4.7	7.8	51.
Sardina	8.9	4.8	1.6	5.5	7.5	5.8	6.0	1.3	2.6	2.7	53.
Tollo	9.5	6.3	7.2	---	7.8	5.1	6.7	4.5	---	2.8	50.

denominada "parte comestible" o utilizable para la alimentación, separada de los restantes componentes del pescado - como son: cabeza, agallas, espinazo, cola, piel, aletas, orejetas, vísceras (excepto gónadas e hígado), sangre y otros.

De los datos se nota que las especies que poseen mayor parte comestible son: Bonito (58.3%), Jurel (55.9%), Caballa (55.85%), y Corvina (54.7%); mientras que las de menor proporción se tiene a: Congrio (41.2%), Merluza - (47.5%) y Machete (48.6%).

## 2.- Composición Química

En el cuadro (3) se muestra la composición química de la parte comestible de las principa-

les especies.

Las grasas se distribuyen en el tejido animal de diversas maneras, en las especies magras mayormente hay una acumulación de lípidos en el hígado (55% - 60%); presentándose escasamente en los tejidos. En los semi grasos hay una distribución de materia grasa de manera homogénea en los tejidos y sólo se presenta de un 5% a un 8% en el hígado. Las grasas son útiles en la determinación de la textura de la parte comestible y con ello la forma de su utilización.

Desde el punto de vista nutricional, el aceite de pescado es de gran valor alimenticio, pues en su composición se presentan

Cuadro (3)

COMPOSICION QUIMICA DE LA PARTE COMESTIBLE  
DE LAS PRINCIPALES ESPECIES (%)

Especies	Agua	Grasa	Cruda	Proteína	Sales
		$\bar{x}$	Rango	Total	Minerales
Ayanque	78.00	2.3	1.1-3.9	18.3	1.3
Bonito	72.6	4.5	1.6-11.2	21.4	1.4
Caballa	74.1	3.2	1.4-10.2	20.5	1.5
Cojinova	75.2	3.1	1.6-4.8	19.9	1.5
Congrio	82.7	0.6	0.3-1.5	15.3	1.1
Corvina	77.8	1.0	0.3-1.5	19.8	1.2
Jurel	74.0	3.8	1.1-6.7	20.8	1.2
Machete	73.3	4.4	1.6-7.9	19.9	1.6
Merluza	81.7	0.5	0.3-1.3	16.3	1.2
Sardina	70.5	7.0	3.1-14.5	20.5	1.5
Tollo	77.5	0.6	0.3-0.9	20.4	1.2
Lorna	78.1	2.3	0.7-3.9	18.4	1.2
Pejerrey	76.1	2.4	1.9-3.8	20.1	1.3
Lisa	74.6	4.1	1.7-7.2	19.8	1.2
Cabinza	77.7	1.3	1.1-1.5	18.9	1.3
Choro (crudo)	78.7	2.7	-----	16.6	1.9

Fuente: Informes N°33 y 52-B , IMARPE.



los ácidos grasos insaturados como: linoleico, linolénico y araquidónico; considerados como ácidos grasos esenciales - en la alimentación del hombre. Desafortunadamente, estos ácidos son muy inestables siendo rápidamente oxidados por el oxígeno atmosférico, creando problemas tecnológicos y alimenticios.

Otro importante constituyente de los peces es el agua, el cual puede presentarse en dos formas, uno al estado libre localizándose en los espacios intercelulares y la sangre, y otra forma es combinándose con otros elementos, encontrándose mayormente en los tejidos. El porcentaje de agua indica el tipo de especie en cuanto a la

aplicación de magra, semimagra y grasa.

En lo que respecta a las proteínas, que son los elementos más importantes de los peces, mencionaremos de que también hay variaciones de una especie a otra en lo referente a su valor y porcentaje por el motivo de que la síntesis protéica no se realiza en igual forma en todas las especies.

Las especies de mayor porcentaje protéico son:

bonito	con	21.40%
jurel	con	20.8 %
sardina	con	20.50%
caballa	con	20.50%
tollo	con	20.40%
machete	con	19.90%
corvina	con	19.80%

La proteína de pescado es de -

alto valor biológico, posee to dos los aminoácidos escencia-- les en adecuada proporción. Es de fácil digestión y proporcio na, junto con otros aminoáci-- dos esenciales elevadas cuan-- tías de lisina, importante en el crecimiento de niños y jó-- venes, así como de triptófano de gran importancia para la - formación de la sangre.

En refererencia de las sales - minerales, éstas mantienen es- trecha relación con las proteí nas en la formación de los ami noácidos. Estas sales minerales constituyen entre el 1.1% al - 1.5% hallándose contenidos en el tejido muscular. Su concen- tración y composición se encuen tra influenciada por el agua - de mar. El valor nutritivo de

estas sales es debido a la interrelación existente con las proteínas y vitaminas las que regulan su absorción.

Entre los principales elementos químicos que contiene la carne de pescado se tiene: fósforo , magnesio, potasio, sodio, hierro, calcio, cobre y yodo, también se puede mencionar al manganeso; zinc, cobalto, etc.

Aunque no se incluyen dentro - de los macrocomponentes, es importante indicar que el pescado es una fuente excelente de vitaminas. Están presentes en proporciones significativas - las vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacina y C, esto especialmente en las especies magras; mientras que las especies grasas además proo

porciona grandes cantidades de vitaminas A, D y E.

De todo esto se desprende que es imprescindible contar con instalaciones adecuadas para conservar los pescados y mariscos frescos. Como ya es conocido el hecho de que dichos alimentos se descomponen rápidamente, después de su captura si no se toman las debidas precauciones. La descomposición originada por la acción de microorganismos, autólisis, etc. causarán modificaciones bioquímicas que convierten estos valiosos alimentos en inadecuados para el consumo. El único método de conservar el pescado y los mariscos frescos consiste en refrigerarlos adecuadamente.

Pescado	Temperatura (°C)	Humedad re- lativa del producto (%)	Tiempo de conserva- ción	Humedad interior producto (%)	Temperat. conserv. promedio (°C)	Calor Específico		Calor laten- te (Kcal/ Kg.)	
						Arriba del congel. (Kcal/°C)	Abajo del congel. (Kcal/°C)		
Fresco	0.5	3	90 - 95	5-20 días	62 - 85	-2.2	0.70-0.86	--	49.4-67.8
Congelado	-18	-12	90 - 95	4-6 meses	62 - 85	---	---	0.38	49.4-67.8
	-25	18	90 - 95	7-10 meses	---	---	---	0.45	
Ahumado	4	10	50 - 60	6-8 meses	---	---	0.70	0.39	51.1
Seco	-1	4	60 - 70	-----	---	---	0.56	0.34	35.6
Salado	4	10	90 - 95	10-12 meses	---	---	0.76	0.41	55.6
Mariscos	0	2	90 - 95	3-7 días	80 - 87	-2.2	0.83-0.90	0.44-0.46	62.8-69.4
Camarón	0	2	90	2 meses	-----	-2.0	0.85	0.45	66.7

Tabla N°4

DIVERSOS DATOS DEL PESCADO

### 3.2 Diseño de la instalación frigorífica

#### 3.2.1 Dimensionamiento de las cámaras frigoríficas desmontables.

METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LAS CAMARAS FRIGORIFICAS DESMONTABLES.

En el presente trabajo no se pretende hacer un estudio profundo de mercado, pues se saldría del objeto y/o finalidad del proyecto, motivo por el cual se acudió a las distintas dependencias del Ministerio de Pesquería donde facilitaron los datos necesarios para este fin.

El dimensionamiento de las cámaras frigoríficas desmontables estará en función de los volúmenes de carga de los productos a conservar, por lo cual se tomará primordialmente en cuenta el desembarque de pescado para consumo al estado fresco por un período de 10 años. Véase cuadro (4), desembarque de pescado comercializado para consumo

CUADRO DE DESEMBARQUE DE PESCADO COMERCIALIZADO PARA CONSUMO  
DIRECTO FRESCO (TMB)

Fuente: Anuario Estadístico Pesquero MIPE

LUGAR	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Pto. Pizarro	2096	1652	1977	844	1234	1733	2084	2075	462	816
Cancas	--	--	--	--	--	717	951	1530	1058	900
Máncora	3866	2993	1882	2061	1772	1922	1185	1398	--	--
Zorritos	1949	2404	2534	2127	3499	1086	1179	1180	292	508
Cabo Blanco	2125	792	992	1992	1909	1558	1671	1656	--	--
Talara	561	1282	2280	3336	3220	1488	1887	478	--	--
Parachique	2975	2179	3071	5333	7172	5798	5770	7249	812	568
San José	3185	2118	2781	3693	2998	3259	2820	2409	1632	2420
Pimentel	1233	750	1074	4153	1086	1455	3192	2578	1474	2259
Santa Rosa	5597	5475	6075	6547	7017	7193	12640	5024	8219	29323
Pacasmayo	672	730	1870	816	1298	679	966	544	870	682
Chicama	516	266	589	511	1871	900	1652	1112	915	641
Salaverry	5967	3677	3459	2984	931	1094	1237	1034	602	1030
Chimbote	6846	7419	23700	13399	15953	9040	6106	3781	2348	3652
Casma	230	1852	421	1746	2500	3832	3679	--	--	103
Culebras	3015	2741	2831	5932	4961	4437	4310	2035	669	453
Supe	1481	858	837	4845	2836	3560	1302	949	557	146
Huacho	8048	12483	21711	10361	18116	19933	17291	15030	2024	1376
Chancay	2065	1330	742	933	3327	5333	3041	1773	578	377
Pucusana	3400	3226	1938	4897	7451	5807	3952	4013	2456	1610
Cerro Azul	1616	979	929	2645	2360	1104	1131	436	125	--
Tambo de Mora	327	238	401	437	889	489	432	414	188	148
San Andrés	--	--	--	19108	22564	12121	14169	13637	--	--
San Juan	2421	1906	6591	7686	1245	3075	3001	1844	464	848
Lomas	6272	3465	5759	1754	1859	2739	2046	2622	743	1996
Chala	763	1018	706	507	725	3537	2143	3114	107	270
Quilca	474	571	318	505	236	391	172	816	148	267
Matarani	451	351	447	853	2559	2754	3138	2495	4956	2270
Ilo	767	486	909	1843	2279	1543	2203	3541	3018	3146
Ite/Meca/Vila-Vila	--	--	--	844	525	863	1053	648	533	2421



directo fresco (TMB).

Donde la proyección de los desembarques fu  
turos sería una fuente no fidedigna y aproxi  
madamente inexacta de lo que podría ocurrir  
en un momento o lapso futuro de tiempo de-  
terminado, ya que según el cuadro puede ob  
servarse aumentos y disminuciones de la -  
producción pesquera en el transcurso de -  
los 10 años.

Además, tal determinación se demuestra uti  
lizando como uno de los parámetros de rela-  
ción del tiempo y cantidad de desembarque,  
conocido como: coeficientes de correlación  
( $r$ ) y coeficiente de determinación ( $r^2$ ),  
donde  $r^2$  los valores tienen que estar com-  
prendidos entre 0.80-1.0 para hacer una -  
verdadera proyección futura o para que sea  
confiable dicha proyección.

Se tienen las siguientes relaciones matemá-  
ticas:

$$Y = A + Bx$$

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

$$B = \frac{n \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$A = \bar{Y} - B\bar{X}$$

Las variables de dichas fórmulas representan:

$Y$  = Desembarque para el año proyectado.

$\bar{Y}$  = Promedio de la serie histórica de los desembarques.

$x$  = Número de cada uno de los años de la serie histórica. 1975 =1, 1976 =2 ...1984=10

$X$  = Relación de la sumatoria de los números de los años de la serie histórica (1975-1984) y el número de los años contenidos en dicho período.

$n$  = El número de los años contenidos en la serie histórica referencial.

En nuestro caso para determinar los volúmenes a conservar nos limitaremos a tomar el promedio de los 10 años que demostrará los caracteres más generales o típicos del

comportamiento de desembarque durante ese tiempo, determinando así la tendencia central de desembarque de pescado para consumo directo fresco. Luego consideraremos - que el 65% del total desembarcado de productos marítimos para el consumo al estado fresco se conservará en las cámaras para su posterior etapa de comercialización, de esta forma se tendrá el volumen de pescado que definirá la capacidad de diseño de las cámaras frigoríficas desmontables.

Para el promedio de desembarque diario se considerará que el año pesquero se compone de 220 días (NHE, NARPE). Véase cuadro (6).

Selección de las caletas para la instalación de la infraestructura de frío:

Según la información básica sobre el estado actual de las caletas en el litoral peruano (Véase cuadro(5), se observa que - existen 25 caletas donde no existe infraes

LUGAR	Recurso de la Actividad Pesquera			Infraestructura de frío existente	Servicios Conexos			Infraestructura Portuaria	Volumen de desembarque es significat
	Recursos Hidrobiológicos	Pescadores	Embarcaciones		Comunicación	Agua	Luz		
San José	Coco, cojinova, lenguado, lorna.	541	60	Existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	Si
Pimentel	Sardina, raya, tollo, coco, cojinova.	40	41	No existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	Si
Santa Rosa	Ayanque, cabrilla, coco, cojinova	--	102	existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	Si
Pacasmayo	jurel, coco, cabrilla.	--	--	Existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE	No
Pto. Chicama	Jurel, coco, cabrilla, cojinova, corvina.	80	13	No existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE.	Si
Salaverry	Coco, jurel, cavinza sardina.	58	33	No existe	Si	Si	Si	No tiene	Si
Caleta Santa	Coco, pejerrey, robalo, tollo.	35	21	No existe	Si	Si	No	No tiene	No
Chimbote	Cabinza, jurel, lorna, coco.	210	58	Existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	No
Samanco	Ayanque, caballa, cojinova, jurel.	--	11	Exi ste	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	Si
Casma	Caballa, cojinova, jurel, bonito	40	34	No existe	Si	Si	No	En proyecto, MIPE	Si
La Gramita	Ayanque, cabrilla, coco, cojinova, corvina.	100	35	No existe	Si	Si	No	En proyecto, MIPE	No
Culebras	Bonito, cabinza, coco, jurel	102	61	No existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE	Si

## INFORMACION BASICA SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LAS

38 CALETAS

LUGAR	Recurso de la Actividad Pesquera			Infraestructura de frío existente.	Servicios Conexos			Infraestructura Portuaria.	Volumen de desembarque es significativo.
	Recursos Hidrobiológicos	Pescadores	Embarcaciones		Comunicación	Agua	Luz		
Pto. Pizarro	Lorna, machete, cojinova, langostino.	---	80	No existe	Si	Si	Si	En proyecto MIPE	Si
Zorritos	Coco, corvina, machete, merluza	120	50	Existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada. MIPE	Si
Cancas	Coco, corvina, lisa, ayanque, caballa.	---	65	No existe	Si	Si	Si	En proyecto MIPE	Si
Máncora	Ayanque, caballa, cabrilla, coco, corvina.	150	55	No existe	Si	Si	Si	En reconstrucción	Si
El Nuro	Coco, corvina, lisa, lorna.	85	33	No existe	Si	Si	No	No tiene	No
Cabo Blanco	Lisa, lorna, ayanque, cabrilla.	279	81	No existe	Si	Si	Si	No tiene	Si
Talara	Mero, peje blanco, lisa, lorna, ayanque.	---	57	Existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE.	Si
Negritos	Ayanque, barrilete, caballa.	105	28	Existe	Si	Si	Si	No tiene	No
Pto. Nuevo	Caballa, cabrilla, coco, jurel.	350	65	Existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada rústica	Si
Yacila	Merluza, pejerrey, lisa, raya, jurel.	80	20	No existe	Si	Si	No	En proyecto MIPE	No
Islilla	Coco, lenguado, cojinova, ayanque	250	50	No existe	Si	Si	No	En proyecto MIPE	No
Parachique	Coco, cojinova, lenguado, lorna	200	400	No existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada, MIPE	Si

...Continúa

... Sigue Cuadro N° 5

LUGAR	Recurso de la Actividad Pesquera			Infraestructura de frío existente	Servicios Conexos			Infraestructura Portuaria	Volumen de desembarques significativos
	Recursos Hidrobiológicos	Pescadores	Embarcaciones		Comunicación	Agua	Luz		
Pto. Huarmey	Cabinza, coco, jurel, corvina, bonito.	227	52	No existe	Si	Si	Si	No tiene	No
Pto. Supe	Coco, jurel, lisa, lorna, machete	360	95	Existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE	Si
Huacho	Bonito, cabinza, cojinova, coco, corvina	140	337	Existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada, MIPE	Si
Chancay	Lorna, machete, pejerrey.	--	220	No existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE	Si
Vila-Vila	Machete, coco, lorna, pejerrey.	250	30	No existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	No
Ilo	Corvina, pejerrey, sardina.	250	73	No existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	Si
Matarani	Cojinova, sardina, corvina.	63	40	Existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	Si
Quilca	Ayanque, bonito, balla, lorna	63	36	No existe	Si	Si	No	Obra ejecutada MIPE	No
Chala	Cojinova, jurel, corvina	86	26	No existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE	Si
Lomas	Jurel, corvina	57	34	No existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE	Si
San Juan de Marcona	Cojinova, jurel, corvina	47	12	No existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE	Si
Tambo de Mora	Coco, cojinova, corvina, jurel, lisa.	148	66	Existe	Si	Si	Si	En proyecto, MIPE	No
San Juan de Miraflores	Cojinova, coco, corvina, jurel.	73	70	Existe	Si	Si	Si	Obra ejecutada MIPE	Si
San Juan de los Rios	Corvina, cojinova, jurel, lorna.	120	20	No existe	Si	Si	No	No tiene	No

estructura de frío de las cuales 14 de ellas presentan volúmenes de desembarque significativos, presentando además factores positivos de:

- . materia prima
- . agua, luz
- . facilidades de desembarque.

Siendo parámetros donde el propósito de la instalación de las cámaras de frío se hacen más factibles, resumiéndolas son las siguientes:

- 1.- Pto. Pizarro.
- 2.- Máncora.
- 3.- Cabo Blanco.
- 4.- Parachique.
- 5.- San José.
- 6.- Pimentel.
- 7.- Casma.
- 8.- Culebras.
- 9.- Pto. Supe.
- 10.- Chancay.
- 11.- Ilo.
- 12.- Chala.
- 13.- Lomas.
- 14.- San Juan de Marcona.

Cuadro (6)

CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS CAMARAS  
FRIGORIFICAS DESMONTABLES EN LAS CALETAS  
SELECCIONADAS

LUGAR	Promedio de desembarque anual (TMB) 1975 - 1984	Promedio de desembarque diario (TMB)	Factor 0.65 desembarque diario (TMB)	Cámara de re- frige- ración Ton.
Pto. Pizarro	1507.3	6.85	4.45	1x5
Máncora	2134.9	9.70	6.30	1x5
Cabo Blanco	1586.9	7.21	4.68	1x5
Parachique	4092.7	18.6	12.09	1x10
San José	2731.5	12.4	8.00	1x10
Pimentel	1925.4	8.8	5.72	1x5
Casma	1436.3	6.5	4.23	1x5
Culebras	3138.4	14.3	9.26	1x10
Pto. Supe	1737.1	7.9	5.13	1x5
Chancay	1949.9	8.9	5.78	1x5
San Juan de Marcona	2908.1	13.2	8.58	1x10
Lomas	2925.5	13.3	8.65	1x10
Chala	1289.0	5.86	3.81	1x5
Ilo	1973.5	8.97	5.83	1x5



### 3.2.2 Almacenamiento y período de conservación de pescado y mariscos.

Almacenamiento.- El pescado se almacenará en cámaras refrigeradas a 0°C, debiendo llevar hielo antes de colocarlos en éstas. Es importante impedir la deshidratación para lo cual deben evitarse las corrientes de aire y la excesiva circulación del mismo, por ello se prefieren - las cámaras refrigeradas con serpentines a las que se utilizan ventilación forzada de aire frío.

Estas cámaras deben estar convenientemente aisladas, el suelo de la cámara ha de ser duro, generalmente que no halla desagües, pues el agua que quede en éstas, procedente del pescado en su mayor parte, sufre a menudo descomposiciones bacterianas que producen malos olores. Es mejor construir el piso con una inclinación hacia la puerta y barrer el agua hacia el exterior.

### Terminología:

Se entiende por "almacenamiento de productos congelados", el depósito de mercaderías a temperaturas generalmente inferiores a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Para distinguirlos del "almacenamiento de productos refrigerados" que significa la conservación de artículos a temperaturas que varían en  $1^{\circ}\text{C}$  y  $-1^{\circ}\text{C}$ , es decir, por encima de su punto de congelación.

La denominación "almacenamientos de productos en frío" es ambigua, falta de precisión y propensa a errores, pues no establece una clara distinción entre ambos tipos de almacenamiento, tan diferente entre sí. Por ejemplo, a veces se mantiene el pescado fresco a la temperatura de  $-7^{\circ}\text{C}$  a la que queda prácticamente congelado, originándose grandes pérdidas al deshelarse; en otras ocasiones se transportan productos congelados en vagones, camiones, etc. a la temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  lo que causa su descongelación parcial o total, según la distancia a

recorrer.

Se da el nombre de frigorífico a la gran instalación que posee cámaras tanto para los - productos congelados como para los refrigerados y que cuenta a menudo con equipos conge-ladores.

Definición de pescado fresco congelado:

Es el producto sometido y conservado por métodos de preservación mediante tratamientos de enfriado o refrigerado a una temperatura no menor de un grado centígrado ( $-1^{\circ}\text{C}$ ), ni mayor de ( $5^{\circ}\text{C}$ ), conservando sus características al estado fresco. Este grupo comprende - pescados, mariscos, (crustáceos, moluscos) y otras especies hidrobiológicas destinadas al consumo al estado fresco-refrigerado.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ALMACENAMIENTO A TEMPERATURAS SUPERIORES A LA CONGELACION.

Los principales factores que influyen son:

Humedad relativa.- La pérdida de peso de los productos por evaporación disminuye proporcionalmente al aumentar la humedad relativa, pero a la vez aumenta también el peligro de la multiplicación de los microorganismos. Es así como para una humedad relativa de 75%, la pérdida de peso son elevadas, pero la presencia de microorganismos es mínima, en cambio que, para una humedad relativa igual a 90 ó 95%, las pérdidas de peso se reducen notablemente, pero la multiplicación de los microorganismos aumenta considerablemente, haciéndose necesario bajar la temperatura siempre que sea necesario posible, hasta unos 0°C.

Circulación de aire.- Las pérdidas son evaporación del agua presente en el tejido del producto a conservar, tienen lugar más rápidamente por una elevada circulación del aire, sin embargo trabajos experimentales han demos--

trado que esta pérdida es más compensada por el enfriamiento rápido, siendo necesario - en este caso, el empleo de altas velocidades de circulación de aire en corto tiempo.

Consideraciones relativas a la humedad:

El evaporador al hacer pasar mediante sus ventiladores el aire por las aletas que posee, provoca que la humedad presente en el aire, se condense sobre las superficies frías de las aletas, con lo que disminuye su humedad relativa.

Este efecto se traduce en la pérdida de peso en los productos guardados dentro de la cámara por deshidratación.

La cantidad de agua que se condensa sobre las superficies frías depende directamente de la diferencia de temperatura existente entre el refrigerante en el evaporador y la temperatura de la cámara, se denomina a dicha diferencia: DT., por lo que se puede

controlar la humedad relativa del aire controlando el DT., y más precisamente, la temperatura de succión; un ejemplo de este fenómeno a través de la tabla elaborada por la compañía Russell Coil Company:

Rango de Humedad Relativa		
ALTO	MEDIANO	BAJO
Aprox. 90%	Aprox. 80%	Aprox. 65%
10°F	13°F	15°F

Cuando se trata de la conservación de alimentos empaquetados herméticamente, ya no influye la humedad relativa de la cámara en ellos. El único efecto relativamente perjudicial sería la acumulación de hielo sobre el evaporador, lo que se traduce en una baja de su rendimiento, problema que es solucionado luego por el sistema de descarchado.

Período de conservación del pescado y mariscos:

Es posible decir, en general que la mayor parte de los pescados refrigerados se conservan a una temperatura de 0°C, para un plazo normal de: 8 a 12 días, pudiendo - existir excepciones con algunas especies, como por ejemplo, en el caso de las sardinas de: 2 a 4 días. El tiempo de permanencia del pescado fresco-refrigerado será - de un día en las cámaras.

En el cuadro (7), se puede observar algunas variaciones establecidas por el Instituto Internacional del Frío.; y en el cuadro (8), se observan las condiciones optimales de conservación de algunos productos alimenticios.

### 3.2.3 Cajas para almacenar el pescado

Las cajas para almacenar el pescado serán plásticas, las cuales son producidas por - Plastix Peruana S.A. bajo licencia exclusiva para el Perú de Stromberg Plastic de No

## Cuadro (7)

TEMPERATURA Y VIDA PRACTICA DE  
ALMACENAMIENTO

Especie	Temperatura °C	Vida práctica de almacenamiento
Bacalao: Gadus morhua	0	11 - 12 d
Merluza: Merluccius sp. gutté, Northern hemisphere spe- cies	0	11 - 12 d
gutté, Southern hemisphere spe- cies	0	6 - 8 d
Caballa: Scomber scombrus ungutté	0	5 - 6 d
gutté	0	10 d
Sardina: Sardinops mela- nos (ungutté) tic- ta	0	2 - 4 d
Barrile (tē: Katsuwonus pe- (ungutté) lamis	0	6 d
Tilapia: Tilapia sp., ungutté	0	21 d
Cangrejo: Cáncer pagurus, cooked	0	7 d
Langos- (tino: Nephops norvegi- (cus	0	5 - 6 d
Camarón: Cragon sp. (crudo)	0	5 d
Calamar: Loligo sp.	0	7 - 8 d



Cuadro (8)

CONDICIONES OPTIMALES DE CONSERVACION  
DE UNOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS.

Producto	Temperatura (°C)	Humedad Relativa(%)	Plazo de conservación
Carne bovina	-1.5 - 0	90	4 a 5 semanas
Pollos	0 - 1	85 - 90	7 a 10 días
Huevos	-1 - 0	85 - 90	6 a 7 meses
Plátanos (1)	11.5 - 14.5	85 - 90	3 a 4 semanas
Piñas (1)	10 - 15.5	85 - 90	3 a 4 semanas
Aguacates (paltas)	7 - 13	85 - 90	4 semanas
Mango	10	90	2 a 5 semanas
Duraznos	-0.5 - 0.5	85 - 90	2 a 4 semanas
Manzanas (2)	-1 - 0	85 - 90	2 a 7 meses
Naranjas (2)	4 - 6	85	6 meses
Col (2)	0	85 - 90	2 a 4 meses
Lechuga	0	90 - 95	3 a 4 semanas
Cebollas	-3 - 0	65 - 70	6 a 8 meses
Papas	4.5 - 10	85 - 90	4 a 8 meses
Tomate (1)	11.5 - 13	85 - 90	3 a 5 semanas
Pescado	0° - 2°	90 - 95	1 a 2 semanas

FUENTE: IV Comisión del Instituto Internacional del Frío

(1) Depende del grado de maduración.

(2) Depende de las variedades.

ruega, dichas cajas son fabricadas espe---  
cialmente para almacenaje, transporte y --  
congelamiento profundo, cuyos datos técni-  
cos son:

- . Material ..... Polietileno de alta densidad estabilizado a la luz.
- . Dimensiones .... Largo : 650 mm.  
Ancho : 610 mm.  
Alto : 153 mm.
- . Peso ..... 2.9 Kgs.  $\pm$  2%.
- . Capacidad ..... 42 Ltrs. (20 a 25 Kg. de pescado con hieslo en escamas)
- . Resistencia a la Temperatura.. 110°C
- . Resistencia al Congelamiento... -40°C
- . Resistencia a la Presión..... 375 Kgs.  $\pm$  2%

Cálculo de ensayo de la capacidad de las  
cajas:

El pescado debe ser colocado en las cajas plásticas agregándose hielo en escamas en una proporción de 3 a 1, luego se tiene - que:  $M_{\text{pesc.}}/M_{\text{hielo}} = 3/1$ .

Densidad del pescado a granel..... 50 Lbs/ft<sup>3</sup>  
 Densidad del hielo en escamas a granel..... 54.923 Lbs/ft<sup>3</sup>  
 Volumen total de la caja..... 42 Ltrs. = 1.483 ft<sup>3</sup>

entonces:

$$M_{\text{pesc.}} = \frac{V_{\text{total}}}{\frac{1}{D_{\text{pesc.}}} + \frac{1}{3D_{\text{hielo}}}} = \frac{1.483}{\frac{1}{50} + \frac{1}{3 \cdot 54.923}}$$

$$M_{\text{pesc.}} = 57.0 \text{ Lbrs.} = 26.0 \text{ Kgrs./caja}$$

Como se podrá observar, existe un límite de almacenamiento por caja de 26.0 Kg. de pescado, pero por condiciones prácticas de almacenamiento para este tipo de envases, se recomienda sólo almacenar 20 Kg de pescado.

#### 3.2.4 Acondicionamiento del pescado

El pescado fresco con adición de hielo, se colocará en las cámaras frigoríficas, para su respectiva conservación, considerándose para el producto un límite de almacenamiento máximo de tres días, a una temperatura óptima que oscilará entre 0°C a 2°C; sin embargo se puede aceptar un rango de operación normal de 0°C a +4°C.

Siendo en nuestro caso la temperatura de almacenamiento de 0°C.

Las cajas se colocarán en rumas que no sobrepasen una resistencia a la presión de 300 Kgrs. (375 Kgrs. según especificación del fabricante).

Para permitir un mejor trabajo en la cámara, las rumas serán de 8 cajas, siendo 2 filas de 8 cajas en una parihuela.

3.2.5 Determinación de las áreas de las cámaras frigoríficas desmontables.

El conocimiento de datos fundamentales de capacidad y producción de instalaciones de frío permiten encontrar el área y volúmen de estas instalaciones.

Las medidas de la instalación refrigerada dependen asimismo, del método de distribución en ellas de las cargas.

La carga en instalaciones refrigeradas pueden ser: en Pila (montón, rímero), sujeto en vigas colgantes, o en ganchos, en estanterías, en carretillas, y así consecutivamente.

La colocación de la carga en pilas se emplea principalmente, en instalaciones o cámaras para conservación y algunas veces en instalaciones para cargas de productos domésticos.

La densidad de colocación de la carga en -

pilas depende del tipo de carga (su volumen másico), forma y tipo de embalaje en el caso de colocación de cargas empacadas.

La densidad de colocación de carga en instalaciones refrigeradas se determina con la norma de carga por unidad de volumen:

$$G_v \text{ (Kg/M}^3 \text{ ó Ton./M}^3\text{)}$$

Utilizando la norma de volumen de carga, se puede determinar el volumen de carga  $V_{\text{carg.}}$  ( $M^3$ ) de la instalación, necesaria para la distribución de la carga en cantidad real apropiada del cálculo de la capacidad  $G$  (Kgrs. ó Ton.) :

$$V_{\text{carg.}} = G/G_v$$

El área de carga o área ( $M^2$ ), ocupado por la pila:

$$F_{\text{área}} = V_{\text{carg.}}/H_{\text{carg.}}$$

donde:

## Cuadro (9)

SIGNIFICADO DE  $G_v$  PARA ALGUNOS PRODUCTOS

TIPO DE CARGA	NORMA DE CARGA, T/M <sup>3</sup>	TIPO DE CARGA	NORMA DE CARGA, T/M <sup>3</sup>
Carga de <u>va</u> <u>ca</u> congela- <u>da</u> :. convencio-- nal carga	0.35	Mantequilla: en cajas de madera	0.70
en mitades	0.30	en cajas de cartón	0.80
en cuartas partes	0.40	Aves en cajas	0.38
cerdo conge- lado	0.45	Frutas y hor- talizas	0.35
carne conge- lada en blo- ques	0.60	Diferentes conservas	0.60
Pescado con- gelado: en cajas, canas- tas	0.30-0.35	Huevos	0.30
cajas de cartón	0.60		

$H_{\text{carg.}}$  = altura de la carga, metros (M),  
encima de la cual se levanta la  
altura de la pila o ruma.

Con los datos ya determinados, se permite calcular el área necesaria de construcción de la instalación frigorífica, que con cálculos de orientación se puede determinar, utilizando la magnitud de coeficiente de utilización de área de instalación  $B_f$ , el cual será igual a la relación del área de carga utilizada hacia el área total de construcción:

$$B_f = F_{\text{área-c}} / F_{\text{construcc.}}$$

de donde:

$$F_{\text{construcc.}} = F_{\text{área-c}} / B_f$$

El coeficiente de utilización del área de instalación  $B_f$  depende de las medidas de la instalación, mientras más grande es la instalación, cuanto mejor puede ser la relación de carga. Se tiene un modelo de significado de este coeficiente:



---

Para pequeñas instalaciones (de 20 a 100M <sup>2</sup> )...	0.40-0.55
Para medias instalaciones (de 100 a 400M <sup>2</sup> )...	0.60-0.70
Para pesadas instalaciones (mayores de 400M <sup>2</sup> )...	0.80

---

### CALCULO DE AREAS DE LAS CAMARAS FRIGORIFICAS DESMONTABLES

1.- Cálculo de área para la cámara de 5 toneladas.

1.1 Volumen de carga:

$$V_{\text{carg.}} = \frac{G_1}{G_v} = \frac{5000 \text{ Kg.}}{300 \text{ Kg/M}^3}$$

$$V_{\text{carg.}} = 17.0 \text{ M}^3$$

1.2 Area de carga:

$$F_{\text{área-c}} = \frac{V_{\text{carg.}}}{H_{\text{carg.}}}$$

considerando:  $H_{\text{carg.}} = 1.40 \text{ M.}$

entonces:

$$F_{\text{área-c}} = \frac{17.0 \text{ M}^3}{1.40 \text{ M.}}$$

$$F_{\text{área-c}} = 12.0 \text{ M}^2$$

1.3 Area de construcción (utilizando  $B_f=0.40$ )

$$F_{\text{construcc.}} = \frac{12.0 \text{ M}^2}{0.40} = 30.0 \text{ M}^2$$

$$F_{\text{construcc.}} = 30.0 \text{ M}^2$$

2.- Cálculo de área para la cámara de 10 toneladas.

2.1 Volumen de carga:

$$V_{\text{carg.}} = \frac{G_2}{G_v} = \frac{10,000 \text{ Kg./M}^3}{300 \text{ Kg./M}^3}$$

$$V_{\text{carg.}} = 34.0 \text{ M}^3$$

2.2 Area de carga:

$$F_{\text{area-c}} = \frac{34.0 \text{ M}^3}{1.40 \text{ M}} = 24.0 \text{ M}^2$$

2.3 Area de construcción (utilizando  $B_f = 0.40$ )

$$F_{\text{construcc.}} = \frac{24.0 \text{ M}^2}{0.40} = 60.0 \text{ M}^2$$

$$F_{\text{construcc.}} = 60.0 \text{ M}^2$$

observacion: Las áreas mencionadas necesariamente no serán las definitivas, pues éstas,

serán determinadas por la necesidad del número de unidades prefabricadas (paneles), para cubrir dichos espacios.

### 3.2.6 Descripción de las cámaras frigoríficas desmontables

#### 3.2.6.1 Estandares y características de los paneles a utilizarse:

En base a la determinación hecha en el punto 3.3.3., los paneles a utilizarse serán de la firma dinamarquesa: GRAM (BODRENE GRAM A/S), cuyo representante exclusivo en el Perú es la Tradex S.R.L.

GRAM produce unidades o secciones prefabricadas permitidos para la construcción de almacenes o cámaras de refrigeración desde  $5.4M^3$  ( $191 Ft^3$ ) y superiores.

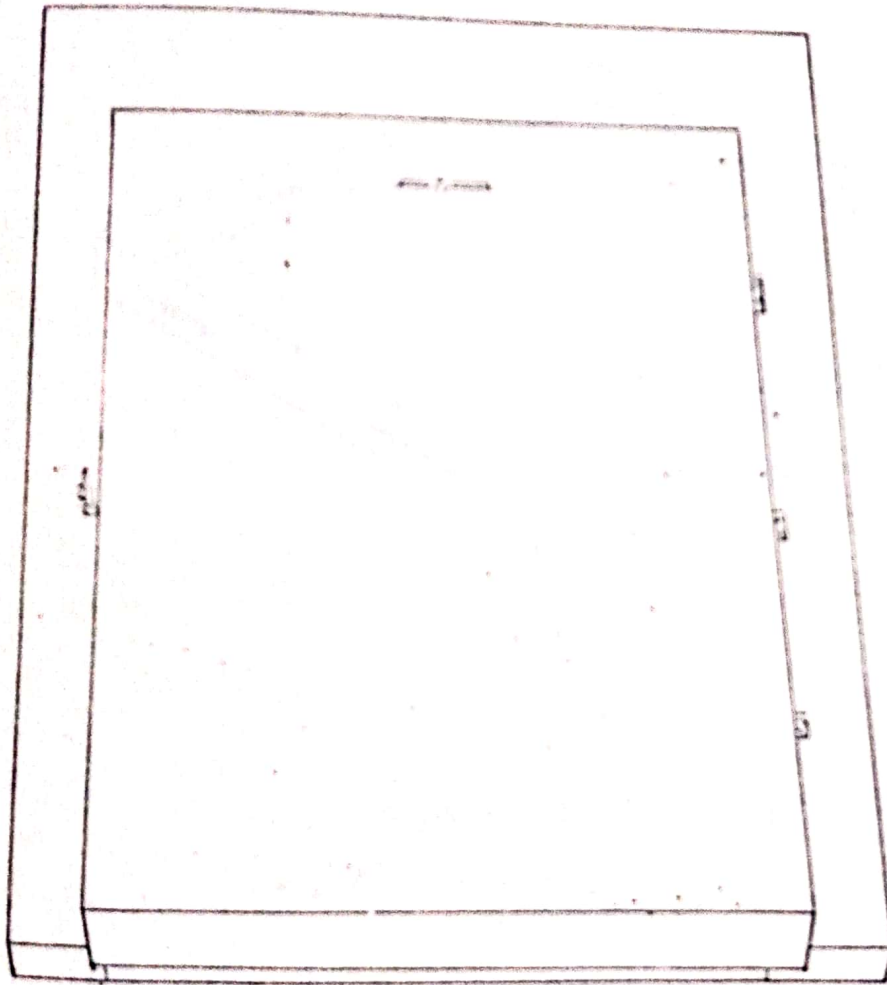
Cada sección consiste internamente y externamente, de acero inoxidable o fierro galvanizado, calibre 24, tipo 304 N° 3; utilizando como aislante entre las placas metálicas el poliuretano expandido, cuyo espesor es de 100 mm. (4").

En los gráficos se muestran las secciones con sus respectivas dimensiones. vease gráficos del 1 al 6 y detalles del 7 al 10.

#### 3.2.6.2 Equipos y Accesorios:

La maquinaria frigorífica estará conformada por unidades de condensación (unidades semiherméticas) con enfriamiento de aire en el cual se encuentra el compresor acoplado directamente con su motor eléctrico, al nivel inferior del condensador se encuentra el receptor de líquido, a

SECCION DE LA PUERTA

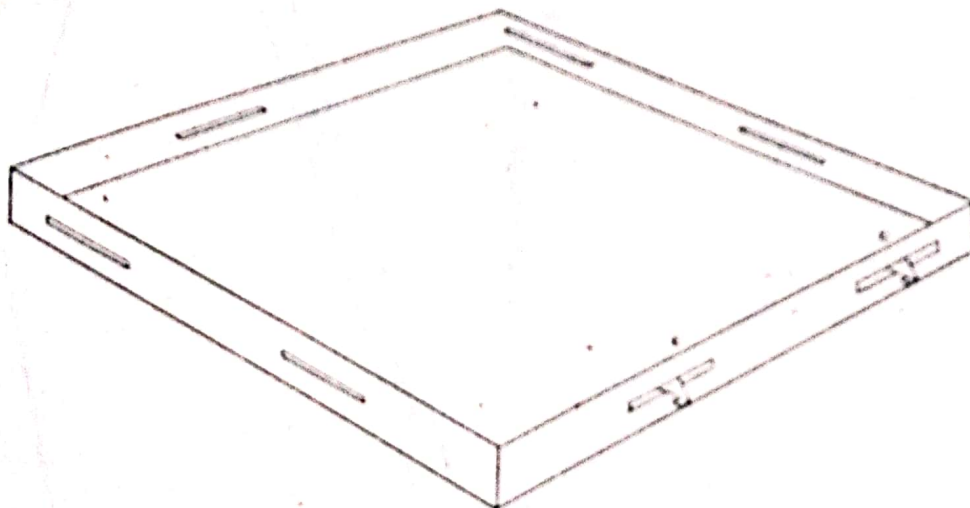


alto . largo = 2460 mm . 1230 mm  
(8' 3/4" . 4' 3/8")

dimensiones en la claridad = 900 mm . 1900 mm  
(2' 11 1/2" . 6' 3")

Gráfico - 1

SECCION ESQUINAR DEL TECHO

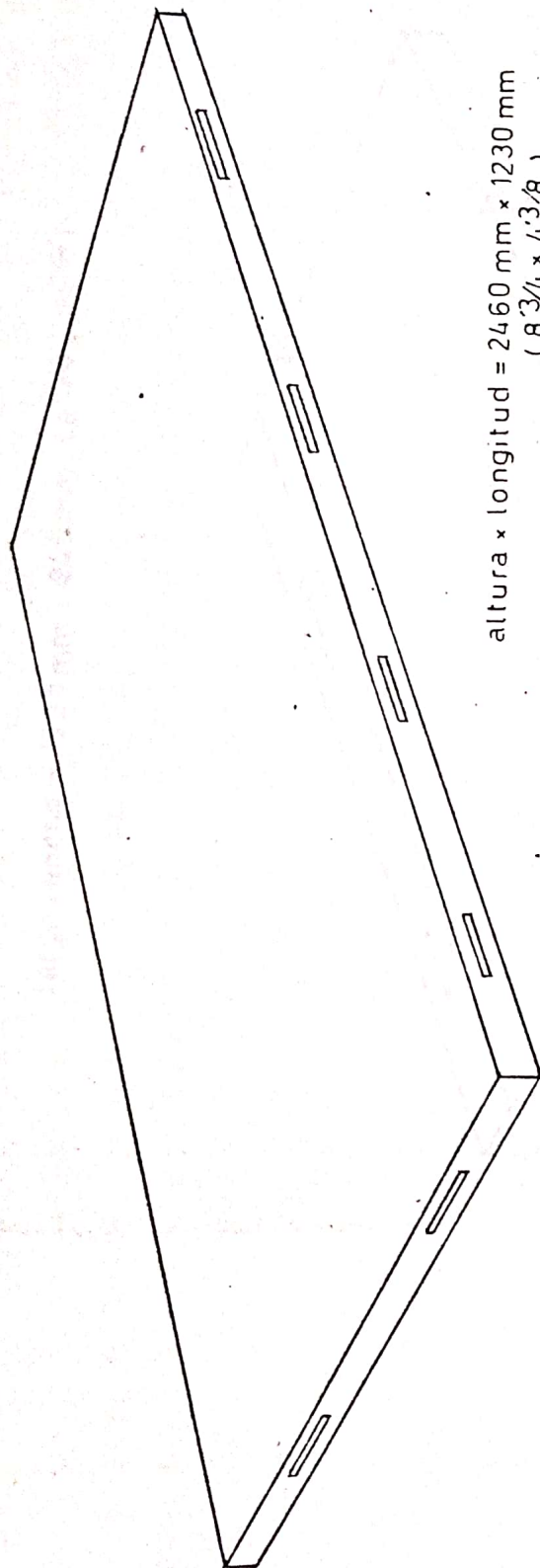


largo • ancho = 840 mm • 840 mm

(2'9 1/8" • 2'9 1/8")

Gráfico - 2

EXTENSION DE LA SECCION PARA LA PARED

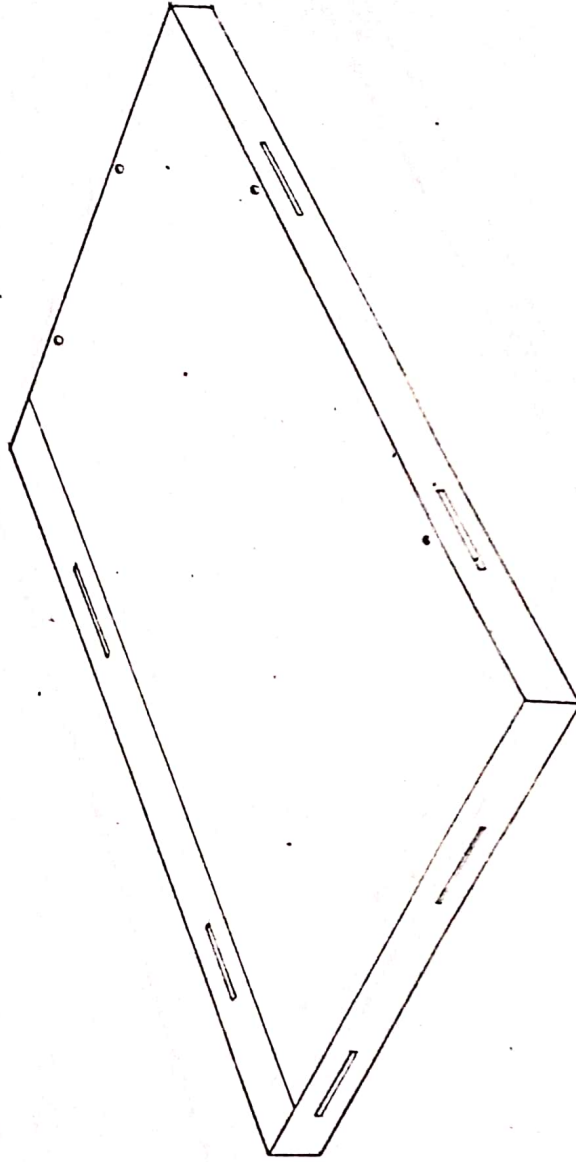


altura x longitud = 2460 mm x 1230 mm  
( 8 3/4 x 4 3/8 )

Gráfico - 3

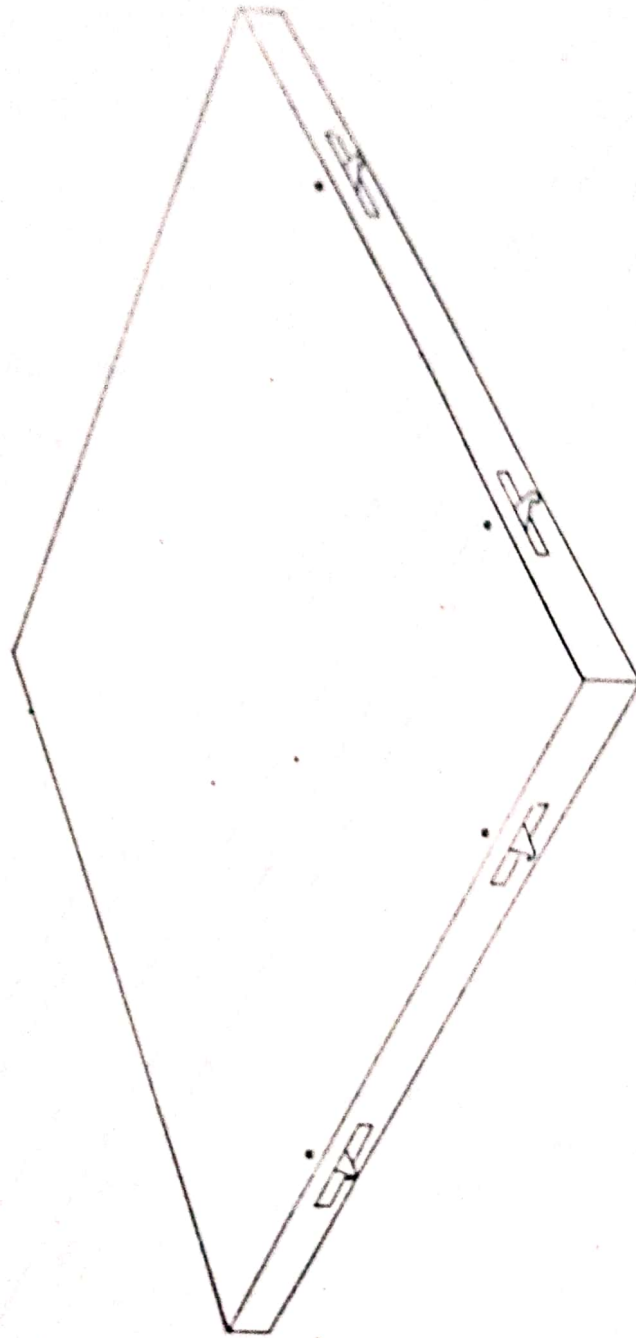
SECCION EXTERNA PARA EL TECHO

largo x ancho = 1230 mm x 840 mm ( 4'3/8" x 2'9/8" )



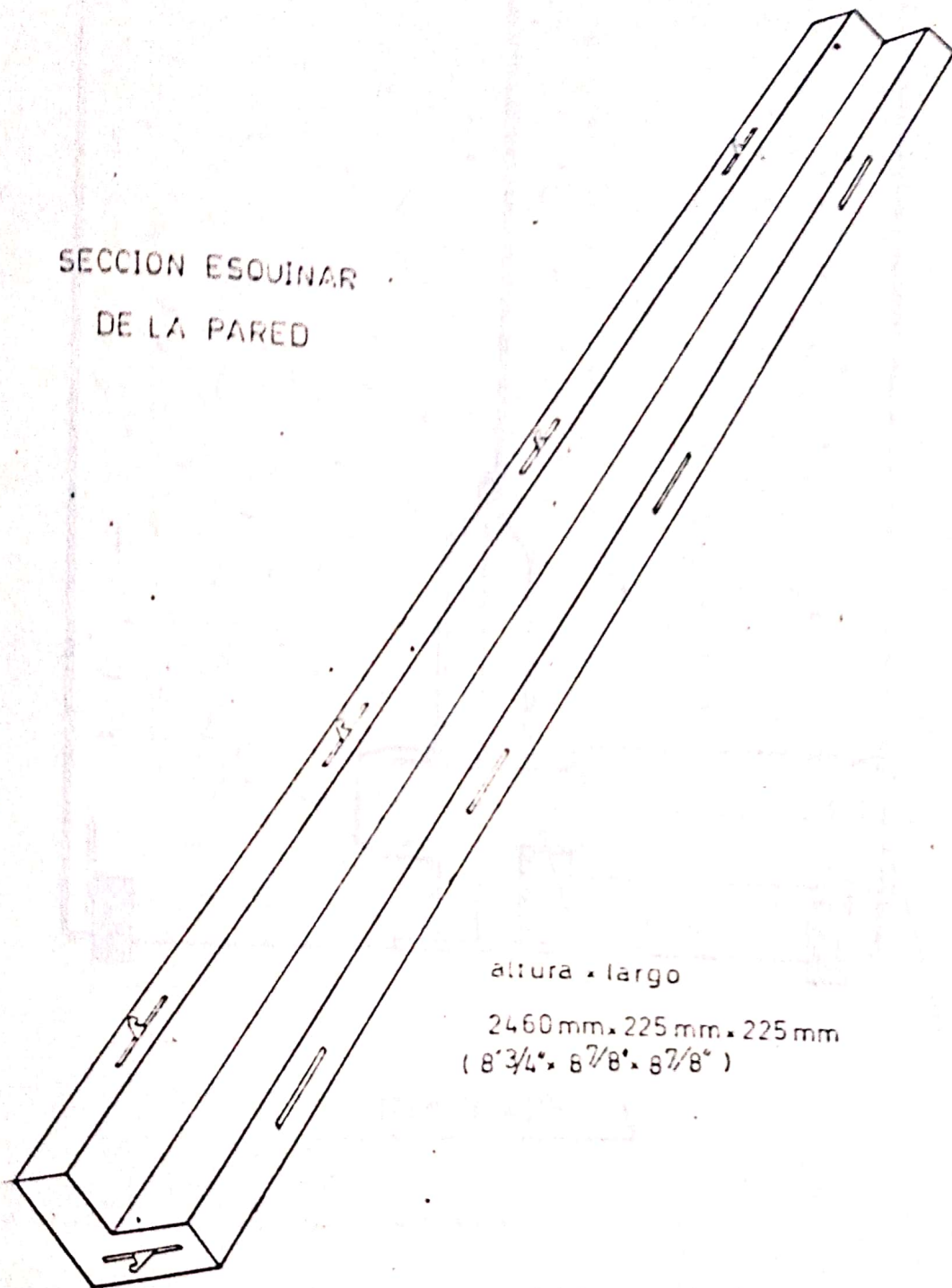


SECCION EXTERNA PARA EL TECHO ( extensión )



largo • ancho = 1230 mm • 1230 mm (4'3/8" • 4'3/8")

SECCION ESQUINAR  
DE LA PARED



altura x largo  
2460 mm x 225 mm x 225 mm  
( 8'3/4" x 8'7/8" x 8'7/8" )

DETALLE DE SECCION

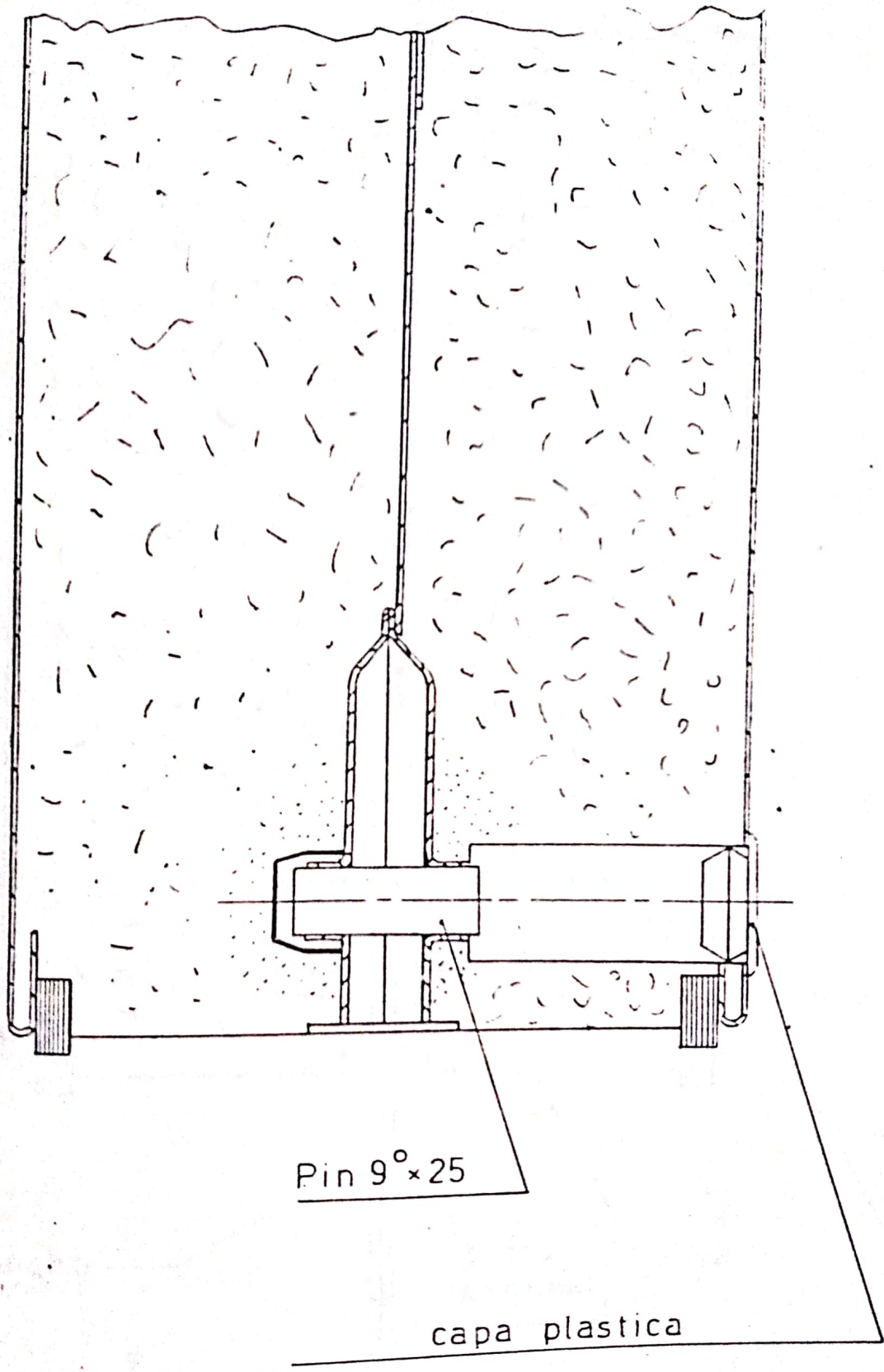
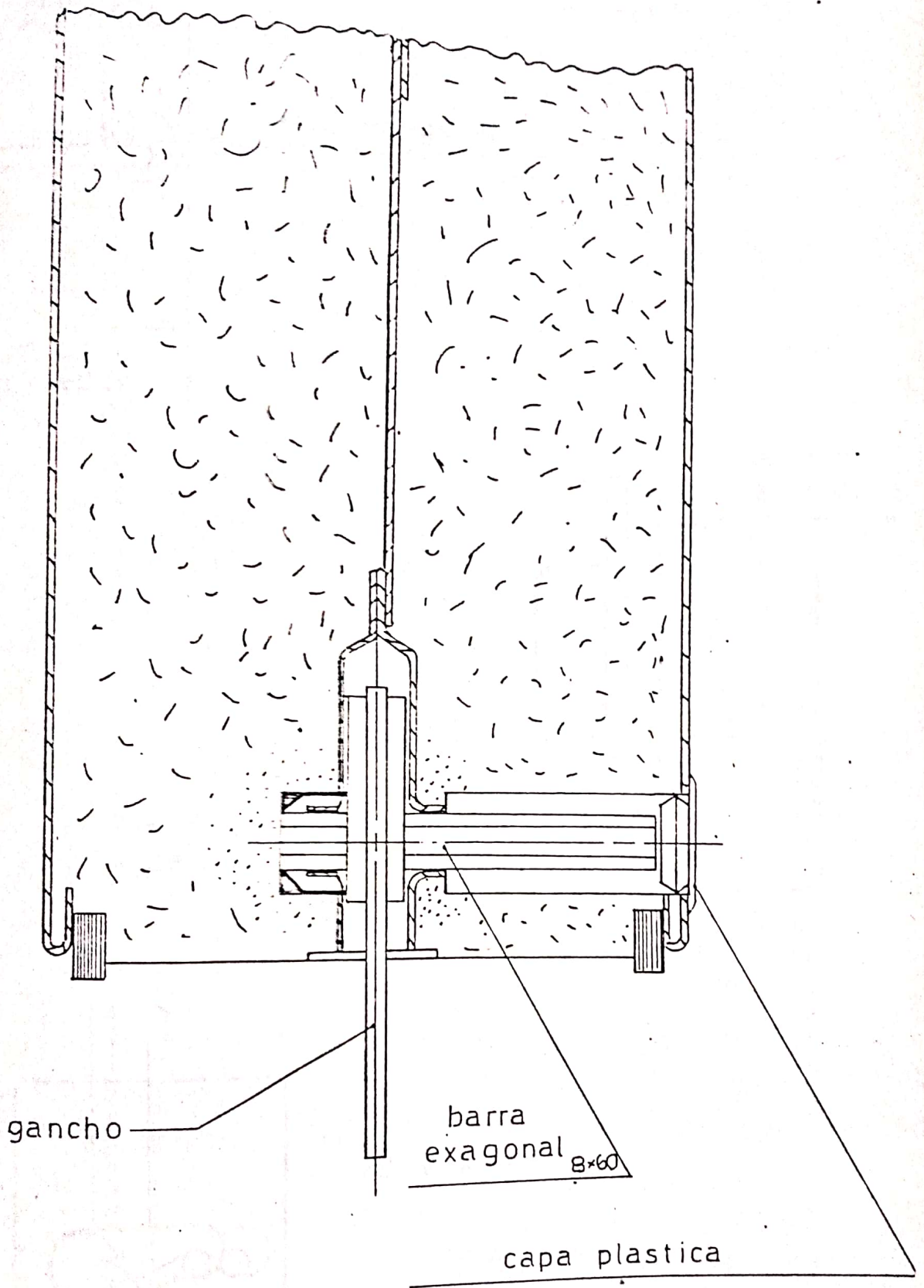


Gráfico - 7

Caja de cerrojo con el pin

DETALLE DE SECCION



Caja de cerrojo con gancho

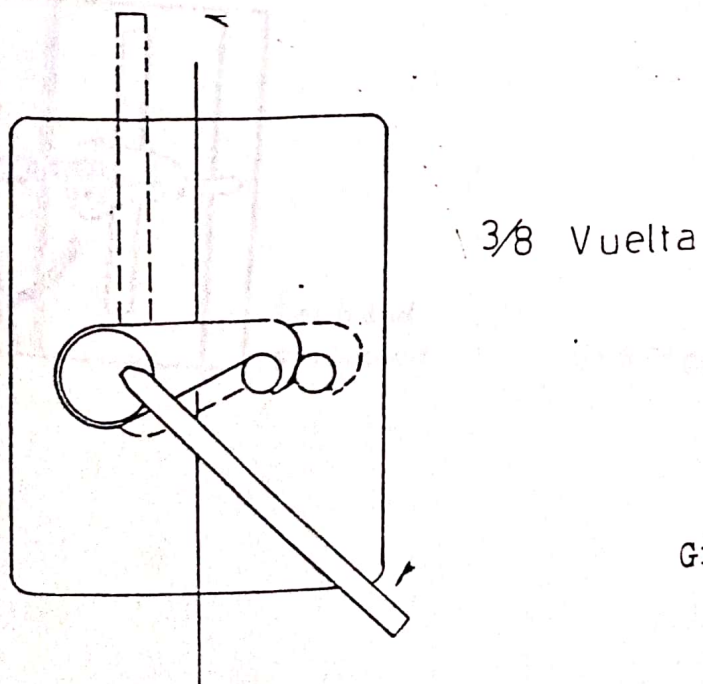
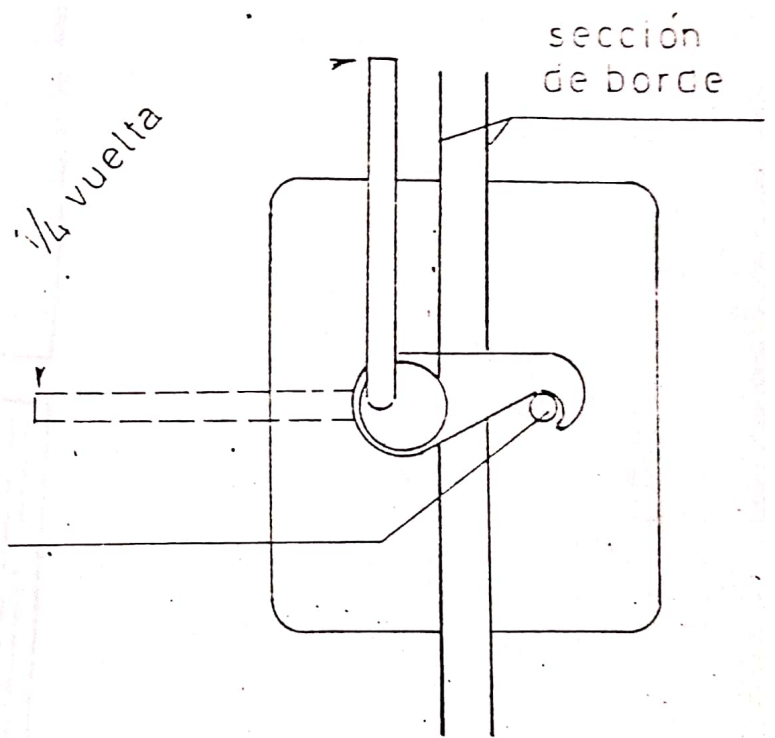
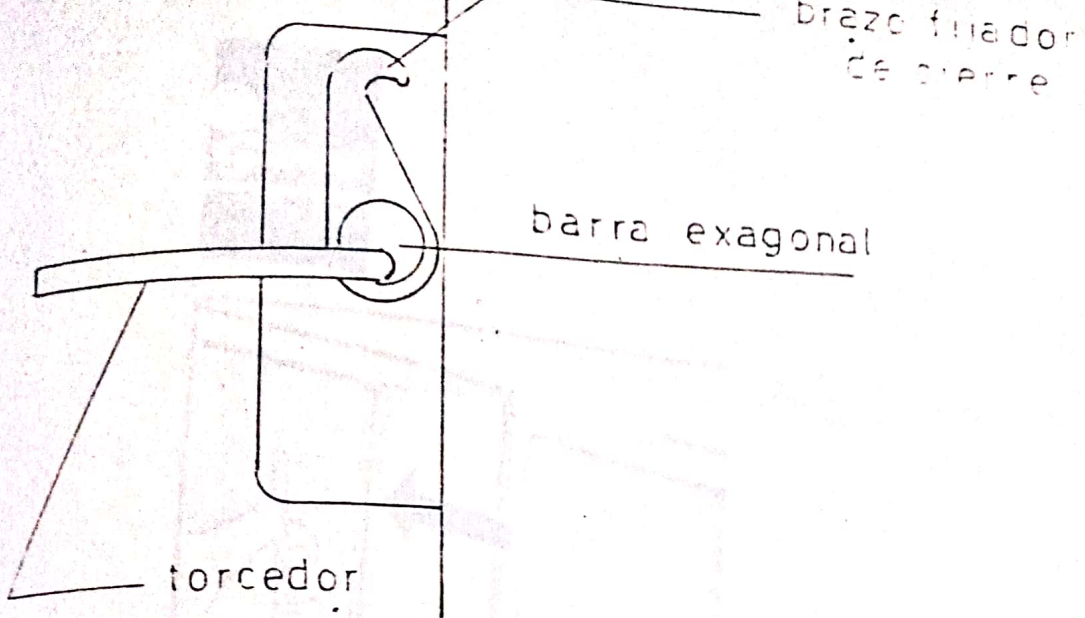
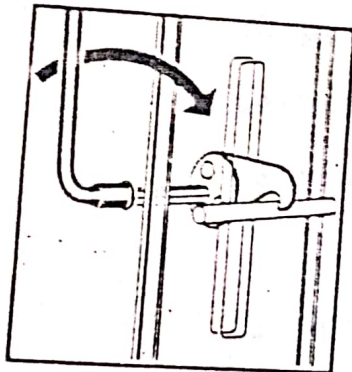
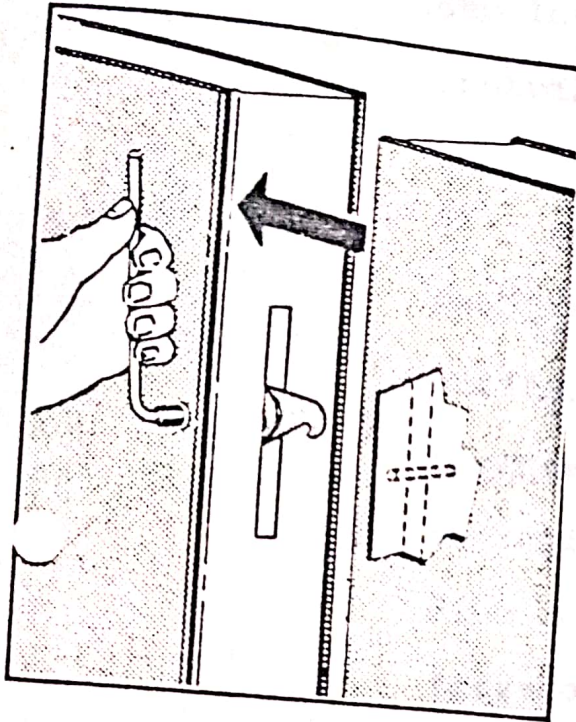
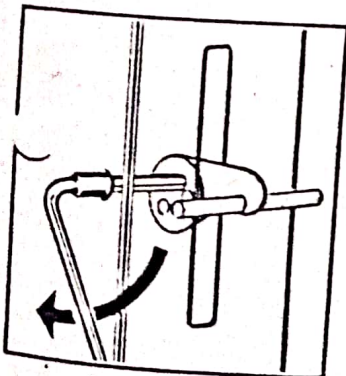


Gráfico - 9



Latch and pin engaged



Latch and pin locked

la salida y entrada de la unidad las respectivas válvulas de control de paso del refrigerante.

En el interior de la cámara frigorífica, situado(s) convenientemente el y/o los evaporadores de régimen o sistema semi-inundado con circulación de aire forzado, el cual será alimentado por una válvula de expansión termostática que controlará a la vez el paso del refrigerante.

El intercambiador o regenerador de calor instalado muy cerca del evaporador para subenfriar el refrigerante a la entrada de la válvula de expansión termostática y recalentando el vapor a la entrada del compresor.

Los controles automáticos estarán conformados por un presostato compuesto entre la línea de succión y de descarga para medir la presión de baja y alta respectivamente.

Un presostato diferencial de aceite entre la línea de succión y el carter del compresor para medir la presión de trabajo del aceite.

Un termostato de ambiente para controlar la temperatura interna deseable de conservación en el interior de la cámara.

La válvula solenoide en la línea de líquido que conectará la bobina magnética de la válvula abriendo o cerrando la misma.

La tubería que unirá los equipos



y/o elementos de la instalación frigorífica es de material de cobre tipo L, los diámetros utilizados o recomendados son especificados por los fabricantes de los equipos en los catálogos.

3.2.7 Estandares de las cámaras frigoríficas desmontables y distribución de la carga de pescado

Según las áreas aproximadas encontradas tanto para las cámaras de 5 toneladas, y 10 toneladas, procederemos a dimensionar dichas cámaras, utilizando para ello los estandares de las secciones o unidades - prefabricadas, además teniendo en cuenta que para el dimensionamiento se necesitará datos ya conocidos y que se hallarán los que faltan por conocer:

- 1.- Capacidad máxima de Palets o Parihuelas almacenadas.
- 2.- El número de cajas por parihuela.

- 3.- Densidad de los productos.
- 4.- Necesidad de los espacios libres.

Es necesario recordar que el volumen aprovechable representa en la mayoría de los casos el 40 a 60% del volumen refrigerado en que están consideradas espacios muertos tales como: espacios de circulación, espacios para evaporadores, espacios para los envases que se desea cargar, etc. datos que nos determinarán las dimensiones interiores, y así mismo exteriores de la cámara.

#### 3.2.7.1 Dimensionamiento para la cámara de 5 toneladas:

Las parihuelas ( $48^{1/2}$ " x  $24^{1/4}$ " x  $5^{1/2}$ ", material de madera tipo tornillo) se utilizará en la cámara de refrigeración de pescado-fresco, en donde las cajas serán colocadas en número de 8, existiendo 2 filas por cada parihuela de cajas, es decir:

Una fila = 8 x 20Kg. = 160Kg./fila.

Una parihuela = 2 filas x 160Kg./fila  
= 320Kg.de pescado/parih.

Necesidad de parihuelas =  $\frac{5,000 \text{ Kg.}}{320\text{Kg./parih}} =$

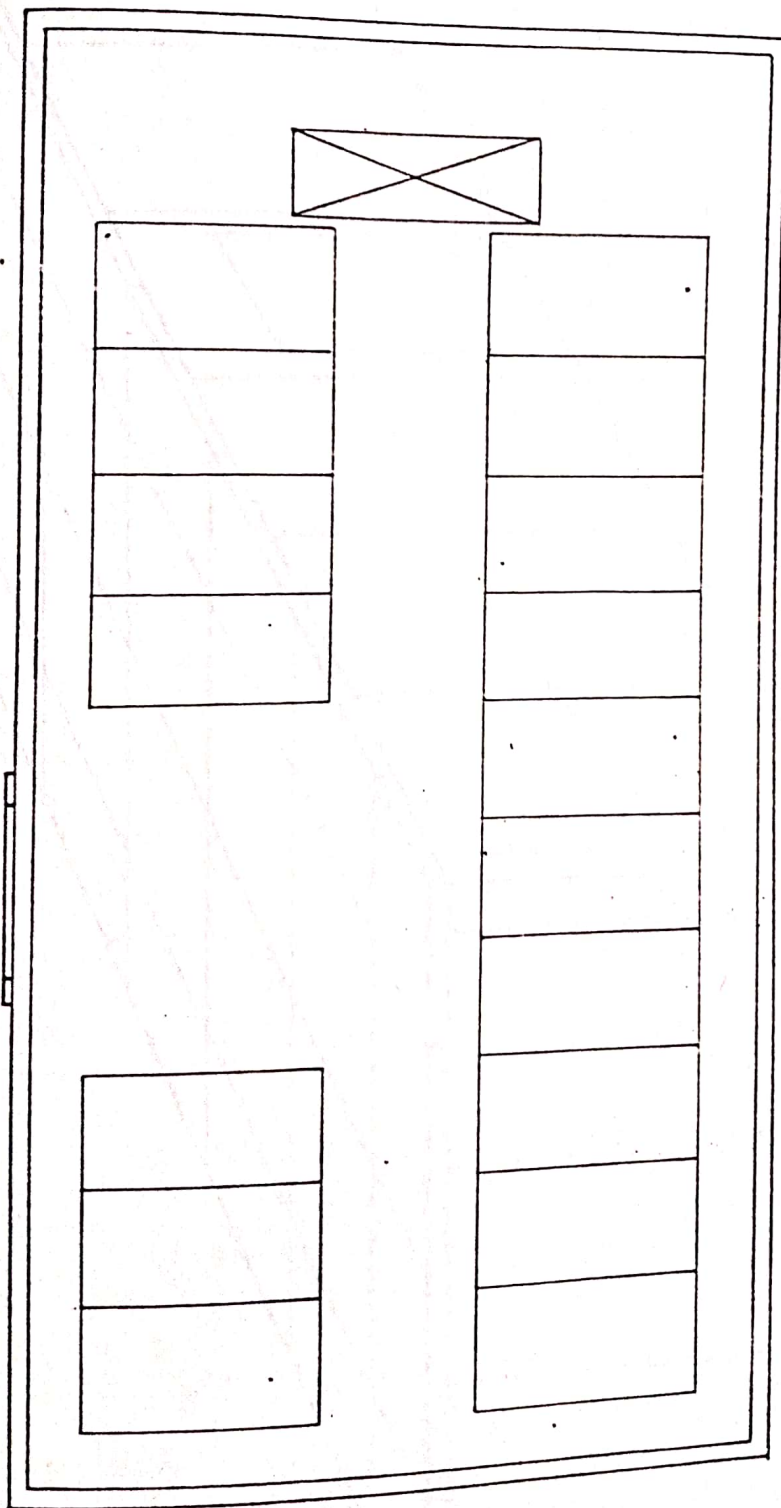
16 parihuelas.

En el esquema (1): Se muestra la distribución de carga de -  
pescado.

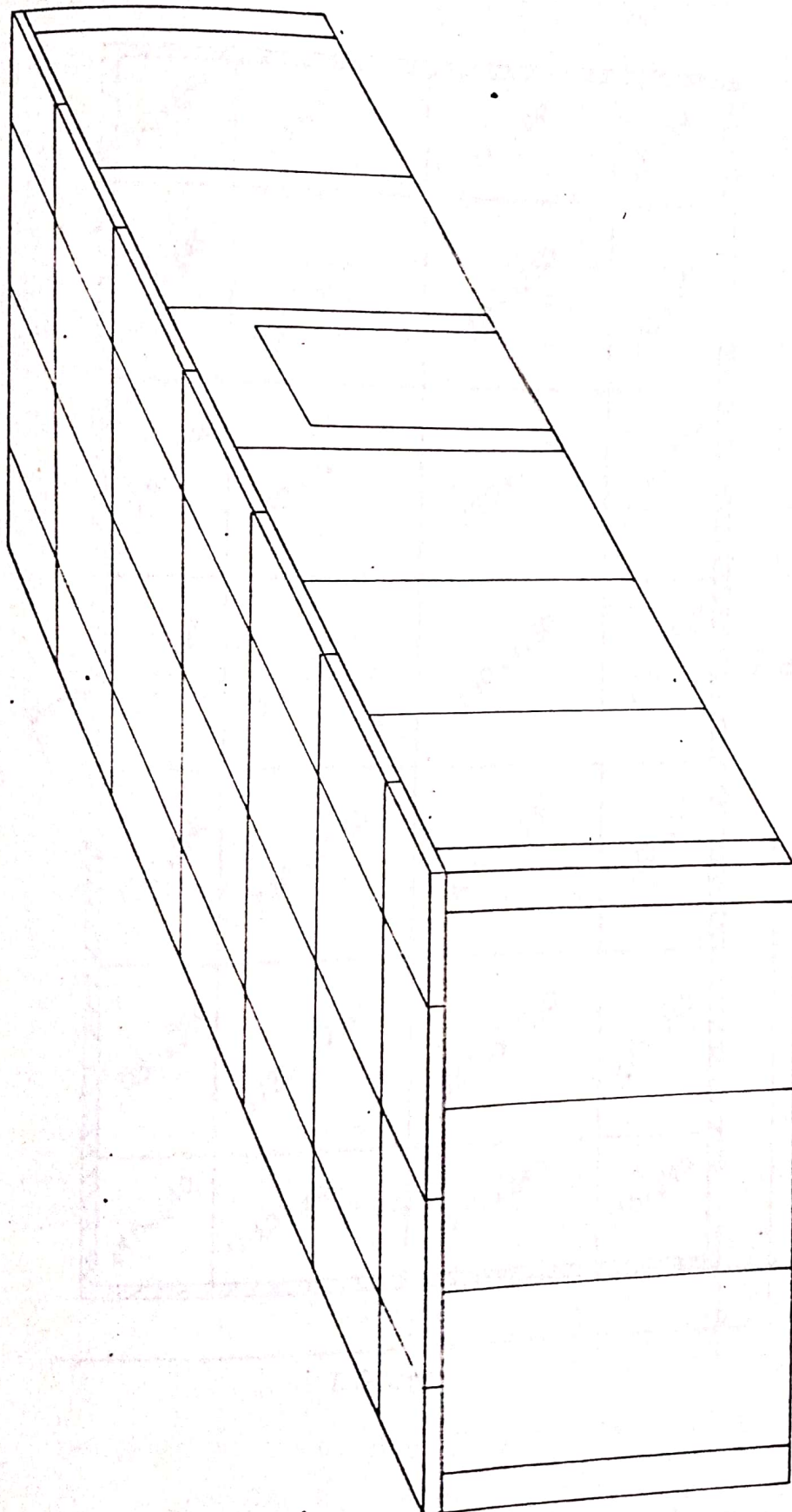
En el esquema (2): Una vista axonométrica de la cámara.

En el esquema (3): Disposición de la un  
dades prefabricadas  
para el techo.

Esquema de distribución de la carga y disposición del Evaporador para la cámara de 5 Toneladas.



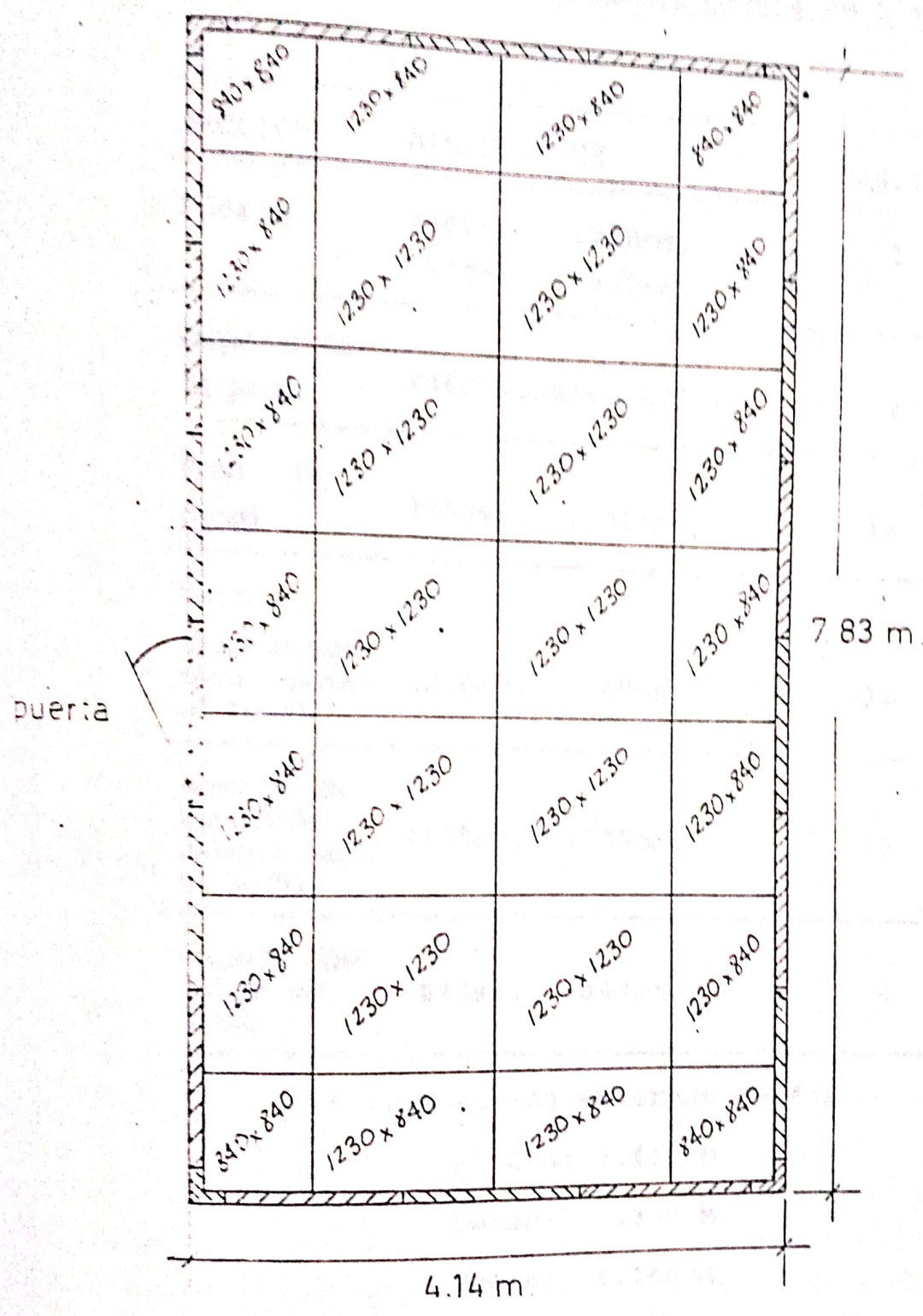
Esquema (2)



$\angle 30^\circ$

Esquema de la disposición de los  
módulos para el techo en la  
camara de

5 TONELADAS



ESCALA: 1:50  
Esquema (3)

Necesidad de paneles para la cámara de 5 toneladas

SECCION	DIMENSIONES		CANTIDAD
Puerta	2460mm. 1230mm. 900mm. 1900mm.		1
Esquinar de la pared	2460mm. 225mm. 225mm.		4
Para la pared	2460mm. 1230mm.		16
Techo: sección externa para el techo.	1230mm. 840mm.		14
sección de extensión externa para el techo	1230mm. 1230mm.		10
sección esquinar del techo	840mm. 840mm.		4

Las dimensiones externas serán:

Altura: 2.410 M

Largo: 7.830 M

Ancho: 4.140 M.

OBSERVACION: No se utilizarán paneles para el piso; éste será construido y aislado por el método tradicional de construcción de cámaras frigoríficas estacionarias.

3.2.7.2 Dimensionamiento para la cámara de 10 Toneladas:

La disposición de las cajas en las parihuelas serán las mismas consideradas para la cámara de 5 toneladas.

$$\begin{aligned} \text{Necesidad de parihuelas} &= \frac{10,000\text{Kg}}{320\text{Kg./parih.}} \\ &= 32 \text{ parihuelas.} \end{aligned}$$

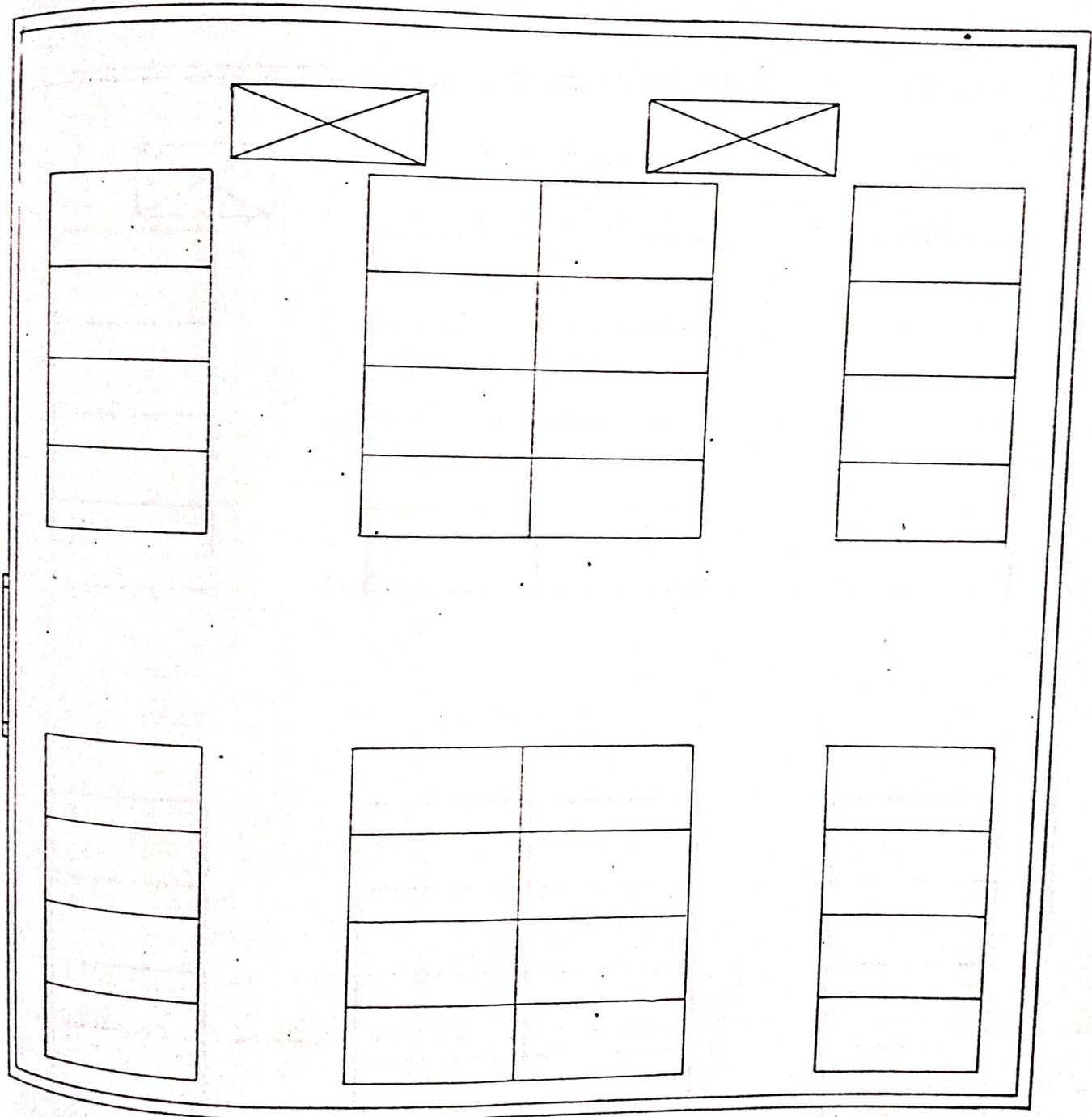
En el esquema (4): Se muestra la distribución de carga de pescado. Esquemas (4a y 4b)

En el esquema (5): Una vista axonométrica de la cámara.

En el esquema (6): Disposición de las unidades prefabricadas para el techo.



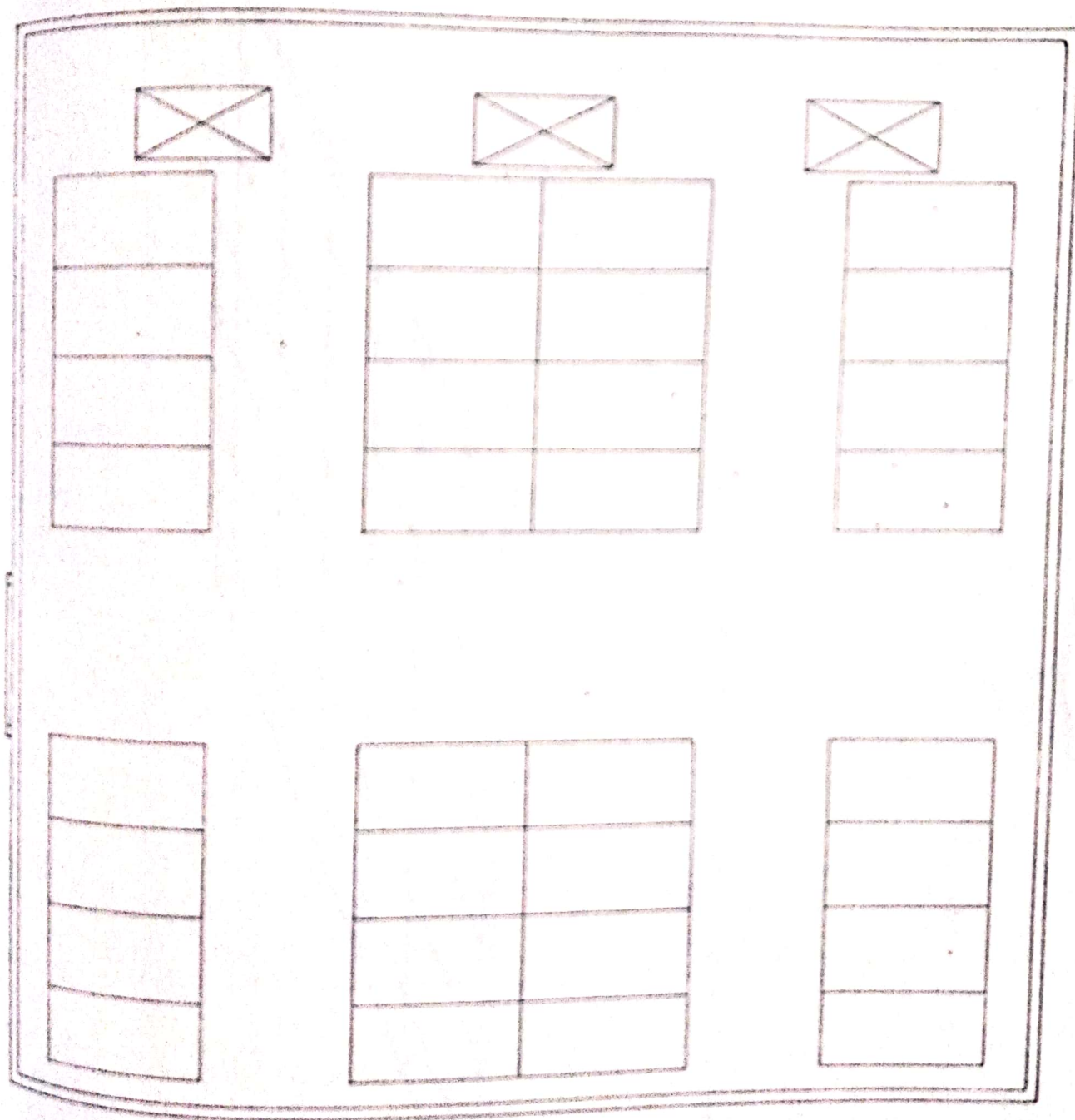
ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE LA CARGA  
Y DISPOSICION DE LOS DOS EVAPORADORES  
PARA LA CAMARA DE 10 TONELADAS



ESCALA 1:50

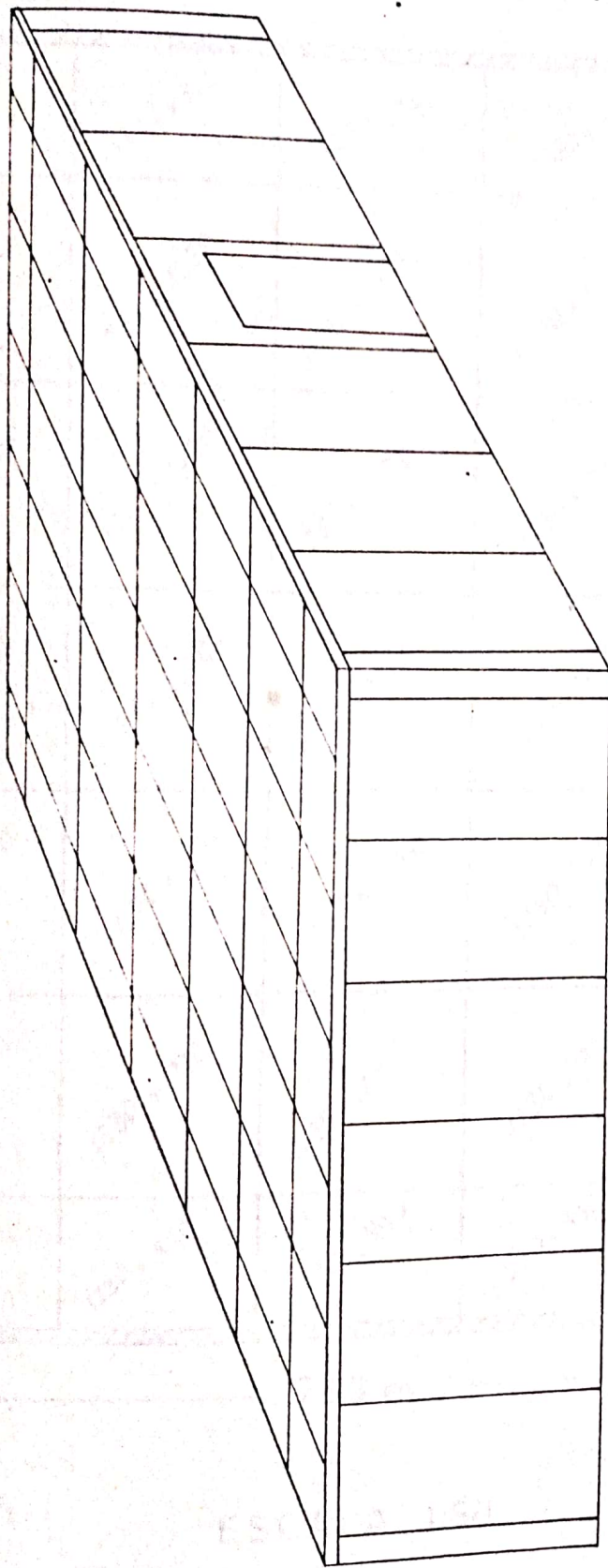
Esquema (4a)

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE LA CARGA  
Y DISPOSICION DE LOS TRES EVAPORADORES  
PARA LA CAMARA DE 10 TONELADAS.



ESCALA 1:50

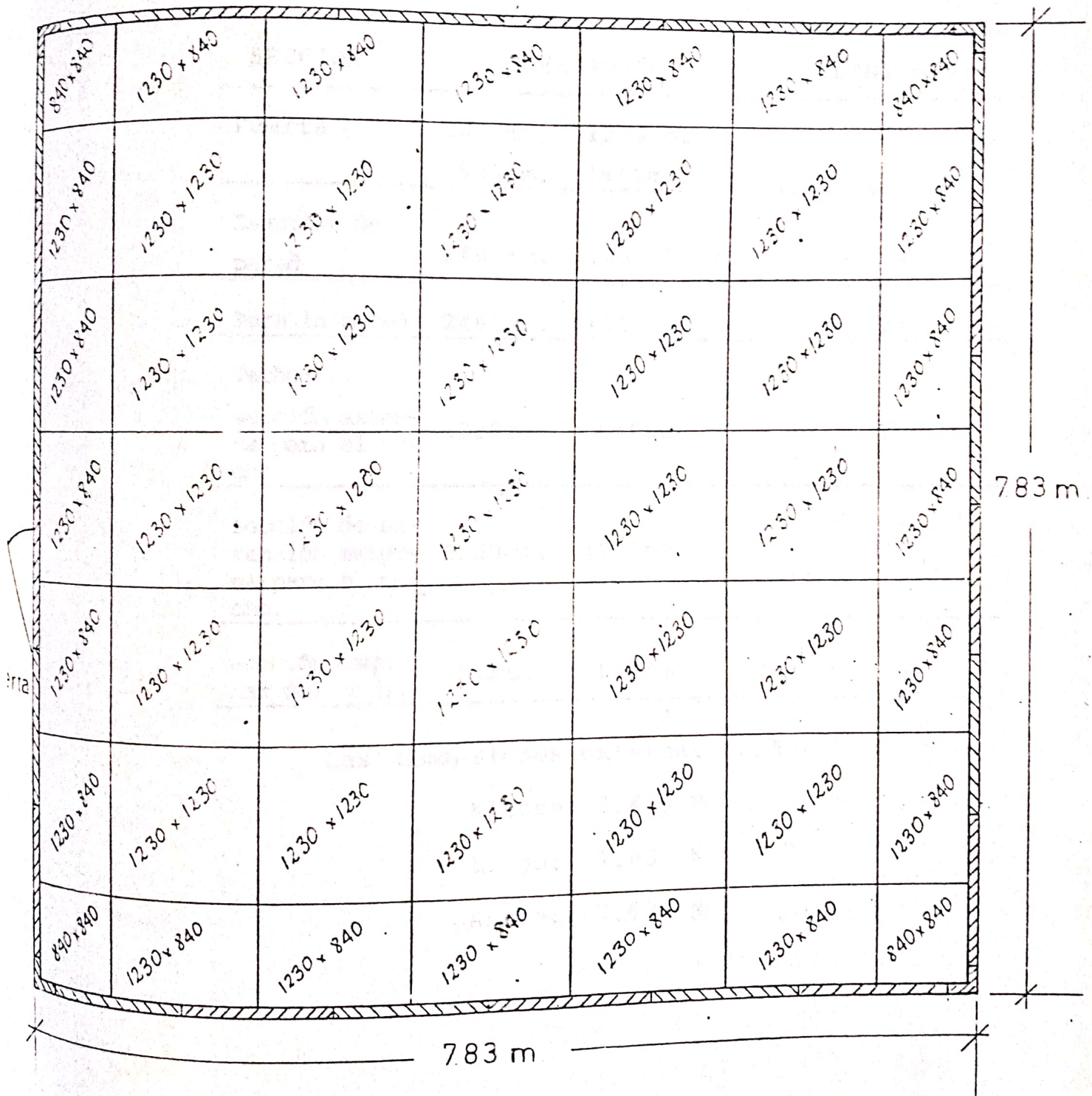
Esquema (4b)



Esquema -5

ESQUEMA DE LA DISPOSICION DE LOS PANELES  
 PARA EL TECHO EN LA CAMARA DE

10 TONELADAS



ESCALA 1:50

Esquema (6)

Necesidad de paneles para la cámara de 10 Toneladas

SECCION	DIMENSIONES		CANTIDAD
Puerta	2460mm.	1230mm.	1
	900mm.	1900mm.	
Esquinar de la pared	2460mm. 225mm. 225mm.		4
Para la pared	2460mm.	1230mm.	23
Techo:			
sección externa para el techo	1230mm.	840mm.	20
sección de extensión externa para el techo.	1230mm.	1230mm.	25
sección esquinar del techo	840mm.	840mm.	4

Las dimensiones externas serán:

Altura: 2.410 M

Largo: 7.83 M

Ancho: 7.83 M

### 3.3 Cálculo para la determinación de maquinaria frigorífica y equipos

#### 3.3.1 Consideraciones básicas para la elección del sistema de refrigeración

Indudablemente que la elección de un sistema de refrigeración a emplearse, está sujeto a su aplicación y afectada por los aspectos económicos del sistema en conjunto.

Debe considerarse y tener en cuenta que - los costos iniciales o de adquisición y el costo de operación y mantenimiento sean económicos.

De los diversos sistemas empleados en refrigeración se tiene a:

- 1.- Sistema de refrigeración por compresión de vapor.- Es el sistema más empleado comercialmente utiliza la evaporación para retirar - el calor del ambiente a enfriar y la

condensación para eliminar el calor al medio ambiente, contando entre sus elementos más importantes al compresor, evaporador, condensador y la válvula de expansión.

2.- Sistema de refrigeración por absorción.- Que funciona por calor y usa un refrigerante que es alternativamente absorbido y liberado por el absorbente, el sistema básico empleado para éste es el amoníaco-agua, la aplicación es generalmente a nivel doméstico (sistema Electrolux) o puede ser utilizado para instalaciones mayores, siempre y cuando se disponga de calor a bajo precio.

3.- Sistema de refrigeración por ciclo de aire.- Utiliza el aire como refrigerante, el aire es sucesivamente comprimido, enfriado en un -

intercambiador de calor y expandido en una turbina hasta una baja temperatura a la que es capaz de realizar el enfriamiento; es ideal para ser usado en aviones, porque es de poco peso y requiere menos espacio que el ciclo de compresión de vapor. Una desventaja del ciclo de aire es que tiene menor rendimiento que el ciclo de compresión de vapor.

4.- Sistema de refrigeración por chorro de vapor de agua.- Tiene aplicaciones industriales

En los sistemas de chorro de vapor de agua, el agua es el refrigerante y la evaporación del agua es el fenómeno que proporciona la refrigeración.

El costo de funcionamiento de una instalación frigorífica por chorro de vapor de agua es baja cuando hay



disponible vapor a bajo precio. Existen inconvenientes en este sistema, pues éste, se puede utilizar solamente para temperaturas de refrigeración no inferiores a 32°F, se necesita de una torre de enfriamiento con capacidad suficiente para poder enfriar las grandes cantidades de agua de refrigeración.

### 3.3.2 Elección del sistema de refrigeración y descripción del proceso de enfriamiento.

#### 3.3.2.1 Elección del sistema de refrigeración:

Se optará por el sistema de compresión de vapor por su amplia utilización comercial, siendo además un sistema económico que los sistemas de refrigeración por absorción y de refrigeración por chorro de agua, pues no se dispone de calor a bajo precio

en el caso de utilizar o emplear el sistema de refrigeración por absorción y en el caso de emplear el sistema por chorro de vapor de agua, sería necesario instalar una torre de enfriamiento cuyo mantenimiento sería costoso.

Se mencionó sobre los sistemas de refrigeración existentes y entre ellos el sistema de refrigeración por compresión de vapor, el cual en nuestro presente tiempo, es el de mayor aplicación y empleo comercial.

Es necesario señalar que por condiciones de capacidad las instalaciones de frío se dividen en:

- Pequeña con condición de capacidad hasta 100T.
- Menores con condición de capacidad hasta 500T.

- Medias con condición de capacidad hasta 3000 T.
- Pesadas con condición de capacidad hasta 10,000T.
- Superpesadas con condición de capacidad hasta más de 10,000T.

Encontrándose las capacidades - de las cámaras frigoríficas desmontables dentro de las instalaciones frigoríficas de pequeña capacidad, donde por regla general la maquinaria frigorífica - se encuentra dentro de la producción de frío a nivel comercial, siendo ampliamente utilizada la máquina alternativa de refrigeración a dicho nivel.

Aún más, es posible determinar aproximadamente la capacidad de la maquinaria frigorífica mediante el uso del gráfico para cono

cer de una forma rápida y aproximada la capacidad frigorífica de nuestros sistemas y ubicarlas - dentro del rango de capacidades aplicadas en los diferentes compresores .

Así tenemos:

- Volumen de la cámara de 5 toneladas.  $\text{aprox.} = 70.0 \text{ M}^3$  .

Temperatura de la cámara  $0^\circ\text{C}$ , vemos en el gráfico (1) que para el volumen dado y aquella - temperatura la producción frigorífica será de  $4,650 \text{ Kcal/hr}$ .

- Volumen de la cámara de 10 toneladas.  $\text{aprox.} = 135.0 \text{ M}^3$  .

Temperatura de la cámara  $0^\circ\text{C}$  , vemos en el gráfico que para - los determinados parámetros, la producción frigorífica será de  $6,500 \text{ Kcal/hr}$ .

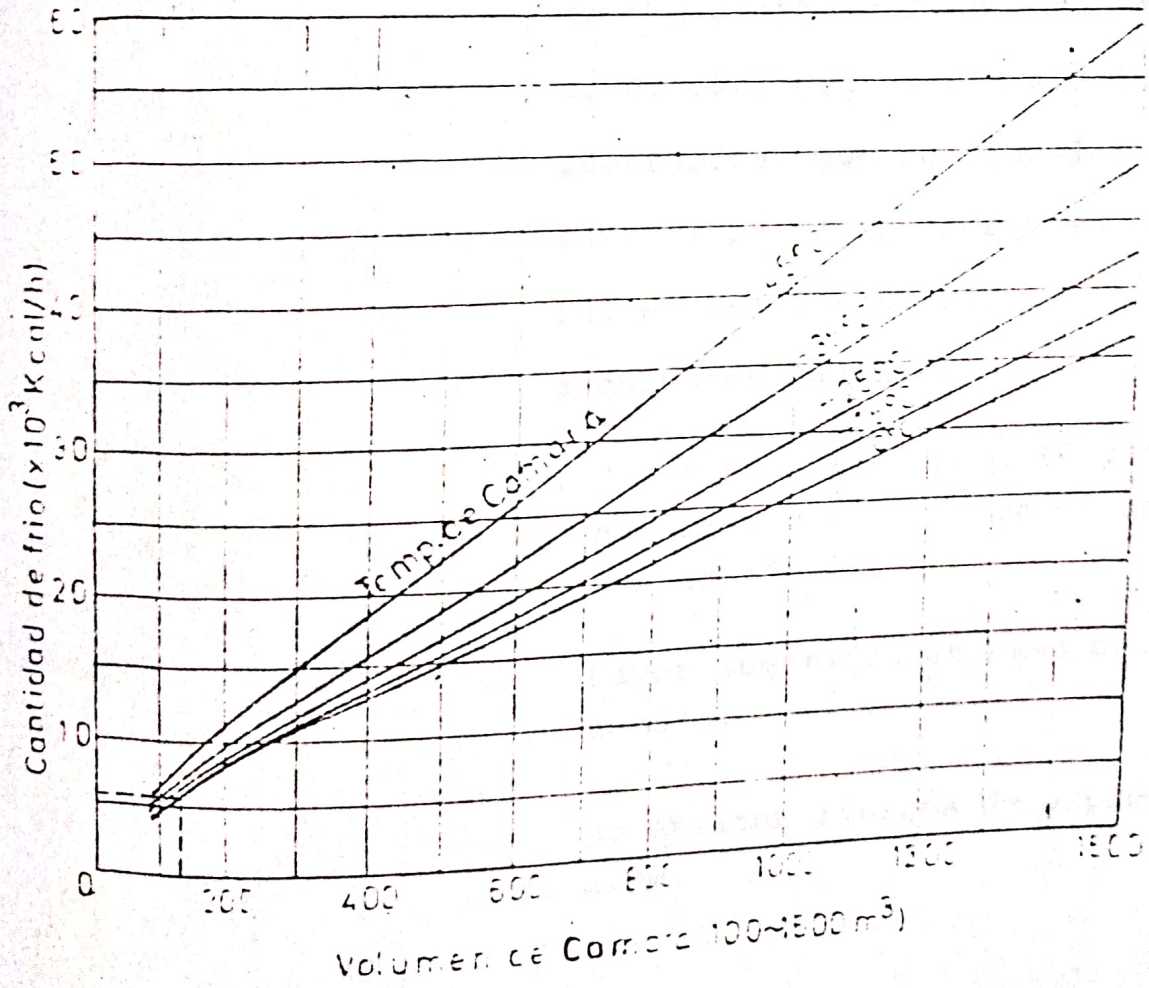
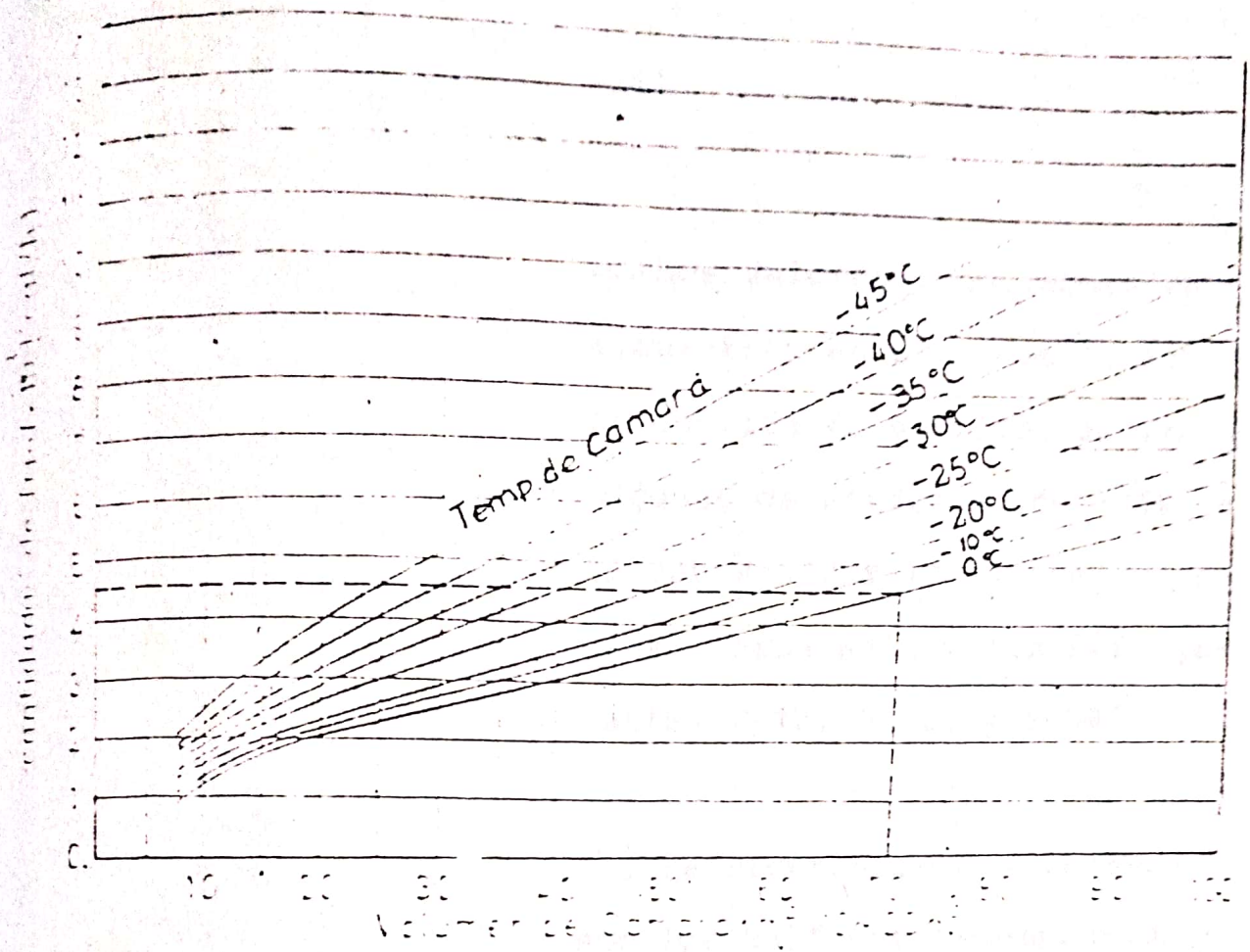


Gráfico N° 1

Dichos valores propiamente se encuentran en el rango de la producción frigorífica de las unidades de condensación (350 a 25,000 Kcal/hr.) que exclusivamente trabajan con los refrigerantes R-12, R-22, y R-502.

Los refrigerantes mencionados son los halógenos (compuestos de hidrocarburo fluorados) excepto el 502, que es una mezcla azeotrópica, que son ideales en esta clase de equipos y en general en las instalaciones por las siguientes razones:

- . Mayor seguridad para el personal dado que el freón es un gas no tóxico.
- . Mayor seguridad en caso de incendio.
- . No existen riesgos de explosión.

- . No es necesario tomar medidas de protección particulares durante la instalación (el freón es un gas bastante seguro, es el único que se debe utilizar para unidades de escala comercial).
- . Excelente rendimiento de los evaporadores: tubo de cobre y aletas de aluminio.
- . Tasa de compresión más reducida y por ende, rendimiento volumétrico más elevado.
- . Mayor presión en el circuito para una misma temperatura de evaporación y por ende, mayor rendimiento.
- . Menor temperatura de sobrecalentamiento, particularmente, para el caso de temperaturas bajas. Por lo tanto, no es necesario enfriar las tapas de los cilindros, ni prever inyecciones de fluido en el circuito de alta presión.
- . Con el freón no es necesario utilizar separadores de aceite.

- . No es necesario el aislamiento de las tuberías, botella, válvula de regulación, etc.
- . El freón anhidro es menos agresivo hacia los aceites.
- . La baja presión de condensación del freón permite la fabricación de compresores menos pesados. Igualmente es posible utilizar pistones más ligeros fabricados en una aleación de aluminio y presentando por ende, una menor inercia.
- . La instalación es menos costosa.
- . La cantidad de fluido es mucho menor en un circuito de freón que en uno de amoníaco, lo cual reduce el precio de la carga de instalación a un valor inferior al de una instalación con amoníaco.

### 3.3.3.2 Descripción del proceso de enfriamiento del sistema de refrigeración.- Ciclo de compresión de vapor:

En este sentido se utiliza la eva

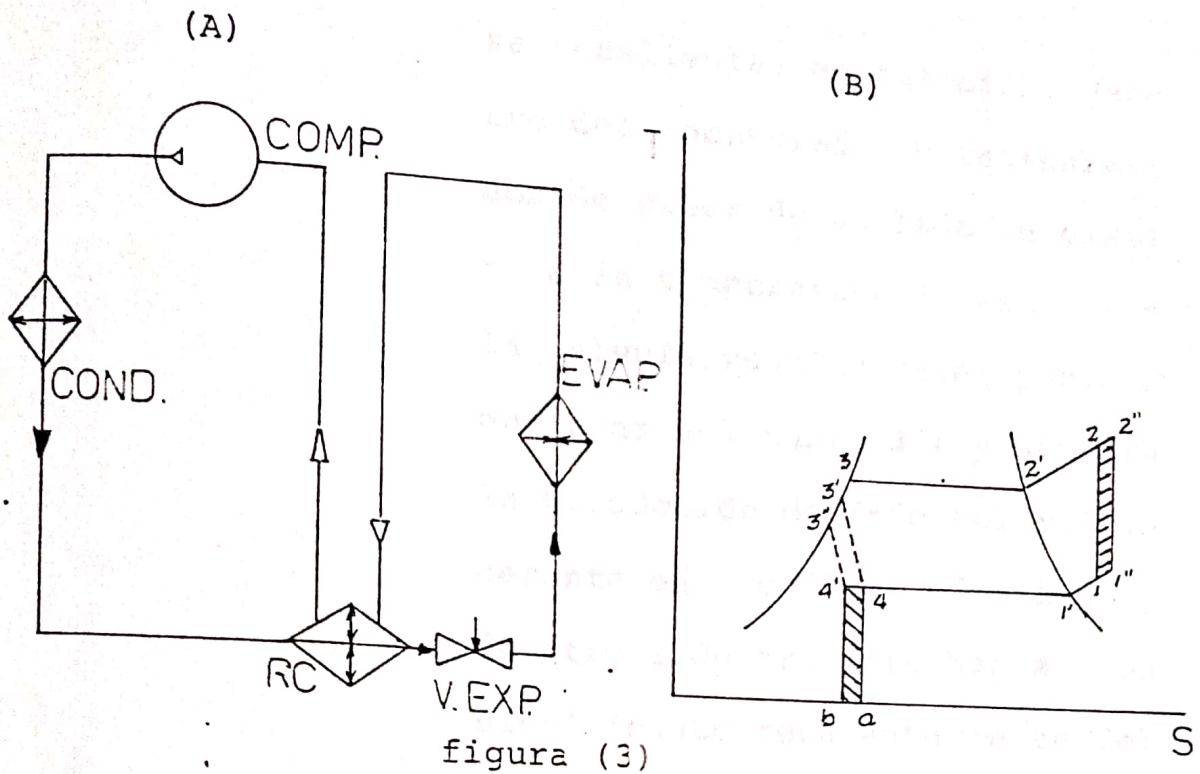


poración para retirar el calor del ambiente a refrigerar y la condensación para eliminar el calor al medio ambiente.

En el evaporador el paso del líquido a gas se efectúa a presión y temperatura constante (idealmente), llevándose el refrigerante el calor del medio que se desea refrigerar. Este calor es necesario transferirlo al medio ambiente, pero como el flujo refrigerante se encuentra a menor temperatura es necesario previamente aumentarla para lo cual se le efectúa un proceso de compresión hasta que su temperatura sea mayor que la del medio ambiente, en esta condición el refrigerante se le hace pasar por un intercambiador de calor (condensador), donde por medio de aire o agua -

se le condensa a presión y temperatura constante eliminándose de esta forma el calor. El fluído después de la condensación - se encuentra en estado líquido a alta presión y temperatura y para disminuir su temperatura - se le expansiona disminuyendo - también su presión, utilizando para ello una válvula de expansión de donde sale en estado de mezcla (líquido + vapor) regresando nuevamente al evaporador.

En la figura (3-A) se muestra - el diagrama de flujo de un ciclo estándar de compresión de vapor, para máquinas frigoríficas que trabajan con freón.



El enfriamiento del líquido hasta la temperatura  $T$ , por recalentamiento del vapor de succión se realiza en un especial regenerador de recuperación de calor (RC), por dentro de la tubería del cual se mueve el líquido condensador (COND.) y por entre el espacio el vapor del evaporador (EVAP.). El resultado del intercambio del calor, el líquido se subenfria y el vapor

se recalienta; en tal ciclo dentro del recuperador o regenerador de calor de un lado se disminuye la temperatura delante de la válvula reguladora (el punto 3" en lugar del punto 3') y aumenta la producción de frío del refrigerante en  $q_0$  (Area 4'-4-a-b) y de otro lado trasmite hacia un significativo calentamiento del vapor en el proceso de compresión del compresor (pto. 2" en lugar de 2) que aumenta el trabajo del ciclo en  $L$  (Area 1-1"-2"-2), tal recuperador de calor útilmente se aplica para agentes frigoríficos con no muy grande relación de calor latente de evaporación hacia la capacidad térmica del líquido (R-12 y R-22). Para el amoníaco esto no es útil y más efectivo es el regenerador de calor en grandes diferencias de temperaturas ( $T_{\text{cond.}} - T_{\text{evap.}}$ )

### 3.3.3 Cálculo y descripción del sistema de aislamiento

#### 3.3.3.1 Descripción del sistema de aislamiento:

Los fabricantes de este tipo de cámaras desarmables o desmontables, presentan en sus catálogos datos técnicos de utilización de las unidades pre-fabricadas o paneles con un determinado espesor de aislamiento en función a la temperatura interna de la cámara.

Los aislantes generalmente empleados en este tipo de construcciones son: el poliuretano expandido y el poliestireno expandido, los cuales se hallan entre las placas metálicas de acero galvanizado de las unidades prefabricadas.

Es de conocimiento que la conductibilidad térmica de un material se expresa por el valor  $K$  y se dice que un cuerpo es un buen aislador térmico cuando el vapor de  $K$  se aproxima a cero -  $(0)$ ,  $K = 0$ .

Físicamente la conductibilidad térmica de una sustancia es numéricamente igual al número de Btu que pasan en una hora a través de una lámina de 1" de espesor y un pie<sup>2</sup> de superficie, cuando la diferencia de temperatura entre las caras de la lámina es de un grado fahrenheit.

$$1\text{Btu-in/Ft}^2\text{-hr-}^\circ\text{F} = 0.124 \text{ Kcal/m-hr-}^\circ\text{C}$$

según la tabla vista en el pto. 3.1.3, donde se muestra los valores de conductibilidad térmica para varios materiales, la espuma rígida de poliuretano po-

see un coeficiente de conducti-  
bilidad térmica que en compara-  
ción con los otros aislantes es  
dos veces menor; por esta impor-  
tante característica térmica y  
otras que desde luego se mencio-  
nan en el pto. 3.1.3, se elige  
el poliuretano como aislante en  
las unidades prefabricadas.

RELACION DE ALGUNOS FABRICANTES DE UNIDADES PRE-  
FABRICADAS.

1.- MADEF. S.A. (brasileira)

Representada por la firma SAE Ltda.

Como característica de las estructuras de los  
Isopaneles Rudnev para uso de cámaras frigorífi-  
cas tienen:

Temperatura de la cámara (°C)	Espesura del Isopa- nel (cm)
25	4
0	10
-10	15
-20	20
-30	25
-40	30

Observación: el material aislante del isopanel:  
Poliestireno expandido.

2.- RAMON VISCAINO S.A. (española)

Representada por la firma Ingefrío SRL y otras.

Características:

Temperatura de la cámara en el interior	Espesor del Poliuretano (de 40Kg/M <sup>3</sup> -densidad)
de -5°C	80mm.
de -31°C	160mm.

3.- DAECO. Dade Engineering Corp. (norteamericana).

Representada por la empresa Cold-Impot S.A.

Características:

Para ambientes refrigerados.

Temperatura de la cámara	Espesor del Poliestireno
+ 35 a + 60°F	3"
+ 35 a + 25°F	4"



Para ambientes de congelado.

Temperatura de la cámara	Espesor del Poliuretano
+ 25 a 0°F	3"
0 a -40°F	4"

#### 4.- GRAM (dinamarquesa)

Representada por la Tradex SRL.

Para ambientes refrigerados y congelados emplea invariablemente paneles de 4" de espesor de aislante: Poliuretano.

#### 3.3.3.2 Cálculo del espesor óptimo del aislamiento:

Utilizaremos tres formas de hallar el espesor del aislamiento y finalmente se compararan los resultados

1° Por cálculo.- El coeficiente de transferencia de calor puede

ser determinado por el espesor de la -  
capa del material aislante.

Si la instalación presenta varias capas  
que componen la pared, entonces:

$$K = 1 / \left[ 1/\alpha_H + \sum (\delta_i/\lambda_i) + \delta_{u3}/\lambda_{u3} + 1/\alpha_M \right]$$

donde:  $\sum (\delta_i/\lambda_i)$  Suma de las resistencias  
térmicas de todas las ca-  
pas que componen la pa--  
red excepto la capa del  
material aislante.

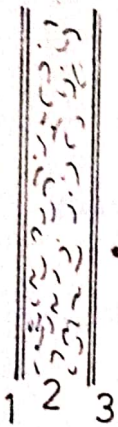
$\delta_{u3}, \lambda_{u3}$ . Espesor de la capa y coe-  
ficiente de conductibili-  
dad de calor del material  
aislante en la construc-  
ción de la instalación.

De la fórmula se encuentra la expresión  
para la determinación del espesor de la  
capa  $\delta_{u3}$  (M) del material aislante.

Para la cámara frigorífica el cual se  
cita en la tabla correspondiente a una  
densidad de corriente de calor 10-12 Vatios/M<sup>2</sup>

Tabla (4) Coeficiente de Transmisión de Calor

Temperatura media anual en la región de construc- ción. °C	Coeficiente de transmisión de calor K(vatios/M <sup>2</sup> .K), a la temperatura en la instalación frigorífica. °C					
	-30	-20	-10	-4	4	12
0 y menos	0.210	0.255	0.325	0.465	0.580	0.700
Mayor de 0	0.200	0.235	0.280	0.350	0.510	0.640
9 y mayor	0.185	0.210	0.235	0.280	0.350	0.525



Componentes del panel:

1,3 acero galvanizado

2 aislante

Para el cálculo utilizaremos el Poliuretano expandido como elemento constituyente de los paneles.

$$\text{Espesor de la capa: } \delta_{uz} = \lambda_{uz} \left\{ 1/K - \left[ 1/\alpha_H + \sum (\delta/\lambda_i) + 1/\alpha_n \right] \right\}$$

$\lambda$  = conductividad térmica de los materiales de construcción.

K = coeficiente transmisión de calor, Btu/pie<sup>2</sup>-hr-°F

$\alpha$  = coeficiente de transmisión de calor interior  
Btu/pie<sup>2</sup>-hr-°F.

Datos:

$K = \lambda$  = poliuretano expandido = 0.010416 Btu-pie/  
pie<sup>2</sup>-hr-°F.

$K = 0.0555$  Btu/pie<sup>2</sup>-hr-°F

$\delta$  = plancha de acero, calibre 24 = 0.0239" =  
0.0019 pies.

$\alpha_H = 25$  Kcal/hr-m<sup>2</sup>-°C ..... = 5.1207 Btu/pie<sup>2</sup>-hr-°F

$\alpha_M = 7.0$  Kcal/hr-m<sup>2</sup>-°C ..... = 1.4338 Btu/pie<sup>2</sup>-hr-°F

$\lambda$  = plancha de acero ..... = 0.01098 Btu-pie/pie<sup>2</sup>-  
hr-°F.

Reemplazando datos tenemos:

$$\delta_{uz} = 0.010416 \left\{ 1/0.0555 - \left[ 1/5.1207 + \frac{2 \times 0.0019}{0.01098} + 1/1.4338 \right] \right\}$$

$$\delta_{uz} = 0.17477 \text{ pies} = 2.097" = 5.33 \text{ cm}$$

2° Por cálculo.- Espesor necesario por el  
cual se excluye la caída  
de humedad del aire en la superficie de  
la pared exterior.

Se sabe que para una superficie plana de varias capas la cantidad de calor que la atravieza se determina por:

$$q = \frac{T_1 - T_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \delta_i / \lambda_i}$$

De esta relación se determina que:

$$\delta u_3 = \left\{ \lambda u_3 \left[ (T_1 - T_{n+1}) - \left( q \sum_{i=1}^n \delta_i / \lambda_i \right) \right] \right\} / q \quad (I)$$

El cálculo se hará para el lugar de Puerto Pizarro teniendo como datos:

Temperatura del aire ..... 31°C

Humedad relativa ..... 95%

Unidad de flujo de calor

considerado ..... 12 Vatios/M<sup>2</sup>

Temperatura superficie

de la pared interna de

la cámara ..... 0 °C

(se asume igual a la temperatura interna de la cámara).

La caída de humedad del aire en la superficie sucederá en el caso que si la temperatura en su superficie llegará a ser igual a la temperatura de rocío.

En el diagrama Psicrométrico del aire, para el punto de rocío a la temperatura de 31.0°C y humedad relativa 95% será igual: 30.0°C, por consiguiente la temperatura de la superficie de pared no debe ser menor que 30.0°C, pudiendo ser ésta:

$$T_1 = 30.5 - 31.0^\circ\text{C}$$

De la ecuación ( I ), reemplazando datos:

$$\delta_{uz} = \left\{ 0.018003(304 - 273) - 12 \frac{(2 \times 0.000607)}{0.0190} \right\} / 12$$

$$\delta_{uz} = 0.045 \text{ M.} = 4.5 \text{ cm}$$

3° Por tablas.- Que recomiendan espesores a usar

Tabla (5)

Temperatura de cámara		Espesor del corcho	
°C	°F	CM.	PULG.
-45 a -25	-50 a -15	25.4	10
-24 a -18	-15 a 0	20.3	8
-17 a -10	0 a +15	17.8	7
-9 a -4	+15 a +25	15.2	6
-3 a +2	+25 a +35	12.7	5
+3 a +10	+35 a +50	10.2	4
+11 a +15	+50 a +60	7.6	3

Donde es válida esta relación:

$$E_m = E_c \frac{K_m}{K_c}$$

$E_m$  ... espesor del material.

$E_c$  ... espesor del corcho.

$K_m$  ... coeficiente de conducti-  
bilidad térmica del ma-  
terial.

$K_c$  ... coeficiente de conducti-  
bilidad térmica del cor-  
cho..

Según la tabla, para temperatura de la cámara -  
de 0°C el  $E_c = 5''$

$$K_c = 0.30 \frac{\text{Btu-pulg.}}{\text{pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}}$$

$$K_{\text{poliuretano}} = K_m = 0.125 \frac{\text{Btu-pulg.}}{\text{pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}}$$

Reemplazando se tiene:

$$E_m = 5 \frac{(0.125)}{(0.30)} = 2.08'' = 5.29 \text{ cm.}$$

Se puede observar que bajo las tres formas de -  
cálculo el espesor requerido de aislante poliure-  
tano será igual a 5 cm. (2"), lo que quiere decir  
que utilizando poliestireno expandido equival---  
dría a 10 cm. (4") de espesor. En nuestro caso u  
tilizaremos paneles de la GRAM (4"), si bien es  
cierto el costo inicial puede ser relativamente  
alto, pero traerá beneficios en la relación a la  
capacidad de la maquinaria frigorífica que desde  
luego será menor



### 3.3.4 Cálculo de las cargas térmicas

Cargas de calor.- Se denomina cargas de calor a todo aquel tipo de energía calorífica que debe evacuarse diariamente de ambiente para que éste y/o el producto almacenado dentro de ella alcance y/o mantenga el nivel de temperatura deseado para su conservación.

Las fuentes de carga de calor son muchas y se agrupan de la siguiente manera:

- a) Cargas de calor por paredes, techos y piso:

Esta carga se debe a la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior de la cámara.

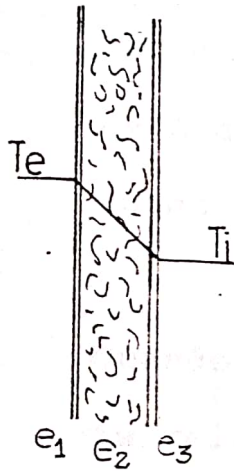
Esta carga de calor se considera constante durante las 24 horas del día a pesar de que en la práctica esto no es cierto porque la temperatura exterior varía.

Como temperatura de diseño exterior se usa el promedio de las temperaturas máxi--

mas de la zona y como temperatura interior la temperatura recomendada para el producto que se desea almacenar.

Para el cálculo se tiene la relación:

$$q_1 = \frac{T_e - T_i}{\sum R} \times 24, \text{ donde:}$$



$q_1$  ... carga de calor (Btu/día)

$T_e$  ... temperatura de diseño exterior ( $^{\circ}$ F)

$T_i$  ... temperatura de diseño interior ( $^{\circ}$ F)

$\sum R$  ... suma de resistencias térmicas

$$R = \frac{1}{h_e \cdot A} + \frac{e_1}{K_1 \cdot A} + \frac{e_2}{K_2 \cdot A} + \frac{e_3}{K_1 \cdot A} + \frac{1}{h_i \cdot A}$$

Donde:

$e$  ..... espesor de las capas presentes en la construcción de las paredes.

$A$  ..... área exterior de la superficie de la cámara.

$h_e, h_i$  ..... coeficientes peliculares de calor interno y exterior

K ..... coeficiente de conductividad  
térmica.

b) Carga de calor por radiación solar:

Esta carga sólo existe cuando los rayos  
solares inciden directamente sobre el te  
cho o paredes de la cámara frigorífica ,  
pero cuando existen sobretechos que pro-  
ducen sombra, ésta se considera cero(0).

Cuando se calcula se utiliza la siguien-  
te relación práctica:

$$q_2 = F_1 \times A_p \text{ , siendo:}$$

$F_1$  : Factor de ganancia de calor, calcula-  
do con:  $[(T_e + \Delta T) - T_i]$

$A_p$  : Area de la pared o techo expuesto -  
al sol.

Valores de  $\Delta T$  (incremento de temperatu-  
ra por radiación solar).

Tabla (6)

Superficie	Pared E-O	Pared N-S	Techo Plano
Color obscuro	13	10	25
Color medio	11	9	20
Color claro	9	7	14

c) Carga de calor por cambios de aire:

Se debe a la entrada de aire caliente cada vez que se abre la puerta de una cámara frigorífica.

Cada vez que se abre una puerta de una cámara frigorífica, una parte del aire de la cámara sale y entra en su lugar el mismo volumen de aire exterior; este flujo de aire caliente que entra en la cámara representa una carga térmica, pues, el aire en las condiciones externas  $(T_e, \phi_e)$  debe ser extraído a las condiciones de la cámara  $(T_i, \phi_i)$ , donde:  $\phi_e$  y  $\phi_i$  son humedades del aire exterior e -

interior de la cámara.

El calor que deberá ser retirado al aire exterior para llevarlo a las condiciones de la cámara se puede calcular como sigue:

Sea:

$n$  : número de cambios de aire en 24Hr.

$V_c$  : volumen de la cámara en  $M^3$

Luego el volumen del aire exterior que penetra en la cámara en 24 horas es:  $n V_c$  y la masa correspondiente:  $n \times V_c \times d_e$

Siendo:

$$d_e = \frac{P}{R \times T_e}$$

entonces la masa exterior será:

$$n V_c \cdot \frac{P}{R \times T_e}$$

y si  $h_e$  y  $h_i$  son entalpías del aire exterior e interior de la cámara, tendremos:

$$q_3 = n \times V_c \times \frac{P}{R \times T_e} (h_e - h_i).$$

Tabla (7) Número de cambios de aire en 24 horas

Volumen de la cámara (Pies <sup>3</sup> )	(Servicio normal)	
	Cámaras con temperaturas 32°F	Cámara con temperaturas 32°F
200	44	33.5
1000	17.5	13.5
1500	14.0	11.0
2000	12.0	9.3
3000	9.5	7.4
4000	8.2	6.3
5000	7.2	5.6
6000	6.5	5.0

Servicio pesado: Multiplicar por 2

d) Carga de calor por producto:

Para las cámaras que sólo se utilizan para conservar productos congelados o enfriados, esta carga es cero (0) a no ser que se prevea un aumento de temperatura durante su transporte.

En los otros casos es la cantidad de calor sensible y/o latente que debe extraerse del producto para llegar hasta sus condiciones recomendadas de reconseración.

Para el cálculo se tiene la relación:

$$q_4 = M \cdot Ca (T_e - T_c) \frac{24}{t}$$

Donde:

$q_4$  = carga de calor (Btu/día)

$M$  = peso del producto (Lbs).

$Ca$  = calor específico del producto

$T_e$  = temperatura de entrada a la cámara (°F)

$T_c$  = temperatura interior de la cámara (°F)

$t$  = tiempo del proceso en horas.

En algunos productos se usa el factor de ritmo de enfriamiento ( $f$ )

$$q_4 = \frac{M \cdot Ca \cdot (T_e - T_c)}{f} \frac{24}{t}$$

Donde:

$f$  = factor de ritmo de enfriamiento.

Esto se debe a la mayor diferencia de temperatura y la cámara durante el período de inicio del enfriamiento ya que la carga de calor, es mayor en las primeras horas de funcionamiento; por lo que el equipo

po de enfriamiento cuyo diseño se ha basado en una distribución de carga uniforme en el tiempo no tendría la suficiente capacidad en estas primeras horas, es por este motivo que se consideran factores de enfriamiento.

Tabla (8) Tiempos de enfriamientos y factores de ritmo de enfriamiento de algunos productos alimenticios

Producto	Te	f
Res	18	0.67
Pescado	24	1
Jamón	8	1
Cerdo	18	0.67
Carnero	5	0.75
Conchas	24	1
Pollo	5	1
Térnera	6	0.75
Huevos	10	0.85
Helados	8	0.75
Leche	10	0.85



## d) Cargas misceláneas o diversas

d.1.- Carga por personas

Está dada por la relación:

$$q_{5-1} = N_p \cdot F_p \cdot t$$

Donde:

$N_p$  = N° de personas.

$F_p$  = Factor de pérdida de calor (Btu/hr-persona)

$t$  = Tiempo de permanencia. (hr/día).

Tabla (9) Calor liberado por personas

Temperatura de la Cámara °F	Calor liberado Btu/hr-persona
50	720
40	840
30	950
20	1050
10	1200
0	1300
-10	1400
-20	1530
-30	1640

### d.2.- Carga por iluminación

Está dada por la relación:

$$Q_{5-2} = N_f \cdot P_f \cdot F \cdot t$$

Donde:

$$N_f = \text{N}^\circ \text{de focos.}$$

$$P_f = \text{Potencias de los focos vatos.}$$

$$F = \text{Factor de conversión: } 3.142 \text{ Btu/hr-vat.}$$

$$t = \text{Tiempo de encendido en hr/día.}$$

En la práctica se utiliza:

2 vat/pie<sup>2</sup> de piso, cuando se utiliza fluorescentes el resultado se multiplica por 1.25

### d.3.- Carga por motores

Se calcula según la relación:

$$Q_{5-3} = N_m \times P_M \times t \times F$$

Donde:

$$N_m = \text{número de motores.}$$

$$P_M = \text{potencia en } H_p$$

$$t = \text{tiempo de funcionamiento (hr/día)}$$

F = factor de calor de los motores (Btu/hr-Hp).

Tabla (10) Calor liberado por Motores Eléctricos.

Potencia Hp	Btu/Hr-Hp		
	Motor y carga	Carga sola	Motor solo
1/8 - 1/2	4250	2545	1700
1/2 - 3	3700	2545	1150
3 - 20	2950	2545	400

d.4.- Calor por envases

Se determina por la relación:

$$Q_{5-4} = Me \times Ce \times (Te - Ti) \times \frac{24}{t}$$

Donde:

Me = Peso del envase en Lbs.

Ce = Calor específico del material del envase (Btu/lb.°F)

Te = Temperatura de entrada (°F)

Ti = Temperatura de la cámara (°F)

t = Tiempo de enfriamiento (Hr)

La Carga Total:

$$Q_t = 1.1 \sum Q_i$$

(10% como factor de seguridad)

### CALCULO DE LAS CARGAS TERMICAS EN LAS CAMARAS

El cálculo se realizará para cada lugar ya que - los factores de temperatura y humedad relativa son variables y determinantes de una zona geográfica por lo general, incidiendo directamente en la capacidad frigorífica de la instalación y/o diseño.

Así tenemos:

#### 1.- Caleta: Puerto Pizarro (Tumbes)

Condiciones de conservación del pescado:

- a) Tipo de Cámara ..... desmontable.
- b) Capacidad de almacenamiento ..... 5 toneladas.
- c) Estibaje ..... Pescado con hielo en cajas plásticas (3/1)
- d) Cantidad de pescado por caja ..... 20Kg./caja.

- e) Altura máxima de almacenaje ..... 1.40 M
- f) La temperatura ambiente máxima es de ..... 31.0°C (87.8°F)

(elaborado según datos del Senamhi).

- g) La temperatura interior de la cámara ..... 0°C (32°F)
- h) La humedad relativa interior ..... 90%
- i) La temperatura de ingreso del pescado ..... 17°C (62.6°F)

- j) El espesor del aislante empleado: Poliuretano expandido ..... 4" (10 cm)

- k) El aislante para el piso:

Poliestireno expandido ..... 4" (10cm)

- l) El número promedio de cambio de aires es de ..... 8.1  
(volumen de la cámara = 71.0 M<sup>3</sup>)  
= 2507.3 pie<sup>3</sup>

- m) El calor específico del producto ..... 0.86Btu/lb.°F

- n) El calor generado por los motores no se conoce el N° y potencia de ellos, pero por condiciones prácticas de diseño, dicho calor será cubierto por el factor de seguridad de la carga total de calor.

Cuadro (7)

TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR, HUMEDAD RELATIVA  
Y TEMPERATURA DEL SUELO

LUGAR	ESTACION	T <sub>med.</sub> (0°C)	T <sub>máx.</sub> (0°C)	T <sub>aire</sub> (0°C)	Temp. suelo (0°C)	Humedad rel.max. H <sub>r</sub> (%)
Puerto Pizarro	132	28.4	32.8	31.0	25	95
Máncora						
Cabo Blanco	209	28.5	33.8	31.7	25	92
Parachi- (que						
San José Pimentel	301	26.0	33.0	30.2	24	94
Pto. Casma						
Culebras	433	26.6	35.4	32.0	25	96
Pto. Supe						
Chancay	617	21.9	31.7	27.8	22	96
San Juan de Marcona	727	29.8	35.4	33.2	25	94
Lomas Chala	830	21.7	30.2	26.8	22	91
Ilo	846	21.2	28.8	25.8	24	94

NOTA.- Temperatura del aire:  $T_{aire} = 0.4 T_{med.} + 0.6 T_{máx.}$

Procedimiento:

1.- Cargas de calor a través de las paredes, techo y piso.

Dimensiones exteriores de la cámara:

Largo = 7.830 M.

Area de las paredes:

Ancho = 4.140 M.

$$A = 2H (L + a) + L \times a$$

Altura = 2.460 M.

Reemplazando datos tenemos:

$$A = 2 \times H (L + a) + L \times a$$

$$= 2 \times 2.460 (7.830 + 4.140) + 7.830 \times 4.140$$

$$A = 91.3 \text{ M}^2 = 982.7 \text{ pies}^2$$

De la relación:

$$q_1 = \frac{(T_e - T_i)}{\sum R} \times 24$$

$$R \text{ será igual: } \sum R = 1/A \left[ 1/h_e + 2 e/K + e_2/K_2 + 1/h_i \right]$$

Valores variables:

$$h_e = 25 \text{ Kcal/m}^2\text{-hr-}^\circ\text{C} = 5.120 \text{ Btu/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$h_i = 7.0 \text{ Kcal/m}^2\text{-hr-}^\circ\text{C} = 1.434 \text{ Btu/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$e_1 = e_3 = 0.0239" = 0.00199 \text{ pies}$$

$$e_2 = 0.10 \text{ M.} = 4" = 0.3281 \text{ pies}$$

$$K = \text{plancha de acero} = 16.35 \text{ Cal-m/m}^2\text{-}^\circ\text{C-hr}$$

$$= 0.01098 \text{ Btu-pie/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$K_2 = \text{poliuretano} = \dots 0.125 \text{ Btu-pulg./pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$= \dots 0.0104 \text{ Btu-pie/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$R = 1/982.7 \left[ 1/5.120 + \frac{2 \cdot 0.00199}{0.01098} + 0.3281/0.0104 + 1/1.434 \right]$$

$$R = 0.0334$$

Finalmente reemplazamos datos:

$$q_1 = \frac{(87.8 - 32)}{0.0334} \times 24 = 40095.8 \text{ Btu/día.}$$

$$q_1 = 40095.8 \text{ Btu/día}$$

Cálculo a través del piso:

$$q'' = \frac{(T_s - T_c)}{\sum R} \times 24$$

para el piso se tiene como datos:

$$K_{\text{poliestireno expansible}} = 0.24 \text{ Btu-pulg/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$= 0.031 \text{ Kcal/m-hr-}^\circ\text{C.}$$

$$K_{\text{concreto}} \dots \dots \dots = 12.0 \text{ Btu-pulg/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$= 1.4881 \text{ Kcal-m/m}^2\text{-hr-}^\circ\text{C}$$

$$K_{\text{cemento}} \dots \dots \dots = 8.0 \text{ Btu-pulg/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$= 0.9920 \text{ Kcal-m/m}^2\text{-hr-}^\circ\text{C}$$

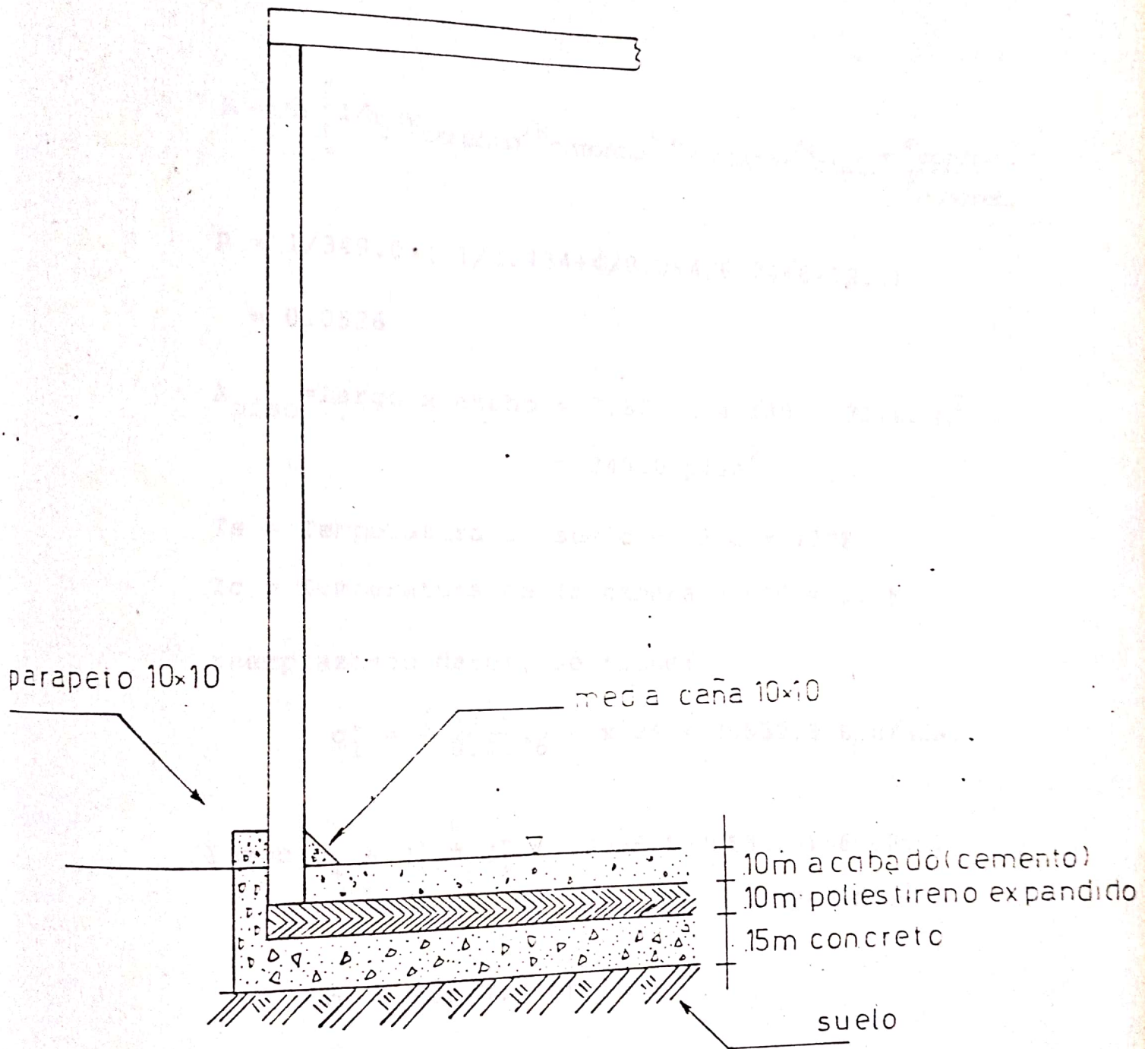
$$e_{\text{cemento}} \dots \dots \dots = 4 \text{ pulg.} = 0.10 \text{ M.}$$

$$e_{\text{concreto}} \dots \dots \dots = 6 \text{ pulg.} = 0.15 \text{ M.}$$

$$e_{\text{aislante}} \dots \dots \dots = 4 \text{ pulg.} = 0.10 \text{ M.}$$



ESCALA 1:20



SECCION DEL AISLAMIENTO  
Y DISPOSICION DEL PANEL.

$$R = 1/A \left[ 1/h_i + e_{\text{cemento}}/K_{\text{cemento}} + e_{\text{aislante}}/K_{\text{aisl.}} + \frac{e_{\text{concret.}}}{K_{\text{concret.}}} \right]$$

$$R = 1/349.0 \times ( 1/1.434 + 4/8.0 + 4/0.24 + 6/12.0 )$$

$$= 0.0526$$

$$A_{\text{piso}} = \text{Largo} \times \text{ancho} = 7.830 \times 4.140 = 32.42 \text{ M}^2$$

$$= 349.0 \text{ pies}^2$$

$$T_s = \text{Temperatura de suelo} = 25^\circ\text{C} = 77^\circ\text{F}$$

$$T_c = \text{Temperatura de la cámara} = 0^\circ\text{C} = 32^\circ\text{F}$$

reemplazando datos, se tiene:

$$q_1'' = \frac{(77 - 32)}{0.0526} \times 24 = 20532.3 \text{ Btu/día.}$$

$$\text{Luego } q_1 = q_1' + q_1'' = (40095.8 + 20532.3) = 60628.1 \text{ Btu/día.}$$

$$q_1 = 60628.1 \text{ Btu/día}$$

## 2.- Calor por radiación solar.

Consideraremos un sobretechado en la cámara, por lo que:

$$q_2 = 0$$

## 3.- Carga de calor por cambio de aire

De la fórmula:

$$q_3 = n \times V_c \frac{P}{R \times T_e} (h_e - h_i)$$

$$\begin{aligned} \text{El } V_c &= \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Altura} = 7.63 \times 3.94 \times 2.360 \\ &= 71.0 \text{ M}^3 = 2507.3 \text{ pies}^3 \end{aligned}$$

$$V_c = 71.0 \text{ M}^3 = 2507.3 \text{ pies}^3$$

En la tabla, para un volumen de 2507.3 pies<sup>3</sup> el número de cambios de aire en 1 día será:

$$n = 8.3$$

Siendo:  $d_e = \frac{P}{R \times T_e}$  . La densidad del aire en condiciones del aire exterior, este valor lo podemos obtener

en la carta psicrométrica, en este caso:

a 31.0°C y 95% de humedad relativa, se tiene:

$$V_e = 0.905 \text{ M}^3/\text{Kg} = 14.55 \text{ pies}^3/\text{lbm.}, \text{ luego: } d_e = 1/V_e$$

$$d_e = 1.105 \text{ Kg./M}^3 = 0.0689 \text{ Lbs./pies}^3$$

Los valores de las entalpías:

$$h_e \dots \dots \text{ a } 31.0^\circ\text{C y } 95\% = \frac{100.9 \text{ K-joule}}{\text{Kg}} = 43.4 \text{ Btu/lb}$$

$h_i \dots \dots$  a  $0^\circ\text{C}$  y  $90\%$  =  $8.5 \text{ K-joule/Kg.} = 3.65 \text{ Btu/lb}$

Reemplazando datos en la fórmula:

$$q_3 = 8.3 \times 2507.3 \times 0.0689 (43.4 - 3.65)$$

$$q_3 = 56995.5 \text{ Btu/día.}$$

#### 4.- Carga de calor por producto

De la fórmula:

$$q_4 = \frac{M \times Ca (T_e - T_c)}{f} 24/t$$

Datos:

$$M = 5 \text{ toneladas} = 5,000\text{Kg.} = 11023 \text{ Lbs.}$$

$$Ca = 0.86 \text{ Btu/lb-}^\circ\text{F.}$$

$$T_e = 17.0^\circ\text{C} (62.6^\circ\text{F})$$

$$T_c = 0^\circ\text{C} (32.0^\circ\text{F})$$

$$f = 1$$

$$t = 24 \text{ horas}$$

$$q_4 = 11023 \times 0.86 (62.6 - 32)$$

$$q_4 = 290081.3 \text{ Btu/día}$$

#### 5.- Cargas misceláneas o diversas

##### 5.a) Carga por personas:

$$\text{De la relación: } q_{5-1} = N_p \times F_p \times t$$

$$N_p = 2 \text{ personas.}$$

$$F_p = 928 \text{ Btu/hr-pers.}$$

$$t = 3 \text{ horas.}$$

$$Q_{5-1} = 2 \times 928 \times 3 = 5568.0 \text{ Btu/día}$$

$$Q_{5-1} = 5568.0 \text{ Btu/día}$$

### 5.b) Carga por iluminación:

$$\text{De la relación: } Q_{5-2} = N_f \times P_f \times F_{xt}$$

$$= 2 \frac{\text{vatios}}{\text{pie}^2} (7.63 \times 3.94) \times 10.7639 \times 3.142 \times 3$$

$$Q_{5-2} = 6100.3 \text{ Btu/día.}$$

### 5.c) Carga por motores:

Será cubierto por el factor de seguridad.

### 5.d) Carga por envases:

$$\text{De la relación: } Q_{5-4} = M_e \times C_e (T_e - T_i) \times \frac{24}{t}$$

Datos:

$$M_e = 250 \text{ cajas} \times \frac{2.9 \text{ Kg.}}{1 \text{ caja}} = 725 \text{ Kg} \times \frac{1 \text{ lb.}}{0.453 \text{ Kg}} = 1600.4 \text{ lb.}$$

$$M_e = 1600.4 \text{ Lbs.}$$

$$T_e = 17^\circ\text{C} = 62.6^\circ\text{F}$$

$$T_i = 0^\circ\text{C} = 32.0^\circ\text{F}$$

$$C_e = 0.3 \text{ Btu/Lb.}^\circ\text{F}$$

$$Q_{5-4} = 14,692.0 \text{ Btu/día}$$

### Resumen de las cargas de calor

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	60628.1	13.9
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	56995.5	13.3
4.- Por producto	290081.3	66.8
5.- Por personas	5568.0	1.3
6.- Por iluminación	6100.3	1.4
7.- Por envase	14692.0	3.3

La carga total será:

$$Q_t = 1.1 \sum q_i$$

$$q_i = 434065.2 \text{ Btu/día}$$

$$Q_t = 1.1(434065.2) \text{ Btu/día}$$

$$Q_t = 477,471.7 \text{ Btu/día}$$

Por condiciones prácticas, se considera un trabajo de 18 horas para cámaras cuya temperatura interior sea menor de  $1^\circ\text{C}$ .

Luego:

$$\begin{aligned} \text{CAPACIDAD DE LA INSTALACION} \\ \text{FRIGORIFICA} \dots\dots\dots &= \frac{Q_t}{n} \\ &= \frac{477471.7}{18} \text{ Btu/Hr.} \end{aligned}$$

$$\text{CAPC.} = 26,526.2 \text{ Btu/hr.} = 2.21 \text{ TON-refrigeración}$$

Nota: La capacidad de la instalación frigorífica se refleja como la capacidad horaria de la unidad.

## 2.- Caleta: Parachique (Piura)

Condiciones de conservación del pescado:

- a) Tipo de cámara ..... desmontable.
- b) Capacidad de almacenamiento. .... 10 toneladas
- c) Estibaje ..... Pescado con hielo en cajas plásticas (3/1).
- d) Cantidad de pescado por caja ..... 20Kg/caja
- e) Altura máxima de almacenaje ..... 1.40 M..
- f) La temperatura ambiente Máx. es de ..... 89.06°F (31.7°C) elaborado según datos de SENAMHI

- g) La humedad relativa exterior de la cámara..... 92%
- h) La temperatura interior de la cámara ..... 0°C (32°F)
- i) Humedad relativa interior de la cámara ..... 90%
- j) La temperatura de ingreso del pescado ..... 17°C (62.6°F)
- k) El espesor del aislante empleado: Poliuretano expandido ..... 4 pulg.= 10 cm.
- l) El aislante del piso: poliestireno expandido ..... 4" (10 cm)
- m) El número promedio de cambio de aire..... 5.7  
(volumen de la cámara = 137.4 M<sup>3</sup>  
= 4852.1 pies<sup>3</sup>).
- n) El calor específico del producto ..... 0.86 Btu/Lb-°F
- o) El calor generado por los motores no se considerará pues no se conoce el número y potencia de ellos, pero por condiciones prácticas de diseño, dicho calor será cubierto por el factor de seguridad de la carga total de calor.

Procedimiento:

1.- Carga de calor a través de las paredes, techo y piso.

Longitudes exteriores de la cámara:

Largo = L = 7.83 M.

Ancho = a = 7.83 M



Altura = H = 2.460 M.

El área de las paredes:

$$A = 2 \times H (L + a) \times L.a \quad ?$$

Reemplazando datos:

$$A = 2 \times 2.460 (7.83 + 7.83) + 7.83 \times 7.83$$

$$A = 138.36 \text{ M}^2 = 1489.3 \text{ pies}^2$$

La relación:

$$R = 1/A \left[ 1/h_e + 2 e/K + e_2/K_2 + 1/h_i \right]$$

Datos:

$$A = 1489.3 \text{ pies}^2$$

$$h_e = 5.120 \text{ Btu/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$h_i = 1.434 \text{ Btu/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$e = \text{plancha de acero} = 0.00199 \text{ pies.}$$

$$e_2 = \text{aislante} \dots\dots\dots = 0.3281 \text{ pies.}$$

$$K = \text{plancha de acero} = 0.01098 \text{ Btu-pie/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$K_2 = \text{aislante} \dots\dots\dots = 0.0104 \text{ Btu-pie/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

Reemplazando datos:

$$R = 1/1489.3 \left[ 1/5.120 + 2 \times 0.00199/0.01098 + \frac{0.3281}{0.0104} + \frac{1}{1.434} \right]$$

R = 0.02203 ; de la relación:

$$q_1' = \frac{(T_e - T_i)}{\sum R} \times 24$$

$$T_e = 89.06^\circ\text{F}$$

$$T_i = 32^\circ\text{F}$$

$$q_{1'} = \frac{(89.06 - 32)}{0.02203} \times 24$$

$$q_{1'} = 62162.5 \text{ Btu/día}$$

Cálculo de carga de calor a través del piso:

De la relación:

$$q_{1''} = \frac{(T_s - T_i)}{R} \times 24 \quad (\text{II})$$

Donde:

$$R = 1/A \left[ \frac{1}{h_i} + \frac{e_{\text{cemento}}}{K_{\text{cemento}}} + \frac{e_{\text{aislante}}}{K_{\text{aislante}}} + \frac{e_{\text{concreto}}}{K_{\text{concreto}}} \right]$$

Datos:

$$K_{\text{poliestireno expansible}} = 0.24 \text{ Btu-pulg./pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$K_{\text{concreto}} = 12.0 \text{ Btu-pulg./pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$K_{\text{cemento}} = 8.0 \text{ Btu-pulg./pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

$$e_{\text{cemento}} = 4 \text{ pulg.} = 10 \text{ cm.}$$

$$e_{\text{concreto}} = 6 \text{ pulg.} = 15 \text{ cm.}$$

$$e_{\text{aislante}} = 4 \text{ pulg.} = 10 \text{ cm.}$$

$$h_i \dots = 1.434 \text{ Btu/pie}^2\text{-hr-}^\circ\text{F}$$

Reemplazando datos:

$$R = \frac{1}{659.8} \left[ \frac{1}{1.434} + \frac{4}{8.0} + \frac{4}{0.24} + \frac{6}{12} \right]$$

$$R = 0.0278$$

$$\text{Reemplazando en (II) : } q_1'' = \frac{(77 - 32)}{0.0278} \cdot 24$$

$$= 38848.9 \text{ Btu/día}$$

$$\text{Area externa de la cámara: } L.a = 7.83 \times 7.83 = 61.31 \text{ M}^2$$

$$= 659.8 \text{ pies}^2$$

$$T_{\text{suelo}} = 25^\circ\text{C} = 77^\circ\text{F}$$

$$T_i \dots = 0^\circ\text{C} = 32^\circ\text{F}$$

$$\text{Luego, } q_1 = q_1' + q_1'' = (62162.5 + 38848.9) \text{ Btu/día}$$

$$q_1 = 101011.4 \text{ Btu/día}$$

2.- Calor por radiación solar:

Existirá un sobretechado por lo que ésta carga será:

$$q_2 = 0$$

3.- Carga de calor por cambio de aire:

De la relación:

$$q_3 = n V_c \frac{P}{R T_e} (h_e - h_i)$$

$$V_c = 7.63 \times 7.63 \times 2.360 = 137.4 \text{ M}^3 = 4852.1 \text{ pies}^3$$

$$V_c = 4852.1 \text{ pies}^3$$

En la tabla para un volumen de 4852.1 pies<sup>3</sup>, el número de cambios de aire en (1) día, será:

$$n = 5.7$$

La temperatura del aire: 89.06°F y la humedad relativa 92% la densidad del aire = 0.0689 Lbs/pies<sup>3</sup>.

Los valores de las entalpías:

$$h_e \text{ ..... a } 31.7^\circ\text{C (89.06}^\circ\text{F) y 92\% = 43.86 Btu/Lb.}$$

$$h_i \text{ ..... a } 0^\circ\text{C (32}^\circ\text{F) y 90\% = 3.65 Btu/Lb.}$$

$$q_3 = 5.7 \times 4852.1 \times 0.0689 (43.86 - 3.65)$$

$$q_3 = 76622.3 \text{ Btu/día}$$

4.- Carga de calor por producto:

De la fórmula:

$$q_4 = \frac{M \times Ca \times (Te - Tc)}{f} \times \frac{24}{t}$$

Datos:

$$M = 10 \text{ toneladas} = 10,000\text{Kg.} = 22075.0 \text{ Lbs.}$$

$$Ca = 0.86 \text{ Btu/Lb-}^\circ\text{F}$$

$$Te = 17.0^\circ\text{C} = 62.6^\circ\text{F}$$

$$Tc = 0^\circ\text{C} = 32.0^\circ\text{F}$$

$$f = 1$$

$$t = 24 \text{ horas}$$

Reemplazando datos, tenemos:

$$q_4 = 22075.0 \times 0.86 (62.6 - 32) = 580925.7 \text{ Btu/día}$$

Datos:  $q_4 = 580925.7 \text{ Btu/día}$

## 5.- Cargas misceláneas o diversas

### 5.a) Carga por personas:

De la relación:  $q_{5-1} = N_p \times F_p \times t$

Datos:

$$N_p = 3 \text{ personas}$$

$$F_p = 928 \text{ Btu/hr-pers.}$$

$$t = 3 \text{ horas.}$$

Reemplazando datos:

$$q_{5-1} = 3 \times 928 \times 3 = 8352.0 \text{ Btu/día}$$

Cargas de ...  $q_{5-1} = 8352.0 \text{ Btu/día}$

### 5.b) Carga por iluminación:

De la relación:  $q_{5-2} = N_f \times P_f \times F \times t$

$$= 2(7.63 \times 7.63) 10.7639 \times 3.142 \times 3$$

$$= 11813.4 \text{ Btu/día.}$$

$$q_{5-2} = 11813.4 \text{ Btu/día.}$$

5.d) Carga por envase:

De la relación:  $q_{5-4} = Me \times Ce (T_e - T_i) \times 24/t$

Datos:

$$Me = 3200.88 \text{ Lbs.}$$

$$T_e = 17^\circ\text{C} = 62.6^\circ\text{F}$$

$$T_i = 0^\circ\text{C} = 32.0^\circ\text{F}$$

$$Ce = 0.3 \text{ Btu/Lb-}^\circ\text{F}$$

Luego reemplazando datos:

$$\begin{aligned} q_{5-4} &= 3200.88 \times 0.3 (62.6 - 32) \\ &= 29384.10 \text{ Btu/día} \end{aligned}$$

$$q_{5-4} = 29384.10 \text{ Btu/día}$$

## Resumen de las cargas de calor

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	101011.4	12.5
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	76622.8	9.5
4.- Producto	580925.7	71.8
5.- Por personas	8352.0	1.0
6.- Por iluminación	11813.4	1.5
7.- Por envase	29384.1	3.7

La carga total será:

$$Q_t = 1.1 \sum q_i$$

$$q_i = 808109.5 \text{ Btu/día}$$

$$Q_t = 1.1(808109.5) \text{ Btu/día}$$

$$Q_t = 888,920.5 \text{ Btu/día.}$$

- 3.- Por condiciones prácticas, se considera un trabajo de 18 horas para cámaras cuya temperatura interior sea menor de 1°C.
- 6.- Luego la capacidad de la instalación frigorífica será:

$$\text{CAPAC. FRIGORIFICA} \dots = \frac{Q_t}{n} = \frac{888920.5}{18}$$

$$= 49384.5 \text{ Btu/día}$$

$$= 4.12 \text{ Ton-refrigeración.}$$

Siguiendo la misma metodología de cálculo, se tiene los siguientes cuadros donde se resumen las cantidades de las cargas térmicas en los lugares señalados.

## 3.- Caleta: Máncora (Piura), cámara 1x5

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	59,952.0	13.7
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	59,427.1	13.6
4.- Por producto	290,081.3	66.5
5.- Por personas	5,710.0	1.3
6.- Por iluminación	6,578.0	1.5
7.- Por envase	14,692.0	3.4
$\sum Q_i$	436,441.1	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	480,085.21	
CAPACIDAD	26,671.4 Btu/hr	
FRIGORIFICA	2.20 Ton.-refrigeración.	



## 4.- Cabo Blanco (Piura) , cámara 1x5

Las mismas condiciones que Máncora, por lo tanto:

CAPAC. FRIGORIFICA = 26,671.4 Btu/hr.

2.20 Ton-refrigeración.

## 5.- Lugar: San José (Lambayeque) , cámara 1x10

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	96,559.6	12.1
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	72,179.8	9.0
4.- Por producto	580,925.7	72.7
5.- Por personas	8,352.0	1.0
6.- Por iluminación	11,813.4	1.5
7.- Por envase	29,384.1	3.7
$\sum Q_i$	799,214.6	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	879,136.1	
CAPAC. FRIGORIFICA	48,840.9 Btu/hr.	
	4.07 Ton-refrigeración.	

6.- Lugar: Pimentel (La Libertad) , Cámara 1x5

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	57,293.1	13.3
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	55,988.1	13.0
4.- Por producto	290,081.3	67.4
5.- Por personas	5,710.7	1.3
6.- Por iluminación	6,578.0	1.5
7.- Por envase	14,692.0	3.5
$\sum Q_i$	430,343.2	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	473,377.5	

CAPAC. FRIGORIFICA = 26,298.8 Btu/hr.  
= 2.19 Ton-refrigeración

7.- Lugar: Pto. Casma (Ancash) , cámara 1x5

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	60,325.0	13.7
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	61,381.7	14.0
4.- Por producto	290,081.3	66.1
5.- Por personas	5,710.7	1.3
6.- Por iluminación	6,578.0	1.6
7.- Por envase	14,692.0	3.3
$\sum Q_i$	438,768.7	
1.1 $\sum Q_i$	482,645.6	

CAPAC. FRIGORIFICA = 26,813.6 Btu/hr.  
= 2.23 Ton-refrigeración

8.- Lugar: Culebras (Ancash) , cámara 1x10

Cargas de calor	Btu/día	$\theta$
1.- Paredes, techo y piso	99,480.5	12.3
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	80,656.0	10.0
4.- Por producto	580,925.7	71.6
5.- Por personas	8,573.0	1.0
6.- Por iluminación	12,440.8	1.5
7.- Por envase	29,384.1	3.6
$\sum Q_i$	811,460.1	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	892,606.1	
CAPAC. FRIGORIFICA = 45,589.2 Btu/hr.		
= 4.13 Ton-refrigeración		

9.- Pto. Supe (Ancash) , cámara 1x5

Las condiciones son las mismas que en Casma, por lo tanto la capacidad frigorífica será del mismo valor.

CAPAC. FRIGORIFICA = 26,813.6 Btu/hr.

= 2.23 Ton-refrigeración

10.- Lugar: Chancay(Lima) , cámara 1x5

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	52,610.7	12.5
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	50,351.1	12.0
4.- Por producto	290,081.3	69.0
5.- Por personas	5,710.7	1.4
6.- Por iluminación	6,578.0	1.6
7.- Por envase	14,692.0	3.5
$\sum Q_i$	420,023.8	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	462,026.2	
CAPAC. FRIGORIFICA = 25,668.1 Btu/hr.		
= 2.14 Ton-refrigeración.		

11.- Lugar: San Juan de Marcona(Ica). cámara 1x10

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	107,796.3	12.5
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	83,277.8	10.2
4.- Por producto	580,925.7	71.2
5.- Por personas	8,573.0	1.1
6.- Por iluminación	12,440.8	1.5
7.- Por envase	29,384.1	3.5
$\sum Q_i$	816,397.7	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	898,037.5	
CAPAC. FRIGORIFICA = 49,891.0 Btu/hr.		
= 4.16 Ton-refrigeración		

## 12.- Lugar: Lomas (Arequipa) , cámara 1x10

Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	84,923.8	11.0
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	59,906.0	7.7
4.- Por producto	580,925.7	74.8
5.- Por personas	8,573.0	1.1
6.- Por iluminación	12,440.8	1.6
7.- Por envase	29,384.1	3.8
$\sum Q_i$	776,153.4	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	853,768.7	
CPAC. FRIGORIFICA = 47,431.6 Btu/hr.		
= 3.95 Ton-refrigeración		

## 13.- Lugar: Chala (Arequipa) , cámara 1x5

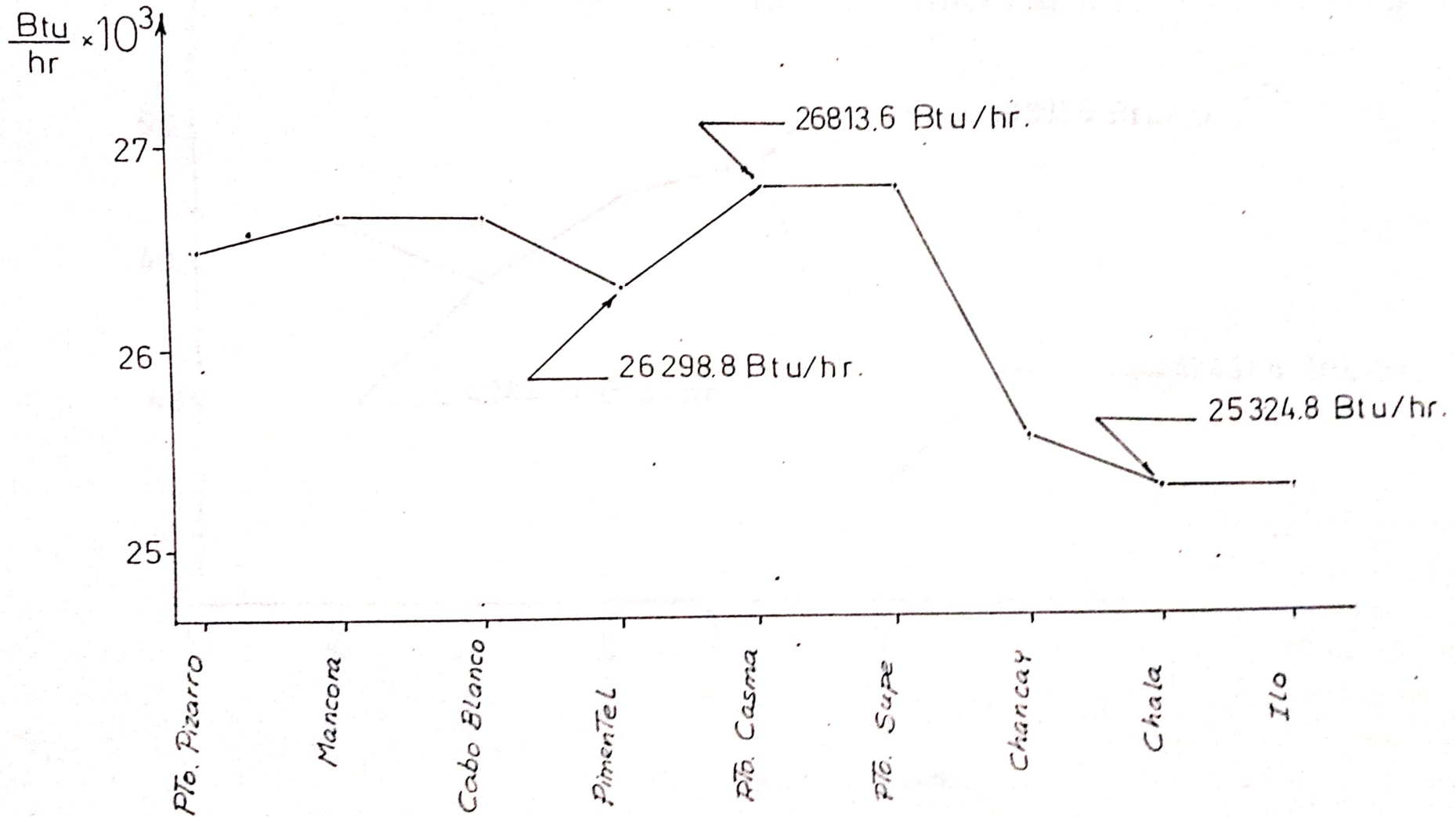
Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techo y piso	51,367.2	12.4
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	45,975.9	11.1
4.- Por producto	290,081.3	70.0
5.- Por personas	5,710.7	1.4
6.- Por iluminación	6,578.0	1.6
7.- Por envase	14,692.0	3.5
$\sum Q_i$	414,405.1	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	455,845.6	
CAPAC. FRIGORIFICA = 25,324.8 Btu/hr.		
= 2.11 Ton-refrigeración		

14.- Lugar: Ilo(Moquegua) , cámara 1x5

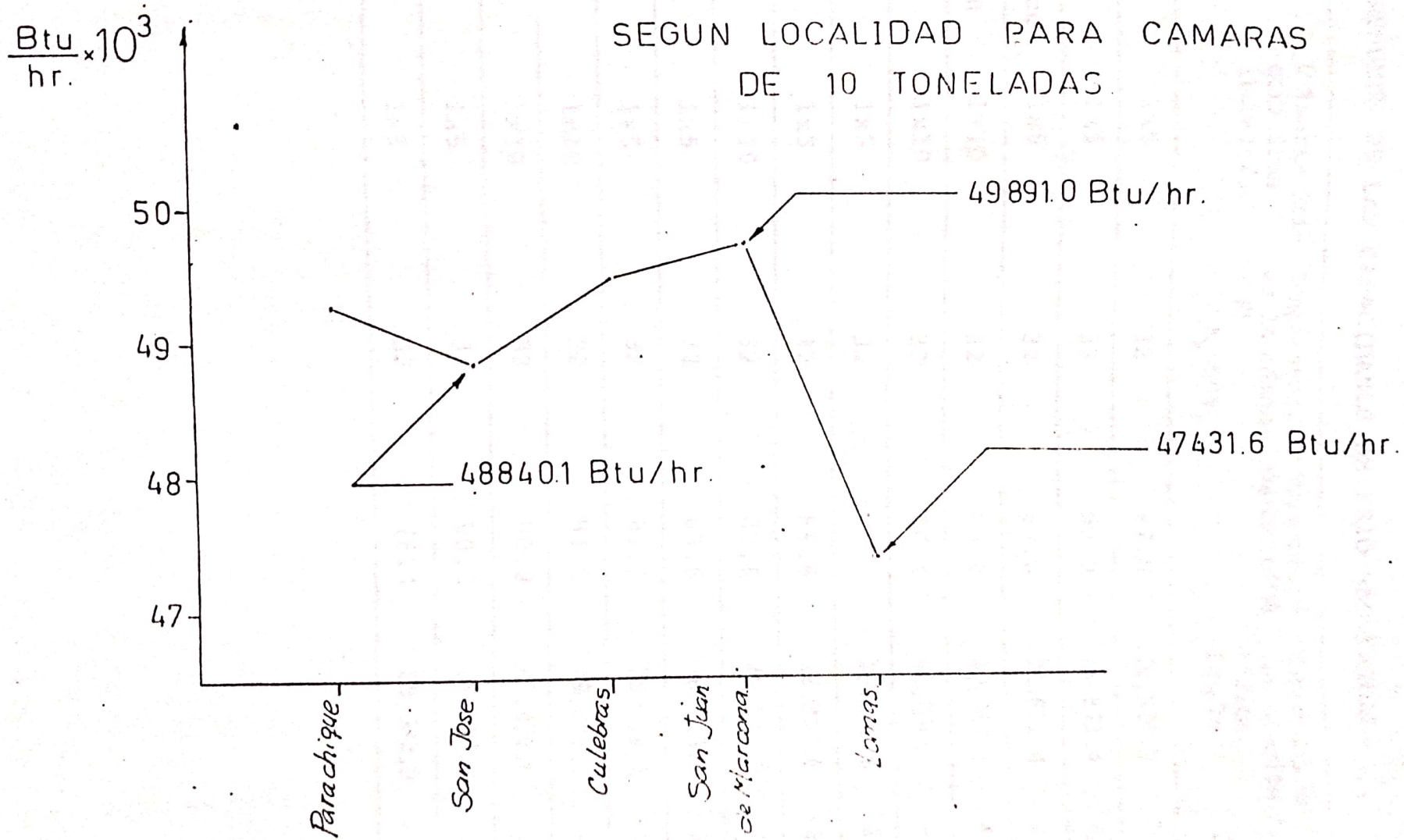
Cargas de calor	Btu/día	%
1.- Paredes, techos y piso	53,052.4	12.8
2.- Radiación solar	0	--
3.- Cambios de aire	43,933.8	10.6
4.- Por producto	290,081.3	70.1
5.- Por personas	5,710.7	1.4
6.- Por iluminación	6,578.0	1.6
7.- Por envase	14,692.0	3.5
$\sum Q_i$	414,048.2	100.0%
1.1 $\sum Q_i$	455,453.02	
CAPAC. FRIGORIFICA = 25,302.94 Btu/hr.		
= 2.11 Ton-refrigeración		

Los gráficos (2) y (3); y el cuadro (8) muestran en resúmen las capacidades requeridas para los lugares donde se requiere de infraestructura de frío.

FIG( 2 ). CAPACIDADES DE FRIO REQUERIDAS  
SEGUN LOCALIDAD PARA CAMARAS  
DE 5 TONELADAS.



FIG( 3 ). CAPACIDADES DE FRIO REQUERIDAS  
SEGUN LOCALIDAD PARA CAMARAS  
DE 10 TONELADAS.





## Cuadro (8)

## RESUMEN DE LAS CAPACIDADES DE FRIO REQUERIDAS.

Lugar	Cámaras Frigoríficas (toneladas)	Temperatura de la cámara (°F) $H_r=90\%$	Temperatura ambiente (°F)	Capacidad de la instalación frigorífica. Btu/hr	Ton.
Pto. Pizarro	1x5	32	87.8	26,526.2	2.21
Máncora	1x5	32	89.0	26,671.4	2.22
Cabo Blanco	1x5	32	89.0	26,671.4	2.22
Parachique	1x10	32	89.0	49,384.5	4.12
San José	1x10	32	86.4	48,840.1	4.07
Pimentel	1x5	32	86.4	26,298.8	2.19
Pto. Casma	1x5	32	89.6	26,813.6	2.23
Culebras	1x10	32	89.6	49,589.2	4.13
Pto. Supe	1x5	32	89.6	26,813.6	2.23
Chancay	1x5	32	82.0	25,668.1	2.14
San Juan	1x10	32	91.8	49,891.0	4.16
Lomas	1x10	32	80.2	47,431.6	3.95
Chala	1x5	32	80.2	25,324.8	2.11
Ilo	1x5	32	78.4	25,302.9	2.11

### 3.3.5. Selección de Equipos

#### 3.3.5.1. Disponibilidad de Equipos:

Los equipos de la Maquinaria Frigorífica serán calculado y seleccionados de tal manera que la exigencia de los parámetros de funcionamiento cubran los requisitos para nuestros fines, es decir para alcanzar las temperaturas deseadas y producir el efecto refrigerante para una capacidad frigorífica determinada:

Indudablemente que en la selección de los elementos frigoríficos (unidades condensadoras, evaporadores) será necesario consultar con catálogos de algunas compañías distribuidoras de estos equipos que absolutamente son importados.

Dentro de la variedad de productos frigoríficos nos encontramos

con los de procedencia: Norte - Americana, así por ejemplo Copeland, Mc Gray, etc. las cuales tienen como representante en el Perú a la empresa Cold-Import S.A. quien da servicio de asistencia técnica y posee Stock de repuestos y accesorios de los mismos.

En los catálogos correspondientes, se muestran las características de cada equipo y accesorios.

#### 3.3.5.2. Selección de Equipos:

Una vez obtenida las capacidades frigoríficas que se necesitan para conseguir el objetivo de refrigeración del sistema frigorífico, será necesario hallar el comportamiento que asumirán tanto la unidad condensadora y el evaporador en relación a la capa

ciudad frigorífica horaria de los mismos. El comportamiento puede observarse si las características de los mencionados equipos se grafican, existiendo un punto balanceado o de equilibrio donde se puede deducir el exacto punto de funcionamiento de todo el sistema frigorífico.

El mencionado punto de equilibrio es el resultante de la superposición de las características del Evaporador y la Unidad condensadora, indicándonos la capacidad balanceada del sistema y la temperatura que tendrá el evaporador.

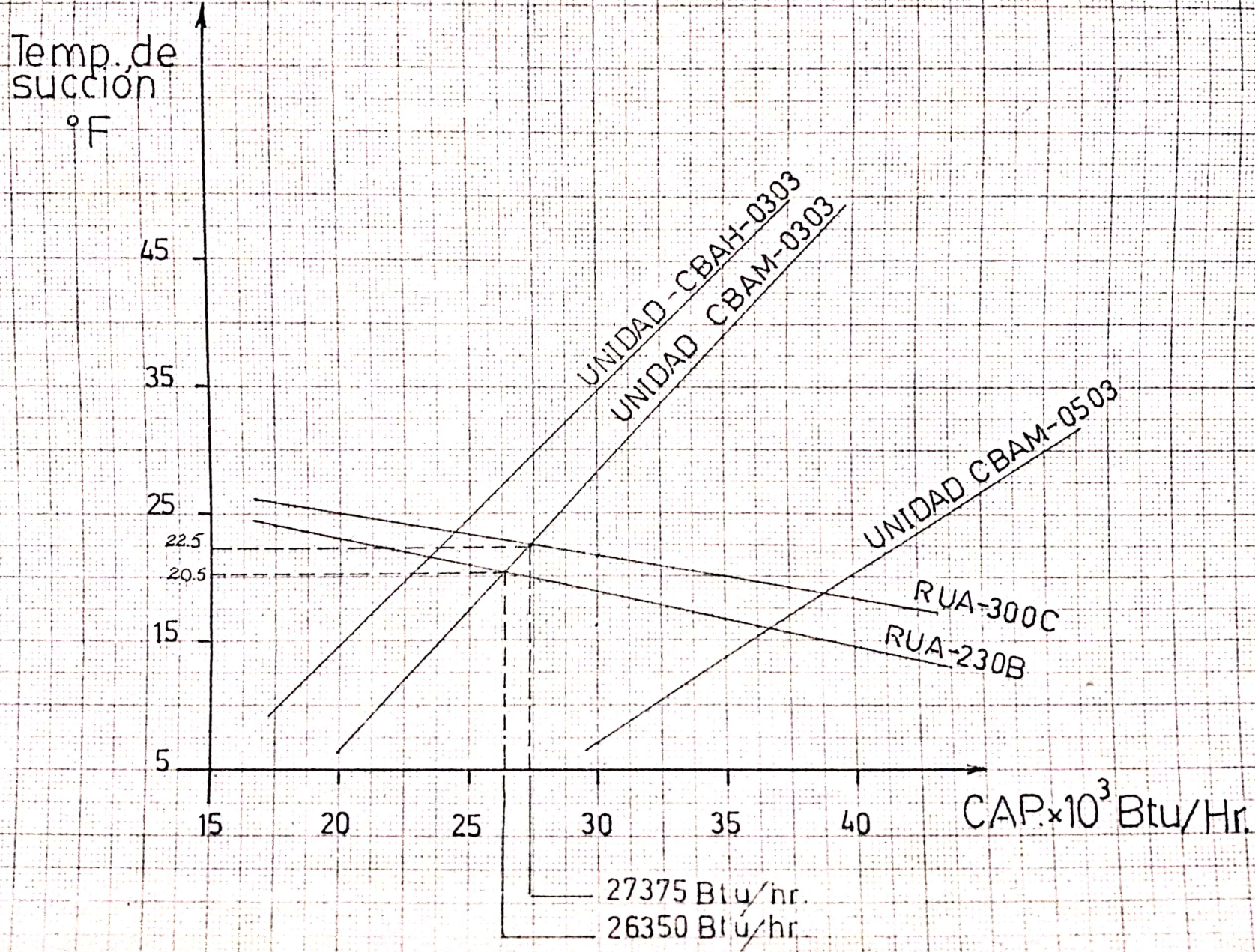
Balance y Selección de Equipo para  
la cámara de 5 Toneladas

Utilizando los catálogos según referencia (22,24).  
las capacidades balanceadas para la cámara de 5  
toneladas será:

Condición (1): Unidad de conden  
sación ..... CBAM-0303  
Evaporador ..... RUA-230B  
Capacidad balan-  
ceada ..... 26350 Btu/hr.  
Temperatura del -  
evaporador ..... 20.5°F  
Refrigerante ..... R-12

Condición (2): Unidad de condensa  
ción ..... CBAM-0303  
Eyaporador ..... RUA-300C  
Capacidad balancea  
da..... 27375 Btu/hr.  
Temperatura del -  
evaporador ..... 22.5°F  
Refrigerante ..... R-12

BALANCE DE CAPACIDAD PARA  
LA CAMARA DE 5 TONELADAS.



Datos con los cuales se tienen los siguientes resultados:

Lugar	Capacidad requerida (Btu/hr)	Capacidad balanceada (Btu/hr)	Unidad Condensación	Evaporador
Pto. Pizarro	26526.2	27375.0	CBAM-0303	BUA-300C
Mancora	26671.4	27375.0	CBAM-0303	BUA-300C
Cabo Blanco	26671.4	27375.0	CBAM-0303	BUA-300C
Pinintel	26298.8	26350.0	CBAM-0303	BUA-230B
Pto. Casma	26813.6	27375.0	CBAM-0303	BUA-300C
Pto. Supe	26813.6	27375.0	CBAM-0303	BUA-300C
Chancay	25668.1	26350.0	CBAM-0303	BUA-230B
Chala	25324.8	26350.0	CBAM-0303	BUA-230B
Ilo	25302.9	26350.0	CBAM-0303	BUA-230B

Balance y Selección de Equipos  
para cámara de 10 Toneladas

Utilizando los catálogos según referencia (2.2y),  
2.4  
las capacidades balanceadas para la cámara de 10  
toneladas será:

Condición (1): Unidad de condensa

ción..... C3AM-0503

Evaporador..... RUA-145B, 3

unidades

Capacidad balancea

da ..... 47750 Btu/hr.

Temperatura del -

evaporador ..... 21°F

Refrigerante ..... R-502

Condición (2): Unidad de condensa

ción..... C3AM-0503

Evaporador ..... RUA-300C, 2

unidades

Capacidad balancea

da..... 49875.0 Btu/hr.

Temperatura del -



BALANCE DE CAPACIDAD PARA  
LA CAMARA DE 10 TONELADAS.

TEMP. DE  
SUCCIÓN  
°F

45

35

25

15

5

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

RUA-145B(3)  
RUA-230B(2)  
RUA-300C(2)

UNIDAD CBAH-0503(R-12)

UNIDAD C3AH-0503(R-22)

UNIDAD C3AM-0503(R-502)

UNIDAD CBAM-0753

23.5

21.5

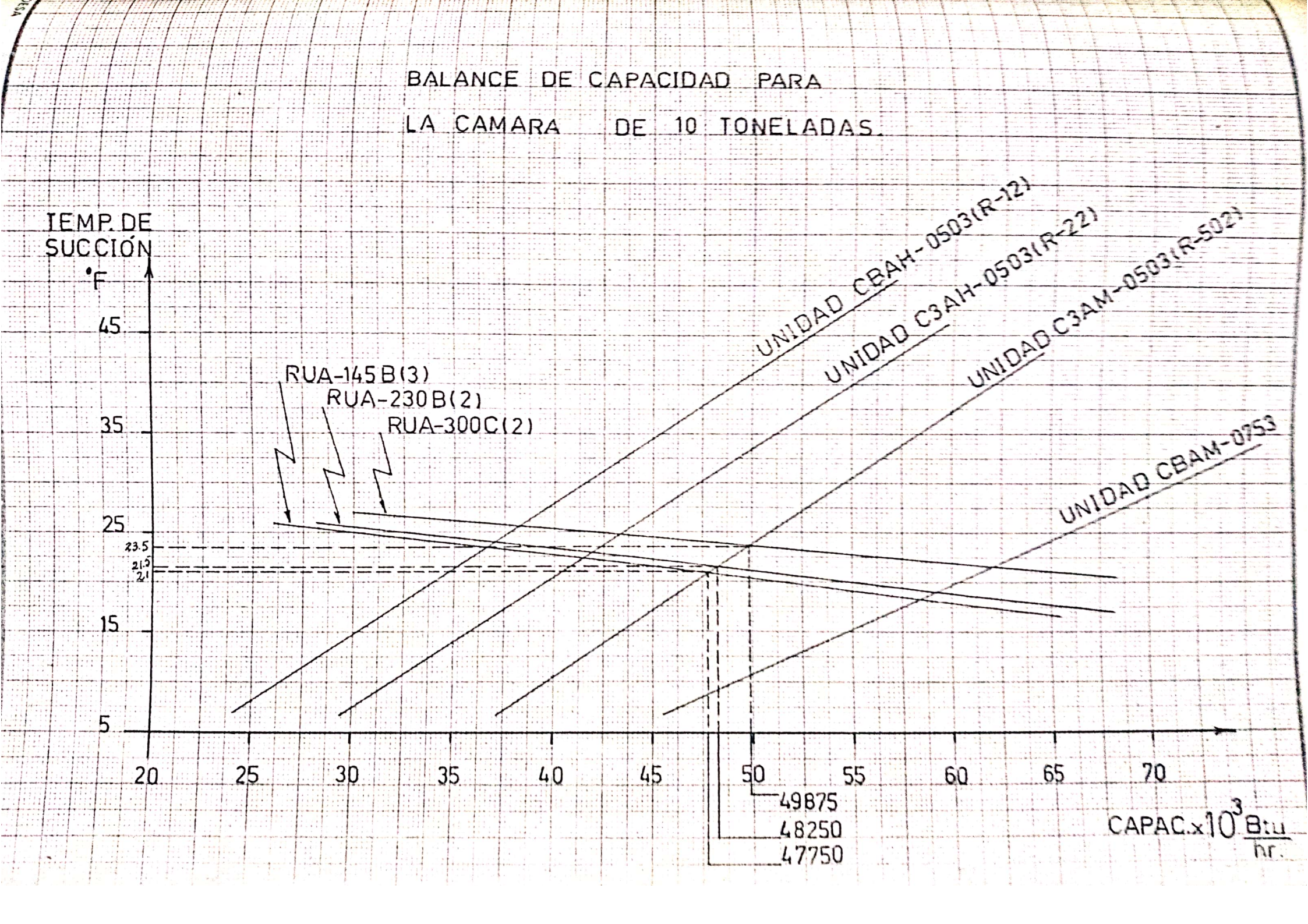
21

49875

48250

47750

CAPAC. x 10<sup>3</sup>  $\frac{\text{Btu}}{\text{hr.}}$



evaporador..... 23.5°F

Refrigerante... R-502

Datos con los cuales se tienen los siguientes re  
sultados:

Lugar	Capacidad requerida (Btu/hr.)	Capacidad balanceada (Btu/hr.)	Unidad de condensa ción	Evapo- rador
Parachique	49874.5	49875.0	C3AM-0503	RUA-300C
San José	48840.1	49875.0	C3AM-0503	RUA-300C
Culebras	49589.2	49875.0	C3AM-0503	RUA-300C
San Juan de Marcona	49891.0	49875.0	C3AM-0503	RUA-300C
Lomas	47431.6	47750.0	C3AM-0503	RUA-145B

En el cuadro (9). Se muestra el resumen:

Longitud de tubería, cantidad de accesorios, y -  
los diámetros de las tuberías de líquido y de -  
succión.

CAMARA FRIGORIFICA	UNIDAD DE CONDENSACION		EVAPORADOR		LONGITUD DE LINEA (Ft).		CANTIDAD DE ACCESORIOS				DIAMETRO DE LA LINEA	
	Modelo	N°	Modelo	N°	Succ.	Líquid.	Succ.	Liq.	Succ.	Liq.	Succión	Líquido
Tonelada												
5	CBAM-0303	2	RUA-230B	1	18	29	3	5	1	1	1 <sup>1/8</sup>	1/2
5	CBAM-0303	2	RUA-300C	1	18	29	3	5	1	1	1 <sup>1/8</sup>	1/2
10	C3AM-0503	2	RUA-145B	3	43	36	5	4	3	2	1 <sup>3/8</sup>	5/8
10	C3AM-0503	2	RUA-300C	2	32	34	5	5	2	1	1 <sup>3/8</sup>	5/8

OBSERV.- Para cada cámara se utilizan 2 unidades de condensación, una de ellas estará en reserva.

SELECCION DE LOS DISPOSITIVOS  
DE CONTROL AUTOMATICO

Para la Cámara de 5 toneladas

La selección de los dispositivos de control automático para la cámaras de 5 toneladas que posee la unidad de condensación: CBAM-0303 y evaporadores: RUA-230B y/o RUA-300C, es como sigue:

- a. Válvula de expansión ... Tipo : ATX  
Modelo: 34023
- b. Válvula solenóide ..... Catálogo N°: REV 1004BXF
- c. Presostato diferencial  
de aceite..... Catálogo N°:ONS-C106X
- d. Presostato compuesto ... Catálogo N°:DNS-D306X
- e. Termostato de Ambiente.. Catálogo N°:TNS-C114X

Nota: véase catálogo (2), anexo (212).  
al

Para la cámara de 10 Toneladas.

Para la unidad de condensación: C3AM-0503  
Y evaporador: RUA-145B y/o RUA-300B.

a. Válvula de expansión..Tipo: ATX

Modelo: 34035

b. Válvula solenoide.. Catálogo N°1205BXF

c. Presostato diferen

cial de aceite..... Catálogo N°ONS-C106X

d. Presostato compues-

to ..... Catálogo N°DNS-D306X

e. Termostato de Am-

biente..... Catálogo N°TNS-C114X

Nota.- véase catálogo (2) <sup>al</sup> anexo (212).

### 3.3.6. Instalación de los Equipos

1. Emplazamiento de la unidad condensadora:

La unidad se colocará de manera que el condensador quede a una distancia de la pared de por lo menos (1) metro, para -

no dificultar la buena circulación del aire, ni obligarlo a cambios bruscos de dirección que dificultarían su entrada ó salida al atravesar el condensador, así se puede atender e inspeccionar la máquina sin dificultades, evitando además que la unidad quede próxima a alguna otra fuente de calor para evitar que el calor radiado por sí mismos, aumente indebidamente la potencia de condensación y disminuya la capacidad de la máquina.

La unidad debe instalarse a menor altura que el evaporador, a fin de facilitar el retorno del aceite que va mezclado con el refrigerante.

Normalmente se monta sobre zócalos consistentes, que evita la transmisión de las vibraciones del motor y compresor.

## 2. Fijación del evaporador:

La distancia que debe existir del techo al evaporador debe ser de 5 cm. como mínimo, y la distancia desde la parte posterior del motor a la pared de (1) metro.

La bandeja colectora de agua se sujeta por unos ganchos, también galvanizados o estañados, al mismo evaporador, o al techo, procurando darle una pequeña inclinación, por medio de un tubo de goma o de plomo, que se instalará en un extremo de la bandeja deslizando el agua recogida hacia el desagüe, que bien se hallará dispuesto en el piso de la cámara, o lo conducirá hacia el exterior. La distancia de la bandeja de desagüe al evaporador ha de ser de 10 cm. como mínimo.

## 3. Tendido de la Tubería:

Colocados la unidad condensadora y el evaporador se procederá al tendido de

la tubería que une dichos elementos.

Los diámetros de succión y de líquido están determinados según los catálogos de las unidades condensadoras respectivas, las cuales han sido previstas en su diseño para evitar los siguientes defectos:

- Acumulación de aceite en el evaporador.
- Que el aceite vuelva al compresor a intervalos, con lo cual surgen fugas ó pérdidas de aceite en el compresor.
- Velocidad del vapor demasiado lenta lo que hace que la conducción del aceite por las tuberías sea inadecuado.
- Retorno de refrigerante líquido al compresor con los consiguientes golpes de líquido en el mismo.
- Insuficiente retorno de aceite, debido al montaje erróneo o colocación impropia de las tuberías.



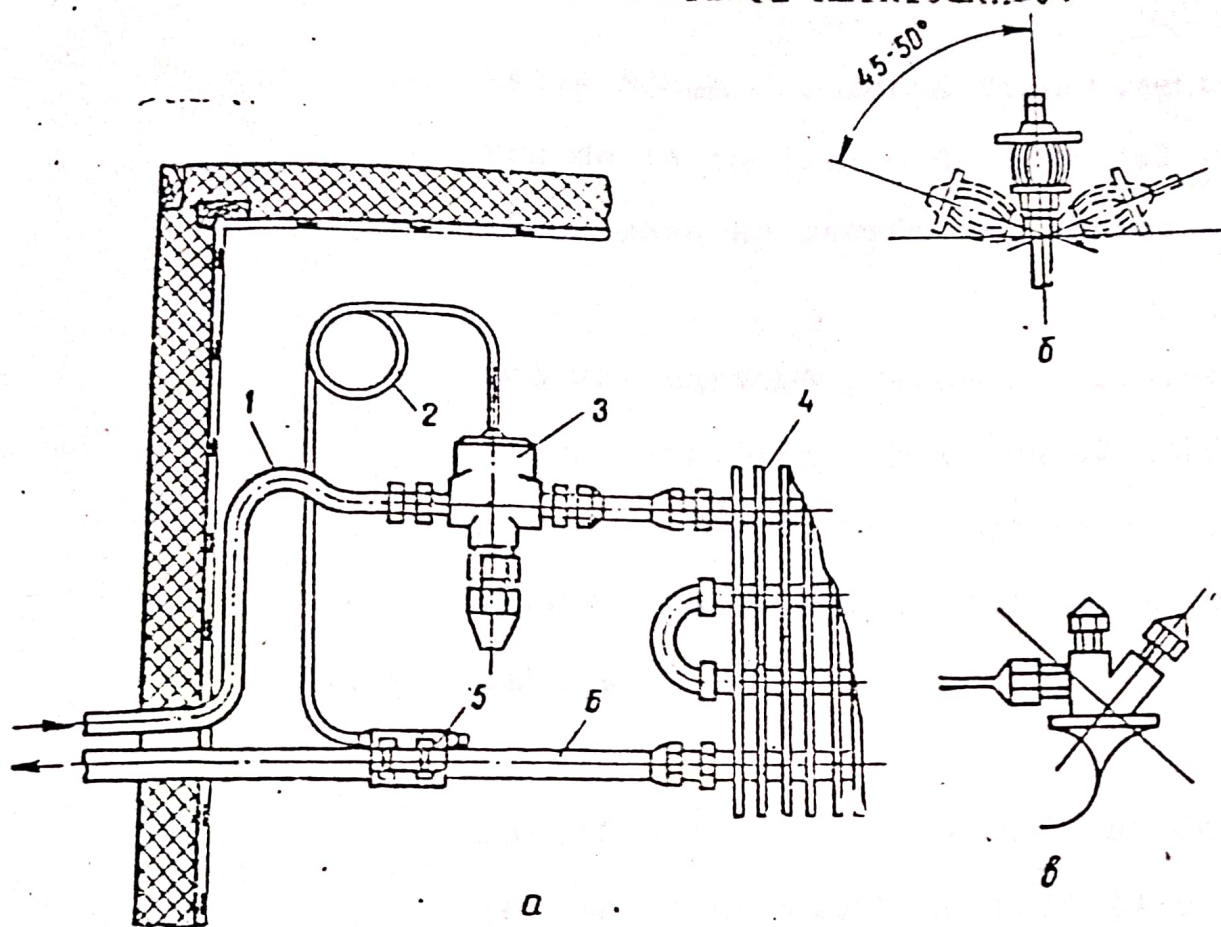
Paralela a la tubería de succión se extiende la tubería de líquido, que irá desde la válvula de salida del depósito del líquido pasando por el correspondiente filtro de líquido, hasta la entrada de la válvula de expansión en el evaporador.

4. Colocación de la válvula de expansión:

La válvula de expansión se instala como es sabido, en el tubo de la parte inferior del evaporador, operación que se procurará hacer rápidamente a fin de que el evaporador se halle destapado el menor tiempo posible. El bulbo de expansión se acoplará al tubo de aspiración a la salida misma del evaporador.

Los termostatos de ambiente deben instalarse en el lugar que determine la temperatura general de la cámara, nunca directamente sobre la pared, y en todo caso sobre una placa de madera o material aislante.

MONTAJE DE LA VALVULA DE EXPANSION TERMOS-  
TATICA DENTRO DEL AMBIENTE REFRIGERADO.



a.- Disposición de Montaje

1. Tuberia de liquido
2. Tubo capilar
3. Cuerpo del orificio
4. Evaporador
5. Bulbo sensible
6. Tubería de succión

δ.- Permitida desviación del eje vertical

B.- Incorrecto Montaje.

Estos deben colocarse directamente dentro de la corriente de aire del ventilador para su acción más rápida.

Los presostatos pueden instalarse en el mismo compresor o bien en el tablero de maniobra donde van el contactor de protección del motor y el interruptor y fusibles.

Las tácticas de baja y alta se conectan por medio de tubos de  $1/4"$  ( $4/6$  mm.) a las tornes de que ya provisto el compresor, aunque actualmente es corriente - que los presostatos vayan provistos de tubos capilares a la salida de las tácticas para conectarse al compresor.

#### 5. Instrucciones para el montaje:

Se deben seguir las siguientes normas:

- Las diferentes piezas a montar deben estar limpias y libres de humedad.
- Cada pieza debe controlarse antes de montarla. Tener en cuenta que sola-

mente unos miligramos de agua o de suciedad puede causar dificultades en el perfecto funcionamiento de la instalación.

- Se utilizarán únicamente refrigerantes extraídos de su envase original; con esto se evitarán mezclas de suciedad, humedad y gases extraños.
- Antes de conectar el compresor a la red de energía eléctrica es preciso asegurarse de que la tensión de la línea es la que corresponde a la del motor, indicado en su placa de características. Si se pone en marcha el compresor antes de estar la instalación eléctrica montada totalmente, debe comprobarse que la posición del Relais de arranque debe ser vertical para que pueda funcionar.

#### 6. Puesta en Marcha:

Antes de poner en marcha debe comprobarse si toda la instalación y conexiones

realizadas están de acuerdo a los planos proporcionados.

La llave del termostato se coloca en automático y se pone en circuito el interruptor principal, puesto que la instalación funciona automáticamente no es en general necesario ocuparse de su manejo.

7. Operación y Mantenimiento de la Maquina ria frigorífica:

La lubricación del grupo frigorífico es automático, la carga del aceite puede controlarse. El nivel mínimo de aceite no podrá estar por debajo del centro de la mirilla.

Para el relleno debe emplearse el aceite recomendado por los fabricantes de las unidades de condensación que debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Conservar la consistencia o cuerpo suficiente para lubricar a alta temperatura y ser suficientemente fluido para que fluya a baja temperatura.
- Tener un punto de congelación suficientemente bajo para que fluya en cualquier parte del sistema.
- No dejar depósitos de carbón cuando está en contacto con las superficies calientes del sistema durante el funcionamiento normal.
- No dejar depósito de cera cuando está expuesto a las temperaturas más bajas que encuentra normalmente en el sistema.
- Contener poco o ningún ácido.
- Tener alta resistencia eléctrica.
- Tener altos puntos de inflamación y de combustión que corresponden a una mezcla correcta.

- Ser estables en presencia de oxígeno.
- No contener compuestos de azufre.
- No contener humedad.
- Ser de color claro que indique una refinación correcta.

El aceite rellenará el sistema por el tapón de aceite de carter del motor.

Si la máquina no arranca, debe comprobarse primeramente si hay corriente eléctrica. Controlar los fusibles si es preciso consultar con un técnico electricista. Si el relais de máxima se ha desconectado, la instalación por sobrecarga debe accionarse el botón del contactor de arranque. Puede suceder también que el interrupto de presión excesiva o el interruptor de protección térmica haya desconectado temporalmente la instalación, debido al fallo del ventilador.

8. Carga del fluido refrigerante:

La carga del fluido refrigerante debe ser hecha concientemente, se efectuará con la Máquina en funcionamiento y con la válvula de expansión regulada para que la presión y temperatura de aspiración sean las del régimen deseado. Debe cargarse líquido hasta que la presión de condensación sea la que corresponda a la temperatura de condensación.

$$(T_{\text{cond.}} = T_{\text{aire}} + 20^{\circ}\text{F}).$$

Un exceso de refrigerante no supone necesariamente un aumento en la producción frigorífica, traduciendo en la mayoría de los casos en:

1. Un aumento exagerado en la presión en el lado de alta.
2. El recalentamiento exagerado al final de la compresión.
3. Un trábajar excesivo del motor que puede llegar a sobrepasar la potencia del mismo.



4. Un defecto del enfriamiento del líquido condensado que llegará a la válvula de expansión a una temperatura superior a la prevista.

Los tres primeros efectos de excesos de carga pueden llegar a comprometer la hermeticidad del sistema en el lado de alta e incluso a quemar el motor al que se le exige un trabajo mayor que el correspondiente a su potencia.

El cuarto efecto se traducirá en una pérdida de rendimiento en la producción frigorífica.

### 3.3.7. Instalación eléctrica

Aunque la instalación eléctrica se refiere al motor y aparatos automáticos que no intervienen directamente en la producción de frío, está tan íntimamente ligada con el sistema.

La instalación eléctrica se hará empleando materiales y conductores adecuados a la potencia del motor debidamente protegidos eléctricamente y mecánicamente y contra la humedad, por lo que irán suficientemente separados de los conductos húmedos.

Los conductores que unen los aparatos, así como los de iluminación estarán revestidos de plomo para evitar los efectos de la humedad.

Hay que tener en cuenta que el plomo de cubierta de los conductores y el cobre de los conductos de la instalación, si están juntos en presencia de la humedad forman pares eléctricos, que por electrólisis corroen el cobre de los conductores y los perforan; se evitará este posible defecto montando los conductores sobre aisladores de porcelana.

La instalación eléctrica deberá ser provista de tablero de maniobras con fusibles, interruptores y conmutadores necesarios, fácilmente accesibles cerca del emplazamiento de la unidad condensadora.

Se procurará que los contactores empleados sean del tipo guarda motor para proteger a éste de sobrecargas indebidas baja de voltaje, falta de fases, etc.

La iluminación de la cámara se hará de manera adecuada con interruptor exterior.

3.3.8. Esquema del diseño de las cámaras frigoríficas desmontables

En anexos, vease el plano N° 4

#### 4.0. RESULTADOS

1. Del almacenamiento y período de conservación.

El pescado estará en cajas de plástico con hielo en relación de 3 a 1, y a una temperatura de 0°C siendo la humedad relativa interior de 90%.

La permanencia del producto hidrobiológico dentro de las cámaras será de un (1) día.

2. Del dimensionamiento de las cámaras frigoríficas -  
desmontables.

Según requerimiento de frío para la conservación de

productos hidrobiológicos fueron hallados los estándares de las cámaras en base a la tendencia típica de desembarque promedio anual de las caletas, obteniéndose dos diseños básicos de capacidades de 5 y 10 toneladas.

Determinando un área de  $32.4 \text{ M}^2$  para la cámara de 5 toneladas, y un área de  $61.3 \text{ M}^2$  para la cámara de 10 toneladas siendo los volúmenes de  $71.0 \text{ M}^3$  y  $137.4 \text{ M}^3$  respectivos.

### 3. De la elección del lugar de ubicación.

Por razones de servicio y necesidad de infraestructura de frío (cámaras frigoríficas) y por estar en relación directa a factores de desembarque, agua, luz, y vías de comunicación, los lugares fueron de terminados en (y según capacidades de cámara):

1. Pto. Pizarro	1x5
2. Mancora	1x5
3. Cabo Blanco	1x5
4. Parachique	1x10
5. San José	1x10
6. Pimentel	1x5
7. Casma	1x5

8. Culebras	1x10
9. Pto. Supre	1x5
10. Chancay	1x5
11. San Juan de Marcona	1x10
12. Lomas	1x10
13. Chala	1x5
14. Ilo	1x5

4. De los paneles pre-fabricados utilizados.

Las unidades o secciones prefabricadas para la construcción de las cámaras frigoríficas tienen como aislante entre las placas metálicas el poliuretano expandido de 4" de espesor (10 cm).

5. Del aislamiento del piso.

El aislamiento y construcción del piso se basará mediante el modelo tradicional de construcción de cámaras frigoríficas, utilizando como aislante el poliestireno expandido (Teknopor) de 4" de espesor.

6. Del sistema de refrigeración de la instalación frigorífica.

El sistema de refrigeración empleada es el compresión de vapor, es decir utilizando la máquina alter

nativa de refrigeración siendo en este nivel el uso de unidades condensadoras que trabajarán con los refrigerantes pertenecientes al grupo de los halogenos (R-12 y R-502).

### 7. De las cargas térmicas.

Las necesidades de frío alcanzan valores determinados según localizaciones, así se tiene para:

- Pto. Pizarro	-- 1x5	---	26526.2 Btu/hr.
- Mancora	-- 1x5	---	26671.4 Btu/hr.
- Cabo Blanco	-- 1x5	---	26671.4 Btu/hr.
- Pimentel	-- 1x5	---	26198.4 Btu/hr.
- Pto. Casma	-- 1x5	---	26813.6 Btu/hr.
- Pto. Supe	-- 1x5	---	26813.6 Btu/hr.
- Chancay	-- 1x5	---	25668.1 Btu/hr.
- Chala	-- 1x5	---	25324.8 Btu/hr.
- Ilo	-- 1.5	---	25302.9 Btu/hr.

y :

- Parachique	-- 1x10	---	49384.5 Btu/hr.
- San José	-- 1x10	---	48840.1 Btu/hr.
- Culebras	-- 1x10	---	49589.2 Btu/hr.
- San José de Marcona	-- 1x10	---	49891.0 Btu/hr.

- Lomas                    -- 1x10            -- 47431.6 Btu/hr.

Donde la carga de calor por producto es muy significativa en relación a los calores restantes que se tiene que extraer del sistema, representando aproximadamente el 70% de la carga total.

#### 8. De la Selección de los Equipos.

La capacidad balanceada que se requiere para producir el frío necesario es la siguiente:

Para la cámara de 5 toneladas

Lugar	Unidad condensador y Evaporador	Capacidad Balanceada
1. Pto. Pizarro		
2. Mancora	CBAM-0303	
3. Cabo Blanco	RUA-300C	27375.0 Btu/hr.
4. Pto. Casma		
5. Pto. Supe		
6. Pimentel		
7. Chancay	CBAM-0303	26350.0 Btu/hr.
8. Chala	RUA-230B	
9. Ilo		



## Para la cámara de 10 Toneladas

Lugar	Unidad condensadora y Evaporador	Capacidad balanceada
1. Parachique		
2. San José	C3AM-0503	
3. Culebras	RUA-300C (2)	49875.0 Btu/hr.
4. San Juan de Marcona		
5. Lomas	C3AM-0503 RUA-145 (3)	47750.0 Btu/hr.

9. De las temperaturas de trabajo de la Maquinaria Frigorífica.

Para la cámara frigorífica desmontable de 5 toneladas que trabaje con:

A) CBAM-0303 y RUA-230B, se tendrá:

Temperatura de cámara = 32°F (0°C)

Temperatura del Evaporador = 20.5°F (-6.4°C)

DT del evaporador = 11.5°F ( 6.4°C)

Refrigerante = R-12

B) CBAM-0303 y RUA-300C, se tendrá:

Temperatura de cámara = 32°F (0°C)

Temperatura del Evaporador = 22.5°F (-5.3°C)

DT del evaporador = 9.5°F ( 5.3°C)

Refrigerante = R-12

Para la cámara frigorífica desmontable de 10 toneladas que trabaje con:

A) C3AM-0503 y RUA-145B (3), se tendrá: . . .

Temperatura de la cámara = 32°F (0°C)

Temperatura del Evaporador = 21°F (-6.1°C)

DT del evaporador = 11°F ( 6.1°C)

Refrigerante = R-502

B) C3AM-0503 y RUA-300C (2), se tendrá:

Temperatura de la cámara = 32°F (0°C)

Temperatura del evaporador = 23.5°F (-5.0°C)

DT del evaporador = 8.5°F ( 5.)°C)

La temperatura de condensación se tomará:

$T_{\text{cond.}} = T_{\text{aire}}$  a la salida del cond. + (8-12°C)

siendo la temperatura de salida en 4 a 6°C más alta que la temperatura del aire a la entrada del condensador.

La temperatura de entrada del aire al condensador esta dada por la temperatura del medio ambiente - del lugar.

10. De los costos de Inversión y Operación.

Véase procedimientos de cálculo en el anexo (1).

Los costos de inversión serán:

- Cámara frigorífica 5 toneladas (A).  
que posee la unidad condensadora CBAM-303 y evaporador RUA-230B ..... I/. 674,449.27
- Cámara frigorífica 5 toneladas (B).  
que posee la unidad condensadora CBAM-0303 y evaporador RUA-300C ..... I/. 706,817.48
- Cámara frigorífica 10 toneladas (A).  
que posee la unidad condensadora C3AM-0503 y evaporador RUA-145-B ..... I/. 923,824.81
- Cámara frigorífica 10 toneladas (B).  
que posee la unidad condensadora C3AM-0503 y evaporador RUA-300C ..... I/. 992,134.15

Costos de Operación.

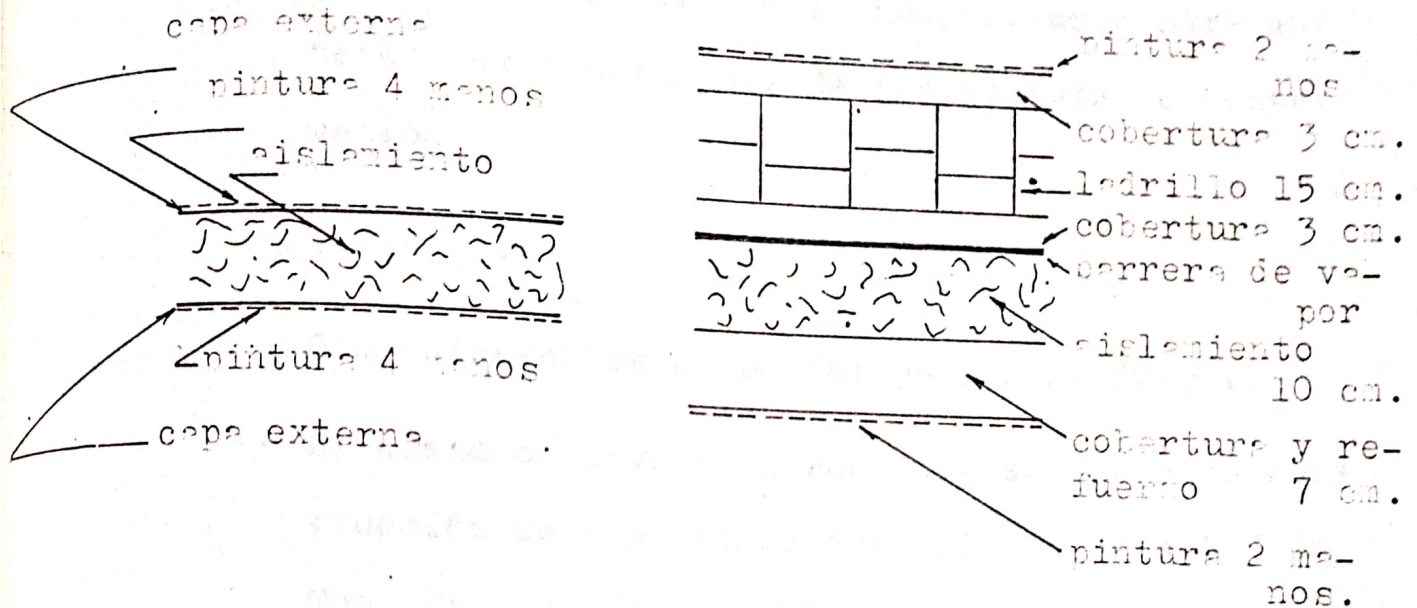
Se reume en el siguiente cuadro:

COMPRA	COSTO DE OPERACION	
	MENSUAL (I.)	ANUAL (I/.)
5 Ton - A	6,699.86	80,398.00
5 Ton - B	6,699.86	80,398.00
10 Ton - A	8,948.57	107,382.82
10 Ton - B	8,948.57	107,382.82

11. De la comparación entre las cámaras frigoríficas estacionarias (tradicionales) y desmontables.

En la construcción:

Construcción de cámaras con paneles prefabricados.		Construcción de cámaras estacionarias.
Aislamiento	10 cm.	10 cm.
Efecto de aislamiento	igual	igual
Espesor total	10 cm.	35 cm.
Transmisión de vapor	Ninguna	Ninguna
Peso	12 Kg/M <sup>2</sup>	424 Kg/M <sup>2</sup>
Pintura	8 manos	4 manos



Ventajas y desventajas de las cámaras desmontables:

Ventajas:

- Rápidez de instalación (ocupa una unidad de tiempo por 5 unidades de tiempo que ocupa la instalación de cámaras tradicionales).
- Desplazamiento: Se puede trasladar las unidades prefabricadas.
- Ampliaciones: Se pueden realizar ampliaciones de la cámara, para nuestro caso hasta un 10% del volumen total, utilizando la misma maquinaria frigorífica, o de lo contrario realizando las ampliaciones pero instalando otra unidad condensadora -

que trabajaría de forma independiente para mantener las condiciones de temperatura de conservación.

Desventajas:

- Son vulnerables a fuertes golpes mecánicos.
- El costo de inversión que corresponde a la construcción de una cámara frigorífica para 5 ó 10 Ton. de tipo desmontable (Paredes y Techos constituidas por unidades prefabricados ó paneles - de 4" de espesor de aislante poliuretano expandido y el piso construído y aislado con poliestireno expandido de 4" de espesor), en relación al costo de inversión de una cámara frigorífica tradicional ó estacionaria construída para 5 ó 10 Ton. y aislada con poliestireno expandido de 4" de espesor, representará aprox. un 45-50% más caro, es decir las cámaras desmontables son relativamente más caras que las cámaras estacionarias tradicionales.

## 5.0. DISCUSIONES

1. Existe una necesidad de instalación de infraestructura de frío (cámaras frigoríficas) latente en calendas donde totalmente no existe ésta para la conservación de productos hidrobiológicos de consumo al estado fresco, la cual podría ser satisfecha con la instalación de cámaras frigoríficas según requerimiento y capacidades determinadas de cada lugar.
2. Para el dimensionamiento de la capacidad y establecer finalmente el diseño de las cámaras frigoríficas

cas, se tomó el promedio anual de desembarque, de biéndose tener en cuenta que los desembarques no son iguales ó constantes durante el año, por lo contrario éstos son más concentrados en los meses de verano ó en las épocas de captura de especies apreciadas, debido a factores propios que tiene la pesca que la hacen una actividad aleatoria.

3. En base a la necesidad de frío y tomando en cuenta la situación actual de cada caleta lo que corresponde a disponibilidad de desembarque, vías de comunicación, disponibilidad de agua, disponibilidad de energía eléctrica se realiza el estudio técnico de instalación de cámaras frigoríficas desmontables, teniendo en consideración que las características que pueden encontrarse con respecto a la disponibilidad de agua no son sumamente preponderantes ya que ésta no es necesaria en la maquinaria frigorífica por utilizar unidades condensadoras enfriadas por aire, pero debe tenerse en cuenta para el mantenimiento de limpieza acostumbrada en la cámaras.
4. Los paneles prefabricados con poliuretano con 4"



de espesor son relativamente más costosos que los paneles los cuales utilizan poliestireno de 4" en relación a un 20%. Pero con la utilización de los paneles con poliuretano (4") se evita ó amortigua en un 50% la transmisión de calor a través de las paredes y techo, en consecuencia la capacidad del equipo requerido es menor en un 10 a 15% menor - capacidad horaria de la unidad).

5. Se consideró para el piso de las cámaras la construcción y aislamiento tradicional ya que sus costos se reducen en un 15% en comparación con las - cámaras con piso propio, y aparte de esta consideración, por que en el servicio que presten las cámaras el piso estará sometido a un tráfico intenso, y continua limpieza.
6. Al existir un sobre techado en las cámaras frigoríficas, se evitará la exposición del techo y las paredes a los rayos solares en consecuencia en el cálculo de las cargas térmicas el calor por radiación será cero (0).
7. El método empleado para balancear y seleccionar -

los equipos para el sistema de refrigeración no es el único, ya que también existe otros métodos elaborados por los fabricantes y expuestos en los respectivos catálogos.

#### 6.0. CONCLUSIONES

1. Los paneles prefabricados tienen como aislante poliuretano de 4" de espesor.
2. Para el aislamiento del piso se utilizará poliestireno expandido (Teknopor) de 4" de espesor.
3. Para el dimensionamiento de las cámaras frigoríficas desmontables se tomó en consideración el promedio de desembarque de productos marítimos de consumo al estado fresco.

4. El pescado será almacenado en cajas plásticas con hielo en la relación de 3 a 1.
5. El acondicionamiento del pescado en cajas plásticas facilita una mejor distribución y control de peso de pescado de 20 Kg. por caja permitiendo una mejor conservación.
6. Se determinó el sistema de compresión de vapor por ser el más práctico y utilizado a nivel comercial.
7. Para la selección de equipos de refrigeración no existe problema alguno, conociendo la cantidad de calor necesario que se necesita extraer ó la capacidad requerida del sistema, se les puede seleccionar entre la gran cantidad de fabricantes de éstos equipos.
8. El cálculo de la carga de calor entregado por el producto es el más significativo alcanzando aproximadamente un 70% para las cámaras con capacidad de 5 toneladas, y de aproximadamente 73% para las cámaras con capacidad de 10 toneladas, también así mismo es significativo la carga de calor por cambio

de aire que representa un promedio de 13% de la carga total.

9. Al utilizar evaporadores con circulación forzada de aire (mediante ventiladores) se obtendrá una uniformidad de la temperatura en el recinto.
10. La diferencia de temperatura entre la cámara y la del refrigerante en el evaporador corresponde al DT. del diseño del evaporador de la cámara, con el cual se mantiene una humedad relativa que varía en 90 a 95%, óptima para almacenar y refrigerar el pescado.
11. Al trabajar con una temperatura de cámara de  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ) y existir un  $5^{\circ}\text{C} \leq \text{DT} \leq 6.4^{\circ}\text{C}$  se presentará escarcha en el evaporador.
12. El método de descarchado o deshielo a emplear es por gas caliente, que resulta menos costoso que por resistencia eléctrica.
13. El servicio que prestará las cámaras frigoríficas de tipo desmontables será para un día de permanen

cia dentro de éstas, es decir una renovación completa de pescado cada 24 horas.

14. Se mantiene la unidad condensadora CBAM-0303 utilizando los evaporadores RUA-230B y RUA-300C según necesidades requeridas así:

- CBAM-0303, RUA-300C para: Pto. Pizarro, Mancora, Cabo blanco, Pto. Casma, Pto. Supe.

- CBAM-0303 y RUA-230B para: Pimentel, Chancay, Chala, Ilo.

Siendo las unidades condensadoras C3AM-0503 y evaporadores RUA-300C, RUA-145B según necesidades requeridas para cámaras de 10 toneladas de capacidad:

- C3AM-0503 y RUA-300C para: Parachique, San José, Culebras, y San Juan de Marcona.

- C3AM-0503 y RUA-145B para: Lomas

15. Tanto las cámaras de 5 y 10 toneladas, la unidad condensadora de cada una de ellas es estandar, pudiendo ser trasladadas de un lugar a otro frente a cualquier eventualidad para cubrir necesidades de

frio en las cámaras de la misma capacidad.

16. La unidad condensadora para las cámaras de 5 toneladas trabaja con R-12, y la unidad condensadora para las cámaras de 10 toneladas trabaja con R-502.
17. Como dispositivo de expansión se usará la válvula de expansión termostática por su alta eficiencia y adaptabilidad y amplia aplicación en refrigeración.
18. Se dispondrá de 2 unidades de condensación, una de ellas estará de reserva, y el trabajo que efectuarán será interdiaria.
19. La maquinaria frigorífica trabajará 18 horas, las 6 horas restantes serán para el descarchado, y el respectivo mantenimiento.
20. El costo de inversión de las cámaras frigoríficas de 5 toneladas que poseen:

- La unidad condensadora CBAM-0303 y el evaporador  
RUA-230B .....I/. 674,449.27

- La unidad condensadora CBAM-0303 y el evaporador RUA-300C ..... I/. 706,817.48

y el costo de las cámaras que poseen:

- La unidad condensadora C3AM-503 y el evaporador RUA-145B (3) ..... I/. 923,824.81
- La unidad condensadora C3AM-0503 y el evaporador RUA-300C (2) ..... I/. 992,134.15



#### 7.0. RESUMEN

La refrigeración juega un rol muy importante en la conservación de productos hidrobiológicos y alimento en general, en el sector pesquero es pieza fundamental de aplicación tecnológica de importancia, pues amortigua la descomposición del pescado, manteniendo como consecuencia directa, el valor nutritivo de éste.

Es evidente la falta de infraestructura de frío en diversas caletas en las cuales existe la alternativa factible de instalar cámara frigoríficas de tipo desmontable, siendo las características de éstas: la rapidez -

de instalación y la adaptabilidad y traslado de todos los componentes de refrigeración, por la misma razón de la necesidad y características de la pesca artesanal o la pesca en general que la hacen una actividad aleatoria.

El objetivo principal del presente trabajo de tesis - es encontrar parámetros técnicos necesarios de cálculos, la selección de equipos de la maquinaria frigorífica y el diseño de cámaras frigoríficas desmontables para instalarlas en lugares donde se requiere de infraestructura de frío.

En diversos sectores de la industria nacional existe - una amplia utilización de éste tipo de cámaras desmontables, presentándose una gama de éstos, donde la maquinaria y/o equipos para satisfacer los requerimientos o necesidades de frío son determinados generalmente mediante catálogos cuya consecuencia en general, es un sobredimensionamiento de las cámaras y exagerada potencia de la maquinaria frigorífica.

Las cámaras frigoríficas desmontables son muy utilizadas a nivel mundial, en sud-américa países como Brasil

y Argentina producen paneles prefabricados y equipos de refrigeración.

En el campo de la refrigeración uno de los procesos de más aplicación en la producción de frío, es el de expansión de un líquido que pertenece al ciclo de compresión de vapor.

El refrigerante que, como medio de transmisión de calor absorbiendo o cediendo calor a baja o a alta temperatura respectivamente, debe reunir requisitos en lo que respecta al proyecto del sistema, aplicación y funcionamiento. En este sentido, los halógenos tienen gran aplicación a nivel comercial e industrial, las unidades condensadoras absolutamente son diseñadas para trabajar con halógenos (R-12, R-22, R502), siendo utilizado el amoniaco como refrigerante solamente en grandes instalaciones frigoríficas.

Los aislantes impiden el paso del calor, los cuales deben poseer cualidades específicas que lo hagan un buen material aislante, entre ellos se puede mencionar al poliestireno expandido (conocido como teknopor) y el poliuretano, considerados como buenos aislantes por

las características que presentan y sus aplicaciones en la industria.

El dimensionamiento de las cámaras frigoríficas desmontables está en función a los volúmenes de carga de los productos a conservar, tomando en cuenta el desembarque de pescado para consumo al estado fresco por un periodo de 10 años, el promedio de dicho tiempo de termina la tendencia central de desembarque de pescado, y el 65% del desembarque diario para la conservación en las cámaras.

Según información básica sobre el estado actual de las caletas en el litoral peruano, y optando por la alternativas más factible de instalación de infraestructura de frio, teniendo en cuenta: materia prima, agua, luz y facilidad de desembarque.

Se tiene la siguiente relación de caletas y capacidades de las cámaras:

pto. Pizarro	1x5	Culebras	1x10
Mancora	1x5	Pto. Supe	1x5
Cabo Blanco	1x5	Chancay	1x5
Parachique	1x10	San Juan de	
		Marcona	1x10
San José	1x10	Lomas	1x10
Pimentel	1x5	Chala	1x5
		Ilo	1x5

El pescado es estibado en cajas plásticas con adición de hielo en relación de 3 a 1, y colocado en la cámara frigorífica a la temperatura de 0°C, el tiempo de permanencia del producto hidrobiológico en el interior de la cámara es de 1 día.

Las áreas de utilización y construcción de las cámaras son determinadas por la densidad, o con la norma de carga por unidad de volumen, altura de la carga encima de la cual se levanta la altura de la pila o ruma, y el coeficiente de utilización del área de instalación.

Las unidades prefabricadas tienen como aislante el poliuretano expandido de 4" de espesor cubierto externa

mente e internamente por acero inoxidable, el número y utilización de éstas para satisfacer los requerimientos de área tanto para la cámara de 5 y 10 toneladas determinan finalmente el largo y ancho de la instalación frigorífica.

Las condiciones adoptadas en el diseño de las cámaras frigoríficas desmontables para realizar el cálculo de las cargas térmicas, se consideran:

- La temperatura ambiente máxima del lugar, según datos proporcionado por SENAMHI.
- La temperatura interior de la cámara es de  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ )
- La humedad relativa interior es de 90%
- La temperatura de ingreso del pescado es  $17^{\circ}\text{C}$  ( $62.6^{\circ}\text{F}$ )
- El espesor del aislante empleado: Poliuretano expandido 4"
- El aislante para el piso: Poliestireno expandido 4".
- El volumen promedio de cambio de aire está en función al volumen interior de la cámara.
- El calor específico del producto es de 0.86 Btu/lb  
-°F.

Los equipos de la maquinaria frigorífica son calculados y seleccionados de tal manera que la exigencia de los parámetros de funcionamiento cubran los requisitos deseados, la capacidad frigorífica requerida mediante el balance de la unidad condensadora y el evaporador, así se tiene: para la cámara de 5 toneladas, unidad condensadora (CBAM-0303) y evaporador (RUA-300C) cuya capacidad balanceada: 27,375.0 Btu/hr. satisfacen a las localidades: Pto. Pizarro, Mancora, Cabo Blanco, Pto. Casma, Pto. Supe; y unidad condensadora (CBAM-0303) y evaporador (RUA-230B) cuya capacidad balanceada: 26,350.0 Btu/hr. satisfacen a las localidades: Pimentel, Chancay, Chala e Ilo, así de este mismo modo para la cámara de 10 toneladas, unidad condensadora (C3AM-0503) y dos evaporadores (RUA-300C) satisfacen a las localidades: Parachique, San José, Culebras, San Juan de Marcona; y unidad condensadora (C3AM-0503) y 2 evaporadores (RUA-145B) cuya capacidad balanceada: 47,750.0 Btu/hr. satisface a la localidad de Lomas.

instalación frigorífica.

Teniendo en cuenta la problemática, y la urgente necesidad de infraestructura de frío se recomienda la prioridad de instalación de este tipo de cámaras frigoríficas dada la importancia y su finalidad dentro de la conservación de los productos hidrobiológicos.



## 8.0. RECOMENDACIONES

1. La prioridad de la instalación de este tipo de cámaras frigoríficas desmontables dada la importancia y su finalidad dentro de la conservación de los productos hidrobiológicos.
2. Para lograr que el equipo funcione normalmente y sin dificultades, es necesario llevar a cabo un programa sistemático de servicio semanal, mensual y anual.

3. Observación constante y cuidadosa al sistema de refrigeración para ver si existe ó no fugas, y si todos los componentes del sistema de refrigeración - trabajan normalmente.
4. Desde la puesta en marcha de la maquinaria frigorífica, es necesario verificar continuamente la carga de aceite del compresor. La carga de aceite, - como es sabido cuando la máquina este en marcha, - debe estar y ser visible en el centro de la mirilla, en el cárter del compresor.
5. Revisar periódicamente el estado de los paneles y juntas de los mismos, especialmente si se nota - grandes fluctuaciones de temperaturas.
6. Revisar periódicamente la hermeticidad de la puerra de la cámara frigorífica a fin de evitar entradas de calor de aire del medio ambiente exterior.
7. El costo de las cámaras frigoríficas desmontables es relativamente elevado, pero debe considerarse - que los beneficios que se van a obtener de él van a repercutir en el poblador, cuya nutrición depende

de únicamente del consumo de pescado fresco, de modo que la instalación en los lugares donde no exista infraestructura de frío debe ser un hecho.

8. El diseño y construcción de cámaras frigoríficas no ha variado mucho desde los primeros equipos, es por eso que existen reglas casi establecidas para los diferentes pasos del diseño, sin embargo para este tipo de instalación frigorífica uno de los factores importantes es el cálculo de la capacidad frigorífica horaria que tiene que desarrollar la unidad condensadora, para lo cual recomendamos seguir la secuencia de los cálculos realizados.
9. La instalación de los evaporadores deben encontrarse siempre lo más lejos de la puerta y nunca instalados exactamente delante de ésta.
10. Una forma de obtener mayor capacidad de refrigeración del equipo, es reduciendo las horas de trabajo de la maquinaria frigorífica en los cálculos, haciéndola trabajar 16 horas manteniendo la cámara a  $1^{\circ}\text{C}$ , entonces la capacidad frigorífica -

horaria aumentaría en un 12 a 13%.

11. El transporte interno y acomodo de los productos hidrobiológicos deben ser atentos y prestar cuidado de no chocar con las paredes, para evitar el deterioro de éstas y por ende del material aislante.

12. El producto hidrobiológico, esencialmente el pescado a conservarse debe estar en buenas condiciones.

## 9.0 BIBLIOGRAFIA

- . José Alarcón Creus - 1980 Tratado Práctico de Refri-  
geración-Marcombo Boixareu  
editores-Barcelona-España.
- . Carrier International Limited - 1981. Manual de aire acondicio-  
nado-Marcombo Boxareu edi-  
tores-Barcelona-España.
- . Kurilef E.C. 1983. Instalaciones Frigoríficas  
Leningrado-Editorial maqui-  
naria de la Construcción  
URSS.
- . Kontorobich B.I. - 1983 Trabajo de laboratorio pa-  
ra instalaciones frigorí-  
ficas - Moscú-URSS.

- . Manual Técnica Frigorista 1982. Aparatos de Calor - Automatización y Experimentos de la maquinaria frigorífica. Moscú-URSS
- . Golikof F. 1984. Maquinaria Frigorífica. Centro de altos estudios pesqueros de la ciudad de Astrajan. Astrajan-URSS
- . Chirokof A. 1984. Automatización en instalaciones frigoríficas. Centro de altos estudios pesqueros de la ciudad de Astrajan. Astrajan-URSS.
- . Galina Alexandroba. 1984. Instalaciones Frigoríficas. Centro de altos estudios pesqueros de la ciudad de Astrajan. Astrajan - URSS.
- . Daniel Herencia Quispe. Refrigeración y aire acondicionado - Colegio de Ingenieros del Perú. Lima - Perú.
- . Jean Reyt. 1980. Procesamiento de Productos Pesqueros. Refrigeración y congelado. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima-Perú.

. Ashrae Hand Book

American Society of Heating and  
Air Aconditioning Engineers.1977

USA.

10. ANEXOS



ANEXO - 1

1.1 Costos de inversión de las cámaras frigoríficas desmontables

1.2 Costo operativo de la instalación frigorífica

1.3 Costo estimado de mantenimiento

1.4 Costo de producción de frío y de servicio de las cámaras frigoríficas .

COSTOS DE INVERSION DE LAS CAMARAS FRIGORIFICAS DESMONTABLES

La respectiva evaluación del presupuesto para el presente trabajo, se ha realizado de acuerdo a los precios que actualmente rigen en el mercado local (al mes de Enero de 1986).

Los precios de los equipos y accesorios de la maquinaria frigorífica corresponden a Copeland, Mc-Quaygroup. (para unidades condensadoras y evaporadores respectivamente) de fabricación Norteamericana y Saginomiya Seisakusho Inc., de fabricación japonesa, los cuales fueron proporcionados gentilmente por la empresa Cold-Import S.A.

A continuación se presenta los costos considerados:

CAMARA 5 Ton. -A

- 1).- Coste de la cámara frigorífica desmontable..... I/. 281,673.69
- 2).- Coste de construcción y aislamiento del piso..... I/. 13,715.50

3).- Coste de los equipos y accesorios:	
- Unidad de condensación CBAM-0303..I/. (2 unidades)	197,580.00
- Evaporador RUA-230B .....	45,607.68
- Tuberías y accesorios.....	6,650.01
- Controles .....	6,291.48
4).- Coste de Cajas y Parihuelas .....	42,260.48
- Instalación y montaje..... (15% del costo del equipo completo)	80,670.43
- <u>COSTO TOTAL</u> .....	<u>674,449.27</u>

CAMARA 5 Ton. - B

1).- Coste de la cámara frigorífica desmontable .....	I/. 281,673.69
2).- Coste de construcción y aislamiento del piso .....	13,715.50
3).- Coste de los equipos y accesorios:	
- Unidad condensadora CBAM-0303.... (2 unidades)	197,580.00
- Evaporador RUA-300C .....	73,753.95
- Tuberías y accesorios .....	6,650.01
- Controles .....	6,291.48
- Instalación y montaje..... (15% del costo total del equipo)	84,892.37

4).- Coste de Cajas y Parihuelas ..... I/. 42,260.48

- COSTO TOTAL ..... I/. 706,817.48

CAMARA 10 TONELADAS - A

1).- Coste de la cámara frigorífica  
desmontable ..... I/. 371,388.27

2).- Coste de construcción y aisla-  
miento del piso ..... 26,820.50

3).- Coste de los equipos y acceso-  
rios:.....

- Unidad condensadora C3AM-0503 233,100.00  
(2 unidades)

- Evaporador RUA-145B..... 89,693.55  
(3 unidades)

- Tuberías y accesorios ..... 4,609.83

- Controles ..... 7,715.61

- Instalación y montaje ..... 105,976.09

4).- Coste de Cajas y Parihuelas ... 84,520.96

- COSTO TOTAL ..... I/. 923,824.81

CAMARA 10 TON. - B

1).- Coste de la cámara frigorífica desmontable.....	I/.	371,388.27
2).- Coste de construcción y aisla miento del piso .....		26,820.50
3).- Coste de los equipos y acceso rios:		
- Unidad condensadora C3AM-0503 (2 unidades).....		233,100.00
- Evaporador RUA-300C (2 unidades) .....		147,507.90
- Tuberías y accesorios.....		6,194.91
- Controles .....		7,715.61
- Instalación y montaje (15% coste total del equipo).		114,886.00
4).- Coste de Cajas y Parihuelas....		84,520.96
- <u>COSTE TOTAL</u> .....	I/.	992,134.15

COSTO OPERATIVO DE LA INSTALACION

FRIGORIFICA

Para el cálculo respectivo de los costos de operación se tendrá en cuenta:

1). Gastos de Energía Eléctrica

2). Costos por mano de obra directa.

gastos y/o costos que inciden directamente en la parte operativa de la instalación frigorífica, los cuales se calcularán para cada tipo de cámara frigorífica desmontable.

I. COSTO OPERATIVO PARA LA CAMARA 5 TON - A y B

1) Gastos de Energía Eléctrica.

Los Kw. requeridos para el normal funcionamiento de la instalación frigorífica será igual a la suma de potencias de la unidad condensadora, Iluminación de las cámaras, y de los motores de los ventiladores - en los evaporadores.

- Unidad condensadora (CBAM-0303)	
Motor 3 HP .....	2.237 Kw
- Evaporador (RUA-230B)	
Motor 2 x 1/6HP .....	0.249 Kw
- Alumbrado (2 wätt/pie <sup>2</sup> )	
2x323.59/1000 .....	0.647 Kw
TOTAL .....	<u>3.133 Kw.</u>

Según la tarifa 30 se tiene los siguientes datos:

Para potencia instalada: I/Kw-mes .... 16.04823

Potencia activa : I/Kw-hr .... 0.5613

Donde los costos de energía eléctrica para la potencia instalada se encuentra aplicando la siguiente relación:

$$I/\text{Mes} = P_i \times C_{pi}$$

Donde :  $P_i$  ... potencia instalada.

$C_{pi}$  .. costos proporcionado por Electro Perú. I/Kw-Mes.

Y los costos de energía eléctrica para la potencia activa se encuentra aplicando la siguiente relación:

$$I/\text{Mes} = \overset{\circ}{W} \times T \times M \times C$$

Donde :  $\overset{\circ}{W}$  .... = Potencia instalada en Kw.  
 $T$  .... = Tiempo de funcionamiento durante un día hrs.  
 $M$  .... = días al mes considerados  
 $C$  .... = Costo proporcionado por Electro - Perú. I/Kw-hr.

Finalmente, para el costo de Kw-hr, se realiza la siguiente operación:

$$I/\text{Kw-hr} = \frac{\text{Costo potencia activa} + \text{Costo potencia instalada}}{\overset{\circ}{W} \times T \times M}$$

Según la información obtenida, se realizará los cálculos:

- Costo de energía eléctrica para la potencia instalada.....:

$$\frac{I}{\text{Mes}} = P_i \times C_{pi}$$

Datos:  $P_i = 3.133 \text{ Kw.}$

$C_{pi} = 16.04823 \text{ I/Kw-Mes.}$



$$\frac{I}{\text{Mes}} = 3.133 \times 16.04823 = 50.28$$

- Costo de energía eléctrica para la potencia activa.....:

$$\frac{I}{\text{Mes}} = \overset{\circ}{W} \cdot T \cdot M \cdot C$$

$$\overset{\circ}{W} = 3.133 \text{ Kw.}$$

$$T = 18 \text{ hrs.}$$

$$M = 30 \text{ días}$$

$$C = 0.5613 \text{ I/Kw-hr.}$$

reemplazando datos se tiene:

$$\frac{I}{\text{Mes}} = 3.133 \times 18 \times 30 \times 0.5613 = 949.62$$

- Costo Kw-hr:

$$\frac{I}{\text{Kw-hr}} = \frac{50.28 + 949.62}{3.133 \times 18 \times 30} = 0.5910$$

- Costo anual : I/año

$$\frac{I}{\text{Año}} = 0.5910 \times 6480 \times 3.133 = 11,998.4$$

- Costo Mensual: I/Mes = 999.86
- Costo Diario : I/día = 33.33

2) Costos por mano de obra directa.

Se contará con el siguiente personal:

	<u>Remuneración Mensual</u>	<u>Remuneración Anual</u>
- Administrador (1) .....	2,400.00	28,800.00
- Técnico (1) .....	1,800.00	21,600.00
- Operario (1) .....	<u>1,500.00</u>	<u>18,000.00</u>
- Total .....	5,700.00	68,400.00

Luego el costo operativo para la cámara de 5 Ton.-A será:

- Costo operación mensual ..... I/. 6,699.86
- Costo operación anual ..... 80,398.40

II. COSTO OPERATIVO PARA LA CAMARA 10 TON A y B

1) Gastos de energía Eléctrica.

- Unidad condensadora (C3AM-0503)

Motor 5 HP ..... 3.729 Kw.

- Evaporador RUA-300C (2 unidades)

Motor 4(1/6) HP ..... 0.497 Kw.

- Alumbrado (2 watt/pie<sup>2</sup>)

2 626.641 /100 ..... 1.253 Kw.

TOTAL ..... 5.479 Kw.

Nota.- El evaporador RUA-145B (3 unidades), la potencia es aproximadamente igual a la potencia - del RUA-300C (2 unidades).

- Costo de energía eléctrica para la potencia instalada.....:

$$\frac{I}{\text{Mes}} = P_i \times C_{pi}$$

Datos:

$$P_i = 5.479 \text{ Kw.}$$

$$C_{pi} = 16.04823 \text{ I/Kw-mes}$$

$$\frac{I}{\text{Mes}} = 5.479 \times 16.04823 = 87.93$$

- Costo de energía eléctrica para la potencia activa:

$$\frac{I}{\text{Mes}} = \overset{\circ}{W} \times T \times M \times C.$$

Datos:  $\overset{\circ}{W} = 5.479 \text{ Kw.}$

$$T = 18 \text{ hrs.}$$

$$M = 30 \text{ días}$$

$$C = 0.5613 \text{ I/Kw-hr}$$

Reemplazando datos:

$$\frac{I}{\text{Mes}} = 5.479 \times 18 \times 30 \times 0.5613 = 1660.70$$

- Costo Kw-hr.

$$\frac{I}{\text{Kw-hr}} = \frac{87.93 + 1660.70}{5.479 \times 18 \times 30} = 0.5910$$

- Costo anual: I/año

$$\frac{I}{\text{año}} = 0.5910 \times 6480 \times 5.479 = 20982.82$$

- Costo mensual

$$\frac{I}{\text{Mes}} = 1748.57$$

- Costo diario

$$I/\text{día} = 58.28$$

2) Costos por mano de obra directa

Se contará con el siguiente personal:

	<u>Remuneración Mensual</u>	<u>Remuneración Anual</u>
- Administrador (1) .....	2,400.00	28,800.00
- Técnico (1) .....	1,800.00	21,600.00
- Operario (2) .....	<u>3,000.00</u>	<u>36,000.00</u>
- Total .....	I/. 7,200.00	86,400.00

Luego el costo operativo para la cámara de 10 Ton A y B será:

- Costo de operación mensual ...I/ 8,948.57
- Costo de operación anual ..... 107,382.82

Anexo 1.3

COSTO ESTIMADO DE MANTENIMIENTO

Se considerará el 10% como costo anual de mantenimiento del costo de inversión en las cámaras de maquinaria y equipo, así:

- Costo anual de mantenimiento de la cámara 5 Ton-A de maquinaria y equipo: 10% de I/ 632,198.22 = 63,219.82
- Costo anual de mantenimiento de la cámara 5 Ton-B de maquinaria y equipo: 10% de I/. 663,470.10 = 66,347.01

- Costo anual de mantenimiento de la cámara 10 Ton-A de maquinaria y equipo: 10% de I/. 868,116.57 = 86,811.66
- Costo anual de mantenimiento de la cámara 10 Ton-B de maquinaria y equipo: 10% de I/. 936,425.92 = 93,642.60

Anexo 1.4

COSTO DE SERVICIO DE LAS CAMARAS

Para determinar el costo de servicio de las cámaras frigoríficas, se tendrá en cuenta: La depreciación de la instalación frigorífica (equipos de refrigeración, accesorios y paneles), el costo de mantenimiento (de la maquinaria frigorífica y equipos), la mano de obra, y la energía eléctrica.

Para la cámara de 5 Ton-A

1) Depreciación de la instalación frigorífica:

- Maquinaria frigorífica, equipos, paneles, accesorios..... el 10% de 618,473.29  
= 61,847.33/anual  
= 171.80/día

- Del piso de la cámara  
frigorífica .....el 3% de 13,715.00  
= I/. 411.45/anual  
= I/. 1.14/días

- Cajas y Parihuelas ...el 50% de 42,260.48  
= I/. 21,130.24/anual  
= I/. 58.70/día

- Total de la Depreciación I/. 231.64 /día

2) El costo anual de mante-  
nimiento será ..... I/. 63,219.82  
luego el costo diario de  
mantenimiento será..... I/. 175.61/día

3) El costo por mano de obra  
directa anual asciende a. I/. 68,400.00  
luego el costo por mano  
de obra directa por día  
será ..... I/. 190.00/día

4) Gasto de energía eléctrica  
por día..... I/ 33.00/día

Suma de costos por día = I/. 630.25  
 Costo de producción de  
 frío por KG/DIA..... = I/.  $\frac{630.25}{5,000 \text{ Kg}} = 0.126$

El costo de servicio  
 de conservación por

KG/DIA..... = Costo de producción + 6% +  
 30% de frío por KG/DIA

6% .... de : 0.116 = 0.00756

30% .....de : 0.116 = 0.0378

finalmente se tiene:

Costo de servicio de  
 conservación por

KG/DIA ..... = 0.171 Intis/Kgr.

---

Para la cámara de 5 Ton-B

1) Depreciación de la instalación frigorífica:

- Maquinaria frigorífica, equipos,

paneles, controles, accesorios..el 10% de I/. 650,841.50

= I/. 65,084.15./anual

= I/. 180.80/día



- Del piso de la cámara frigorífica:  
el 3% de 13,715.00 ..... I/. 411.45/añual
- Cajas y Parihuelas el 50% de  
42,260.48 ..... I/. 21,130.24/añual
- Total de la depreciación ..... I/. 240.64/día

2) Costo añual de mantenimiento..... I/. 66,347.01  
el costo de mantenimiento diario... I/. 184.30./día

3) El costo añual por mano de obra  
directa ..... I/. 68,400.00  
- El costo de mano de obra por día. I/. 190.00/día

4) Gasto de energía eléctrica por día I/. 33.33/día

Suma de costos por día ..... = I/. 648.27

Costo de producción de frío de  
KG/DIA ..... I/.  $\frac{648.27}{5,000 \text{ Kg}} = 0.130$

El costo de servicio de conserva  
ción por Kg/día ..... = 0.177 Intis/Kgr.

Para la cámara de 10 Ton-A

1) Depreciación de la instalación frigorífica:

- Maquinaria frigorífica,  
equipos, paneles, acce-

sorios el 10% de .. : I/. 812,483.35  
= I/. 81,248.34 /anual  
= I/. 225.69/día

- Del piso de la cámara

frigorífica el 3% de = I/. 26,820.50  
= I/. 804.62/anual  
= I/. 2.23/día

- Cajas y Parihuelas,

el 50% de ..... = 84,520.96 = 42,260.48/anual  
= 117.39/día

- Total de la deprecia

ción..... I/. 345.31

2) Costo anual de mantenimiento = I/. 86,811.66

- Costo de mantenimiento

diario ..... = I/. 241.14

3) Costo de mano de obra  
 directa anual ..... I/. 86,400.00  
 - Costo de mano de obra di  
 recta por día ..... I/. 240.00

4) Gasto de energía eléctrica  
 por día ..... I/. 58.28

Luego la suma de costos por día= I/. 884.73

Costo de producción de frío  
 por KG/día ..... = I/. 884.73  
 10,000 Kg

= 0.088 Intis/Kgr.

El costo de servicio de conser  
vación por KG/DIA..... = Costo de + 6% + 30%  
 Producción

El costo de servicio de conser  
vación por KG/DIA..... = 0.120 Intis/Kgr.

Para la cámara de 10 Ton-B

1) Depreciación de la instalación frigorífica:

- Maquinaria frigorífica,  
equipos, paneles, acce-

sorios.....el 10% de: I/. 880,792.69  
= I/. 88,079.27/anual  
= I/. 244.66/día

- Del piso de la cámara  
frigorífica el 3% de..

= I/. 26,820.50  
= I/. 804.62/anual  
= I/. 2.23/día

- Cajas y Parihuelas el  
50% de .....

= 84,520.96 = 42,260.48/anual  
= 117.39/día

- Total de la depreciación: I/. 364.28

2) Costo anual de mantenimiento: I/. 93,642.60

- Costo de mantenimiento día  
rio.....

I/. 260.12

3) Costo de mano de obra directa  
diaria .....: I/. 240.00

4) Gasto de energía eléctrica por  
día ..... I/. 58.28

Luego la suma de costos por día... I/. 922.68

Costo de producción de frío por  
KG/día ..... I/.  $\frac{922.68}{10,000 \text{ Kg}} = 0.092$

= 0.092 Intis/Kgr.

Costo de servicio de conservación  
por KG/DIA ..... = Costo de  
producción + 6% + 30%  
de frío

Costo de servicio de conservación  
por KG/DIA ..... = 0.125 Intis/Kgr.

---

Véase el cuadro (10), que muestra el resumen de los  
costos de producción de frío y los costos de servicio  
para las cámaras frigoríficas .

CUADRO (10). RESUMEN DE LOS COSTOS DE PRODUCCION DE FRIO Y LOS COSTOS DE SERVICIO PARA LAS CAMARAS FRIGORIFICAS

LUGAR	CAPACIDAD Y TIPO DE CAMARA	COSTOS DE PRODUCCION DE FRIO ( (Intis/Kg) POR DIA	COSTOS DE SERVICIO DE CONSERVACION POR KG/DIA INTIS/KG)
1. Pto. Pizarro 2. Mancora 3. Cabo Blanco 4. Pto. Casma 5. Pto. Supe	5 Ton-B	0.130	0.177
6. Pimentel 7. Chancay 8. Chala 9. Ilo	5 Ton-A	0.126	0.171
10. Parachique 11. San José 12. Culebras 13. San Juan de Marcona	10 Ton-B	0.092	0.125
14. Lomas	10 Ton-A	0.088	0.120

Nota: Cámara 5 Ton-A : Unidad condensadora CBAM-0303  
evaporador - RUA-230B

Cámara 5 Ton-B : Unidad condensadora-CEAM-0303  
evaporador-RUA-300C

Cámara 10 Ton-A: Unidad condensadora -C3AM-0503  
evaporador- RUA-145B (3 unidades)

Cámara 10 Ton-B: Unidad condensadora - C3AM-0503  
evaporador -RUA-300C (2 unidades)

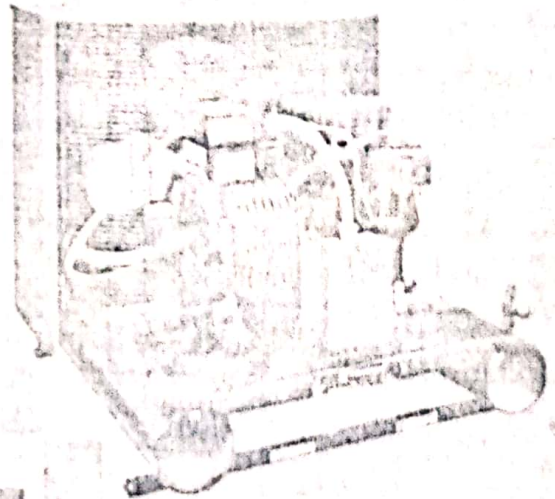
- Total ammonia charge is 100% thru 10 H.P.
- Accessible and Compact
- Rigid Structural Base
- Accessible for Easy Service
- Metal Fan Guard and blower with Variable Speeding for High Efficiency and Compliance with OSHA Regulations
- Working Enclosed in Metallic Cabinet
- Extensible Fusible Plug
- Controls and Contactors Mounted and Wired
- Large Purge-down Capacity
- Oil Pressure Safety Control Mounted and Wired on all 5 H.P., 7.5 H.P. and 10 H.P. Models
- Inherent or Solid State Motor Protection on all Models
- Capacitor and Relay Assembly Mounted and Wired on all Single Phase Units
- Section Discharge and Liquid Shut-off Valves Included
- U.L. Approved for NEMA Applications

**Copeland<sup>®</sup>**  
ACCESSIBLE HERMETIC

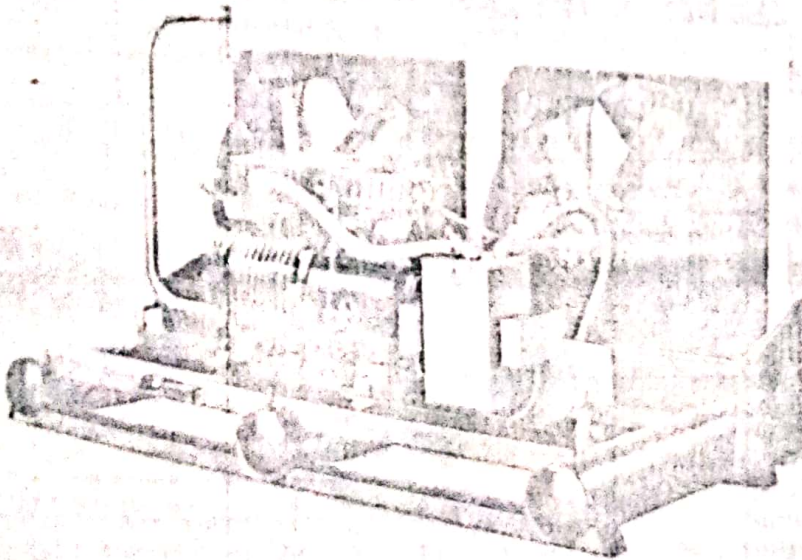
**C-Line  
Air-Cooled  
Condensing  
Units**

**R-12 R-22 R-502**

Typical 5 H.P. thru 7.5 H.P. High, Medium and Low Temperature Models



Typical 10 H.P. Model



**1. Allgemeine Angaben**

1.1. Bezeichnung: **ES 92-10**

1.2. Bauart: **ES 92-10**

1.3. Hersteller: **ES 92-10**

1.4. Baujahr: **ES 92-10**

1.5. Seriennummer: **ES 92-10**

1.6. Technische Zeichnung: **ES 92-10**

1.7. Zeichnung: **ES 92-10**

1.8. Zeichnung: **ES 92-10**

1.9. Zeichnung: **ES 92-10**

1.10. Zeichnung: **ES 92-10**

**2. Technische Angaben**

2.1. Leistung: **ES 92-10**

2.2. Drehmoment: **ES 92-10**

2.3. Drehzahl: **ES 92-10**

2.4. Drehmoment: **ES 92-10**

2.5. Drehmoment: **ES 92-10**

2.6. Drehmoment: **ES 92-10**

2.7. Drehmoment: **ES 92-10**

2.8. Drehmoment: **ES 92-10**

2.9. Drehmoment: **ES 92-10**

2.10. Drehmoment: **ES 92-10**

**3. Technische Angaben**

3.1. Leistung: **ES 92-10**

3.2. Drehmoment: **ES 92-10**

3.3. Drehzahl: **ES 92-10**

3.4. Drehmoment: **ES 92-10**

3.5. Drehmoment: **ES 92-10**

3.6. Drehmoment: **ES 92-10**

3.7. Drehmoment: **ES 92-10**

3.8. Drehmoment: **ES 92-10**

3.9. Drehmoment: **ES 92-10**

3.10. Drehmoment: **ES 92-10**

**4. Technische Angaben**

4.1. Leistung: **ES 92-10**

4.2. Drehmoment: **ES 92-10**

4.3. Drehzahl: **ES 92-10**

4.4. Drehmoment: **ES 92-10**

4.5. Drehmoment: **ES 92-10**

4.6. Drehmoment: **ES 92-10**

4.7. Drehmoment: **ES 92-10**

4.8. Drehmoment: **ES 92-10**

4.9. Drehmoment: **ES 92-10**

4.10. Drehmoment: **ES 92-10**

**XXXXX - XXXX - XXXX**

**5. Technische Angaben**

5.1. Leistung: **ES 92-10**

5.2. Drehmoment: **ES 92-10**

5.3. Drehzahl: **ES 92-10**

5.4. Drehmoment: **ES 92-10**

5.5. Drehmoment: **ES 92-10**

5.6. Drehmoment: **ES 92-10**

5.7. Drehmoment: **ES 92-10**

5.8. Drehmoment: **ES 92-10**

5.9. Drehmoment: **ES 92-10**

5.10. Drehmoment: **ES 92-10**

**6. Technische Angaben**

6.1. Leistung: **ES 92-10**

6.2. Drehmoment: **ES 92-10**

6.3. Drehzahl: **ES 92-10**

6.4. Drehmoment: **ES 92-10**

6.5. Drehmoment: **ES 92-10**

6.6. Drehmoment: **ES 92-10**

6.7. Drehmoment: **ES 92-10**

6.8. Drehmoment: **ES 92-10**

6.9. Drehmoment: **ES 92-10**

6.10. Drehmoment: **ES 92-10**

**7. Technische Angaben**

7.1. Leistung: **ES 92-10**

7.2. Drehmoment: **ES 92-10**

7.3. Drehzahl: **ES 92-10**

7.4. Drehmoment: **ES 92-10**

7.5. Drehmoment: **ES 92-10**

7.6. Drehmoment: **ES 92-10**

7.7. Drehmoment: **ES 92-10**

7.8. Drehmoment: **ES 92-10**

7.9. Drehmoment: **ES 92-10**

7.10. Drehmoment: **ES 92-10**

**8. Technische Angaben**

8.1. Leistung: **ES 92-10**

8.2. Drehmoment: **ES 92-10**

8.3. Drehzahl: **ES 92-10**

8.4. Drehmoment: **ES 92-10**

8.5. Drehmoment: **ES 92-10**

8.6. Drehmoment: **ES 92-10**

8.7. Drehmoment: **ES 92-10**

8.8. Drehmoment: **ES 92-10**

8.9. Drehmoment: **ES 92-10**

8.10. Drehmoment: **ES 92-10**

**9. Technische Angaben**

9.1. Leistung: **ES 92-10**

9.2. Drehmoment: **ES 92-10**

9.3. Drehzahl: **ES 92-10**

9.4. Drehmoment: **ES 92-10**

9.5. Drehmoment: **ES 92-10**

9.6. Drehmoment: **ES 92-10**

9.7. Drehmoment: **ES 92-10**

9.8. Drehmoment: **ES 92-10**

9.9. Drehmoment: **ES 92-10**

9.10. Drehmoment: **ES 92-10**

**CONDENSING UNIT**

**ES92-10**

ES 92-10

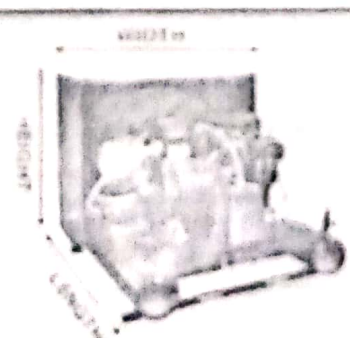
ES 92-10





# Condensing Unit Specifications

Name Unit Model No.	Refrigerant	Overall Dimensions (inches)			Base Mounting Capacity (inches)		Liquid Line Valve (inches)	Suction Line Valve (inches)	Nominal Refrigerant Capacity @45°F (lb/ton)	Oil Charge (Fluid Ounces)		Approx. Weight (Pounds)	
		Length	Width	Height	Length	Width				Initial	Recharge	Net	Gross
Chiller 07074 Chiller 07075 Chiller 07076	R-12	21	20	19 1/4	20 1/2	19	3/8 FL	5/8 FL	12.7	24	20	181	190
Chiller 07080 Chiller 07081 Chiller 07082 Chiller 07083	R-12	22	20	19 1/4	20 1/2	19	3/8 FL	5/8 FL	12.7	24	20	189	198
Chiller 07084 Chiller 07085 Chiller 07086	R-12	20 5/8	20	19 1/4	20 1/2	19	3/8 FL	7/8 DWT	22.0	24	20	181	190
		30							20.8	20	72	202	211
Chiller 07087 Chiller 07088 Chiller 07089 Chiller 07090	R-12	22 1/2	20	19 1/4		19			22.0	60	72	205	214
		24 3/4	20	20 1/4	20 1/2	20	1/2 FL	1-8 DWT	24.0	90	88	225	234
		32 1/2	20	19 1/4		19			22.0	90	88	225	234
Chiller 07091 Chiller 07092 Chiller 07093 Chiller 07094	R-12	30 3/4	30	29 3/8	20 1/2	29	1/2 FL	1 1/8 DWT	50.0	90	88	200	209
									53.0	90	72	200	209
									58.0	90	88	200	209
Chiller 07095 Chiller 07096 Chiller 07097 Chiller 07098 Chiller 07099	R-12	30 3/4	30	29 3/8	20 1/2	29	5/8 FL	1 3/8 DWT	50.0	112	90	200	209
									53.0	144	120	200	209
									51.0	60	72	200	209
									62.0	144	120	200	209
									56.0	90	72	200	209
Chiller 07100 Chiller 07101 Chiller 07102	R-12	44 1/8	30	31 1/2	27	30	5/8 FL	1 3/8 DWT	64.0	144	120	200	209
									62.0	144	120	200	209
									66.0	144	120	200	209
Chiller 07103 Chiller 07104 Chiller 07105 Chiller 07106 Chiller 07107	R-12	30					1/8 DWT	1 5/8 DWT	80.0	168	152	241	250
		30 3/4	68						154	168	241	250	
		30							144	170	241	250	
		30	72 1/8	40 1/8	22	30	5/8 FL	1 3/8 DWT	80.0	164	150	241	250
		30 3/4	68					1/8 DWT	1 5/8 DWT	108	168	152	241
40	72 1/8					5/8 FL	1 3/8 DWT	84.0	184	168	241	250	



### LEGEND

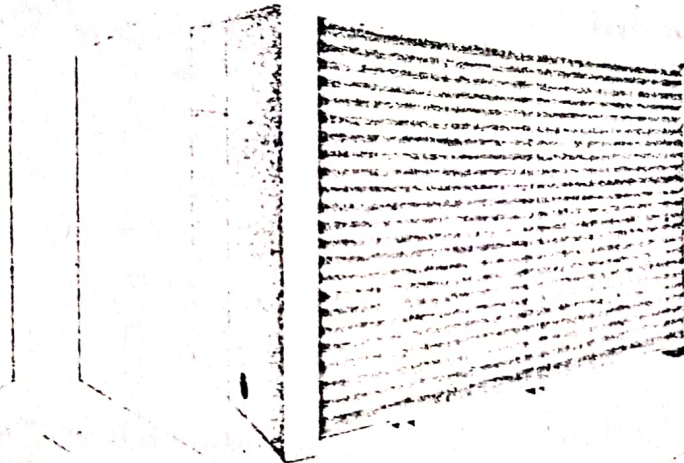
- Reads per ton of condensing capacity
- Inches of mercury vacuum
- H High evaporating temperature
- M Medium evaporating temperature
- L Low evaporating temperature
- F Full range evaporating temperature
- G Full range evaporating temperature

### METRIC CONVERSION CHART

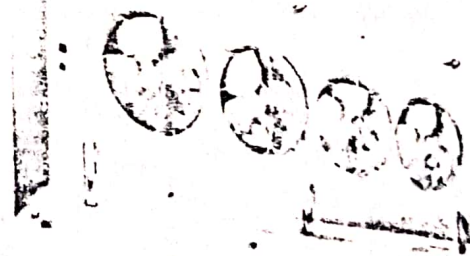
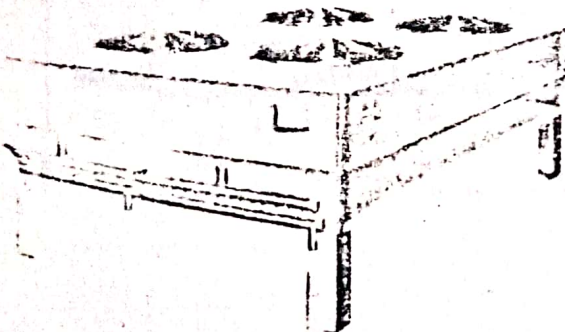
- 1/8" = 3.175 mm
- 1/4" = 6.35 mm
- 3/8" = 9.525 mm
- 1/2" = 12.7 mm
- 5/8" = 15.875 mm
- 3/4" = 19.05 mm
- 1" = 25.4 mm
- 1 1/8" = 29.175 mm
- 1 1/4" = 31.75 mm
- 1 3/8" = 34.925 mm
- 1 1/2" = 38.1 mm
- 1 5/8" = 41.275 mm
- 1 3/4" = 44.45 mm
- 1 7/8" = 47.625 mm
- 2" = 50.8 mm



**McQUAY  
GROUP**



**commercial refrigeration  
products catalog**

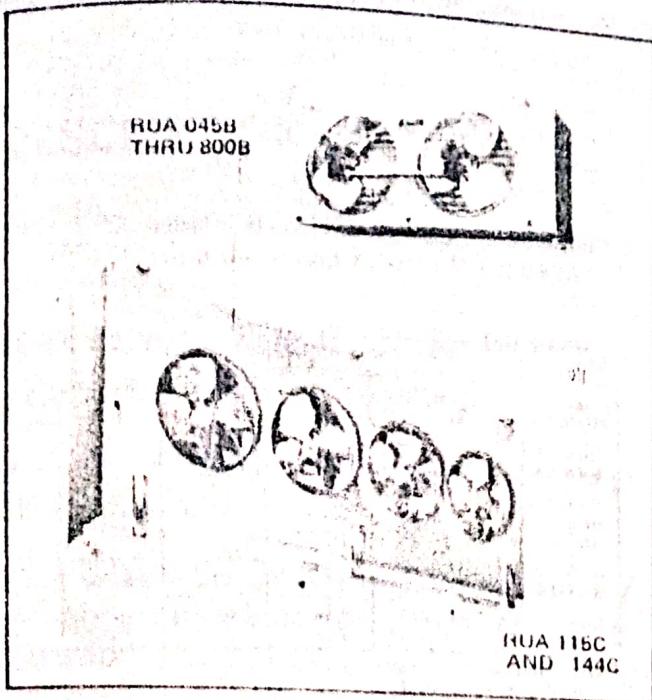


McQUAY COMMERCIAL REFRIGERATION PRODUCTS CATALOG NO 107-6  
ATA FILE NO 3045



**McQUAY  
GROUP** McQuay-Perrier Inc 13600 Industrial Park Blvd., P.O. Box 1551, Minneapolis, Mn 55440

# PACEMAKER® unit coolers



**TYPICAL APPLICATIONS** - Medium temperature walk-in coolers, chill rooms, meat and produce warehouses, supermarkets, and plug-in panel refrigeration systems.

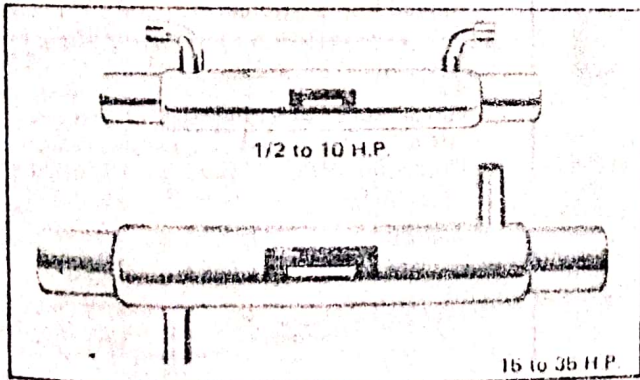
**FEATURES** - Hi efficiency McQUAY 1944ed fan, staggered tube coil ... Unit sizes 115C and 144C have hinged access doors and drain pans and drain connections on either end of the drain pan ... (External basket mounted shaded pole motors used on unit size 045B thru 450C and permanent split capacitor motors used on unit sizes 600B and 800B ... Internally mounted permanent split capacitor motors used on unit sizes 115C and 144C) ... Attractive textured aluminum cabinet ... Unit sizes 045B thru 144C are UL listed. Unit sizes 045B thru 800B are NSF listed.

**ACCESSORY EQUIPMENT** - Heat exchanger.

**SPECIFICATIONS AND DIMENSIONS - FOR R-12, R-22 & R-502**  
See Catalog 21 for complete details.

MODEL NUMBERS	BTU/HR. 10°F D.	C.F.M.	OVERALL DIMENSIONS (inches)		
			WIDTH	DEPTH	HEIGHT
RUA-045B	4,500	780	23 1/2	19	17 1/2
RUA-055B	5,500	830	23 1/2	19	21 1/2
RUA-078B	7,800	1,500	41 1/2	19	17 1/2
RUA-090B	9,000	1,440	41 1/2	19	17 1/2
RUA-110B	11,000	1,700	41 1/2	19	21 1/2
RUA-145B	14,500	2,300	41 1/2	19	21 1/2
RUA-170B	17,000	2,650	41 1/2	19	22 1/2
RUA-230B	23,000	3,970	54 1/2	19	27 1/2
RUA-300C	30,000	4,660	54 1/2	19	32 1/2
RUA-450C	45,000	6,000	78 1/2	19	32 1/2
RUA-600B	60,000	9,650	94 1/2	22 1/2	36 1/2
RUA-800B	80,000	14,500	124 1/2	22 1/2	37 1/2
RUA-115C	115,000	21,400	137 1/2	27 1/2	55
RUA-144C	144,000	28,200	137 1/2	27 1/2	55

# McQuay® heat exchangers



**TYPICAL APPLICATIONS** - Designed for use with McQuay Unit Coolers, McQuay Heat Exchangers offer an efficient method of liquid subcooling and suction gas superheating. Increases overall system capacity and efficiency.

**FEATURES** - Available in 14 sizes from 1/2 to 35 H.P. applications ... All copper construction ... Counter flow design ... Minimum pressure drop ... Compact and efficient ... Individually packaged ... UL and NSF listed.

**SPECIFICATIONS AND DIMENSIONS**  
See Catalog 90 for complete details.

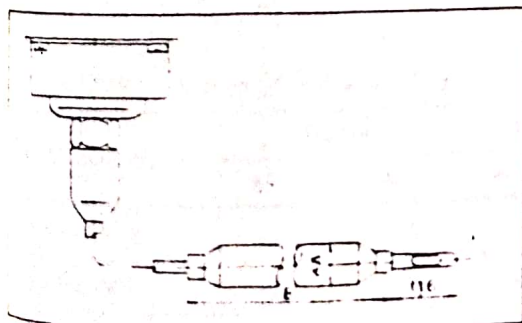
McQUAY PART NO.	COND. UNIT H.P.	CONNECTION SIZE (Inches)		LENGTH (Inches)
		LIQUID	SUCTION	
877-288128B-01	1/2	1/4 I.D.	3/8 I.D.	11 1/2
877-288128B-02	3/4	1/4 I.D.	3/8 I.D.	11 1/2
877-288128B-03	1	1/4 I.D.	3/8 I.D.	12 1/2
877-288128B-04	1 1/2	1/4 I.D.	3/8 I.D.	13 1/2
877-288128B-05	2	1/4 I.D.	1 1/8 I.D.	14
877-288128B-06	3	1/2 I.D.	1 1/8 I.D.	14
877-288128B-07	5	3/8 I.D.	1 3/8 I.D.	14 1/2
877-288128B-08	7	3/8 I.D.	1 3/8 I.D.	16
877-288128B-09	10	1/2 I.D.	2 3/8 I.D.	17
877-288128B-10	15	3/4 I.D.	2 3/8 I.D.	29 1/2
877-288128B-11	20	1 1/8 I.D.	2 3/8 I.D.	29 1/2
877-288128B-12	25	1 1/8 I.D.	2 3/8 I.D.	38
877-288128B-13	30	1 3/8 I.D.	2 3/8 I.D.	38
877-288128B-14	35	1 3/8 I.D.	2 3/8 I.D.	40 1/2

# TEMPERATURE CONTROLS (GENERAL PURPOSE)

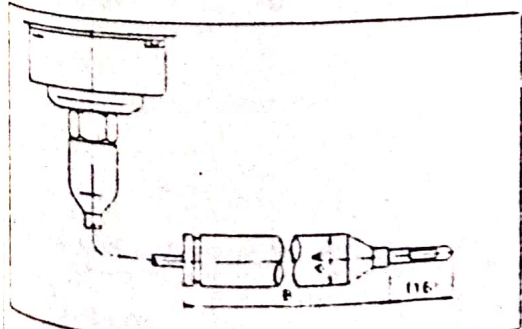
## GENERAL DESCRIPTION

- Type TNS provided with a differential adjustable mechanism.
- Type CNS provided with a fixed differential. Also manual reset models available.
- Double snap-action contact mechanism ensures reliable switching.
- Several models available in drip-proof enclosure for marine application or in explosion-proof enclosure for special application.
- Mounting bracket supplied as standard.
- With SPDT contact mechanism.

## SENSING ELEMENT STYLE



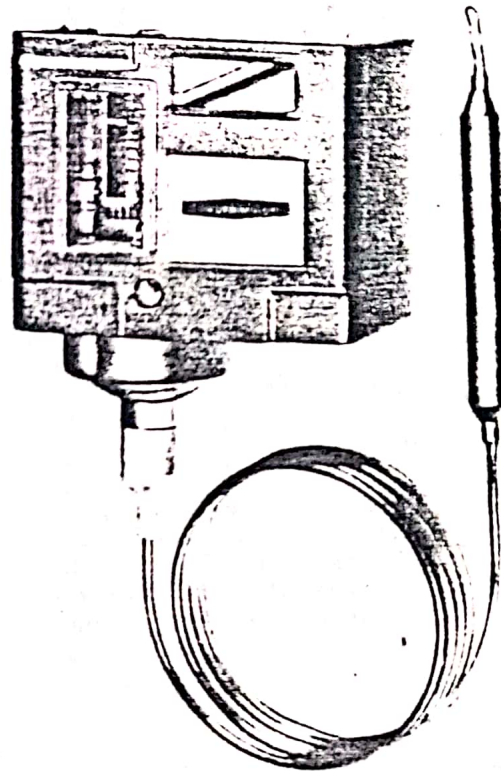
Type TNS-C100X ~ C1150X & all CNS



Type TNS-C1010XC ~ C1070XC

- Standard: 1000mm Capillary Tube
- Other Capil. length available upon request.

## CONTACT FUNCTIONS



Type TNS

## 3. ELECTRICAL RATINGS

Motor Rating	125/250V. AC
Running Current	10A
Locked Rotor Ampere	60A
Non-Inductive Ampere	10A

1	Common Terminal
---	-----------------

# TEMPERATURE CONTROLS

## TYPE NUMBER SELECTION (SPECIFICATIONS)

### TYPE TNS - Automatic Reset Type

Catalog No.	Range		Differential		Factory Setting		Limit Temp.	Bulb Size		Use	Wt (kg)	
	Min.	Max.	Min.	Max.	OFF (ON)	ON (OFF)		φA	E			
TNS-C100X	-25	0	Bottom 4.5		-15 ± 1	-18 ± 1	70	9.5 (mm)	80 (mm)	T <sub>S</sub> > T <sub>B</sub>	0.50	
TNS-C114X	-15	15	Top 3	15	0 ± 1	-3 ± 1						
TNS-C134X	0	35			20 ± 1	17 ± 1						
TNS-C1050X	25	55	4		45 ± 2	41 ± 2						12.7 (mm)
TNS-C1070X	45	75			65 ± 2	61 ± 2	115					
TNS-C1100X	65	105			75 ± 2	71 ± 2	140					
TNS-C1120X	95	125	5	20	110 ± 3	115 ± 3	160					
TNS-C1150X	115	150			140 ± 3	145 ± 3						180
TNS-C1010XC	-45	10	4		0 ± 2	-4 ± 2	12.7 (mm)	100 (mm)	T <sub>S</sub> ≥ T <sub>B</sub>			
TNS-C1034XC	-20	35			20 ± 2	16 ± 2						70
TNS-C1070XC	15	70			40 ± 2	36 ± 2						115

Note: Bottom... Differential when the switch is set at Minimum of Range.  
 Top... Differential when the switch is set at Maximum of Range.  
 T<sub>S</sub>... Ambient Temp. of Switch Body.  
 T<sub>B</sub>... Sensing Bulb Temp.

### TYPE CNS - Automatic Reset Type

Catalog No.	Range		Differential		Factory Setting		Limit Temp.	Bulb Size		Use	Wt (kg)
	Min.	Max.	Min.	Max.	OFF	ON		φA	E		
CNS-C115X	-35	-15	Bottom 4		-25 ± 1	-28 ± 1	70	9.5 (mm)	80 (mm)	T <sub>S</sub> > T <sub>B</sub>	0.49
CNS-C100X	-25	0			-15 ± 1	-18 ± 1					
CNS-C114X	-15	15	Top 3		0 ± 1	-3 ± 1					
CNS-C134X	0	35			20 ± 1	17 ± 1					

Note: Bottom... Differential when the switch is set at Minimum of Range.  
 Top... Differential when the switch is set at Maximum of Range.  
 T<sub>S</sub>... Ambient Temp. of Switch Body.  
 T<sub>B</sub>... Sensing Bulb Temp.

### TYPE CNS - Manual Reset Type

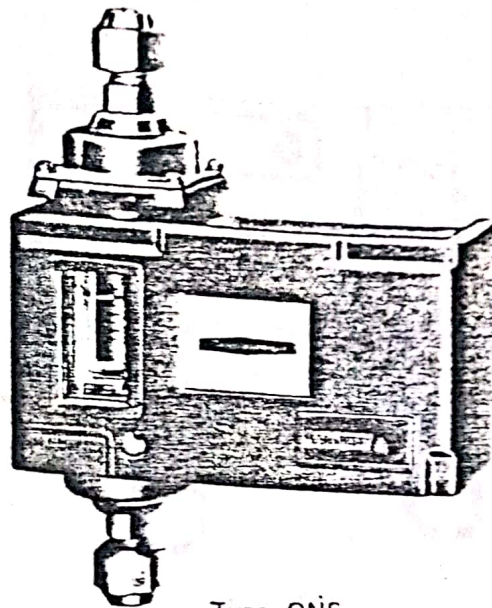
Catalog No.	Range		Manual Reset	Factory Setting		Limit Temp.	Bulb Size		Use	Wt (kg)
	Min.	Max.		OFF	ON		φA	E		
CNS-C115XM <sub>2</sub>	-35	-15	Automatic operation on temperature decrease and manual reset.	-25 ± 1	manual reset	70	9.5 (mm)	80 (mm)	T <sub>S</sub> > T <sub>B</sub>	0.49
CNS-C100XM <sub>2</sub>	-25	0		-15 ± 1						
CNS-C114XM <sub>2</sub>	-15	15		0 ± 1						
CNS-C134XM <sub>2</sub>	0	35		20 ± 1						

Note: \* Based on the 1 - 3 terminal connection.  
 T<sub>S</sub>... Ambient Temp. of Switch Body.  
 T<sub>B</sub>... Sensing Bulb Temp.

# OIL PROTECTION CONTROLS

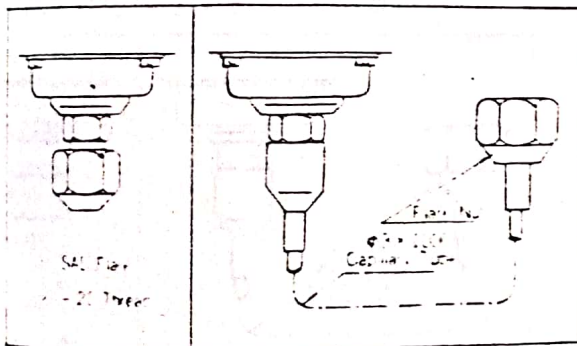
## 1. GENERAL DESCRIPTION

- Provides dependable protection against major breakdown on pressure lubricated refrigeration compressors by guarding against low lubrication oil pressure.
- Double snap-action contact mechanism ensures reliable switching.
- With manual reset.
- With built-in time delay switch.
- Mounting bracket supplied as standard.
- Ammonia model, Drip-proof model and Model with Alarm Circuit available upon request.



Type ONS

## 2. PRESSURE CONNECTORS



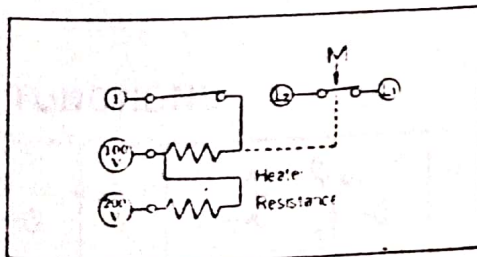
Standard

Available upon request

## 3. ELECTRICAL RATINGS

Motor Rating	125/250V. AC
Running Current	3.0A
Locked Rotor Ampere	10.0A
Non-Inductive Ampere	3.5A

## 4. CONTACT FUNCTIONS



1		Common Terminal
100	Heater Circuit	100V Power Supply Terminal
200		200V Power Supply Terminal
L1	Motor Circuit	Open on Decrease of Pressure Difference
L2		Main Contact

110/220V. AC, 120/240V. AC etc. available

## 5. TYPE NUMBER SELECTION (SPECIFICATIONS)

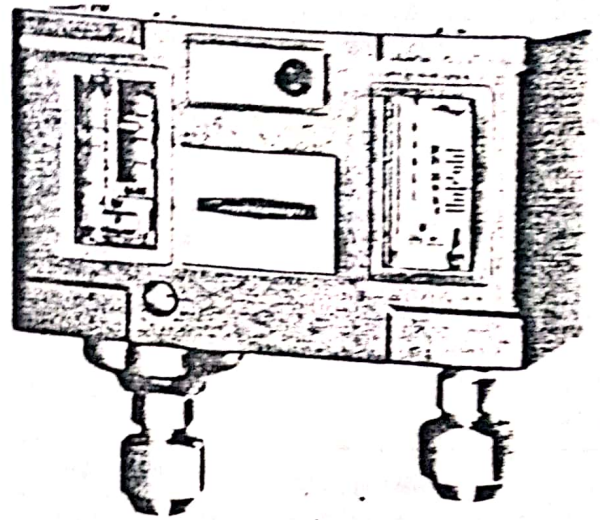
Catalog No.	Fluid	Range of Press. Diff.		Diff. of Press. Diff.	Factory Setting		Max. Bellows Pressure	Wt. (kg)
		Min.	Max.		OFF	ON		
ONS C106X	Non-corrosive Refrigerant	0.5	3.5	approx. 0.5 (fixed)	(1.0)	0.5 ± 0.2	16.5	0.71

Unit: kg/cm<sup>2</sup>

Note Time delay : 90 sec. is standard. 45 sec. and 110 sec. available upon request.  
Please specify 'time delay', voltage and frequency to order.  
Allowable Fluid Temp.: -10 ~ +120°C

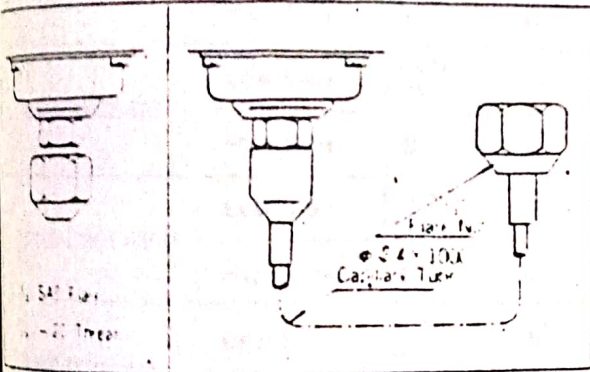
## GENERAL DESCRIPTION

- For use with non-corrosive refrigerants as well as with air and water. (Allowable Fluid Temp.: -10°-120°C)
- Double snap-action contact mechanism ensures reliable switching.
- Various contact functions available.
- Several models available in drip-proof enclosure for machine applications or in explosion-proof enclosure for special applications.
- Mounting bracket supplied as standard.



Type DNS

## PRESSURE CONNECTORS



Standard

Available upon request

## 3. ELECTRICAL RATINGS

Motor Rating	125/250V. AC
Running Current	10A
Locked Rotor Ampere	60A
Non-Inductive Ampere	10A

## CONTACT FUNCTIONS

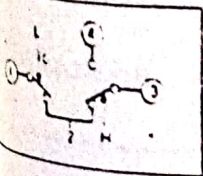


Diagram 1

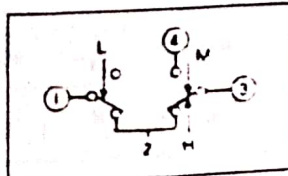


Diagram 2

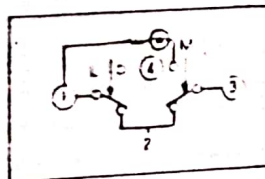


Diagram 3

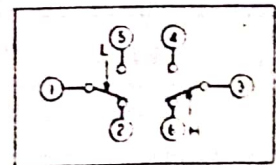


Diagram 4

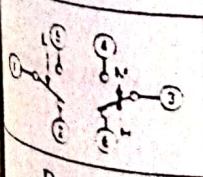


Diagram 5

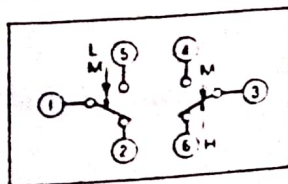


Diagram 6

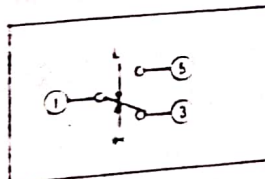


Diagram 7

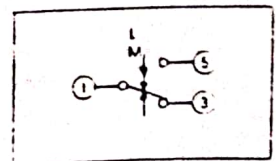


Diagram 8

- ↓L: Operating direction on press. decrease
- ↑H: Operating direction on press. increase
- ↑M: Operating direction on manual reset



# TYPE NUMBER SELECTION (SPECIFICATIONS)

## Automatic Reset Type

Catalog No.	Pressure Side	Range		Differential		Factory Setting		Max. Bellows Pressure	Contact Function	Wt. (kg)
		Min.	Max.	Min.	Max.	OFF	ON			
DNS-D306X	Low Side	50cm HgV.	6	0.6	4	2 ± 0.2	3 ± 0.2	16.5	Diagram 1	
	High Side	8	30	approx. 4 fixed		20 ± 0.5	16 ± 1.5	40		
DNS-D606X	Low Side	50cm HgV.	6	0.6	4	2 ± 0.2	3 ± 0.2	16.5	4	0.61
	High Side	8	30	approx. 4 fixed		20 ± 0.5	16 ± 1.5	40		
DNS-D706X	Low Side	50cm HgV.	6	0.6	4	2 ± 0.2	3 ± 0.2	16.5	7	
	High Side	8	30	approx. 5 fixed		20 ± 1.0	15 ± 2.0	40		

## Manual Reset Type

Catalog No.	Pressure Side	Range		Differential		Factory Setting		Max. Bellows Pressure	Contact Function	Wt. (kg)
		Min.	Max.	Min.	Max.	OFF	ON			
DNS-D306XM	Low Side	50cm HgV.	6	0.6	4	2 ± 0.2	3 ± 0.2	16.5	Diagram 2	
	High Side	8	30	manual reset		20 ± 0.5	manual reset	40		
DNS-D606XM	Low Side	50cm HgV.	6	0.6	4	2 ± 0.2	3 ± 0.2	16.5	5	0.61
	High Side	8	30			20 ± 0.5		40		
DNS-D606XM.M	Low Side	50cm HgV.	6			2 ± 0.2		16.5	6	
	High Side	8	30	manual reset		20 ± 0.5	manual reset	40		
DNS-D706XM	Low Side	50cm HgV.	6			2 ± 0.2		16.5	8	
	High Side	8	30			20 ± 0.5		40		

## Manual Reset Type with Alarm Lamp

Catalog No.	Pressure Side	Range		Differential		Factory Setting		Max. Bellows Pressure	Contact Function	Wt. (kg)
		Min.	Max.	Min.	Max.	OFF	ON			
DNS-D306XML	Low Side	50cm HgV.	6	0.6	4	2 ± 0.2	3 ± 0.2	16.5	Diagram 3	0.66
	High Side	8	30	manual reset		20 ± 0.5	manual reset	40		

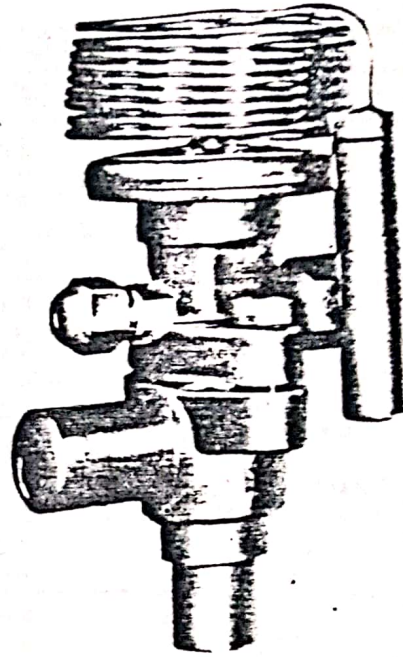
Shock-Proof Models: Available upon request. (Refer to page S-10, S-11.)

Ammonia Models: Available upon request.

UL Listed Models: Available upon request.

## GENERAL DESCRIPTION

- Application: General refrigeration and air conditioning systems.
- Note: Use S-charged valve for low temperature ( $-40 \sim -20^{\circ}\text{C}$ ), unloading, heat-pump applications, or hot-gas defrost system. Use CY-charged valve for extreme low temp. ( $-70 \sim -40^{\circ}\text{C}$ ) application.
- Charge: L (Liquid) charge for refrigeration application.  
G (Gas) charge for cooling application with  $20^{\circ}\text{C}$  (Standard) MOP.  
S (Saginomiya Special) charge for all purpose with  $20^{\circ}\text{C}$  (Standard) MOP.  
CY (Cross Low Temp) charge for low temp. application.
- Max. Allowable Pressure:  
16kg/cm<sup>2</sup> G . . . . . (L-charge and G-charge)  
34kg/cm<sup>2</sup> G . . . . . (S-charge and CY-charge)
- Adjustable Range of the Static Superheat:  
3 ~ 13<sup>o</sup>C . . . . . (L or G-charge)  
0 ~ 8<sup>o</sup>C . . . . . (S-charge)  
0 ~ 13<sup>o</sup>C . . . . . (CY-charge)
- Superheat Change:  
4 ~ 5<sup>o</sup>C (R-12) . . . . . (L or G-charge)  
2 ~ 3<sup>o</sup>C (R-22, R-502) . . . . . (L or G-charge)  
4 ~ 6<sup>o</sup>C (R-12, R-22, R-502) . . . . . (S-charge)  
8 ~ 12<sup>o</sup>C (R-22, R-502) . . . . . (CY-charge)



Type ATX

## VALVE NOMENCLATURE

Catalog No. is decided according to the specifications.

Example:  $\frac{\text{ATX}}{\text{I}} - \frac{34006}{\text{II}} \frac{\text{B}}{\text{III}} \frac{\text{R}}{\text{IV}} \frac{\text{L}}{\text{V}}$

- I: Type . . . ATX – Thermostatic Expansion Valve for General Use.
- II: Model . . . Last three figures indicate capacity in tons (R-12), first and second figure respectively indicates inlet and outlet pipe size.
- III Connection . . . B – Flare Nut Connection, D – Solder Connection
- IV: Kind of Refrigerant . . . R = R-12, H = R-22, T = R-502, C = Other Refrigerant
- V: Kind of Charge . . . G = G-charge, L = L-charge, S = S-charge, CY = CY-charge

### 3. TYPE NUMBER SELECTION (SPECIFICATIONS)

Type	Catalog No.				Orifice Port (mm)	Capacity (U.S. Ref. Tons)			Connection			Capil. Tube Length	Wt. (kg)		
	Model	Conn.	Ref.	Charge		R-12	R-22	R-502	Inlet	Outlet	Equalizer				
ATX	34006	D (Solder)	R (R-12)	G (Gas)	3	0.6	1.0	0.7	3/8" OD	1/2" OD	1/4" Flare	φ3	1.19		
	34013				4	1.3	2.1	1.6				1,500 (mm)			
	34023				4	2.3	3.6	2.8				(See Note)			
	34035				5	3.5	5.5	4.2							
	57060		H (R-22)	L (Liquid)	6	6.0	9.7	7.2	5/8" OD	7/8" OD	1/4" Flare	φ3	1.47		
	57080				8	8.0	13.0	9.6				2,000 (mm)			
	71110		T (R-502)	S (Special)	10	11.0	17.8	13.2	or	or	1/4" Flare	x	1.50		
	71140				11	14.0	22.6	16.8	7/8" ID	1-1/8" ID		(See Note)			
	71160				11	16.0	26.0	19.2							
	12220		C (Others)	S (Special)	11-6	22.0	35.8	26.4	1" OD	1" OD	1/4" Flare	φ3	1.50		
	12270				12-7	27.0	43.5	32.4				or		or	x
	12330				13-8	33.0	53.4	39.6				or		or	3,000 (mm)
	12420				15-10	42.0	67.6	50.4				1-1/4" ID		1-1/4" ID	(See Note)
	12500					16-11	50.0	81.0	60.0						

Capacity: Based on Condensing temp. +38°C (+100°F) and Evaporator temp. +5°C (+41°F).  
 Note: \*Capillary Tube Length: 2,000mm for S-charged valve as standard.

Type	Catalog No.				Orifice Port (mm)	Capacity (U.S. Ref. Tons)			Connection			Capil. Tube Length	Wt. (kg)
	Model	Conn.	Ref.	Charge		R-12	R-22	R-502	Inlet	Outlet	Equalizer		
ATX	34006	B* (Flare)	R (R-12)	G (Gas)	3	0.6	1.0	0.7	3/8"	1/2"	1/4" Flare	φ3	1.19
	34013		H (R-22)	L (Liquid)	4	1.3	2.1	1.6				1,500 (mm)	
	34023		T (R-502)	or S	4	2.3	3.6	2.8				(See Note)	
	34035		C (Others)	(Special)	5	3.5	5.5	4.2					

Capacity: Based on Condensing temp. +38°C (+100°F) and Evaporator temp. +5°C (+41°F).  
 Note: \*Capillary Tube Length: 2,000mm for S-charged valve as standard.

#### Extreme Low Temperature Model (-70°C ~ -40°C)

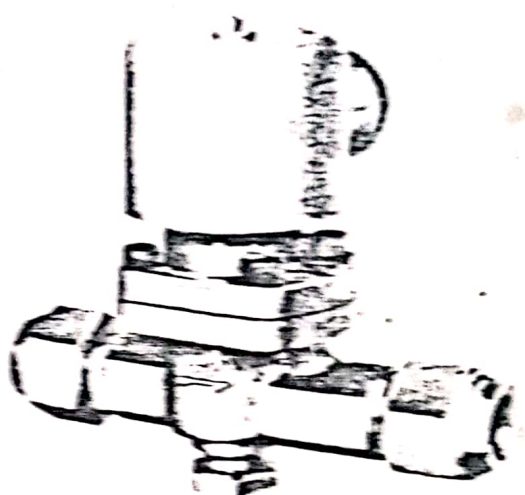
Type	Catalog No.				Orifice Port (mm)	Capacity (U.S. Ref. Tons)		Connection			Capil. Tube Length	Wt. (kg)
	Model	Conn.	Ref.	Charge		F-22	R-502	Inlet	Outlet	Equalizer		
ATX	34006	B (Flare) or D (Solder)	H (R-22) or T (R-502)	CY (Cross Low)	3	1.5	1.1	3/8"	1/2"	1/4" Flare	φ3	1.20 (Flare)
	34013				4	3.4	2.5				1,500 (mm)	
	34023				4	5.5	4.1				(Solder)	
	34035				5	7.5	5.8					

Capacity: Based on Condensing temp. +40°C (+104°F) and Evaporator temp. -50°C (-58°F), Sub-cooling 50°C (90°F)  
 Contact the Company for more detailed information.



# GENERAL DESCRIPTION

- Pilot-operated, 2-way, normally closed valve.
- For non-combustive refrigerant (liquid or gas) in refrigeration, cooling, air-conditioning systems.
- "Double plunger" construction provides reliable ON/OFF action.
- Compact molded coil commonly fits all valve sizes.
- Operates in any position — can be conveniently located in horizontal or vertical line.
- Manual Opening Stem — On Flange connection models, supplied as standard. On Flare or Solder connection models, supplied upon request.
- Coil Voltage — AC100V, AC110V, AC200V, AC220V, AC240V, DC12V, DC24V, DC100V



Type REV

## TYPE NUMBER SELECTION (SPECIFICATIONS)

Catalog No.	Port Size (mm)	Connection (inch)			O.P.D. (kg/cm <sup>2</sup> )		Max Working Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	Wt (kg)
		Copper Tube O.D.	Steel Tube O.D.	Style	Min	Max		
REV 703B XF	7	3/8						0.61
REV 1004B XF	10	1/2		Flare				0.85
REV 1205B XF	12	5/8						1.10
REV 1506B XF	15	3/4						1.50
REV 703D XF	7	3/8						0.50
REV 1004D XF	10	1/2						0.80
REV 1205D XF	12	5/8						0.83
REV 1506D XF	15	3/4						1.10
REV 2007D XF	20	7/8		Solder	0.07	25	25	1.60
REV 2010D XF	20	1						1.60
REV 2511D XF	25	1 1/8						2.20
REV 2512D XF	25	1 1/4						2.20
REV 3213D XF	32	1 3/8						3.20
REV 3214D XF	32	1 1/2						3.20
REV 4014E XF	40	1-1/2	2					7.00
REV 5020E XF	50	2	2-1/2	2			Flange*	11.50
REV 6524E XF	65	2-1/2	3	2-1/2				15.20
REV 6530E XF	65	3	3-1/2	3				22.40

Note: \*With companion flange, specify copper tube O.D. size when ordering.  
 O.P.D.: Operating Pressure Differential (5x air pressure)  
 Ambient Temperature: -30 C - +40 C Allowable Fluid Temperature: -40 C - +125 C  
 Apparent Power: 15VA

ANEXO 2.12

\* Specify voltage & frequency when ordering

# SÍMBOLOS UTILIZADOS



GRUPO DE COMPRESION  
DE PISTON



CONDENSADOR



EVAPORADOR



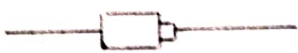
ACUMULADOR



RECIPIENTE DE LIQUIDO



CAMBIADOR DE TEMPERATURA



FILTRO



VISOR



VALVULA DE EXPANSION  
TERMOSTATICA



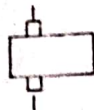
VALVULA SOLENOIDE



VALVULA DE PASO

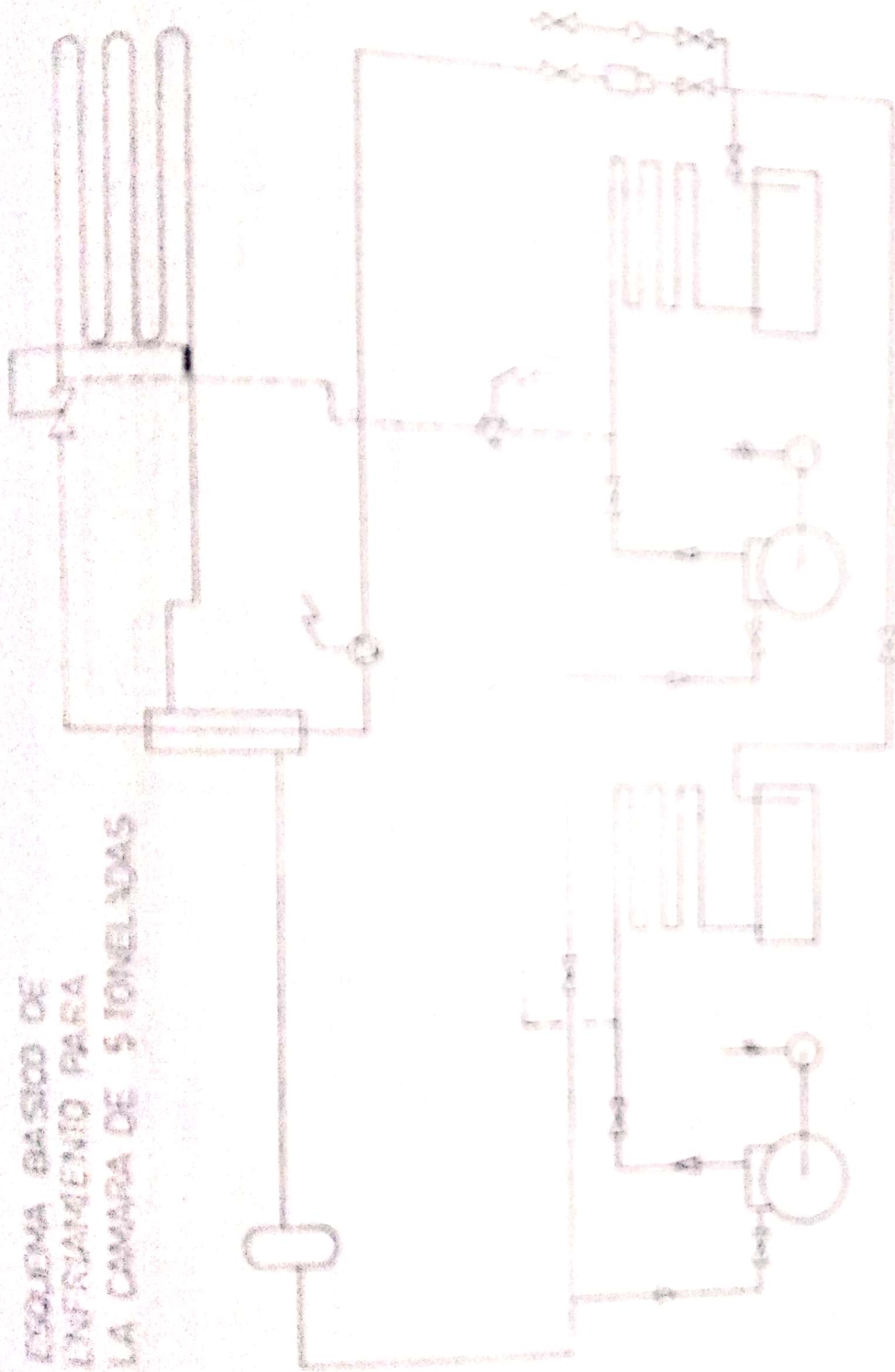


PRESOSTATO



PRESOSTATO DIFERENCIAL  
DE ACEITE

ESQUEMA BASICO DE  
ENFRIAMIENTO PARA  
LA CAMARA DE 5 TONELADAS



ESQUEMA BASICO DE  
ENFRIAMIENTO PARA  
LA CAMARA DE 10 TONELADAS  
CON DOS EVAPORADORES.

