

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO SOBRE LA CONGELACION
Y ENLATADO DEL ATUN

247

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A N

JORGE JIMENEZ SANCHEZ Y JAIME HUGO TORRES VARGAS

1 9 7 6



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. Tesis

ADQ. 1976

FECHA 1976

PROG. MT

250



QUINDIO

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE : ING. ENRIQUE GARCIA GALEANO
VOCAL : Q.F.B. ANGELA SOTELO LOPEZ
SECRETARIO : ING. MARIO RAMIREZ Y OTERO
1er. SUPLENTE : ING. RUBEN BERRA COSS
2do. SUPLENTE : ING. ALFONSO FRANYUTTI ALTAMIRANO

SITIO DONDE SE

DESARROLLO EL TEMA: LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
DE LA FACULTAD DE QUIMICA.

SUSTENTANTES: JORGE JIMENEZ SANCHEZ.
JAIME HUGO TORRES VARGAS.

ASESOR DEL TEMA: ING. ENRIQUE GARCIA GALEANO

CON AGRADECIMIENTO:

A MIS QUERIDOS PADRES

JAIME y JOSEFINA

A MIS HERMANOS.

MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS

A LA SUBSECRETARIA DE PESCA
POR CONDUCTO DE:

ING. XAVIER MENDOZA VON BORSTEL
SR. ROMULO MORENO ROMERO
Y SUS COLABORADORES
ING. JOSE LUIS CARDENAS PEREZ
ING. JOSE LUIS MARTINEZ BERNAL
ING. ERNESTO DE JESUS SALDAÑA TORRES
ING. JOSE FRANCISCO DUPRE ZIMENTAL

I N D I C E

	Págs.
CAPITULO I	
IMPORTANCIA DE LA REFRIGERACION EN LA CONSERVACION DE ALIMENTOS.	1
CAPITULO II	
GENERALIDADES ACERCA DEL ATUN	16
CAPITULO III	
GENERALIDADES SOBRE LA REFRIGERA-- CION	47
CAPITULO IV	
CALCULO DE LA CAMARA DE REFRIGERA- CION.	79
CAPITULO V	
ENLATADO DEL ATUN DENTRO DEL BARCO	138
CAPITULO VI	
COMPARACION ECONOMICA ENTRE PROCE- SO DE REFRIGERACION Y EL DE REFRI- GERACION Y ENLATADO DENTRO DEL BAR- CO.	161
CAPITULO VII	
CONCLUSIONES	167
BIBLIOGRAFIA	170

CAPITULO I

IMPORTANCIA DE LA REFRIGERACION EN LA CONSERVACION DE ALIMENTOS

- A) BREVE HISTORIA DE LA REFRIGERACION
- B) ANALISIS DE SU ACTUAL Y FUTURA IMPORTANCIA.

CAPITULO I.

1.- IMPORTANCIA DE LA REFRIGERACION EN LA CONSERVACION DE ALIMENTOS.

A) BREVE HISTORIA DE LA REFRIGERACION.

Durante el desarrollo de la civilización, uno de -- los problemas básicos del hombre fué encontrar formas para un abastecimiento regular de comida, cuando encontró formas de - preservar los alimentos, ya no tuvo que cambiar de lugar a lugar, con las estaciones para alimentarse y algunas energías - podría dedicarlas a otras labores.

El hombre antiguo usaba diferentes medios de preservación de alimentos, el secado al sol, ahumado, salado y algunos tipos de fermentación ya eran muy comunes. También utilizó el frío del invierno, como un medio de preservación de alimentos.

Aunque el congelado había sido reconocido por mu- - chos años como un método excelente de preservación de comida, este no tuvo mayor importancia hasta que el hombre desarrolló sistemas mecánicos de refrigeración que controlaban la evaporación, expansión y compresión del refrigerante.

No es posible precisar la fecha de cuando apareció- el congelado artificial de comida, sin embargo algunos datos- anteriores nos dicen que por 1865, en algunos países, el pes-

cado era congelado colocándolo en cacerolas rodeadas de hielo y sal, anterior a este tiempo, en lugares donde en invierno - la temperatura bajaba del cero, el pescado era congelado de-- jándolo a la intemperie.

Por 1880 en los Estados Unidos empezaron a usarse - máquinas de refrigeración de amonio para la congelación del - pescado, a fines del siglo la industria de la refrigeración - del pescado ya era muy importante.

Las aves comenzaron a congelarse más o menos al mis mo tiempo que el pescado, usando también una mezcla de hielo y sal para su congelación. En 1870 se enviaron 6 vagones de pollos congelados de Wisconsin a Nueva York. La industria de la refrigeración de aves, al igual que la del pescado, creció gradualmente en importancia comercial.

La industria de la refrigeración del huevo es de -- origen más reciente. Por 1890 un investigador concibió la -- idea de extraer el huevo del cascarón y congelarlo, esto se - hizo primariamente como un método para vender el huevo quebrado. Cuando los pasteleros observaron que este huevo daba los mismos resultados que el huevo fresco, la aceptación del huevo congelado aumentó rápidamente.

Las carnes rojas eran congeladas en áreas de invier nos muy fríos por tramperos, colonos y más tarde por granje-- ros.

El congelado comercial de carne probablemente empezó en Nueva Zelanda donde se congelaba la carne de carnero - para mantenerla en buenas condiciones durante su transporte a Inglaterra. En 1891 Nueva Zelanda envió cerca de 2 millones de lb de carne a Inglaterra. Durante este período Australia y Brasil comenzaron a enviar carne de ternera congelada a Inglaterra y Francia.

En 1867 en Estados Unidos, se embarcó ternera congelada de Texas a Nueva Orleans para distribuirse en hospitales, restaurantes etc.

El congelado comercial de frutas comenzó por 1905 - en la parte este de Estados Unidos.

La industria de frutas congeladas en el noroeste -- del Pacífico comenzó por 1910, en un principio creció lentamente pero por 1922, comenzó a expandirse rápidamente, y en 1926 esta industria aumentó su producción a 41 millones de libras.

Estos productos eran congelados durante el tiempo - de cosecha y posteriormente eran utilizados en otros procesos como en la elaboración de conservas, jaleas, helados, pays y otros alimentos.

El congelado comercial de vegetales, es de mucho -- más reciente origen. El primer trabajo experimental de que - se tiene conocimiento es de 1917. Por 1928 varias firmas pri

vadas hicieron algunos ensayos, pero los resultados fueron generalmente pobres; ésto se debió a que las enzimas no eran totalmente inactivadas a bajas temperaturas y por lo tanto producían descomposición en el sabor.

Por 1929 varios investigadores llegaron a la conclusión de que era necesario limpiar brevemente los vegetales -- con agua caliente antes de congelarlos. Este tratamiento llamado blanqueo inactiva las enzimas que son la causa del deterioro durante el congelamiento.

En el año 1935, la industria de la refrigeración -- hizo grandes ganancias, debido a las continuas investigaciones realizadas por diferentes organizaciones. Estas investigaciones se hicieron con el fin de mejorar los procesos, la selección, el manejo y la preparación del producto a congelar.

Durante la guerra e inmediatamente después, en la Post-guerra la industria de la refrigeración empezó a crecer rápidamente. En 1940 en los Estados Unidos el valor estimado de las ventas de todos los alimentos comerciales congelados -- fué de 108 millones de dólares. Por 1965 este valor había aumentado a cerca de 6 billones de dólares.

Desde 1949 la producción de comida refrigerada ha aumentado continuamente, alcanzando en 1962 una producción de cerca de 13 billones de libras.

CRECIMIENTO DE LOS PRODUCTOS REFRIGERADOS EN EL PERIODO COM--
PRENDIDO ENTRE 1945 y 1965.

Vegetales.

La producción de vegetales refrigeradas en E.U. se incrementó constantemente de 308 millones de libras, en 1945, a más de 3 billones de libras en 1965. Parte de este rápido-incremento se atribuye al crecimiento de población, pero el consumo por persona de vegetales refrigerados, también ha demostrado un marcado crecimiento en éste período, de 4.4 li- -bras a más de 21 libras por persona.

Estas cifras son sin incluir a las papas, vegetales que debido a su gran crecimiento, de producción, se conside--ran individualmente.

La producción de papas refrigeradas, tuvo un crecimiento fenomenal en este período, aumentó de 3 millones de libras en 1945 a 1.46 billones de libras en 1965.

Frutas.

La producción de frutas refrigeradas de 1945 a 1965 aumentó ligeramente; ésto se atribuye a varios factores, entre otros están probablemente, la excelente calidad de frutas enlatadas que generalmente son de menor precio y la competencia de otros postres que hacen que el consumo de frutas baje.

Jugos.

En los años recientes cerca de las 3/4 partes de -- los jugos refrigerados, eran jugo de naranja concentrado.

Los jugos cítricos congelados hicieron su aparición en el mercado más o menos en 1946. En los 20 años siguientes, los jugos cítricos particularmente el de naranja tuvieron un crecimiento mayor que cualquier otro producto congelado.

En vista del incremento en la necesidades de los -- consumidores, la proporción de jugos refrigerados continuará aumentando.

Aves.

La producción de aves congeladas se incrementó cons tantemente de 170 millones de libras en 1945 a cerca de 2.3 - billones de libras en 1965.

El consumo por persona de las diferentes clases de aves ha crecido desde 1945 más rápidamente que ningún otro -- alimento.

En 1945 el consumo por persona era de 25.5 libras y en 1965 se incrementó a cerca de 44 libras por persona.

Huevos.

La producción de huevos refrigerados ha sido relati vamente constante en cerca de 380 millones de libras por año; Durante los 20 años siguientes a la segunda guerra mundial. -

Esto representa menos de 2 libras de huevo refrigerado por -- persona de un promedio de 38 libras por persona de huevos en diferentes formas.

Carnes.

La proporción del total de ventas de carne refrigerada en 1965 fué relativamente insignificante, ligeramente -- arriba de 2 libras por persona de un total aproximadamente de 170 libras.

El reporte de producción de carne refrigerada se refiere únicamente a aquella porción de carne que se vende inmediatamente despues de su refrigeración, no incluye cantidades de carne desconocidas que son refrigeradas para procesos posteriores ni tampoco incluye las carnes que son refrigeradas - en los hogares. No obstante la producción de carnes refrigeradas tuvo un incremento de 20 millones de libras en 1945 a - 450 millones en 1965.

Pescados.

En la década de los 60 el consumo mundial de pescado aumentó de 30 millones a: 60 millones de toneladas.

En 1965 el consumo anual por persona de comida del-mar, alcanzó: 11 libras en E.U. de las cuales 4 fueron refri-geradas, comparando con 60 libras en Japón, 45 en Suecia, 20-

libras en Gran Bretaña y México tuvo un consumo de 3.5 libras por persona.

El incremento anual de población incrementará la dependencia en la comida del mar y la necesidad de nuevos métodos de preservación, desde que el producto es pescado hasta que es distribuído al consumidor.

Un alto grado de refrigeración ha probado ser un -- proceso efectivo para alcanzar éstos objetivos, y aparece como un método muy prometedor para continuar en el futuro.

B) ANALISIS DE SU ACTUAL Y FUTURA IMPORTANCIA

El esfuerzo coordinado de muchas industrias ha llevado a la producción de nuevos procesos, mejoramiento de empaque, almacenes, transporte, distribución y venta de los diferentes productos refrigerados.

Se han probado con buenos resultados la refrigeración de nuevos productos, se han fabricado nuevos equipos y se han creado nuevos métodos para refrigeración rápida, se han probado empaques de muy diferentes materiales, según los requerimientos del producto y del mercado, se han construido almacenes a temperaturas inferiores a 0°C, y se han mejorado los medios de transporte y manejo de los alimentos refrigerados en sus diferentes formas. Estos cambios no son más que el resultado directo de la creciente importancia presente y futura de los alimentos refrigerados.

El futuro crecimiento de la industria de la refrigeración será influenciado por muy diferentes factores económicos y técnicos, entre estos: el crecimiento de población y sus cambios de estructura y distribución, los costos relativos de alimentos refrigerados comparados con los costos de alimentos en otras formas, los nuevos sabores de comida y las preferencias de los consumidores, los avances tecnológicos en los métodos de refrigeración así como en otros métodos de prere

servación, y la aceptación de los consumidores de nuevos productos sustitutos tales como los alimentos sintéticos.

Es difícil predecir el desarrollo de cada uno de éstos factores, pero basándonos en algunos datos estadísticos - se podrían hacer algunas suposiciones lógicas y estimar el impacto de éstos factores en el desarrollo de la industria de la refrigeración.

POBLACION

En tanto como la población crezca determinará el potencial de demanda de productos refrigerados. De 1960 a 1973 - la población de México se incrementó 53%, para 1980 se podría esperar una población de 67.000.000.

Una población de 67.000.000 para 1980 sería aproximadamente 25% arriba de 1973. De estos datos se podría esperar que la industria de la refrigeración aumentara al menos - en ésta proporción. Otra tendencia de población que afectará la demanda de comidas refrigeradas es el cambio de la gente - de las granjas a áreas urbanas. Esta proporción tal vez no sea muy grande, pero irá en dirección de aumentar la demanda de - comidas refrigeradas.

CRECIMIENTO ECONOMICO Y TENDENCIA EN LOS HABITOS DE ALIMENTACION

La proporción de ventas de alimento refrigerado con respecto a todas las ventas de alimento se han incrementado en los años recientes. En 1957 las ventas de alimento refrigerado alcanzó 4.5% del total de la comida vendida, en 1965 este porcentaje aumentó al 5%.

El consumo de alimento por persona ha sido relativamente constante, pero ha habido un cambio sustancial en el carácter de la dieta, consumiéndose más pollo, aceites vegetales y comidas procesadas y consumiéndose menos cereales, mantequilla y leche condensada. Estas tendencias son ocasionadas por los precios, cambios de sabores, introducción de nuevas formas de alimento, cambios en el tipo de trabajo, y los cambios de población del campo a la ciudad.

Actualmente las comidas refrigeradas son más apropiadas para su preparación, también en algunos casos los consumidores prefieren el sabor de los productos procesados, además de que los encuentran de más uniforme calidad.

Otra razón del cambio de comida fresca a comida refrigerada es el costo. Entre 1953 y 1964 los precios de comida fresca aumentaron el 33% contra solo un 12% para artículos procesados.

Los restaurantes compran relativamente más comida en forma refrigerada que los consumidores caseros, esto lo hacen con el fin de bajar los costos de elaboración. Las ventas de comida a restaurantes estan aumentando y esto está trayendo como consecuencia un aumento en las ventas de comida refrigerada.

Los viajes aéreos se estan incrementando y esto representa otra área potencial de consumo de comida refrigerada. En 1967 las lineas aereas sirvieron cerca de 383,000 comidas al día en 10 años se estima que éstas servirán 2.000.000 de comidas al día.

PROBABLE IMPACTO DE LOS DESARROLLOS TECNOLOGICOS

Un factor imponderable en el futuro crecimiento de la industria de la refrigeración es el desarrollo y mejoramiento de nuevos métodos de preservación de alimentos, incluyendo nuevos métodos de refrigeración.

El propósito básico de la preservación de alimentos es hacer que el hombre disponga de comida en forma fresca y abundante.

Desde que el proceso básico de preservación de alimentos fué descubierto, el hombre ha investigado continuamente nuevos métodos de preservación para mejorar la calidad de

los alimentos y hacerlos más aceptables a los consumidores, - así como para abatir costos de proceso y de mercado.

Esta situación indudablemente continuará y el impacto futuro de los desarrollos tecnológicos tenderá a aumentar la demanda de alimentos refrigerados.

La radiación para prevenir descomposición de mi----croorganismos, el secado-refrigerado, el deshidratado-refrige- rado, y el refrigerado criogénico son métodos de preservación que en los años recientes han recibido mucha publicidad, pero ¿qué tan importantes serán en el futuro? y ¿Qué impacto ten-- drán en el aumento de alimentos refrigerados? es una cuestión en la que solo se pueden hacer especulaciones.

¿Cual será el impacto conjunto del crecimiento de - población, los nuevos hábitos de comida y los desarrollos tec nológicos en el crecimiento de la industria de la refrigera-- ción? Un estudio al respecto ha proyectado el crecimiento de los alimentos refrigerados a 24.6 billones de libras para --- 1976, esto representa un aumento de 124% desde 1966.

Sólo el futuro dirá que tan acertadas son éstas suposi-- ciones pero lo cierto es, que las ventas de los alimentos refrige- rados continuarán aumentando al menos durante la siguiente década, y las industrias ya empiezan a tomar en cuenta ésta futura expansión,

Nota: Algunas de éstas estadísticas son datos de la industria de los E.U., pero pensamos que los índices de crecimiento en-

dichas estadísticas se pueden aplicar proporcionalmente a la industria de la refrigeración en México.

C A P I T U L O I I

GENERALIDADES ACERCA DEL ATUN

- A) DESARROLLO Y PRODUCCION DE LA INDUSTRIA ATUNERA
- B) CARACTERISTICAS BIOLOGICAS
- C) AREAS DONDE SE LOCALIZA
- D) CAMBIOS QUE SUFRE DESPUES DE SER ATRAPADO
- E) VALOR NUTRITIVO
- F) EVALUACION DE LA CALIDAD DEL ATUN DESPUES DEL
CONGELAMIENTO .

A) DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PESQUERA DEL ATUN

Japón está catalogado como el país que mayor desarrollo ha alcanzado en la pesca del atún. Desde 1912, el Japón se ha dedicado a ésta pesca, siendo en escala relativamente pequeña por realizarse en aguas costeras. Con la introducción de motores en los barcos pesqueros, en los primeros años después de la primera guerra mundial, los japoneses estuvieron en posibilidad de explotar más completamente las ricas áreas atuneras alrededor de sus islas.

A principios de los años 30 cuando la captura del atún en las costas y aguas adyacentes a las islas del Japón se realizó a su máximo, los japoneses comenzaron a explorar el océano Pacifico, medio y oriental; al mismo tiempo los americanos desarrollaron una industria pesquera de atún a lo largo de la Costa de California, la cual se fué extendiendo a las grandes áreas pesqueras de la parte este del Océano Pacifico. La industria pesquera japonesa se ha basado fundamentalmente en suministrar atún fresco o congelado al consumidor. La industria atunera americana está basada desde su inicio en atún enlatado.

La primera planta enlatadora en los E.U. se inició en 1903 en California cuando las capturas de sardinas bajaron.

Con los años y con el aumento de demanda de atún en latado, los barcos atuneros extendieron sus operaciones más -- allá de las aguas costeras de California.

Esta expansión de las actividades de pesca de atún -- fué dentro del Océano Pacífico en dirección al sur, más allá -- del Ecuador. La ampliación de las actividades de la pesca en -- áreas de atún, algunas veces más allá de 2,000 millas del puer -- to base, crearon problemas técnicos y económicos, éstos pro -- blemas involucraron otros como diseño y desarrollo del tipo y -- tamaño correcto del barco para pescar a grandes distancias y -- también para permanecer en el mar por 3 o 4 meses.

Un barco atunero llamado Clipper surgió como res --- puesta a estos problemas. Los Clippers se hicieron muy popula -- res e incrementaron las operaciones de pesca de atún en el -- Océano Pacífico hasta fines de los años 50.

Los Clippers atuneros son grandes, con equipo motor Diesel y todos los accesorios modernos de navegación y bode -- gas para 100 a 500 toneladas de atún, sus bodegas estan refri -- geradas totalmente.

En 1935 George Williams Cooper acentó las bases pa -- ra el desarrollo de un sistema práctico de congelación con -- salmuera.

El costo de éste tipo de barco era muy alto y para -- poder amortizar y tener una ganancia en período razonable, --

eran necesarios 3 o 4 viajes a su máxima capacidad. El promedio de días de viaje de ida y vuelta es de 60 a 70. Los Clippers están equipados para la pesca solamente con barras, línea, anzuelos y carnada viva.

Antes de la segunda guerra mundial, la producción de las 6 principales especies comerciales de atún nunca excedió de las 300,000 toneladas, pero comenzó un ascenso rápido al terminar ésta guerra, en el año 1952 excedió de las 450,000 toneladas. A principio de los 60 fué de cerca de las 900,000 toneladas y se incrementó lentamente en 1965-66. En 1967 alcanzó 1.1 millones de tons. y para 1971 alcanzó 1.2 millones de toneladas métricas.

El aumento de consumo de atún en los últimos años ha sido constante, incrementándose por tal motivo la captura del mismo.

En el año de 1962 se reunieron más de un centenar de científicos pesqueros para analizar el stock mundial del atún y la demanda del mismo.

La proyección del consumo de este producto realizada por los científicos estima que para el año de 1990, la demanda mundial del atún será del orden de los 2.1 millones de toneladas métricas.

B) CARACTERISTICAS BIOLOGICAS

Las principales especies comerciales de atún y similares usadas por la industria atunera son: atún aleta amarilla, atún aleta azul, bonito, albacora barrilete, atún (ojo grande).

Los atunes son peces que habitan en alta mar, son nadadores rápidos, de aspecto redondeado pero de línea fina, tienen pequeñas aletas que van de las aletas dorsales, y ventrales hacia atrás llamadas pínulas.

Viven en aguas profundas en los mares templados, subtropicales y tropicales, donde hay gran salinidad. Es una especie pelágica y migratoria que se desplaza en cardumenes --- cuando es con una finalidad reproductiva, cuando es con fines alimenticios, los cardumenes se dispersan.

Los atunes son peces carnívoros y de una gran voracidad, siendo su alimento pequeños peces (sardina, anchoa), crustáceos y moluscos.

Atún aleta amarilla.- Llega a medir de 50 a 120 cms. con un peso promedio de 65 kilos es de escamas muy pequeñas, su color es azul oscuro, las aletas son de color amarillento, la aleta pectoral bastante larga, las aletas dorsales muy cercanas a la base seguida de 8 pínulas, cabeza grande y hocico corto.

Atún aleta azul.- Mide entre 30 y 50 cms. llega a -
 pesar de 5 a 10 kgs. pero en el océano atlántico hay de mayor
 tamaño, su color es azul oscuro y plateado en los costados, -
 tiene manchas blancas, en la parte ventral y es de cabeza ---
 grande y boca oblicua, la segunda aleta dorsal seguida de 8 -
 pínulas y la aleta anal de 7 pínulas, las aletas dorsales es-
 tan divididas en 2 partes, su carne entre más grande es más -
 obscura.

Bonito.- Su longitud máxima es de 90 a 100 cms., su
 peso promedio es de 10 kgs. su color varía entre las tonalidades
 azul metálico, y violáceo y con bandas oblicuas de color-
 oscuro, cabeza regular y boca grande, la segunda aleta dorsal
 y la anal seguidas de 6 a 9 pínulas, y las aletas pectorales-
 pequeñas.

Albacora.- Su medida y peso son similares a las del
 bonito, su color es azul metálico en el dorso y plateado en -
 el vientre, cabeza larga, hocico corto y puntiagudo, escamas-
 grandes, aleta dorsal muy escotada, la segunda dorsal y la --
 anal seguidas de 7 u 8 pínulas, su aleta pectoral larga, su -
 carne tiene buen sabor y adquiere un color claro al hervirse.

Barrilete.- Llega a medir de 40 a 60 cms., con un -
 peso promedio de 10 a 20 kgs., es de color azul en el dorso, -
 plateado en el vientre y líneas horizontales de color oscuro,

cabeza regular, boca oblicua, las aletas segunda dorsal y --- anal, son seguidas de 8 pínulas, su carne es oscura y de sabor fuerte, más aceitosa que la de la aleta amarilla.

Atún (ojo grande).- Muy parecido al atún aleta amarilla en peso y medida, aspecto físico y color, a excepción de la aleta pectoral que es muy larga.

PRODUCCION NACIONAL DE ATUN.

Pese a que la mayor zona atunera se encuentra a todo lo largo de la costa mexicana, el desarrollo de éste tipo de pesca en México no ha tenido la atención adecuada. La producción nacional de atún y especies similares está compuesta por atún aleta amarilla, azul, barrilete, bonito y albacora.

La demanda de atún en la República mexicana ha ido en aumento, éste producto se consume en forma de enlatados.

TABLA No. 1

AÑO	PRODUCCION NACIONAL (TONELADAS)	EXPORTACION	CONSUMO NACIONAL
1968	7,604	663.9	6,940.1
1969	9,450	2505.7	6,944.3
1970	10,832	783.9	10,049.0
1971	14,904	1587	13,317.0
1972	13,887	1523	12,364.0
1973	17,619	-----	17,619.0

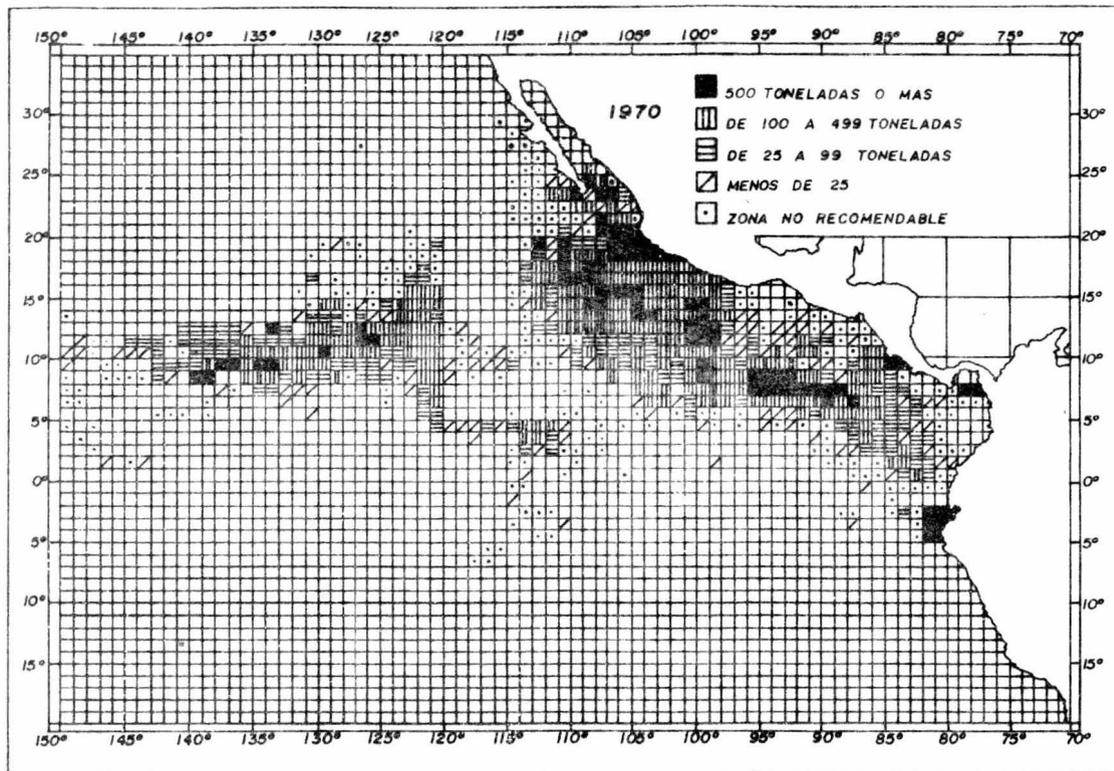
C) AREAS DONDE SE LOCALIZA

En la actualidad la zona más rica en atún para nuestro país se encuentra en el Océano Pacífico. Esta zona ha sido totalmente estudiada y definida, abarca o se extiende desde la Península de Baja California hasta los límites de Chiapas con Guatemala. A continuación se presenta un mapa que fue realizado por la CYRA (Comisión Yellowfin Regulatory Area) -- con los datos recabados en 1970 y en el cual se puede observar claramente dicha zona.

Como se puede apreciar, nuestro país posee una enorme riqueza en éste tipo de atún a todo lo largo de su litoral con el Océano Pacífico.

Resulta interesante mencionar el origen de la CYRA y algunas de las funciones que desarrolla.

La primera comisión de que se tiene noticia fué establecida entre los gobiernos de Costa Rica y E.U. en 1949 a raíz de la desaparición de la anchoveta (un tipo de pescado - que se utiliza como carnada en la captura del atún) del Golfo de Nicoya en Costa Rica. Por la función que realizaba la anchoveta, al desaparecer trajo consigo la desaparición del atún, por tal motivo los dos gobiernos decidieron establecer la comisión interamericana del atún tropical, la cual daría información de tipo biológico del atún tropical, con la finalidad-



ESQ. I RESULTADOS DE LA CYRA EN 1970

de tener mejores bases para su manejo y conservación.

Al poco tiempo Panamá, Ecuador, México, Canadá y Japón se sumaron a la comisión.

Durante la década de los 50 la comisión pudo formular modelos matemáticos para la captura del atún tipo aleta amarilla, los cuales fueron muy útiles para poder registrar los efectos de la explotación y además aportar guías para su manejo adecuado. En este tiempo la captura de los dos tipos de atún se incrementó rápidamente hasta alcanzar una cifra de 175,000 toneladas cortas, pero en 1961 empezó a decrecer rápidamente la cantidad del producto de pesca, lo cual indicaba que debía reducirse la intensidad de la pesca, porque de lo contrario las especies de atún desaparecerían. En vista de esto en 1962 la comisión anunció que una cuota de captura de atún sería establecida.

Los primeros estudios realizados por la comisión se concentraron hacia dos tipos de atún, el aleta amarilla (Yellowfin) y el saltador (Skipjack).

Estas dos especies son encontradas cerca de todos los océanos tropicales del mundo. En el océano Pacífico el tipo aleta amarilla se localiza entre 30° N. y 10° S. y es específicamente más abundante entre 20° N. y 5° S. El tipo saltador por otra parte aparece abundantemente en 2 áreas que son-

20° N. y 30° S. 10° N. y 10° S.

El atún aleta amarilla crece rápidamente y cuando alcanza la edad de 4 años llega a pesar aproximadamente 130 libras; pero muy pocos de estas características son atrapados, debido a su alta mortalidad natural. El tipo saltador también crece rápidamente pero no tanto como el aleta amarilla; el promedio de peso de los atrapados en el Pacífico fluctúa entre 10 y 15 libras. Tal vez uno de los estudios más importantes realizados por la comisión fué el de la dinámica de los Bancos de Atún y el efecto de las actividades del hombre sobre su abundancia.

Estos estudios arrojaron las siguientes conclusiones:

El atún tipo saltador no es afectado en su abundancia por la explotación, sino que ésta es afectada por factores naturales; en cambio el tipo aleta amarilla es afectado en su abundancia por la explotación, razón por la cual la comisión encausó todos sus esfuerzos hacia este tipo de atún y llegó a la conclusión de que 95,000 toneladas cortas es la máxima cantidad permisible a capturar por temporada.

D) CAMBIOS QUE SUFRE DESPUES DE SER ATRAPADO

CAMBIOS EN VALOR NUTRITIVO

De los estudios realizados para evaluar los cambios que pueden ocurrir en las proteínas, carbohidratos, grasas y minerales en los pescados refrigerados, se podría concluir -- que el valor nutritivo de éstos es sustancialmente inalterado.

A continuación se hará un intento para considerar - las causas que pueden perjudicar el valor nutritivo del pescado para la nutrición humana.

Cuando el pez muere sufre deterioros debido prima-- riamente a cambios autolíticos y bacteriológicos.

La autólisis es una alteración que tiene por causa-- las enzimas presentes en los tejidos, las cuales pueden producir el desdoblamiento de las proteínas, grasas, etc.

La acción de las enzimas se puede impedir mediante-- el empleo de altas temperaturas, que destruyen las enzimas, - o se puede retardar mediante el empleo de bajas temperaturas. Ya que los peces son animales de sangre fría, si al capturar-- los se les lleva a un ambiente más caliente, la autólisis em-- pieza a tener lugar con mayor rapidez.

El atún, pescado con alto contenido de lípidos es - más propenso a la actividad enzimática que otros pescados que tienen un bajo contenido.

Acción Bacteriológica.- La rápida multiplicación de los gérmenes tiene una influencia mucho más decisiva que la autólisis en la descomposición de los pescados, esta acción es casi exclusivamente causada en el pescado fresco por la acción de las bacterias, principalmente por las que están siempre presentes en los intestinos y por aquellas que pueden ser introducidas en los procesos de precongelado.

Afortunadamente el crecimiento de las bacterias en el pescado congelado no es problema, porque a temperaturas -- abajo de -9°C las bacterias marinas están esencialmente inactivas.

CAMBIOS DURANTE EL CONGELAMIENTO

Los pescados congelados son susceptibles a un número de alteraciones indeseables, las cuales incluyen deshidratación física, descomposición de proteínas, y arrancamiento debido a la oxidación; todos estos factores tienen ciertamente un efecto indirecto en bajar la aceptabilidad del producto, pero el valor nutritivo del pescado, no es alterado o lo es de una manera despreciable por el congelamiento.

PERDIDAS DE VALOR PROTEINICO

De los estudios llevados a cabo para determinar la influencia de los diferentes procesos en la composición de --

aminoácidos, se llegó a la conclusión de que los tratamientos a los que se somete el pescado fresco, no alteran de una manera significativa su composición en aminoácidos aunque se ha probado que condiciones de enlatado no apropiadas, o un sobrecalentamiento prolongado, puede dañar seriamente su valor nutritivo.

Las siguientes tablas nos muestran los resultados de diferentes experimentos realizados para determinar la influencia de diferentes procesos en el valor nutritivo del atún.

TABLA 2

ACIDO ASPARTICO, ACIDO GLUTANICO Y CLICINA

MUESTRA	ACIDO ASPARTICO	ACIDO GLUTAMICO	GLICINA
ATUN CRUDO	8.3	13.0	4.6
ATUN PRECOCIDO	8.8	13.6	4.3
ATUN PROCESADO EN ACEITE	8.4	13.5	4.5
ATUN CRUDO	8.4	13.5	4.5
ATUN PRECOCIDO	8.2	11.8	5.0
ATUN PROCESADO EN ACEITE	8.6	12.2	4.5

TABLA 3

CONTENIDOS ESENCIALES DE AMINOACIDOS EN ATUN DEL PACIFICO
(% PROTEINAS)

AMINOACIDO	CRUDO		PRECOCIDO		PROCESADO EN ACEITE	
	A	B	A	B	A	B
ARGININA	5.7	5.2	5.6	4.6	5.6	5.0
HISTIDINA	6.0	5.6	5.4	5.1	5.6	5.2
ISOLEUCINA	4.8	4.4	5.1	4.8	5.3	5.4
LEUCINA	7.2	6.9	7.2	7.2	7.5	7.2
LISINA	8.3	8.6	8.0	8.1	8.5	8.1
METIONINA	3.0	2.8	2.9	2.7	2.9	2.6
FENILALANINA	3.6	3.4	3.8	3.3	4.0	3.7
TREONINA	4.5	6.3	4.7	4.5	4.7	4.5
TRIPTOFANO	1.0	0.4	1.0	0.4	1.0	0.9
VALINA	5.4	5.1	5.5	5.2	5.6	5.7

PERDIDAS DE VITAMINAS.

Es unicamente con las últimas décadas que muchas de las vitaminas han sido descubiertas y que métodos confiables-químicos, biológicos y microbiológicos hayan sido utilizados-para su determinación.

En 1948 la National Research Concil de los E.U. establecieron los siguientes requerimientos humanos diarios de-vitaminas, las cantidades varían de acuerdo a sexo, edad, etc.

Vitamina A 1,500-9000 YU (0.40-0.7 mg), vitamina D 400 YU, --
 Tiamina 0.4-1.8mg, Riboflavina 0.6-3.0 mg, Niacina 4-18 mg., -
 y acido ascorbico 30-150 mg.

De las investigaciones para la determinación del --
 contenido de vitaminas en el pescado, así como de su estabili-
dad en diferentes procesos podemos concluir lo siguiente:

Vitamina A.- La porción comestible de pescado con--
 tiene muy poca vitamina A y no parece ser apreciablemente des-
truída por el enlatado o el ahumado, pero es parcialmente des-
truída en la preparación del pescado deshidratado.

Vitamina D.- El atún, pescado con un alto contenido
 de aceite es una fuente buena de vitamina D, y ya que ésta vi-
tamina es estable al calor, no es dañada fuertemente durante-
 el enlatado.

Tiamina.- 100 gramos de pescado fresco podría pro--
 porcionar 10% de la cantidad de tiamina requerida por el hom-
 bre, y ni el congelado ni el ahumado parecen tener algún efec-
 to apreciable sobre ésta vitamina, sin embargo la tiamina es-
 sensible al calor y el enlatado podría destruir una fracción-
 considerable de ésta vitamina.

Riboflavina.- 100 gramos de pescado fresco propor--
 ciona de 5 a 10% de la cantidad requerida diariamente de ribo-
flavina y en contraste con la tiamina, no existe pérdida apre-
 ciable de ésta vitamina por el enlatado, tampoco el congelado,

ahumado y el secado salado ocasionan pérdidas aparentes.

Niacina.- La carne de pescado es una fuente excelente de niacina, 100 gramos de pescado fresco nos proporciona casi la mitad de los requerimientos diarios. Ya que ésta vitamina es comparativamente estable al calor, el enlatado y ---- otros procesos parecen no afectar éste contenido.

Aunque no se han establecido los requerimientos humanos de piridoxina, biotín, ácido pantoténico, ácido fólico y vitamina B 12, a continuación se hará una ligera revisión de la distribución de éstas vitaminas en el pescado así como su estabilidad a diferentes procesos.

Piridoxina.- Esta vitamina es relativamente estable a los procesos de enlatado. El contenido en 7 tipos de pescado enlatado en sus valores mínimo y máximo, fueron de 0.13 mg. a 0.52 mg. por 100 gramos.

Biotín.- Se ha reportado que el atún enlatado únicamente contiene de 0.003 a 0.004 mg. por 100 g.

Acido pantoténico.- Los reportes indican que éste constituyente es destruido en un 30 a 40% por los procesos de enlatado.

Acido Peroiglutámico.- Los estudios realizados han llevado a la conclusión de que el PGA (complejo de ácido fólico) se destruye prácticamente en el proceso de enlatado.

Vitamina B 12.- Esta vitamina es relativamente estable cuando se tiene un medio ácido apropiado, y por lo tanto no debería esperarse destrucción durante los procesos normales de enlatado. Esta vitamina también es estable en el pescado congelado y en el pescado ahumado.

Vitamina E.- Las últimas investigaciones encontraron que la vitamina E no era afectada por el enlatado, sin embargo existen dudas de que ésta vitamina sea destruída progresivamente en el congelamiento del pescado donde las condiciones de almacenamiento promueven el arranciamiento.

Acido Ascórbico.- Se ha encontrado que el atún tiene una cantidad significativa de ácido ascórbico (Vitamina C)- libre y ligado, no se ha observado una destrucción apreciable de ésta vitamina por el proceso de enlatado.

La tabla siguiente nos muestra los resultados de experimentos realizados para determinar los cambios que sufre el atún en valor vitamínico por diferentes procesos.

TABLA No. 4

CONTENIDO DE VITAMINAS EN ATUN CRUDO Y PROCESADO

	C R U D O	PROCESADO
Vitamina A		
mg/100g = Unidades VSP x 100 g/3333)		0.008
Vitamina D (IU/100g)	430-570	200-333
Riboflavina (Tg/100g)	0-10-0.11	0.09-0.15
Tiamina (Tg/100g)	0.168-0.234	
Niacina (Tg/100g)	6.23-10.70	7.6-13.0

E) VALOR NUTRITIVO

GENERALIDADES

El atún es un alimento excelente, su valor nutritivo puede compararse con el de la carne de los animales domésticos.

Los nutriólogos lo consideran como equivalente en todos sus aspectos a la carne.

Diferentes fuentes medicas han demostrado que el Atún es una fuente excelente de proteínas en la dieta.

Recientes investigaciones han demostrado que un consumo insuficiente de proteínas que no proporcionan los aminoácidos esenciales, son los factores más significantes de la mala nutrición humana.

Las proteínas del Atún son completas, siendo ricas en tirosina, lisina, triptofano, arginina e histidina. La presencia de un alto porcentaje de lisina, histidina y arginina es particularmente notable, ya que estos aminoácidos son deficientes en la mayoría de las proteínas vegetales.

El atún también es una buena fuente de yodo, calcio, magnesio, y fósforo.

CONTENIDO DE PROTEINAS

La cantidad de proteínas en el atún es afectada por

el contenido de grasas, agua y la cantidad de carne.

Diferentes investigadores han encontrado que la cantidad de carne constituía un 50% a 60% del peso total del pescado.

El contenido de proteínas del atún también varía -- con el contenido de agua, aunque esto no afecta la cantidad - nutricional del pescado, si puede influenciar su valor monetario. Por lo tanto es deseable expresar el contenido de proteínas del Atún en términos de porcentaje de sustancia seca.

En la siguiente tabla puede observarse el contenido de grasas proteínas y calorías de diferentes pescados.

Hay que hacer notar que el atún esta entre los ali-
mentos de origen animal con mayor cantidad de proteínas.

TABLA No. 5

COMPOSICION EN PORCENTAJE DE CARNE DE PESCADO

Tipo de pescado	Calorias por 100 gr.	Proteínas	Grasas
Sardina del Atlantico	338	21.1	27.0
Atún (enlatado)	290	23.8	20.9
Salmon del pacífico	223	17.4	16.5
Salmon Rey (enlatado)	203	19.7	13.2
Arenque	191	18.3	12.5
Pez espada	148	19.2	4.0
Macarela	102	11.0	6.2
Lenguado	67	13.0	1.3
Bacalao	60	14.6	0.6

Valor Biológico.

En 1918 Drummond inició investigaciones sistemáticas para determinar el valor nutritivo de la carne de pescado, el aisló las proteínas de algunos pescados por extracción, este extracto de proteína resultó ser tan efectivo como las proteínas de carne de res y superiores a las caseína en promover el crecimiento de ratas cuando se alimentaban a un nivel de 6%. En 1918 Holmes condujo los primeros experimentos para determinar el valor nutritivo de las proteínas de pescado en humanos. Aunque estos experimentos no fueron diseñados en una -

forma completamente satisfactoria, el autor pudo concluir que el pescado representa comida de alta digestibilidad y valor nutritivo para el propósito de la nutrición humana.

Beveridge en 1947 llevó a cabo investigaciones de crecimiento en ratas con muestras de pescado, ternera y huevos. Después de correcciones y análisis estadísticos de la ganancia en peso por gramo de proteína ingerida, se observó que los valores de la proteína de pescado eran mayores que los de ternera o huevos. Resultados con una pequeña diferencia fueron obtenidos por Nilsen (1947). Estos experimentos demuestran que las proteínas del pescado eran al menos, iguales a las de la ternera en la promoción del crecimiento de ratas. Además por medio del análisis del nitrógeno fecal, se demostró que la aparente digestibilidad de las proteínas analizadas era aproximadamente la misma y promediaba 91%.

Varios autores han reportado que en las bases de los crecimientos de ratas, las proteínas de pescado tienen un valor superior a la caseína.

Estos experimentos de crecimiento, aumento de peso, y estudios envolviendo balances de nitrógeno, han confirmado el hecho de que el pescado contiene proteínas de alto valor biológico.

COMPOSICION DE AMINOACIDOS

Para evaluar completamente el valor nutritivo de la proteína de pescado, es deseable establecer su composición de aminoácidos.

Estos valores han sido presentados por diferentes - investigadores y no son comparados de una manera estricta, ya que se emplearon diferentes métodos para la determinación de los aminoácidos, estas razones probablemente nos llevan a variaciones que se observan en los valores de las siguientes tablas.

TABLA No. 6

Contenido promedio de aminoácidos en carne de atún y ternera (Valores dados como por ciento de proteína Nx6.25)

AMINOACIDOS	ATUN	TERNERA
Arginina	6.1	5.3
Histidina	4.5	5.7
Isoleucina	4.9	4.7
Leucina	7.9	7.3
Lisina	8.9	8.3
Metionina	2.5	2.8
Fenilalanina	3.8	3.5
Treonina	4.2	4.5
Triptofano	1.0	1.0
Valina	5.4	5.1

La mayoría de los estudios nos llevan a la conclusión de que los aminoácidos de las proteínas de pescado se aproximan muy de cerca a los encontrados en otras clases de animales.

AMINOACIDOS ESENCIALES

Varios tipos de proteínas de pescado han sido analizadas en el contenido de aminoácidos esenciales en las concentraciones necesarias para el hombre.

En la siguiente tabla observamos la cantidad de aminoácidos consumidos cuando se ingieren 100 gr. de carne de pescado.

TABLA No. 7

Requerimientos diarios de aminoácidos y porcentaje -
que se cubre al consumir 100 gr. de Atún.

AMINOACIDO	REQUERIMIENTO DIARIO DE UN HOMBRE DE 70 KG. (gramos)	CANTIDAD EN 100 GR. DE ATUN (gramos)	PORCENTAJE CUBIERTO. %
Leucina	1.0	.80	80
Isoleucina	1.6	1.0	62.5
Valina	2.2	1.4	63
Metionina	1.4	1.0	73
Alanina	1.6	1.6	100
Glutaminina	2.2	.6	27.5
Glutamato	2.2	.7	31
Triptofano	0.5	0.2	40

DIGESTIBILIDAD

El pescado ha sido considerado como una comida fácilmente digerible. De acuerdo a Lemon y Truitt (1941) las proteínas del pescado son más fáciles de digerir y asimilar por el cuerpo que las proteínas de ternera.

Las grasas de pescado son lípidos insaturados (aceites), éstos lípidos son más fácilmente digeribles que las grasas sólidas. La digestibilidad del atún ha sido determinada aproximadamente como 91%.

F) EVALUACION DE LA CALIDAD DEL ATUN DESPUES DEL CONGELAMIENTO

El atún deshielado cuando es descargado del barco, refleja el estado de frescura y el cuidado al que estuvo sometido durante varias semanas.

El método más comunmente practicado, para determinar el grado de frescura del atún es la prueba organoléptica. Esta prueba es realizada y ejecutada únicamente por las facultades sensitivas del hombre tales como vista, olfato y tacto. Esta prueba se realiza instantánea y fácilmente. En una prueba de éstas, una relatividad absoluta es imposible. El resultado organoléptico de evaluación, tiene que ser aceptado por el director del barco, el dueño de la planta y el inspector estatal.

Un ensayo organoléptico, del grado de clasificación del atún es dado en la tabla número 8 en ésta clasificación - han sido reconocidos 4 grados.

En éstos grados se usan 6 diferentes características físicas tales como la apariencia de branquias, ojos, piel, olor y daño físico del atún. Todas estas características son reconocidas al instante y una clasificación de calidad es materia de segundos solamente.

En caso de discrepancias en la calidad, se realizan

T A B L A No. 8

G R A D O S D E C L A S I F I C A C I O N D E L A T U N

CARACTERISTICA	I CLASE PRIMERA	II CLASE COMERCIAL	III CLASE MARGINAL	IV CLASE RECHAZADO
BRANQUIAS	ROJA BRILLANTES	ROJO DESCOLORIDO A CAFE ROJIZAS	CAFE OSCURAS A CAFE AMARILLENAS	AMARILLA - BLANCA
OJOS	LIMPIOS, BRILLANTES Y SOBRESALIENTES	CON NUBES BLANCAS O ROJIZAS, HUNDIDOS	BLANCO SIN BRILLO, ROJIZOS HUNDIDOS, APLASTADOS	PERDIDOS
PIEL	LUSTRE NORMAL, COLOR CLARO Y BRILLANTE	COLOR OPACO	COLOR NORMAL Y SIN LUSTRE ALGUNO, M <u>U</u> CULOS VISIBLES	GRAN DESCOLORACION DE PIEL EN ESTADO DE <u>DES</u> COMPOSICION
OLOR	FRESCO	POCO OLOR A PESCADO	LIGERO OLOR A RANCIO PERO NO A PUTREFAC- CION	DEFINITIVO OLOR A PUTREFACCION
DAÑOS FISICOS	SIN NUTILACION O DEFORMACION	PEQUEÑAS DEFORMACIO <u>N</u> ES O MUTILACIONES NO HAY CUARTEADAS	ALGUNAS CUARTEADAS POCO CORTADO O ROTO	CUARTEADO ROTO MUTILA <u>D</u> O MAS DEL 20% DE CARNE EXPUESTA
GRADO DE FIRMESA DEL MUSCULO Y VIENTRE	FIRME Y ELASTICO	FIRME Y NO ELASTICO	SUAVE	MUY SUAVE Y BOFO

varias pruebas químicas con el propósito de corroborar los resultados. Estos métodos químicos están generalmente basados en el aislamiento y determinación química de uno o varios productos en descomposición debido al deterioro del pescado.

Estas pruebas químicas deben usarse en comparación con las evaluaciones sensoriales, pero deben emplearse como límites obligatorios.

Uno de los cambios químicos más comunes que ocurren en la carne del pescado durante su descomposición, es la producción de bases volátiles tales como amonio y aminas ligeras. En la mayoría de las especies marinas éstas bases volátiles consisten principalmente de amoniaco (NH_3) y trimetil amina (TMA) y en algunas especies también se produce cierta cantidad de dimetil amina (DMA) y trazas de monometil amina (MMA).

En los intentos realizados para relacionar las cantidades de bases volátiles más importantes en la carne de pescado tales como NH_3 , DMA y TMA individualmente, o en conjunto como bases volátiles totales (TVB) con el grado de descomposición de la carne, la cantidad de TMA ha mostrado ser el índice más significativo de descomposición.

Entre los métodos más comúnmente usados para estimar la cantidad de TMA están:

- 1.- Destilación de vapor a presión atmosférica o a vacío.

2.- Método de Conway.

3.- Método de Murray, y Burt.

1.- El método de destilación de vapor ha sido investigado ampliamente por Hijorth-Hansen y Brakken (1947) y demostraron que las mejores condiciones eran destilar el vapor bajo un vacío de 15 mm. de Hg. en un baño de agua a 50°C, usando 20 g. de carne de pescado en 230 ml. de agua, en un matraz de 300 mm, en presencia de borato y unas cuantas gotas de alcohol etílico para prevenir la espuma.

El destilado era colectado en un matraz recibidor de 100 ml. conteniendo 15 ml. de H_2SO_3 0.1N diluído con 10 ml. de agua destilada. En este procedimiento la TMA destila primero completando de destilar después de 4 o 5 minutos, el NH_3 toma 13 o 14 minutos y la MMA y DMA destilan mucho después, - únicamente 20% de la DMA destilan durante los primeros 5 minutos.

2.- Método de Conway. En éste método el extracto del músculo es obtenido por presión hidráulica, o más convenientemente haciendo una extracción con ácido tricloroacético del músculo picado.

El extracto se coloca en la parte externa del anillo de Conway, cualquier cantidad de NH_3 presente se fija agregando una gotas de formaldehído ($HCHO$ libre de ácido por-

neutralización con $MgCO_3$), después por medio de una pipeta se agrega suficiente cantidad de solución saturada de K_2CO_3 para liberar la TMA, ésta se difunde a la pared central del anillo, la cual contiene ácido 0.7N. Después de un período de 2 horas a $36^\circ C$, el ácido es titulado con álcali (NaOH o borato) usando indicador de Tashiro. El experimento ha mostrado que mientras todo el NH_3 y la MMA son fijados por el HCHO agregado, - una cierta cantidad de DMA se difunde con la TMA.

El método de Conway tiene muchas ventajas y es usado en muchos laboratorios, su operación es sencilla y relativamente barata, y puede realizarse con éxito y reproductibilidad por técnicos bien entrenados.

Se pueden analizar muchas muestras en un día de trabajo ya que el análisis de una muestra dilata 2 1/2 horas.

El éxito del análisis está limitado por la calidad de la bureta usada en las titulaciones, pero con una pipeta de goteo de 0.01 ml se puede estimar hasta 1 mg de nitrógeno.

La principal desventaja que ofrece éste método consiste en que el equipo tiene que estar perfectamente lavado - antes de cada determinación ya que como éste método es muy - - sensitivo es muy fácil incurrir en errores.

3.- Método de Murray y Burt. Esencialmente el método consiste en tratar el extracto de la carne de pescado con

formaldehído, para fijar cualquier cantidad de NH_3 presente, y en liberar la TMA la cual es recibida en Tolueno. Una alícuota de éste tolueno se hace reaccionar con ácido pícrico y el color subsecuente que se desarrolla se determina colorimétricamente.

La operación es la siguiente:

Extracción-solvente	5% Acido tricloroacético
Relación pescado-solvente	100/300
Alcali	45% KOH
Concentración formaldehído	20%
Medición de color	Espectrofotómetro a $410\text{m}\mu$

C A P I T U L O I I I

GENERALIDADES SOBRE LA REFRIGERACION

- A) SISTEMAS DE REFRIGERACION
- B) CICLO DE REFRIGERACION
- C) REFRIGERANTES-PROPIEDADES

C A P I T U L O I I I

GENERALIDADES SOBRE LA REFRIGERACION.

A.- SISTEMAS DE REFRIGERACION

En general, se define la refrigeración, como todo proceso de remoción de calor. Más específicamente, se define como aquella rama de la ciencia que trata con el proceso de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio material abajo de la temperatura que lo rodea. Para obtener lo anterior, debe retirarse calor del cuerpo que se refrigera, transfiriendolo a otro cuya temperatura debe ser inferior a la del material refrigerado. Puesto que el calor que se retira del cuerpo refrigerado se transfiere a otro, es evidente que la refrigeración y la calefacción son de hecho extremos opuestos del mismo proceso.

Los dos sistemas de refrigeración más utilizados son:

- 1) Refrigeración por absorción
- 2) Refrigeración por compresión

Sistema de refrigeración por absorción.

En el ciclo de refrigeración por absorción intervienen dos fenómenos:

- a) La solución absorbente (absorbente y refrigerante) puede absorber vapor del refrigerante.

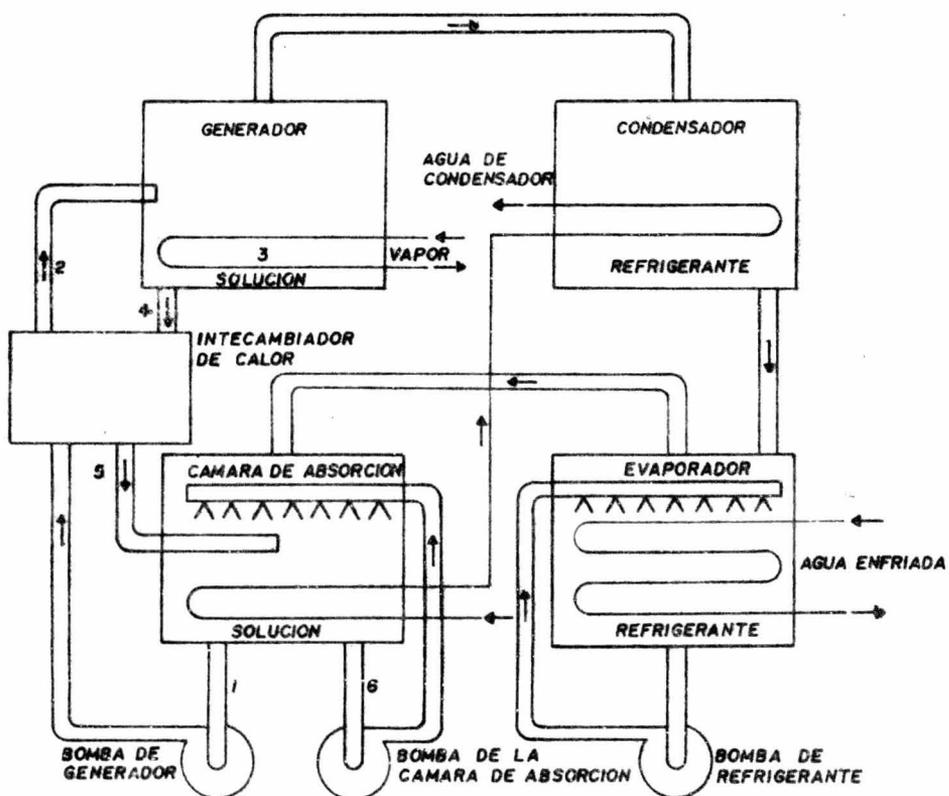
b) El refrigerante hierve (enfriándose casi instantáneamente) cuando es sometido a una presión más baja.

Estos dos fenómenos se emplean en las máquinas de absorción; para poder dar una explicación más completa tomaremos como ejemplo el sistema que utiliza bromuro y litio como absorbente y el agua como refrigerante.

Explicación:

Se rocía agua dentro de un evaporador en el que se mantiene un alto grado de vacío. Una parte del agua se evapora muy rápidamente y enfría la cantidad restante. El vapor de agua es absorbido por una solución de bromuro de litio --- existente en la cámara de absorción. La solución restante es después calentada en el generador para separar de dicha solución el agua que contiene evaporándola, la cual se condensa a continuación en el condensador y retorna al evaporador, con lo que el ciclo se completa.

En el esquema mostrado a continuación, se muestra la cámara de absorción parcialmente llena con solución de bromuro de litio. En la parte inferior derecha se localiza el -- evaporador con agua, en la tubería que conecta ambos intercambiadores se ha extraído el aire. El bromuro de litio comienza a absorber el vapor de agua; cuando éste es absorbido el agua hierve, generando más vapor y enfriando el agua restante.



ESQ. 2 SISTEMA DE REFRIGERACION POR ABSORCION

Como el agua se puede evaporar más fácilmente si es pulverizada, se utiliza una bomba para hacerla circular desde la parte inferior del evaporador hasta el pulverizador situado en la parte superior. Debajo de dicho pulverizador se encuentra el serpentín del evaporador; el agua contenida en los tubos del serpentín procede de los serpentines del equipo de acondicionamiento u otro equipo y es enfriada casi instantáneamente.

Si la solución de bromuro de litio está pulverizada, también absorbe más fácilmente el vapor de agua, por lo que se utiliza una bomba para hacerla circular desde la parte inferior de la cámara de absorción o absorbedor, hasta el pulverizador situado en la parte superior.

A medida que el bromuro de litio continúa absorbiendo vapor de agua, se diluye y su capacidad para absorber más vapor de agua disminuye. La solución diluída es bombeada al generador donde se aporta calor mediante vapor de agua u otro fluido caliente que circula por el serpentín del generador para hacer que el agua contenida en la disolución hierva. Por este medio la solución se concentra y es retornada a la cámara de absorción. Puesto que la solución diluída enviada al generador debe ser calentada y la solución concentrada que sale del mismo debe ser enfriada, se utiliza un intercambiador en-

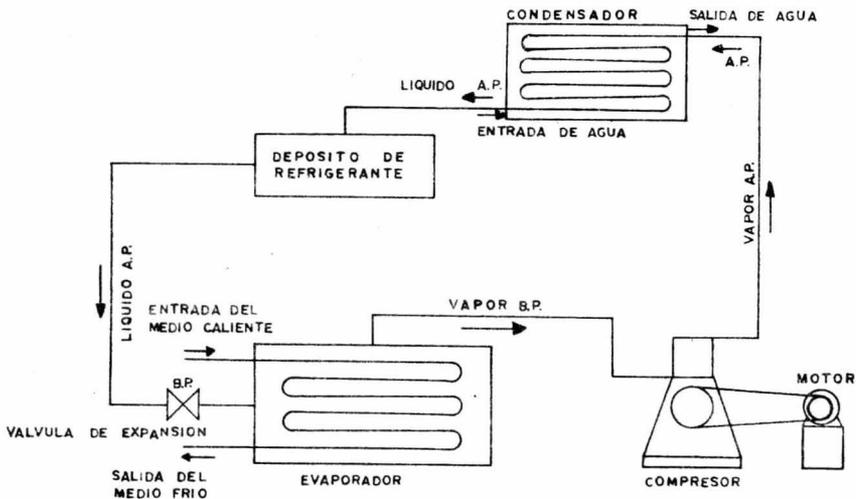
el circuito de la solución para evitar pérdidas de calor.

El vapor de agua de la solución existente en el generador pasa al condensador y al entrar en contacto con el serpentín del mismo, relativamente frío, se condensa, volviendo al evaporador, por lo que no hay pérdida de agua en el circuito. Antes de que el vapor de agua pase por los tubos del condensador, pasa por un haz de tubos situados en el absorbedor, aquí recoge el calor debido a la dilución y el calor de la condensación.

Ciclo mecánico de refrigeración

Así como cuando un sólido al cambiar su forma a estado líquido (o gaseoso) absorbe calor de sus alrededores o de otras fuentes, también un líquido al vaporizarse debe absorber calor. La refrigeración mecánica hace posible el control de la presión y de la temperatura de refrigerantes en ebullición y también hace posible usar repetidas veces el mismo refrigerante con poca o ninguna pérdida de éste.

En la figura siguiente se muestran los elementos de un sistema de refrigeración por compresión mecánica.



ESQUEMA 3

Explicación del diagrama.

En el evaporador, al vaporizarse el líquido refrigerante, absorbe calor de la salmuera (o del agua, o directamente del aire del espacio que va a ser enfriado), el vapor refrigerante de baja presión es forzado hacia el compresor, el cual eleva la presión y temperatura del vapor para entregarlo después al condensador. El refrigerante debe ser suficientemente comprimido para tener una temperatura de saturación mayor que la temperatura del medio usado para enfriarlo, de tal manera que se tenga disipación de calor en el condensador. -- Después de efectuada la eliminación de calor y la condensación en el condensador, el líquido refrigerante puede pasar a

un receptor o depósito para almacenamiento. El líquido refrigerante de alta presión pasa luego a través de la válvula de expansión, donde se efectúa un estrangulamiento hasta la presión que se tiene en el evaporador del sistema. Durante el paso a través de la válvula de expansión se enfría el líquido refrigerante a expensas de la evaporación de una parte del líquido. En un sistema de refrigeración, el valor de la presión baja que se tiene en el evaporador, es determinada por la temperatura que se desea mantener en el espacio enfriado. La presión alta en el condensador es determinada en última instancia por la temperatura disponible del medio enfriado, tal como agua de circulación o aire a la temperatura atmosférica.

B) CICLO DE REFRIGERACION

a) Expansión y Evaporación

El líquido refrigerante después de que ha salido -- del condensador (o del depósito de almacenamiento) entra a la válvula de expansión.

Esta válvula sirve para controlar el flujo y la caí da de presión del refrigerante, la temperatura y presión a -- las condiciones del condensador y evaporador. El proceso de -- estrangulamiento es un proceso adiabático sin producción de -- trabajo, en tal caso se demuestra facilmente mediante la si-- guiente ecuación que es una simplificación de la ecuación de energía, donde se han eliminado los términos fuera de orden:

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

Debido a que la energía cinética a la entrada y a -- la salida de la válvula de expansión raras veces difiere mu-- cho, se acostumbra despreciar dichos términos y la ecuación -- para la válvula de expansión se escribe como:

$$h_1 = h_2$$

Esta ecuación indica que en el proceso de estrangulamiento de la válvula de expansión la entalpía permanece --- constante.

Sin embargo, en la realidad se tiene que una cierta cantidad de refrigerante se evapora debido al efecto de la válvula de expansión, lo cual provoca además de una pérdida de líquido refrigerante, un enfriamiento del mismo refrigerante que llega al evaporador debido a que el refrigerante vaporizado por el efecto de la válvula toma calor del resto del refrigerante para poder cambiar de estado. Entonces la ecuación toma la siguiente forma:

$$h_{fl} = h_{fR} + xh_{fgR}$$

donde:

h_{fl} = entalpía del líquido refrigerante a la temperatura a la cual entra a la válvula de expansión en BTU/lb.

h_{fR} = entalpía del líquido a la presión del evaporador en BTU/lb.

h_{fgR} = calor latente del refrigerante a la presión del evaporador en BTU/lb.

x = título del refrigerante después de su paso por la válvula de expansión, expresado en forma decimal, también como libras (peso) de gas formado por libra de refrigerante.

En el evaporador, el líquido de la válvula de expansión se cambia a vapor y absorbe calor del espacio que está -

siendo enfriado. El calor absorbido aparece como un incremento de la entalpía del refrigerante. La ecuación representativa es:

$$Q_R = h_R - h_{fl}$$

donde:

Q_R = calor absorbido en el evaporador por libra de refrigerante.

h_R = entalpía del vapor que sale del evaporador en BTU/lb.

h_{fl} = entalpía del líquido refrigerante a la temperatura que llega a la válvula de expansión en BTU/lb.

b) Compresión

Para mantener una determinada presión en el evaporador, el compresor deberá extraer el vapor tan rápidamente como se vaya formando. Si la carga en el evaporador es pequeña, o sea que la diferencia de temperatura entre el medio enfriado y el evaporador es ligera, se necesitará evaporar poco refrigerante y la succión del compresor podrá causar una reducción en la presión del evaporador. Esta disminución de presión continuará hasta que la diferencia de temperaturas entre el espacio refrigerado y el evaporador, sea justamente la adecuada para generar suficiente vapor para suministrar un desplazamiento

miento efectivo en el pistón del compresor. Sí, por otra parte, la diferencia de temperatura es grande (carga excesiva) - se generará vapor muy rápidamente a una temperatura relativamente alta en el evaporador, y el compresor podrá estar sobre cargado. Las características de la transferencia de carga tér mica deben ser tales que no provoquen sobrecarga en el compre sor.

La compresión de un vapor a condiciones adiabáticas necesita trabajo mínimo, por realizarse isoentrópicamente (a-entropía constante). La compresión isoentrópica no es posible obtenerla con el equipo conocido, pero con ello se tiene una ba se para el cálculo del trabajo ideal para diferentes condicio nes de operación. Bajo esta base puede estimarse el trabajo - real. La entropía de un vapor se obtiene en tablas de propiedades de refrigerantes y también en diagramas de P - h (pre-- sión - entalpía).

El trabajo teórico de compresión (o isoentrópico), - se encuentra por:

$$W_T = h_D - h_R \text{ BTU/lb de refrigerante.}$$

donde:

h_D = entalpía a las condiciones de descarga.

h_R = entalpía del vapor que llega al compresor, su-
poniendo entropía (s) constante durante la com
presión hasta h_D .

c) Condensación

El condensador, ya sea que emplee agua o aire, debe eliminar idealmente el calor del refrigerante para cambiar el gas sobrecalentado que sale del compresor a líquido saturado o subenfriado. El condensador eliminará calor para cambiar el gas con entalpía h_D a líquido con entalpía h_A .

$$Q_c = h_D - h_A$$

Expresado de otra manera, el calor eliminado en el condensador es igual al calor absorbido a baja temperatura en el evaporador más el calor equivalente al trabajo entregado al refrigerante en el compresor

$$Q_c = Q_e + W. \text{ donde:}$$

Q_c = calor eliminado del refrigerante en el condensador en BTU/lb.

Q_e = calor absorbido por el refrigerante en el evaporador, en BTU/lb de refrigerante.

W = trabajo agregado al refrigerante por el compresor, en BTU/lb.

DIAGRAMAS DEL CICLO

El conocimiento del ciclo de compresión de vapor, requiere un estudio intenso, no solamente del proceso individual que constituye el ciclo, sino también de las relaciones-

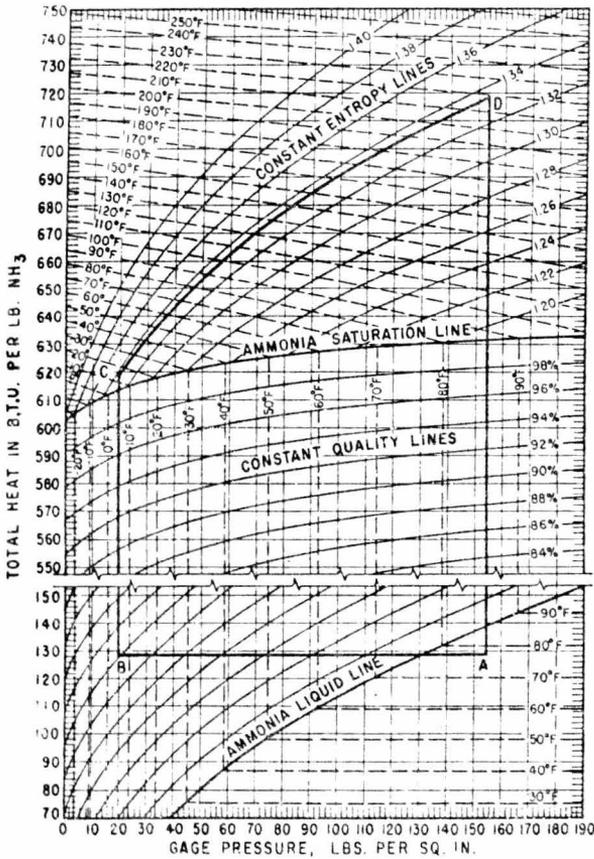
que existen en los diversos procesos. Lo anterior se simplifica grandemente utilizando diagramas y gráficas sobre las cuales puede ilustrarse gráficamente el ciclo completo. La representación gráfica del ciclo de refrigeración permite la consideración simultánea deseada de los diversos cambios en la condición del refrigerante, y que se presentan durante el ciclo, así como el efecto que tienen estos cambios sobre el ciclo, sin necesidad de recordar en todo momento los diferentes valores numéricos que intervienen en los diferentes problemas cíclicos.

Los diagramas que se usan frecuentemente en el análisis del ciclo de refrigeración, son: el diagrama presión -- entalpía ($P - h$) y el de temperatura - entropía ($T-s$). De los dos, el de presión - entalpía parece ser el más útil y el de más aplicación.

a) Diagrama presión - entalpía

La condición del refrigerante en un estado termodinámico cualquiera, se puede representar como un punto en una gráfica de $P-h$. Este punto en la gráfica representa la condición del refrigerante en un estado termodinámico en particular, la localización de un estado en particular puede efectuarse si se conocen dos propiedades del refrigerante. Una vez --

que se ha localizado el punto sobre la gráfica, todas las demás propiedades del mismo para este caso se pueden determinar directamente de la gráfica.



ESQUEMA 4

EXPLICACION DE LA GRAFICA

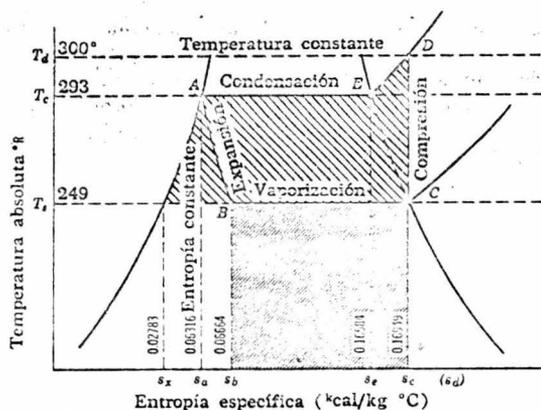
En el punto A, el amoniaco es un líquido a alta presión. De A a B por medio de la válvula de expansión hay -

una reducción de presión y temperatura. En B el refrigerante comienza a absorber calor. En C el refrigerante ha alcanzado la condición de gas saturado con algunos grados de sobrecalentamiento, dejando el evaporador y entrando al compresor.- De C a D es efectuado el trabajo mecánico de compresión con lo cual se incrementa la cantidad de calor, a la vez que la temperatura y la presión alcanzan sus valores más altos. En D el amoníaco gaseoso está en su estado de sobrecalentamiento, dirigiéndose posteriormente hacia el condensador de donde saldrá como líquido saturado en el punto A.

b) Diagrama temperatura - entropía

La principal ventaja de este tipo de diagramas es que las áreas mostradas representan cantidades de calor.

Aunque la mayoría prefiere los diagramas del tipo P-h, hay algunos que utilizan este diagrama para analizar el ciclo de refrigeración.



ESQUEMA 5

El proceso A-B es una expansión adiabática irreversible a través de la válvula de control de refrigerante. El proceso B-C es una vaporización isobárica e isotérmica en el evaporador. El proceso C-D es una compresión adiabática (isoentrópica) reversible en el compresor y los procesos D-E y E-A son el sobrecalentamiento y condensación efectuados en el condensador. Las temperaturas T_s , T_c y T_d son respectivamente: temperatura de succión absoluta, condensación absoluta y temperatura absoluta de descarga, mientras que s_a , s_b , s_c , s_d , s_e y s_x son las entropías específicas del refrigerante en varios puntos de estado. El área marcada por A-X-C-D-E-A re-

presenta la energía calorífica equivalente del trabajo de compresión adiabática. El área B-C-S_c-S_b-B representan el efecto refrigerante por libra.

La suma de las áreas A-X-C-D-E-A-y-B-C-S_c-S_d-B representan, el calor entregado en el condensador por libra.

MEDIDA DE LA EFICIENCIA

En un sistema de refrigeración se usa ampliamente - el criterio de Carnot (ciclo de Carnot) como una norma de comparación para evaluar el rendimiento de una máquina generadora de energía (turbina o motor). Para efectos de comparación- se considera al sistema ideal de refrigeración constituido como una máquina de calor invertida o bomba térmica. El crite--rio en esta forma convencional presupone dos niveles de temperatura constante para cambio de calor y dos procesos adiabáticos reversibles; para ninguno de los cuales es posible su realización completa.

La eficiencia de Carnot para una máquina térmica es está expresada como:

$$E = \frac{Q_c - Q_r}{Q_c} = \frac{T_c - T_r}{T_c}$$

donde:

T_c = Temperatura mayor en el sistema

Q_c = Calor intercambiado a T_c

T_r = Temperatura menor en el sistema

Q_r = Calor intercambiado a T_r

Para los sistemas de refrigeración (bomba térmica) la eficiencia anterior tiene poco significado, siendo conveniente introducir el término coeficiente de economía (CP). El coeficiente de economía para cualquier sistema de refrigeración sea ideal o, real, está expresado como la refrigeración producida dividida por el trabajo necesario para producirla. Así

$$CP = \frac{Q_r}{W}$$

en base de Carnot (ideal) Q_r/W aparece como:

$$CP = \frac{Q_r}{Q_c - Q_r} = \frac{T_r}{T_c - T_r}$$

C) REFRIGERANTES PROPIEDADES

Un refrigerante es una sustancia o cuerpo, que actúa como un agente enfriador por medio de absorción de calor de otro cuerpo. Con relación al sistema de compresión, el refrigerante es el vehículo por medio del cual se absorbe calor o se retira también del sistema. Para ser adecuadamente usado un refrigerante en un ciclo de compresión, éste fluido deberá poseer ciertas propiedades químicas, físicas y termodinámicas que le permitan reunir en el mayor grado posible tres factores muy importantes como son:

- A) Eficiencia
- B) Seguridad
- C) Economía

No existe un refrigerante ideal y aún cuando se encontrase alguna sustancia química ideal, como refrigerante, no podría cubrir todas las necesidades para las diferentes aplicaciones en los sistemas de refrigeración. Pero debe procurarse que al seleccionar el refrigerante, éste posea las más de las siguientes características:

1) No tener presiones de condensación excesivas, de tal modo que no sea necesario tener instalaciones reforzadas.

2) Bajo punto de ebullición a la presión atmosférica

ca, de tal modo que el sistema no necesite operar a condiciones de vacío con la posibilidad de entrada de aire al sistema.

3) Alta temperatura crítica. Es imposible licuar - (condensar) un vapor que tiene una temperatura mayor que la temperatura crítica, no importa que tanto sea de elevada la presión.

4) Alto calor latente de vaporización. Mientras -- más alto sea el valor del calor latente, se necesitará circular menor cantidad de refrigerante por minuto por unidad de capacidad.

5) Bajo calor específico del líquido. Esta es una característica deseable ya que se estrangula el líquido en la válvula de expansión y el líquido refrigerante debe ser enfriado a expensas de la vaporización parcial.

6) Bajo volumen específico del vapor. Esto es ----- esencial en maquinaria reciprocante, pero no es tan importante con máquinas centrífugas.

7) Ausencia de acción corrosiva sobre los metales usados como contenedores del refrigerante.

8) Estabilidad química.

9) Inflamabilidad y explosividad. El refrigerante debe poseer en el menor grado posible estas dos propiedades.

10) Toxicidad. El refrigerante no debe ser tóxico -- a los pulmones, ojos y en general a la salud, lo que es muy--

importante en las instalaciones.

11) Fugas. Las fugas deben ser fácilmente localizables por olores o por indicadores apropiados.

12) Bajo costo.

13) Miscibilidad. La acción del refrigerante sobre los lubricantes debe ser tal que no perjudique las válvulas.

14) Debe poseer un alto coeficiente de transferencia de calor y a la vez un bajo valor de viscosidad.

15) El punto de congelación del líquido deberá ser apreciablemente menor para cualquier temperatura a la cual deba trabajar el evaporador.

16) Para las relaciones de compresión usadas, es conveniente tener temperaturas bajas en la descarga del compresor, para evitar posible descomposición y deterioro del refrigerante.

Es necesario entrar en más detalle con algunos de los puntos anteriormente descritos.

SEGURIDAD

Ordinariamente las propiedades de seguridad del refrigerante son la consideración principal en su selección. Es por ésta razón que algunos fluidos, que por otra parte podrían ser deseables como refrigerantes, sólo se usan en forma

limitada.

Para ser adecuado como refrigerante, el fluido debe rá ser químicamente inerte, en el sentido de que sea no infla mable, no explosivo y no tóxico, tanto en estado puro como -- mezclado en cualquier proporción con el aire. Además, el flui do no debe reaccionar desfavorablemente con el aceite lubri-- cante, o con cualquier material que se use normalmente en la construcción del equipo de refrigeración. Por último es deseable que el fluido sea de naturaleza tal que no contamine a -- los alimentos u otros productos alimentados, en el caso de -- que se produzca una fuga en el sistema.

TOXICIDAD

Puesto que todos los fluidos, salvo el aire, son tóxicos en el sentido de que causan sofocación cuando se presen tan en concentraciones bastante altas la toxicidad de los re frigerantes usados más comunmente, ha sido probada por los la boratorios NATIONAL FIRE UNDERWRITERS. Como resultado, los di versos refrigerantes se separan en seis grupos, de acuerdo -- con su grado de toxicidad, disponiéndose estos grupos en or-- den descendiente.

Los que incluye el grupo uno, son altamente tóxicos y capaces de causar la muerte) por otra parte los clasifica--

dos en el grupo seis, son sólo ligeramente tóxicos, capaces de causar efectos dañinos en concentraciones relativamente elevadas.

INFLAMABILIDAD-EXPLOSIVIDAD

Por lo que respecta a este punto, la mayor parte de los refrigerantes de uso común, no son altamente inflamables ni explosivos. El amoniaco es ligeramente inflamable y explosivo cuando se mezcla en proporciones exactas con el aire.

El código americano de seguridad para refrigeración mecánica, señala detalladamente las condiciones y circunstancias bajo las cuales pueden utilizarse los diversos refrigerantes.

HUMEDAD

Es un hecho establecido que la humedad se combinará en grados variables con la mayor parte de los refrigerantes de uso común, causando la formación de compuestos altamente corrosivos que reaccionarán con el aceite lubricante y con otros materiales en el sistema. Esta acción química resulta generalmente en corrosión a válvulas, sellos, empaques, paredes de cilindros y otras superficies.

Aún cuando no es posible que exista un sistema de-

refrigeración totalmente libre de humedad, la buena práctica en refrigeración requiere que el contenido de humedad en el sistema se mantenga en un nivel inferior al que produzca efectos dañinos en el sistema. El nivel mínimo de humedad que produce efectos dañinos en el sistema refrigerante, no está claramente definido y varía considerablemente dependiendo de la naturaleza del refrigerante, calidad del aceite lubricante y a las temperaturas de operación del sistema; en particular la temperatura de descarga del compresor.

Puesto que la capacidad que tiene un refrigerante determinado, para retener humedad en solución, disminuye al disminuir la temperatura, resulta que el contenido de humedad en los sistemas de baja temperatura debe mantenerse a un nivel muy bajo, para evitar la congelación. Por lo tanto, la corrosión por humedad en sistemas de baja temperatura generalmente es mínima.

MISCIBILIDAD

Puesto que la única razón de la presencia del aceite en el sistema es la de lubricar al compresor, es evidente que el aceite cumplirá su cometido mejor, cuando se confina al compresor y no se permite que circule con el refrigerante en otras partes del sistema.

Sin embargo, puesto que con pocas excepciones el refrigerante entra inevitablemente en contacto con el aceite del compresor, una cierta cantidad de aceite en forma de pequeñas partículas, serán atrapadas en el vapor refrigerante y arrastradas a través de las válvulas de descarga. Si el aceite no se separa del vapor en este punto, pasará al condensador y al receptor de líquido, de donde será arrastrado al evaporador - por el refrigerante líquido.

El grado de dificultad que se experimenta para regresar el aceite al depósito, depende principalmente de tres factores: (1) la miscibilidad del aceite en el refrigerante, (2) tipo de evaporador usado y (3) temperatura del evaporador.

Cuando se emplea un refrigerante miscible en aceite, el problema se simplifica considerablemente por el hecho de que el aceite permanece en solución con el refrigerante; esto permite que el aceite sea arrastrado en el sistema por el refrigerante y subsecuentemente regresado al depósito a través de la línea de succión.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS REFRIGERANTES MAS UTILIZADOS.

AMONIACO

El amoniaco es el único refrigerante fuera del gru-

po de los fluorocarburos, que se usa extensamente en la actualidad. Aún cuando el amoníaco es tóxico, y además algo inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones, sus excelentes -- propiedades térmicas lo convierten en un refrigerante ideal -- para plantas de hielo, empacadoras, almacenes frigoríficos de gran tamaño, en que se tiene personal especializado en la -- atención de las instalaciones, y en donde su naturaleza tóxi- ca tiene pocas consecuencias.

El amoniaco tiene el efecto refrigerante más eleva- do por unidad de peso que cualquiera otro. Lo anterior, combi- nado con un volumen específico moderadamente bajo en el esta- do de vapor, hace posible una capacidad de refrigerante eleva- da, con un desplazamiento de pistón relativamente pequeño.

El punto de ebullición del amoniaco a la presión at- mosférica es -33°C . Las presiones en el evaporador y en el -- condensador a las condiciones de carga normales de -15°C y -- 30°C son de 1.34 atm. y 10 atm respectivamente, que son mode- radas, de manera que puedan usarse materiales ligeros en la -- construcción del equipo de refrigeración.

Aún cuando el amoniaco anhidro puro, no es corrosi- vo a los metales que se emplean normalmente en los sistemas -- de refrigeración, en presencia de la humedad el amoniaco se -- hace corrosivo para los metales no ferrosos, por ejemplo; co- bre y latón. Es obvio entonces que estos metales no deben ---

usarse nunca en sistemas de amoniaco.

El amoniaco no es miscible con el aceite, y por lo tanto no diluye al aceite de la caja del cigueñal. Sin embargo, deben tomarse precauciones para la remoción del aceite del evaporador y debe emplearse un separador de aceite en la línea de descarga de todos los sistemas de amoniaco.

Los sistemas de amoniaco pueden probarse por fugas con velas de azufre, que entregan un humo blanco denso en presencia del vapor de amoniaco, o aplicando una solución jabonosa gruesa cerca de las juntas de tubos y en este caso se indica una fuga por la aparición de burbujas en la solución.

DICLORODIFLUOROMETANO (CCl_2F_2).

El refrigerante 12 conocido comunmente como freón - 12 es por mucho margen el refrigerante que más se emplea en la actualidad. Es completamente seguro, no tóxico, no inflamable ni explosivo. Además, es un compuesto altamente estable - difícil de disociar aún bajo condiciones de operación extremas.

El hecho de que condense a presiones moderadas y bajo condiciones atmosféricas normales, tenga una temperatura de ebullición de -29°C , lo hace un refrigerante adecuado para aplicaciones de temperatura alta, media y baja; utilizando --

los tres tipos existentes de compresores.

Este refrigerante es miscible en aceite bajo todas las condiciones de operación, simplificando el problema de retorno del aceite, con lo cual tiende a aumentar la eficiencia y capacidad del sistema.

Aún cuando su efecto refrigerante por unidad de peso es relativamente pequeño, comparado con el de los demás refrigerantes, esto no representa una seria desventaja; de hecho en sistemas de pequeña capacidad su mayor peso constituye una ventaja decisiva, ya que permite un mejor control del líquido. Para grandes capacidades de refrigeración la desventaja de un valor bajo de calor latente queda compensada hasta cierto punto por una alta densidad del vapor, de manera que, el desplazamiento del compresor requerido por tonelada de refrigeración, es muy cercano al del amoníaco.

MONOCLORODIFLUOROMETANO (CClHF_2).

El refrigerante 22 o freón 22, tiene un punto de ebullición de -41°C a la presión atmosférica. Desarrollado principalmente como un refrigerante de baja temperatura, se usa mucho en sistemas comerciales e industriales, pudiendo alcanzar temperaturas hasta de -87°C .

Aunque es miscible con aceite a temperaturas ordinarias de condensación, se separa frecuentemente del acei--

te en el evaporador. Sin embargo, no presenta dificultad del retorno del aceite cuando se ha diseñado correctamente tanto el serpentín, como la tubería de succión.

La principal ventaja de este refrigerante en relación al número 12, es el menor desplazamiento requerido por el compresor siendo aproximadamente el 60% del requerido por el freón 12. De aquí, que para un desplazamiento dado del compresor, la capacidad de refrigeración es aproximadamente un 60% mayor con el refrigerante 22 que con el refrigerante 12.- También, las tuberías de refrigerante son usualmente más pequeñas para el freón 22 que para el 12. Para temperaturas de evaporación entre (-34°C y -40°C), se tiene una ventaja más, - las presiones en el evaporador a estas temperaturas son superiores a la atmosférica para el refrigerante 22, mientras que para el 12 son inferiores.

Por último su capacidad para absorber humedad, hace difícil que se presenten problemas de congelación en el sistema.

TABLAS COMPARATIVAS DE LOS REFRIGERANTES MAS IMPORTANTES
CON SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES

TABLA No. 9

SEGURIDAD RELATIVA DE LOS REFRIGERANTES
Sistema métrico decimal

Refrigerante	Clasificación de grupo según Safety Code ASAB9	Número de grupo de Naf'l Fire Underwriters	Refrigerante en aire			Productos de descomposición por Flama		Límites de inflamación o explosión Concentración en aire
			Duración de exposición (h)	% Por vol	Kg/1000 m ³	Duración de exposición (min)	% por vol.	% por vol.
Metano	3 ¹	+5						4.9-15.0
R-14	1 ¹	6 ¹						No infl.
Etileno	3 ¹	+5						3.0-25.0
Oxido nitroso			8	0.0025				No infl.
R-13	1 ¹	6 ¹						No infl.
Etano	3	5	2	37.4-51.7				3.3-10.6
Bióxido de carbono	1	5	1/2 a 1	29-30	0.531 - 0.55			No infl.
Kulene-131	1 ¹	6 ¹						No infl.
Propane	3	5	2	37.5-51.7	0.68 - 0.94			2.3-7.3
R-22	1	5A				16	1.0	No infl. ²
Amoniaco	2	2	1/2	0.5-0.6	0.0035-0.0041			16.0-25.0
Carrene-7	1	5A	2	19.4-20.3	0.804 -0.838	25	1.1	No infl.
R-12	1	6	2	28.5-30.4	1.42 -1.53	20	1.0	No infl.
Cloruro de Metilo	2	4	2	2-2.5	0.042 -0.053	30	2.4	8.1-17.2
Isobutano	3	+5						1.8-8.4
Bióxido de azufre	2	1	1/12	0.7	0.019			No infl.
Butano	3	5	2	37.5-51.7				1.6-6.5
R-114	1	6	2	20.1-21.5	1.45 -1.55	15	1.0	No infl.
R-21	1		1/2	10.2	0.434			No infl.
Cloruro de etilo	2	4	1	4.0	0.108	18	2.0	3.7-12.0
R-11	1	5	2	10	0.57	5	1.0	No infl.
Formiato de metilo	2	3	1	2-2.5 5.1-5	0.050 -0.063			4.5-20.0
Cloruro de metileno	1	4A	1/2	5.1-5.3	0.171 -0.188	20	1.0	No infl.
R113					0.375 -0.405	16	1.2	No infl.
Bicloro-etileno	1	4	1	4.6-5.2				
	2	4	1	2-2.5	0.0805-0.106	5	2.1	5.6-11.4

- 1 No oficial
- 2 Inflamable ligeramente, pero considerado prácticamente no inflamable
- 3 A conejillos de Indias
- 4 Concentración inicial.

Del ASRE Data Book, Design Volume, Edición 1957-58, con permiso de la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

TABLA 10 COMPORTAMIENTO COMPARATIVO DE REFRIGERANTE CARACTERÍSTICAS BÁSICAS EN 14°C EVAPORACION Y 30°C CONDENSACION

Refrigerante	Símbolo químico	Peso molecular	Temp. de ebullición a 0 °C	Temp. de Cong. a 0 °C	Temp. crítica °C	Presión crítica kg/cm ²	Presión del evaporador a -15.0°C kg/cm ²	Presión de condensación a 30°C kg/cm ²	Relación de comp. a 30°C -15.0°C kg/cm ²	Efecto refrig. por m ³ de líquido de Refrig. que circula a 30°C -15.0°C kg/m ³	Volumen del gas específico por ton de vapor a 30°C -15.0°C m ³ /kg	Desplazamiento del compresor por ton de vapor a 30°C -15.0°C m ³ /min	Coef. de operación a 30°C -15.0°C	Temp. del compresor en la descarga °C
Aire		28.95	-107.3	-140.4	20.45	0	4.13	5.00	15.8	3.19	0.73	2.5636	3.10	1.67
Metano	CH ₄	16.03	-162.0	-102.5	47.32	1								
Refrigerante 14	CF ₂	68.00	-129.0	-100.9	45.6	38.13	1							
Etileno	C ₂ H ₄	28.03	-103.7	-103.7	9.4	51.45	28.11	1						
Etano	C ₂ H ₆	30.04	-88.6	-174.0	32.2	49.79	15.56	46.48						
Oxido nitroso	N ₂ O	44.01	-89.2	-80.9	36.1	73.82	20.69	64.84	3.03	47.3	1.07	1.2844	0.17	20.56
Refrigerante 13	CCl ₂ F ₂	101.00	-81.7	-167.4	23.9	39.40	12.45	1		0				
Lixido de carbono	CO ₂	44.00	-78.9	-59.4	31.1	75.31	22.32	72.49	3.15	30.8	1.04	3.0145	0.010	29.60
Refrigerante 13B1	CCl ₂ Br	148.84	-59.4	-143.1	67.8	41.27	4.44	17.37	3.36	10.23	3.11	2.2333	0.023	81.92
Propileno	C ₃ H ₆	42.08	-46.3	-164.2	91.7	46.91	2.60	11.74	3.51	66.11	0.429	1.1085	0.16	94.33
Propano	C ₃ H ₈	44.06	-42.3	-160.8	91.4	46.51	1.61	9.68	3.70	67.22	0.749	1.6650	0.15	127.40
Refrigerante 22	CHClF ₂	86.40	-40.0	-153.6	80.1	50.34	1.89	11.24	4.03	30.50	1.31	1.2297	0.078	112.14
Amoniaco	NH ₃	17.03	-33.3	-77.7	152.6	116.49	1.38	10.60	4.94	203.6	0.154	353.6	0.51	107.16
Refrigerante 502	F	69.29	-34.3	-157.7	104.8	41.35	1.15	7.97	4.12	33.9	1.43	1.4536	0.075	154.62
Refrigerante 12	CCl ₂ F ₂	120.9	-30.6	-157.9	111.0	40.92	0.83	6.65	4.07	26.4	1.78	1.5110	0.023	106.68
Cloruro de metilo	CH ₃ Cl	50.48	-21.5	-67.8	142.6	68.11	0.46	5.62	4.49	83.4	0.694	737.6	0.279	105.34
Isobutano	C ₄ H ₁₀	58.12	-12.0	-147.4	131.2	37.75	85.62*	3.15	4.51	61.9	0.613	1.6116	0.359	359.23
Etóxido de sulfuro	SO ₂	64.03	-10.0	-75.0	197.0	80.59	149.60*	3.61	5.61	76.6	0.610	479.8	0.590	219.15
Fluoroduro	CHF ₃	70.05	-6.7	-67.8	158.5	76.07	251.40*	3.39	6.13	163.0	0.269	603.7	0.570	110.68
Butano	C ₄ H ₁₀	58.12	0.0	-131.3	162.0	36.68	335.20*	1.69	5.07	71.4	0.700	1.3692	0.623	493.45
Refrigerante 114	CCl ₂ F ₂	179.94	3.3	-51.7	145.4	33.33	469.0*	1.85	6.48	21.04	2.11	1.6072	0.963	616.83
Refrigerante 21	CH ₂ Br ₂	187.83	6.0	-131.3	178.1	62.73	497.7*	1.10	5.73	49.7	1.62	824.4	0.570	634.39
Cloruro de metilo	CH ₃ Cl	64.72	12.2	-151.7	168.7	53.71	629.7*	0.87	5.63	79.1	0.658	899.2	1.03	733.14
Etóxido	CH ₃ CH ₂ O	45.03	16.7	-81.7	163.1	57.39	596.7*	0.70	7.40	125.3	0.564	6.2850	2.02	1.2016
Refrigerante 11	CCl ₂ F	137.26	23.9	-111.0	160.1	44.64	609.6*	0.25	6.21	37.5	1.31	1.0102	0.768	1.1314
Formaldehído de metilo	CH ₂ O	69.01	52.2	-69.4	214.2	42.68	693.6*	40.64*	7.74	105.1	0.591	539.4	3.01	1.806
Fluoruro	CH ₂ F ₂	74.03	35.0	-115.0	270.0	20.77	613.3*	121.5*	8.90	70.2	0.717	1.1317	8.16	1.7237
Metano (Cloruro)	CH ₂ Cl ₂	84.93	40.6	-69.7	248.6	47.11	701.6*	241.3*	8.60	74.8	0.670	5.74	3.11	2.3144
Refrigerante 113	CCl ₂ F ₂	187.59	47.2	-35.0	214.7	34.60	703.7*	333.1*	8.02	29.8	1.69	1.1557	1.69	3.1397
Dióxido de nitrógeno	N ₂ O	44.01	47.8	-58.7	213.0	55.69	716.8*	401.3*	8.42	63.5	0.795	690.0	3.67	3.4639
Tricloruro	CCl ₃ F	131.37	86.1	-66.7	276.8	81.19	751.8*	635.5*	11.65	60.9	0.789	759.9	14.31	15.6370
Agua (44°C y 30°C)	H ₂ O	18.02	100.0	0.0	374.0	226.01	753.3*	726.4*	5.06	569.6	0.638	89.2	77.65	14.8992

* En litros de mercurio, vacío.
 † Escala Anatómica de Geeston 100 (CH₂CHF₂) y Freon-12 (CCl₂F₂).
 ‡ Sobre la crítica.

Tomado de ASRE Data Book, Design Volume Edición 1957-1958, con permiso de la American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers.

C A P I T U L O I V

CALCULO DE LA CAMARA DE REFRIGERACION

- A) GENERALIDADES
- B) EXPLICACION DEL SISTEMA DE CONGELACION A UTILIZAR
- C) CALCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACION EN EL BARCO:
 - 1) Conceptos básicos
 - 2) Balance térmico
- D) SELECCION DE EQUIPO Y ACCESORIOS
- E) DIAGRAMA DE INSTALACION
- F) ANALISIS DE COSTOS



QUIMICA

C A P I T U L O I V

CALCULO DE LA CAMARA DE REFRIGERACION

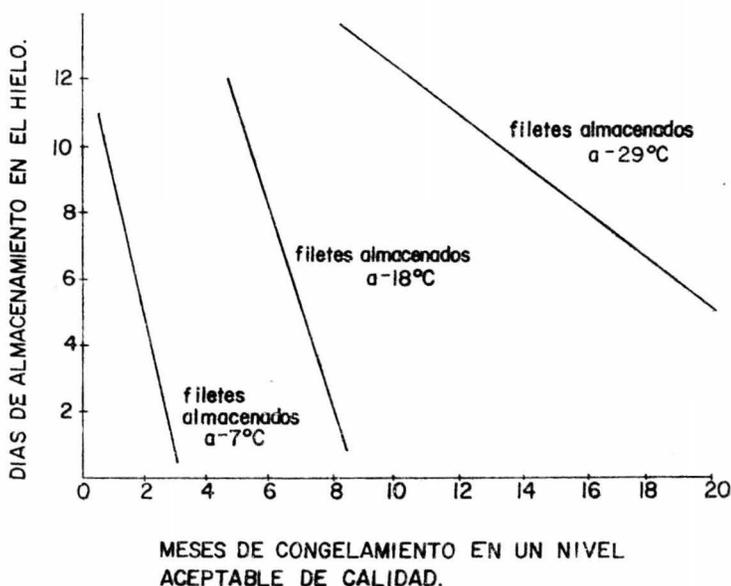
A.- GENERALIDADES

La estabilidad de los productos de congelamiento es altamente influenciada por la composición biológica del producto y por la calidad del material fresco antes de ser congelado:

Una baja calidad en el atún fresco y en general en todas las especies de pescados y mariscos utilizados para congelamiento, dá como resultado un desproporcional decrecimiento en el tiempo de vida de almacenamiento del producto congelado.

Esto puede ser más claro y objetivo por medio de la siguiente gráfica. En ella se muestra el enorme efecto que tiene un almacenamiento preliminar con hielo, en los filetes de pescado y su repercusión, en el tiempo de vida de congelamiento efectuado posteriormente. Se puede observar además, que el producto puede satisfactoriamente ser conservado en una cámara de congelación por un período de hasta dos años en una temperatura de -29°C (-20°F), siempre y cuando el período de contacto con el hielo no fuera más de dos, o tres días. Por otro lado, el período de vida fué sólo de ocho o diez meses cuando el tiempo de contacto con el hielo fué prolongado-

hasta catorce días. Por lo tanto, se puede concluir que la --
 ventaja de una temperatura baja, sólo puede obtenerse cuando--
 el producto es congelado lo más pronto posible, después de --
 que ha sido atrapado.



ESQ.6

Todas las especies de pescado cuando son congeladas sufren cambios notables en su calidad, si están sujetos a tener contacto con el aire. Esto es debido, a que el aire que rodea al pescado posee una presión de vapor y humedad más baja que el producto, y por lo tanto, actúa como una esponja absorbiendo humedad. Esta pérdida se traduce como una deshidratación que a su vez provoca una textura fibrosa de los te-

idos, decoloración, malos olores y sabores. En el caso específico del atún, además de lo anterior tiene especial interés la oxidación que provoca el aire al estar en contacto con el producto, debido a que este fenómeno se presenta en los aceites del atún provocando todas las anomalías ya antes mencionadas del producto. El tiempo de almacenamiento, entonces puede ser más prolongado, en la medida que la deshidratación y la oxidación sean controladas.

En el caso del atún, éste puede ser controlado por medio del sistema de INMERSION EN SALMUERA (el cual será detallado en el siguiente punto) que además de proteger al atún de la deshidratación y la oxidación, ayuda al sistema de refrigeración a alcanzar temperaturas más bajas en el menor tiempo posible.

Existen además otros sistemas para controlar estos fenómenos que son:

a) **EMPAQUETADO.**- Consiste básicamente en envolver el pescado con un material que lo aisle de su contacto con el aire. El material utilizado deberá reunir las siguientes características:

1) **ALTO COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CALOR.**- Esto permitirá al sistema de refrigeración congelar al producto lo más rápido posible.

2) **POCO ABSORBENTE.**- Debido a que esto provocaría-

la pérdida de humedad del producto, por tanto no estaría cumpliendo con una de las finalidades primordiales de su utilización.

3) RESISTENCIA.- Esta es una propiedad muy deseable, porque a menudo el producto será almacenado colocando uno encima de otro. Por consiguiente el material deberá resistir el peso, con el fin de no maltratar al producto.

GLAZEADO.- Su función es proveer de una capa continua que se adhiera al producto y poder entonces retardar tanto la pérdida de humedad como la oxidación. Este proceso se aplica principalmente a pescados enteros o también a desviceados. Su forma de aplicación puede ser por medio de goteo o por medio de espreas.

Aunque muchos tipos de glazeado han sido introducidos últimamente, el realizado por medio de hielo es considerado todavía como el único de importancia comercial.

B) EXPLICACION DEL SISTEMA DE CONGELACION A UTILIZAR

INTRODUCCION.- El sistema de congelación por medio de salmuera (NaCl) data desde 1913, año en el cual estan registradas las primeras informaciones de su existencia, pero realmente fué en 1938 cuando éste sistema empezó a ser utilizado por la mayoría de las embarcaciones dedicadas a la pesca del atún en la costa de California. En esta época fué cuando comenzó a tomar importancia el sistema, debido a que los barcos atuneros que normalmente pescaban cerca de sus puertos, se vieron de pronto en la necesidad de realizar viajes cada vez más largos por causa de la creciente demanda del atún por parte de los consumidores. Esto trajo como consecuencia inmediata, que los sistemas de refrigeración para la conservación del atún utilizados hasta entonces ya no ofrecían seguridad para mantener una adecuada calidad del producto. Estos sistemas utilizaban hielo el cual era vertido en tinajas, donde previamente se había depositado el atún atrapado; posteriormente empezaron a utilizar serpentines de expansión de amoniaco para remover el calor del atún y evitar de ésta forma la fusión del hielo; pero este sistema resultaba muy poco práctico, sobre todo cuando los viajes eran muy prolongados.

Ha sido ampliamente comprobado que para cada especie de pescado o marisco, el sistema de refrigeración a utilizar es diferente. En el caso del atún, la mayoría es cocinado y -

enlatado posteriormente. La experiencia recabada de estos dos hechos a demostrado a través del tiempo, que el sistema de -- congelación con salmuera, es el que ofrece la mayor garantía en la conservación del producto.

El congelamiento por inmersión directa en salmuera a bajas temperaturas, fué el comienzo de la congelación rápida. Debido a que los líquidos son buenos conductores de calor, un producto puede ser congelado rápidamente por inmersión directa en líquidos de baja temperatura, tales como salmuera de NaCl, Ca Cl₂ y soluciones de azúcar.

Las ventajas que éste sistema ofrece son las siguientes:

a) Tiene la propiedad de inhibir la vida bacteriana, cuando existe una concentración de más de 4% de sal en solución en los tejidos del atún, retarda las descomposiciones de tipo bacterial y autolítica. Cuando la sal en solución alcanza una concentración de un 20%, la descomposición procede tan lentamente que no hay casi peligro de descomposición, excepto que el almacenamiento sea prolongado a elevadas temperaturas.

b) Hay un contacto perfecto entre el medio refrigerante (salmuera) y el producto, por lo cual, la velocidad de transferencia de calor es muy alta.

c) El atún congelado con una capa de salmuera, ---

permite al producto conservar el color y saber durante el --- tiempo de almacenamiento.

d) La salmuera es comestible y capaz de alcanzar - temperaturas de -18°C sin sufrir congelamiento.

c) La salmuera es mucho mejor conductor del calor- que el aire y posee un calor específico muy grande, por lo -- tanto para cualquier temperatura de congelamiento, la salmue- ra congelara mucho más rapido que el aire.

f) Este sistema fué diseñado para resolver el pro- blema que representa, la remoción de calor del atún, debido a que la forma de su cuerpo presenta un serio obstáculo para la transmisión de calor.

También el sistema presenta desventajas; las princi- pales son:

a) Cuando el atún está en contacto con la salmuera por largos períodos, arriba de su temperatura de congelación, le imparte un sabor salino.

b) La penetración de sal que sufre el atún, actúa- desnaturalizando las proteínas del músculo.

Estas desventajas afortunadamente pueden ser reduci- das a un mínimo razonable, tomando sumo cuidado de que la tem- peratura de la salmuera al entrar en contacto con el atún, -- sea lo más baja posible hasta donde el límite operacional lo-

permita. Además este sistema de congelamiento, es usado casi exclusivamente cuando el atún va a ser posteriormente enlatado; por lo que, el efecto de salado no es una condición objectionable a este proceso.

DESARROLLO.- La mayoría de los barcos atuneros modernos de gran capacidad, están provistos de este tipo de congelamiento por medio de salmuera; él cual les permite realizar largos viajes y a la vez poder conservar al atún en un rango de calidad óptimo.

La descripción y las ilustraciones que a partir de ahora serán detalladas, han sido tomadas de un barco atunero con una capacidad de 546 Ton. métricas (600 Short. Ton.) de carga. El barco alberga esta cantidad de producto por medio de 14 cámaras de congelación, cada una con una capacidad promedio de 39 Ton. M. (43 Sht. T.), su volumen también promedio es de 48.75m^3 (1720 cuft). Estas cámaras se encuentran distribuidas a todo lo largo del barco, en dos hileras de 7 cámaras cada una.

En la siguiente hoja se muestra una vista en planta del barco, donde se puede apreciar la ubicación de las cámaras.

Cuando el barco se acerca a las áreas de pesca, las cámaras que van a alojar el atún, son llenadas casi completa-

mente con agua de mar. En ese momento los serpentines de refrigeración son puestos a trabajar con el fin de enfriar el agua hasta una temperatura de -1.1°C . Algunas veces debido a que el ritmo de la pesca es muy lento, pueden pasar dos o tres semanas antes de que la cámara pueda ser llenada completamente; con lo cual el atún atrapado primeramente será conservado por algún tiempo en condiciones desfavorables.

Cuando el atún es atrapado por las redes del barco, de inmediato es depositado en la cubierta, donde recibe un baño con agua de mar; esto cumple con dos finalidades:

a) La de lavar al atún, con el fin de limpiarlo de la sangre y vómito que arroja durante su muerte.

b) La de reducir un poco su temperatura interna -- que normalmente es de 36°C .

Una vez efectuada esta operación, el atún es vertido a las cámaras previamente cargadas con agua de mar que en este momento se deben de encontrar a una temperatura de -1.1°C . El transporte de la cubierta a la cámara es efectuado por medio de conductos de acero, que comunican a la cubierta con la parte superior de cada una de las cámaras. El atún ya en las cámaras es enfriado hasta que alcance la misma temperatura del agua.

Conforme la captura va avanzando, el agua de mar va



ESQ.7 VISTA EN PLANTA DE LOCALIZACION DE LAS CAMARAS EN EL BARCO

siendo deshalojada, hasta que la cámara sea llenada a su capacidad máxima de trabajo. Una vez que el agua de mar es retirada por completo de la cámara; se agrega sal (NaCl) la cual es gradualmente disuelta por el agua de mar que es nuevamente introducida a la cámara. La cantidad de sal agregada es de aproximadamente 45 Kg. por tonelada de atún; de esta forma se prepara la salmuera, que será utilizada en la siguiente etapa de refrigeración.

La salmuera es enfriada hasta -9.4°C , esto normalmente toma de dos a tres días, dependiendo del tamaño del atún, la cantidad de carga y de la capacidad del sistema de refrigeración disponible. Es muy importante en esta etapa, que mientras no se alcance la temperatura fijada, la salmuera este recirculándose permanentemente, con el fin de que los serpentines puedan absorber el calor ganado por la salmuera. Una vez que la temperatura de -9.4°C es alcanzada, la salmuera es retirada de la cámara y los serpentines son cargados con más refrigerante con el fin de lograr alcanzar una temperatura de -12.2°C , es en esta etapa cuando se logra la congelación del producto. El retiro de la salmuera es con el propósito de evitar acumulaciones de ésta, tanto en el atún como en las paredes de la cámara, donde se localizan los serpentines de refrigeración. Se debe tener mucho cuidado de que la con-

centración de la salmuera sea menor a un 20%, porque de lo -- contrario, la salmuera cristalizará al momento de que la temperatura de congelación sea alcanzada, y por consiguiente no podrá ser retirada de las cámaras, provocando las acumulaciones.

Setenta y dos horas antes de que el barco llegue a puerto, el atún es descongelado por medio de bombeo de agua de mar y recirculación constante de la misma. El descongelamiento puede ser parcial o total dependiendo de los requerimientos de los centros de enlatado.

SISTEMA DE REFRIGERACION.- El refrigerante utilizado en este proceso, es el freón 22 (Monocloro difluorometano) el cual circula por medio de los serpentines localizados en todas las caras de cada una de las cámaras. Los serpentines son operados por expansión directa del freón, empleando combinaciones de válvulas de expansión tanto manuales, como automáticas, para el control adecuado del refrigerante.

Cada uno de los serpentines, es conectado a tres tuberías de succión; las cuales están provistas de válvulas de expansión, estas tuberías se conectan a su vez a unas trampas de líquido, que tienen como finalidad dar protección al compresor. Este tipo de arreglo permite al sistema de refrigeración ser muy flexible, ya que cuando los requerimientos de refrigeración sean mínimos, podrá operar un solo compresor, así-

como cuando la demanda sea máxima, todos los compresores trabajarán al mismo tiempo.

VENTAJAS QUE EL SISTEMA OFRECE EN LOS BARCOS ATUNEROS DE GRAN CAPACIDAD.

a) Permite un aprovechamiento al máximo, del espacio disponible para la congelación.

b) Para la capacidad de atún que maneja, provee -- una rápida congelación del producto, con lo cual asegura una alta calidad del mismo.

c) Emplea un sistema de refrigeración muy sencillo, donde se utiliza un mínimo de controles y accesorios.

d) Permite un rápido y completo descongelamiento, -- de esta manera el atún puede ser procesado al llegar a puerto si es necesario.

e) La limpieza de las superficies de enfriamiento, es sumamente fácil, por lo tanto la contaminación del producto es mínima.

f) Comparado con el sistema de congelamiento de ai re, alcanza mayores coeficientes de transferencia de calor.

g) Desde el punto de vista de operación, no se necesitan expertos en refrigeración para supervisar el funciona miento del equipo.

h) El sistema central utilizado, aparte de ahorrar

espacio, permite un fácil mantenimiento y arreglo.

i) El empleo de freón como refrigerante es económico, además de no presentar problemas de circulación cuando el aceite se mezcla con el refrigerante.

j) En caso de fuga de refrigerante, es fácil la detección, facilitando la reparación de ésta.

Es conveniente señalar las precauciones más importantes a considerar, con el fin de evitar un mal funcionamiento o aprovechamiento del sistema.

a) Las cámaras nunca deben ser sobrecargadas de -- atún, debido a que se alcanzan altas temperaturas, lo que origina que el sistema de refrigeración sea insuficiente.

b) Una mala circulación de la salmuera alrededor - del atún, repercute en una congelación lenta y deficiente.

c) Si el atún no es congelado rápido y adecuadamente, puede absorber cantidades excesivas de sal, además de que la acción bacteriológica se vuelve más extensa.

C) CALCULO DE LA CARGA DE REFRIGERACION EN EL BARCO

1) CONCEPTOS BASICOS

CALOR.- Es una forma de energía que se radia de un cuerpo a otro. Como se sabe, la principal fuente de calor es el sol, produciéndose también por otros medios: combustión, - fricción, electricidad, reacciones químicas y por la compresión de aire o vapor.

La teoría del calor se define por el movimiento molecular. Cuanto más enérgico resulta dicho movimiento, mayores es el calor que proporciona al cuerpo. Al desprenderse este calor disminuye el movimiento de las moléculas, que no desaparece hasta llegar al cero absoluto. Así, en todo cuerpo que se halle por encima de ésta temperatura existe teóricamente calor.

TRANSMISION DEL CALOR.- El calor pasa siempre del cuerpo más caliente al más frío, a través de todo objeto, no existiendo materia que intercepte totalmente ésta transmisión

Existen tres métodos de transmisión de calor que son:

1) CONDUCCION.- Cuando dos cuerpos están en íntimo contacto a diferente temperatura, se establece una corriente de calor que va del cuerpo más caliente al más frío; lo mismo sucede si un mismo cuerpo posee dos puntos diferentes de tem-

temperatura, la corriente de calor en este caso se verifica de la región más caliente a la más fría. La facilidad con la cual dos diferentes cuerpos conducen el calor varía considerablemente de unos a otros, siendo los metales los mejores conductores de calor. El coeficiente de conductividad o conductividad específica de un cuerpo, es la cantidad de calor que pasa a través de una placa de dicho material que tenga un área igual a la unidad de superficie, un espesor igual a la unidad de longitud y cuyas superficies extremas difieran en un grado de temperatura. Se designa con la letra K y puede estar dado en Kcal/m² de superficie por cm. de espesor por °C de diferencia de temperatura por hr.

2) CONVECCION.- La transmisión de calor por convección se verifica por el movimiento de alguna sustancia fluida caliente, que por este medio se encarga de llevar el calor de un lugar a otro. Cuando la sustancia se mueve a causa de diferencia de densidad, se dice que la convección es natural, si la sustancia caliente es obligada a moverse por algún medio mecánico, se dice que la convección es forzada.

3) RADIACION.- Se refiere a la emisión continua de energía desde la superficie de todos los cuerpos. Esta energía es energía radiante y se encuentra en forma de ondas electromagnéticas que se propagan con la velocidad de la luz,

transmitiéndose a través del espacio y del aire. Cuando inciden sobre un cuerpo que no es transparente a ellas, como la superficie de la mano o las paredes de una habitación, son absorbidas y su energía es transformada en calor.

CALOR SENSIBLE.- Se llama calor sensible a la cantidad de calor que se añade para aumentar la temperatura de un cuerpo o que se extrae para disminuirla.

CALOR LATENTE.- Es aquel que se agrega o se extrae del cuerpo cambiando su estado de sólido a líquido, de líquido a gas o a la inversa, sin que se halla efectuado ningún cambio en la temperatura. Este calor no es distinto del llamado calor sensible, si no que se trata de un calor utilizado para un fin diferente.

ECUACIONES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

La teoría de la conducción del calor fué desarrollada matemáticamente primero por matemático francés J.B. Fourier, aunque Sir Isaac Newton con mucha anterioridad empezó a trabajar sobre este fenómeno. La ecuación de Fourier para el flujo de calor en una dirección, basada en evidencia experimental es:

$$\frac{dQ}{d\theta} = k A dt/dx \quad (1)$$

donde:

$\frac{dQ}{d\theta}$ = transferencia de calor por unidad de tiempo.

A = área de la sección a través de la cual está fluyendo el calor.

dt = diferencia de temperatura causada por el flujo de calor.

dx = longitud de la trayectoria a través del material, en la dirección del flujo.

k = factor de proporcionalidad llamado "conductividad térmica"

En los términos dQ , $d\theta$, dt y dx la notación diferencial es empleada para indicar cambios infinitesimales en esas cantidades. Es de notarse que la velocidad de flujo de calor, es inversamente proporcional al espesor del aislamiento; esto es, la transferencia de calor se disminuye al aumentarse el espesor del aislamiento.

Cuando la temperatura (t) varía con el tiempo (θ) y la posición (x); como en el caso de una sustancia que está calentándose o enfriándose, el flujo es llamado "inestable" y la solución de la ecuación diferencial se vuelve muy complicada. Sin embargo, cuando el equilibrio en la transferencia de calor se ha conseguido y la temperatura depende de la posición, el flujo es llamado flujo estable. Para el caso de flujo estable, el cual es un caso muy común, la transferencia de calor es constante:

$$\frac{dQ}{dt} = q$$

La conducción de calor a través de paredes planas -
lleva a la siguiente simplificación de la ecuación (1):

$$q = k A/x (t_1 - t_2) = k A/x \Delta t \quad (2)$$

donde:

q = calor transferido en Kcal/hr - m^2 - $^{\circ}C$

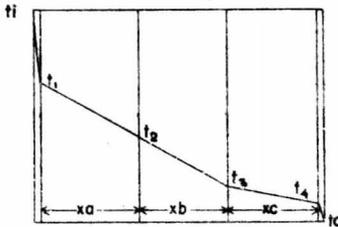
A = área de la pared en m^2

x = espesor de la pared en cm

k = conductividad térmica en Kcal-cm/ hr- m^2 - $^{\circ}C$

t = diferencia de temperatura entre los lados de la pared, lo
cual causa el flujo de calor en $^{\circ}C$.

La conducción a través de una pared compuesta es --
mostrada por la siguiente figura:



ESQ. 8

Escribiendo la ecuación #2 en su forma más general-
y arreglando de nuevo algebraicamente los términos, resulta -
entonces para una pared plana, la siguiente ecuación:

$$q = k A/x (t_1 - t_2) = \frac{(t_1 - t_2)}{x/kA} = \frac{t_1 - t_2}{R} \quad (3)$$

donde:

$R = x/kA$ es llamada la resistencia térmica.

En el flujo de calor entre un fluido (gas o líquido) y un sólido, existe siempre una película de fluido muy delgada que tiende a adherirse a la superficie como una capa relativamente fija y que actúa como una resistencia adicional al flujo de calor. El espesor de esta película es influenciado grandemente por las condiciones de convección del sistema.

Si se considera a f_o y f_i los coeficientes de película en los dos lados de un material la ecuación (3) queda:

$$q = \frac{t_1 - t_2}{1/f_i + x_a/k_a + x_b/k_b + x_c/k_c + 1/f_o} \quad (4)$$

Resulta impráctico calcular las condiciones de flujo de calor a través de varias subsecciones de una barrera en donde se tenga transferencia de calor; pero se puede encontrar el coeficiente total de transferencia, ya sea experimentalmente o de las tabulaciones que se tienen de superficies construídas de manera similar. El valor del coeficiente total de transferencia depende de f_i , f_o , k y del espesor x , como se puede apreciar en la siguiente fórmula:

$$U = \frac{1}{1/f_i + x_a/k_a + x_b/k_b + x_c/k_c + 1/f_o} \quad (5)$$

de donde la ecuación (3) queda finalmente como:

$$q = U A (t_1 - t_2) \quad (6)$$

CARGA DE ENFRIAMIENTO

La carga de enfriamiento en el equipo de refrigeración pocas veces resulta de una sola fuente de calor. Generalmente es la suma del calor que comúnmente proviene de varias fuentes diferentes. Algunas de las fuentes más comunes de calor que suministran la carga de un equipo de refrigeración, son:

1) Calor de transmisión a través de las paredes, - pisos y techos.

2) Calor de radiación solar directa, debido a que existe un cristal u otros materiales transparentes en la cámara.

3) Calor de infiltración, debido a la entrada de aire exterior a la cámara por puertas, ventanas o algún otro medio.

4) Calor entregado por el producto al congelarlo.

5) Calor cedido por persona que ocupe en un determinado momento el espacio refrigerado.

6) Calor entregado por cualquier equipo que produzca energía como: motores eléctricos, luces, etc.

Para una carga de enfriamiento en particular, puede no incluirse todas las fuentes mencionadas anteriormente; no obstante, en una aplicación dada, es esencial el considerar todas las fuentes de calor presentes y que el calor proveniente

te de ellas se tome en consideración en los casos generales.

UNIDADES DE REFRIGERACION

La unidad standard de capacidad de refrigeración es conocida como tonelada de refrigeración. Esta unidad es derivada en base a la remoción de calor latente de fusión de dosmil libras (908 kg) de agua a 32°F (0°C) para producir 2000 - lb. de hielo a la misma temperatura en 24 hrs. El calor latente de fusión del hielo es de 144 BTU/lb. (79.9 kcal/kg) un total de 288,000 BTU (72,576 kcal) son removidas para cambiar una tonelada de agua a una tonelada de hielo a 32°F (0.°C). - La tonelada de refrigeración es por lo tanto 288,000 BTU en - 24 hrs., o 12,000 BTU/hr. (3024 Kcal/hr).

2) BALANCE TERMICO

DATOS GENERALES DE PROYECTO

Carga máxima simultánea

Es difícil predecir la carga máxima simultánea que puede ocurrir sobre el sistema de refrigeración. Debido a que ésta variable depende mucho de las condiciones de pesca; sin embargo para un barco de 500 toneladas métricas, las siguientes suposiciones sugeridas por el cuerpo técnico de la "Dirección general de tecnología pesquera" parecen ser la más razo-

nables: dos cámaras enfriando agua de mar, una cámara en etapa de precongiamiento y tres cámaras en proceso de congelamiento, las ocho restantes se consideran en etapa de almacenamiento.

CONDICIONES DE PROYECTO

Para los cálculos de calor por transmisión los siguientes valores, son recomendables, tomando en consideración que la mayoría del atún que es capturado se hace en aguas ecuatoriales.

	°C	°F
superficies expuestas		
al medio ambiente	38	100
superficies internas	30	86
Cuarto de máquinas	38	100
Temperatura del mar	30	86

Enfriamiento de agua de mar a -2°C (29°F).

- a) Ganancias de calor por enfriamiento de agua.

Fórmula:

$$Q = m c_p \Delta t$$

Datos:

Vol. cámara = 48.75 m^3

Densidad del agua = 1035.2 Kg/m^3

$$m = 48.75 \text{ m}^3 \times 1035.2 \text{ Kg/m}^3 = 50466 \text{ Kg.}$$

$$c_p = 0.94 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 30^\circ\text{C} - (-2^\circ\text{C}) = 32^\circ\text{C}$$

$$\theta = 72 \text{ hr}$$

Desarrollo:

$$Q = \frac{50466 \text{ Kg} \times 0.94 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times 32^\circ\text{C}}{72 \text{ hr}} = 21084 \text{ Kcal/hr}$$

$$Q \text{ (total)} = 21084 \text{ Kcal/hr} \times 2 \text{ (cámaras)} = 42168 \text{ Kcal/hr}$$

b) Ganancias de calor por transmisión

Fórmula:

$$Q = A U \Delta T$$

Datos:

$$A = 96.37 \text{ m}^2$$

$$++ U = 0.326 \text{ Kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 30^\circ\text{C} - (-2^\circ\text{C}) = 32^\circ\text{C}$$

Desarrollo:

$$Q = 96.73 \text{ m}^2 \times 0.326 \text{ Kcal/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C} \times 32^\circ\text{C}$$

$$Q = 1009 \text{ Kcal/hr}$$

$$Q \text{ (total)} = 1009 \text{ Kcal/hr} \times 2 = 2018 \text{ Kcal/hr}$$

c) Calor producido por el motor de la bomba de recirculación de agua

$$3 \text{ H.P.} \times 642.6 \text{ Kcal/hr} \times \text{H.P.} = 1928 \text{ Kcal/hr}$$

++ ASRE (American Society of Refrigeration Engineers)

$$Q \text{ (total)} = 1928 \text{ Kcal/hr} \times 2 = 3856 \text{ Kcal/hr}$$

Calor total de enfriamiento:

a) 42168 Kcal/hr

b) 2018 "

c) 3856 "

$$48042 \text{ Kcal/hr}$$

"Precongelamiento a -2°C

a) Ganancias de calor debido a la carga de atún

Fórmula:

$$Q = mcp \Delta t$$

Datos :

masa del atún = 39009 Kg

$$cp = 0.80 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t = 32^{\circ}\text{C} - (-2^{\circ}\text{C}) = 34^{\circ}\text{C}$$

$$\theta = 72 \text{ hr}$$

Desarrollo:

$$Q = \frac{39009 \text{ kg} \times 0.80 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C} \times 34^{\circ}\text{C}}{72 \text{ hr}} = 14737 \text{ Kcal/hr}$$

b) Ganancias de calor por transmisión

Fórmula:

$$Q = A U \Delta T$$

Datos :

$$A = 53.5 \text{ m}^2$$

$$U = 0.326 \text{ Kcal/hr-m}^2\text{-}^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 30^{\circ}\text{C} - (-2^{\circ}\text{C}) = 32^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 53.5 \text{ m}^2 \times 0.326 \text{ Kcal/hr-m}^2\text{-}^{\circ}\text{C} \times 32^{\circ}\text{C} = 558 \text{ Kcal/hr}$$

c) Calor producido por el motor de la bomba de recirculación

$$3 \text{ H.P.} \times 642.6 \text{ Kcal/hr-H.P.} = 1928 \text{ Kcal/hr}$$

Calor total de precongelmiento

a) 14737 Kcal/hr

b) 558 "

c) $\frac{1928}{17223} \text{ Kcal/hr}$

Congelamiento a -12°C

a) Ganancias de calor latente cedido por el atún

Fórmula:

$$Q = m \lambda$$

Datos:

$$m = 39009 \text{ Kg}$$

$$\lambda = 56.11 \text{ Kcal/Kg}$$

$$\theta = 72 \text{ hr}$$

Desarrollo:

$$Q = \frac{39009 \text{ Kg} \times 56.11 \text{ Kcal/Kg}}{72 \text{ hr}} = 30340 \text{ Kcal/hr}$$

$$Q \text{ (total)} = 30340 \text{ Kcal/hr} \times 3 = 91020 \text{ Kcal/hr}$$

b) Ganancias por calor sensible

Fórmula:

$$Q = m c_p \Delta t$$

Datos :

$$m = 39009 \text{ Kg}$$

$$c_p = 0.48 \text{ Kcal/Kg-}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = -2^\circ\text{C} - (-12^\circ\text{C}) = 10^\circ\text{C}$$

$$\theta = 72 \text{ hr}$$

Desarrollo:

$$Q = \frac{39009 \text{ Kg} \times 0.48 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times 10^\circ\text{C}}{72 \text{ hr}} = 2601 \text{ Kcal/hr}$$

$$Q \text{ (total)} = 2601 \text{ Kcal/hr} \times 3 = 7803 \text{ Kcal/hr}$$

c) Ganancias de calor por enfriamiento de salmuera.

Fórmula:

$$Q = m c_p \Delta t$$

Datos:

$$m = 1952 \text{ Kg}$$

$$c_p = 0.83 \text{ Kcal/Kg-}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 30^\circ\text{C} - (-12^\circ\text{C}) = 42^\circ\text{C}$$

$$\theta = 72 \text{ hr}$$

Desarrollo:

$$Q = \frac{1952 \text{ Kg} \times 0.83 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times 42^\circ\text{C}}{72 \text{ hr}} = 945 \text{ Kcal/hr}$$

$$Q \text{ (total)} = 945 \text{ Kcal/hr} \times 3 = 2835 \text{ Kcal/hr}$$

d) Ganancias de calor por transmisión

Fórmula:

$$Q = A U \Delta T$$

Datos:

$$A = 82.71 \text{ m}^2$$

$$U = 0.326 \text{ Kcal/Kg-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 30^\circ\text{C} - (-2^\circ\text{C}) = 32^\circ\text{C}$$

Desarrollo:

$$Q = 82.71 \text{ m}^2 \times 0.326 \text{ Kcal/Kg-m}^2\text{-}^\circ\text{C} \times 32^\circ\text{C} = 863 \text{ Kcal/hr}$$

$$Q(\text{total}) = 863 \text{ Kcal/hr} \times 3 = 2589 \text{ Kcal/hr}$$

e) Calor producido por el motor de la bomba de salmuera.

$$3 \text{ H.P.} \times 642.6 \text{ Kcal/hr-H.P.} = 1928 \text{ Kcal/hr}$$

$$Q(\text{total}) = 1928 \text{ Kcal/hr} \times 3 = 5784 \text{ Kcal/hr}$$

Calor total de congelamiento:

a) 91020 Kcal/hr

b) 7803 "

c) 2835 "

d) 2589 "

e) 4784 "

110031 Kcal/hr

Carga de almacenamiento

Una vez que el atún a sido llevado a este punto, so-
lamente se tienen pérdidas de calor por transmisión a través-
de las paredes.

$$Q = 863 \text{ Kcal/hr} \times 8 = 6904 \text{ Kcal/hr} + 100\% \text{ (f. de seguridad)}$$

$$Q = 13808 \text{ Kcal/hr}$$

SUMA TOTAL DE CARGAS

1) Enfriamiento del agua de mar	48042 Kcal/hr
2) Precongelamiento	17223 "
3) Congelamiento	110031 "
4) Almacenamiento	<u>13808 "</u>
	189104 Kcal/hr

Toneladas de refrigeración:

$$\frac{189104 \text{ Kcal/hr}}{3024 \text{ Ton/Kcal/hr}} = 62.5 \text{ Ton.}$$

D) SELECCION DE EQUIPO Y ACCESORIOS

Compresores

Los compresores de vapor usados en refrigeración, son de tres tipos:

a) Rotatorios. Su uso es limitado hacia bajas capacidades de refrigeración tales como refrigeradores domésticos y congeladoras a nivel comercial. La compresión se efectúa -- por la acción de un rotor excéntrico alojado en el interior -- de una envolvente cilíndrica.

b) Centrífugos. Son semejantes a las bombas centrífugas, se emplean en donde se manejan grandes volúmenes de refrigerante, pueden ser utilizados para capacidades de 50 y -- más toneladas.

c) Recíprocos. Es comunmente empleado en sistemas de mediana potencia y prácticamente se extiende su uso a capacidades de refrigeración inferiores a 50 toneladas. De los -- tres tipos, los recíprocos son los más utilizados, y a continuación se dará su forma de selección.

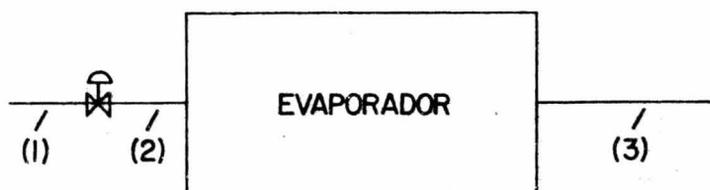
La capacidad de los compresores es aproximadamente un 25% más grande que la capacidad calculada; ésto es con el fin de proveer un factor de seguridad con respecto a la instalación y eficiencia de los equipos, además en caso de fallar-

alguno de los compresores se podrá dar carga con los restantes.

La capacidad que los compresores deben satisfacer es:

$$62.5 \text{ (T.R.de cálculo)} \times 1.25 = 78.12 \text{ T.R.}$$

$$78.12/4 = 19.53 \text{ T.R. c/d compresor.}$$



ESQ.9

(1) - Líquido saturado

$$T = 35^{\circ}\text{C} \text{ (} 95^{\circ}\text{F)}$$

$$P = 12.7 \text{ atm (} 186.5 \text{ psig)}$$

$$H = 22 \text{ Kcal/Kg (} 39.65 \text{ BTU/Lb)}$$

(2) - Líquido saturado

$$T = -16.6^{\circ}\text{C} \text{ (} 2^{\circ}\text{F)}$$

$$P = 1.74 \text{ atm (} 25.73 \text{ psig)}$$

$$H = 6.2 \text{ Kcal/Kg (} 11.17 \text{ BTU/Lb)}$$

(3) - Vapor saturado

$$T = -16.6^{\circ}\text{C} \text{ (} 2^{\circ}\text{F)}$$

$$P = 1.74 \text{ atm (} 25.73 \text{ psig)}$$

$$H = 58.5 \text{ Kcal/Kg (} 105.24 \text{ BTU/Lb)}$$

Un balance de calor en el evaporador nos indica la cantidad de calor que absorbe el refrigerante.

$$(3) - (1) = 58.5 \text{ Kcal/Kg} - 22 \text{ Kcal/Kg} = 36.5 \text{ Kcal/Kg}$$

Como la tonelada de refrigeración fué definida como la transferencia de 50.4 Kcal/min:

$$\frac{50.4 \text{ Kcal/min}}{36.5 \text{ Kcal/kg}} = 1.38 \text{ Kg/min/T.R.}$$

Debido a la pérdida de presión por la circulación del refrigerante del evaporador al compresor, la temperatura del refrigerante también caé aproximadamente en 1°C.

Temperatura a la entrada del compresor - 17.8°C

Volumen del vapor = 0.085 m³/Kg (1.37 ft³/Lb)

1.38 Kg/min/T.R. x 0.085 m³/Kg = 0.12 m³/min/T.R. ---
(desplazamiento) teórico

Debido al diseño del compresor y a las pérdidas a través de la válvula de expansión, el actual desplazamiento del compresor es obtenido dividiendo el desplazamiento teórico por un factor de eficiencia volumétrica. Este factor es usualmente asumido como 0.8.

$$0.12 \text{ m}^3/\text{min/T.R.} \div 0.8 = 0.15 \text{ m}^3/\text{min/T.R.} \times 60 \text{ min/hr} \times 19.5 \\ = 176 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Con las temperaturas de condensación (35°C) y evaporación (-18°C) y el desplazamiento volumétrico (176 m³/hr) se puede seleccionar en un catálogo el compresor deseado.

En este caso se seleccionaron 4 compresores marca-MICOM tipo marino, modelo 95 FV-6A de 95 mm x 76 mm x 4 cilindros con capacidad para 20 T.R. c/u y una potencia de 34-B.H.P. c/u.

CONDENSADORES

Los condensadores enfriados por agua, son de tres tipos básicos: tubo doble, cubierta y serpentín, y cubierta y tubo.

TUBO DOBLE

Como lo indica su nombre, el condensador de tubo doble, consiste en dos tubos dispuestos de tal manera que uno se encuentra dentro del otro.

El agua circula por el tubo interior y el refrigerante fluye en dirección opuesta, en el espacio angular entre ambos tubos. Con ésta disposición, se tiene cierto enfriamiento por aire en el refrigerante, además del enfriamiento por agua. El contraflujo de los fluidos en cualquier tipo de cambiador de calor, es siempre necesario ya que resulta en la mayor diferencia de temperatura media entre ellos y, además la mayor transferencia de calor.

CUBIERTA Y SERPENTIN

Está hecho de uno o más serpentines de tubo desnudo o aletado, encerrado por una cubierta de acero soldada. El agua de circulación corre por los serpentines, y el refrigerante está contenido en la cubierta que rodea a éstos. El vapor refrigerante caliente, entra en la parte superior de cubierta y se condensa al entrar en contacto con los serpentines de agua. El líquido condensado escurre de los serpentines al punto de la cubierta, que sirve también con frecuencia como tanque receptor. Debe tenerse cuidado de no sobrecargar el sistema con refrigerante, ya que una acumulación excesiva del líquido en el condensador, tiende a cubrir demasiada superficie de condensación, causando un aumento en la temperatura y presión de descarga.

CUBIERTA Y TUBO

Consiste de una cubierta cilíndrica de acero, en la cual están dispuestos unos tubos rectos en paralelo, que se mantienen en su lugar por medio de placas extremas. El agua de condensación circula por los tubos, que pueden ser de acero u otros materiales desnudos o de superficie extendida. El refrigerante se encuentra contenido en la cubierta de acero entre las láminas extremas de los tubos. El agua circula en

los espacios anulares entre las láminas de los tubos y las --
placas extremas; estas últimas actúan como deflectores que --
guían al agua a través de los tubos. La disposición de la de-
flección de la placa de extremo, determina el número de veces
que pasa el agua por el condensador de un extremo a otro an--
tes de abandonarlo. Este tipo de condensadores, es el más uti-
lizado en las instalaciones frigoríficas en buques, donde cir-
cula por ellos agua de mar como medio enfriante.

METODO DE SELECCION

I.- Primero es necesario calcular la carga térmica-
que debe absorber el condensador. Esta carga térmica está ---
formada por:

a) La carga del sistema de refrigeración: la cual -
es 62.50 T.R. o sea 189000 Kcal/hr

b) La carga térmica resultante de la compresión del
gas; la cual está en función de los H.P. que consumen los com-
presores. Cada compresor consume 34 B.H.P. $\div 0.9 = 37.7$ H.P.
x 3 compresores = 113.1 H.P. totales.

La carga térmica será entonces $113.1 \text{ H.P.} \times 641.1$ ---
Kcal/Hr x H.P. = 72508 Kcal/hr

La suma de (a) y (b) dá como resultado la carga tér-
mica total:

$$Q_T = 189000 \text{ Kcal/hr} + 72508 \text{ Kcal/hr} = 261508 \text{ Kcal/hr}$$

II.- A continuación se calcula la temperatura media logarítmica (TML) en el condensador. Conocemos la temperatura del agua que entra al condensador, que es de 30°C y es necesario fijar arbitrariamente la diferencial de temperatura del agua; es decir, la elevación de temperatura que va a sufrir durante el proceso de condensación. La práctica nos fija el siguiente parámetro: si la temperatura del agua al entrar en el condensador es mayor o igual a 30°C , la diferencial de temperatura (Δt) debe ser 4°C .

Puesto que conocemos la temperatura de condensación, y las temperaturas de entrada y salida del agua, podemos calcular la diferencia que existe a la entrada y a la salida.

$$T_1 = \text{temperatura de condensación} - \text{temperatura de entrada de agua}$$

$$T_2 = \text{temperatura de condensación} - \text{temperatura de salida del agua}$$

Ahora con T_1 y T_2 ya se puede calcular la temperatura media logarítmica:

$$T_{ML} = \frac{T_1 - T_2}{\ln T_1/T_2} = \frac{5 - 1}{\ln 5/1} = 2.9$$

$$T_1 = 35^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 5^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 35^\circ\text{C} - 34^\circ\text{C} = 1^\circ\text{C}$$

3) Como siguiente paso, se calcula la cantidad de -

agua que se requiere para absorber la carga térmica del condensador, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{Q}{cp \times \Delta t \times 1000}$$

W = Volumen de agua en m³/hr

Q = Carga térmica total del condensador en Kcal/hr

cp = Calor específico del agua (siempre se utiliza 1 Kcal/Kg C

Δt = Diferencial de temperatura entre las temperaturas de entrada y salida del agua.

Aquí la Q_t será dividida entre tres, con el fin de hacer un primer intento para determinar el número óptimo de condensadores.

$$Q = \frac{261508 \text{ Kcal/hr} / 2}{3} = 130754 \text{ Kcal/hr}$$

$$W = \frac{130754 \text{ Kcal/hr}}{1 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C} \times 4^\circ\text{C} \times 1000} = .32.68 \text{ m}^3/\text{hr}$$

4) En este paso se calcula el coeficiente total de transmisión de calor (U) utilizando el nomograma proporcionado por la Vilter Corporation.

Se entra al nomograma con la temperatura de condensación y con la temperatura del agua a la entrada. Se recomienda utilizar para un primer tanteo una velocidad de 1.5 m/seg, a mayor velocidad será menor el condensador y por lo tanto más ajustado en el cálculo, permitiendo menos margen

para posibles variaciones por temperatura de agua de condensación y por posibles incrustaciones dentro de los tubos. A menor velocidad del agua, se obtendrá un condensador calculado más conservadoramente y por lo tanto con más margen para absorber posibles variaciones de temperatura del agua y posibles incrustaciones; también a mayor velocidad la caída de presión a través de los tubos será mayor, requiriéndose por lo tanto más potencia para mover la bomba de circulación.

$$U = 900 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hr}^\circ\text{C}$$

5) Ahora se calcula el área del condensador de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Q}{U T_{ML}} = \frac{130754 \text{ Kcal/hr}}{900 \text{ Kcal/m hr C} \times 2.9 \text{ C}} = 50.4 \text{ m}^2$$

6) Se selecciona de las tablas de características un condensador que tenga una área de transmisión de calor, igual o ligeramente mayor que el área calculada.

El condensador modelo TCB 5050 tiene una área de 50.1 m², por lo que tentativamente consideramos éste modelo como el adecuado. Para verificar si este condensador es el adecuado, se utiliza otro nomograma con el cual se calcula una velocidad, que debe ser igual o muy parecida a la escogida en el punto 4. La velocidad dada por el nomograma es de 1.4 m/seg que tiene un valor muy próximo al 1.5 m/seg tomado en el punto 4

7) Sólo falta calcular la caída de presión a través del condensador; para esto, se usa el mismo nomograma del paso anterior. La caída de presión total es de: 15 m columna de agua.

Las especificaciones de los condensadores son: modelo TCB 5050, 2 pasos en los tubos y un área de 50.1 m^2 . --

RECIPIENTES.

Básicamente, hay dos tipos de recipientes de líquido refrigerante: el de flujo continuo y el de impulso. El del tipo de flujo continuo puede ser de entrada inferior o superior. En éste tipo de receptores, todos los líquidos del condensador se purgan en el receptor antes de pasar a la línea del líquido.

Cuando éste receptor tiene la entrada superior, la igualación de la presión del receptor a la del condensador, puede obtenerse directamente por medio de la tubería del condensador al receptor. Este tipo de receptores es el más utilizado en las instalaciones de tipo marítimo.

El tipo de impulso difiere del de flujo continuo en que sólo una parte del líquido del condensador, que no se requiere en el evaporador, entra en el receptor. En éste receptor el líquido refrigerante entra y abandona al receptor por-

la misma abertura.

SELECCION

Se tiene $1.38 \text{ Kg/min/T.R.} \times 62.5 = 86 \text{ Kg/min}$

$86 \text{ Kg/min} \times 10 \text{ min} = 860 \text{ Kg de refrigerante.}$

De la tabla de la Vilter Corporation seleccionamos el modelo TRC - 5256 con capacidad para 900 Kg, a una temperatura de 35°C y a la presión de 13.76 Kg/cm^2 . Por seguridad, el sistema tendrá dos recipientes del modelo anterior, los -- cuales trabajarán simultáneamente cada uno con la mitad de la carga total de refrigerante.

TUBERIAS Y ACCESORIOS DE REFRIGERACION

En general, el tipo de material empleado para tubería de refrigeración, depende del tamaño y naturaleza de la - instalación, refrigerante empleado, costo de materiales y mano de obra. Los requisitos específicos mínimos, para tubería- de refrigeración, respecto al tipo, peso de los materiales de tubería, métodos de unión, etc, están señalados en el AMERICAN STANDARD SAFETY CODE FOR MECHANICAL REFRIGERATION (ASA STAN-- DARD B9.1). Puesto que las especificaciones de esta norma re- presentan una buena práctica y segura además, deben seguirse- estrictamente.

Los materiales que más frecuentemente se emplean para tubería de refrigeración son acero negro, acero laminado, cobre y latón. Todos ellos son adecuados para usarse con los refrigerantes más comunes, excepto que no se debe emplear cobre y latón con amoniaco ya que, en presencia de la humedad, el amoniaco ataca los metales no ferrosos.

La tubería de cobre tiene la ventaja de ser más ligera en peso, más resistente a la corrosión y más fácil de instalar que el hierro laminado o el acero negro. Para todos los refrigerantes, ^{no} excepto el amoniaco, las líneas de refrigerante hasta de 107 mm de D.E., pueden ser de cobre o acero. Todas las tuberías de más de este tamaño deben ser de acero. Todo el tubo de acero de 25 mm o menor, de diámetro, debe ser norma 80 (extrapesado). Arriba de este tamaño, puede usarse tubería norma 40 (peso normal), excepto las líneas de líquido que hasta 38 mm deben ser norma 80.

LOCALIZACION

Por lo regular, la tubería de refrigerante debe localizarse de manera que no presente un peligro, obstruya la operación y mantenimiento normal del equipo, o restrinja el uso de espacios adyacentes. Cuando los requisitos de flujo de refrigerante lo permitan, la tubería debe encontrarse por lo

menos a 2.35 mt arriba del nivel de piso.

La disposición de la tubería debe ser tal, que sea fácilmente instalada y accesible para su inspección y mantenimiento. Todas las líneas deben de correr a plomo y rectas, paralelas a los muros, excepto las líneas horizontales de succión, descarga y la del condensador al receptor, que deben inclinarse en la dirección del flujo.

Debe proveerse para la expansión y contracción térmica de la tubería la cantidad de 60 mm por cada 100 mt de tubería. Esto no presenta un serio problema, ya que la tubería de refrigerante generalmente es tridimensional y por lo tanto es lo bastante flexible para absorber los pequeños cambios de longitud. Sin embargo, debe tenerse cuidado de no anclar rigidamente ambos extremos de una corrida larga de tubo.

CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

Puesto que muchos de los problemas de operación que se encuentra en aplicaciones de refrigeración pueden tener su origen directamente por diseño impropio y/o mala instalación de la tubería del refrigerante y sus accesorios, la importancia de un buen diseño y una instalación apropiada son claves para un alto rendimiento del equipo calculado.

En un sistema de refrigeración la tubería del refrigerante se divide en las siguientes secciones:

- a) Línea de succión (Evaporador - Compresor)
- b) " " descarga (Compresor - Condensador)
- c) " " líquido (Condensador - Receptor)
- d) " " " (Receptor - Evaporador)

Como un ejemplo del dimensionamiento de estas líneas, se muestra a continuación el de la línea de succión.

La línea de succión, es la más crítica en el sistema, lleva el vapor refrigerante del evaporador al compresor. La línea debe tener una velocidad suficientemente alta para poder transportar el aceite hacia el compresor, ya sea en líneas horizontales o verticales. Al mismo tiempo debe tener una caída mínima de presión para evitar la pérdida de capacidad en los compresores. Esta pérdida de capacidad se debe a un incremento en el volumen de refrigerante que debe ser manejado por el compresor. Por lo tanto la caída de presión debe ser llevada a un mínimo, procurando al mismo tiempo de no aumentar el tamaño de la línea. Cuando se trabaja a temperaturas de succión bajas como en este caso, es recomendable no tener pérdidas mayores de 2°C en la temperatura de succión.

La velocidad del gas es otro factor importante en el dimensionamiento de la línea, para tramos horizontales la velocidad mínima recomendada es de 152 M.P.M. (500 FPM), mientras que para las líneas verticales es de 305 MPM (1000 FPM).

La velocidad máxima a la cual una línea podrá ser dimensionada, deberá ser no mayor de 1220 MPM (4000 FPM).

Para el dimensionamiento de la línea nos basamos en la tabla de la A.S.R.E. (American Society of Refrigeration Engineers), la cual utiliza como parámetros la temperatura de succión y la capacidad del sistema en toneladas de refrigeración. La caída de presión se expresa de dos formas: una que nos indica la pérdida de temperatura por longitud de tubería y la otra que nos señala propiamente la pérdida de presión en Kg/cm^2 .

La tubería a dimensionar es aquella que va directamente acoplada al compresor:

Datos

Capacidad del compresor 19.53 Ton

Temperatura de evaporación -16.6°C

" " condensación 35°C

El diámetro seleccionado es 66.5 mm.

Para la evaluación de la pérdida de temperatura, calculamos la longitud equivalente entre el compresor y el evaporador más distante de este:

Longitud de tubería 31 m

3 codos de 90° x 38 mm 3 "

3 " " " x 66.5 mm $\frac{4}{38}$ "

38 m + 10 m (factor de seguridad) = 42 m

$$T = \frac{\text{longitud equiv. real}}{50} \times \left(\frac{\text{Ton. reales}}{\text{Ton. de tabla}} \right) 1.8$$

$$T = \frac{42}{50} \times \left(\frac{19.53}{24} \right) 1.8 = 0.60^{\circ}\text{C}, \text{ se conciderará como } 1^{\circ}\text{C la pérdida de temperatura.}$$

Con este dato y por medio de la ayuda de una gráfica, que tiene como parámetro la temperatura de evaporación, - calculamos la pérdida de presión:

$$P = 0.085 \text{ Kg/cm}^2$$

Por último calcularemos la velocidad que tiene el - refrigerante en la tubería:

$$V = \frac{\text{gasto}}{\text{área}} = \frac{176 \text{ m}^3/\text{hr}}{34.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 5.1 \times 10^{-4} \text{ m/hr}$$

$$V = 850 \text{ m/min}$$

Por el valor de la velocidad se puede apreciar, que estamos dentro de los límites recomendables de diseño.

Accesorios

Válvulas de expansión.

Existen seis tipos básicos de controles para flujo de refrigerante: (1) la válvula de expansión manual, (2) válvula de expansión automática, (3) válvula de expansión termostática, (4) tubo capilar, (5) flotador de baja presión (6) flotador de alta presión.

Este es el que se usa para regular la entrada en -- el evaporador del agente refrigerante en su estado líquido -- procedente del condensador. De esta forma, el evaporador se alimenta con el refrigerante necesario de una manera continua y uniforme, que permite mantenerlo en su completa actividad durante todo el ciclo de funcionamiento a la presión de ebullición del refrigerante correspondiente a la temperatura deseada, al propio tiempo que se mantiene en el condensador la presión impuesta por el ambiente.

En este caso, únicamente haremos mención de las válvulas de expansión manual y termostática, debido a que son -- los dos tipos de controles a utilizar en nuestro sistema.

a) Válvula de expansión manual

Como su nombre lo indica, este tipo de válvula es operada manualmente. La velocidad del líquido refrigerante a través de la válvula depende de la diferencial de presión a través del orificio de la válvula y del grado de abertura de la misma. Este tipo de control es adecuado cuando el sistema de refrigeración es de gran capacidad, en donde se puede disponer de una persona que se encargue de su manejo. Para nuestro sistema, el uso de esta válvula será como un control auxiliar instalada en una línea de bypass.

b) Válvula de expansión termostática

Debido a su alta eficiencia y a su fácil adaptación a cualquier sistema de refrigeración; este control es en la actualidad el más utilizado. La operación de la válvula está basada en mantener una temperatura constante a la salida del evaporador, lo cual le permite el control de la cantidad de líquido a alimentar en el evaporador. La válvula termostática es particularmente adecuada para aquellos sistemas de refrigeración que están sujetos a amplios y frecuentes variaciones en la carga.

La válvula de expansión es seleccionada en base a las toneladas de refrigeración a manejar, la temperatura del evaporador y la diferencial de presión deseada a través del orificio de la válvula. En general, los dos primeros factores determinan el gasto del líquido refrigerante a través de la válvula, mientras que el último factor determina el tamaño del orificio requerido para provocar la diferencial de presión deseada.

c) Válvula solenoide

Una válvula solenoide es simplemente, una válvula operada eléctricamente. Consiste esencialmente de una bobina electromagnética, cuyo núcleo móvil incorpora en un extremo

el vástago y punzón que abre o cierra el paso del líquido refrigerante. Se conecta a través del control de presión del -- compresor, por lo que, al ponerse éste en funcionamiento, hace pasar corriente por el solenoide, atrayendo el núcleo con su vástago y separando el punzón de su asiento para dar paso al líquido. Cuando el compresor para, cae el núcleo y el punzón cierra el paso.

Se instala en la línea de líquido antes de la válvula de expansión en paralelo con el motor del compresor. La finalidad de la instalación de esta válvula es evitar que se -- cargue al evaporador de refrigerante durante el tiempo en que el compresor para.

La selección de esta válvula es determinada por el gasto de refrigerante a través de la válvula y por la caída de presión permisible.

d) Regulador de presión

La función de este aparato, es limitar y controlar la presión de succión a la entrada del compresor, lo cual permite hacer caso omiso cuando la presión en el evaporador es incrementada debido al aumento de la carga de refrigeración. El propósito del regulador es proteger al compresor de las -- sobrecargas durante los períodos cuando la presión del compresor es incrementada por arriba de la cuál fué originalmente --

calculado.

e) Separador de aceite

Como una regla general, los separadores de aceite - deben ser empleados en cualquier sistema donde existan un diseño inadecuado para su retorno; cuando la cantidad de aceite sea excesiva en el sistema. Su uso es recomendado cuando: (1) se emplee refrigerantes no miscibles con el aceite, (2) en -- sistemas de baja temperatura y (3) en sistemas donde las tuberias de succión y descarga sean tan largas que puedan provo-- car problemas para el retorno del aceite.

Aparte de la natural ventaja que su uso implica para el mantenimiento del nivel correcto del aceite en el cár-- ter, existen otros beneficios que se obtienen en el funciona-- miento y consiguientemente rendimiento del equipo, al evitar-- la libre circulación de aceite por todo el sistema.

El separador de aceite se instala en la tubería de-- descarga a la salida del compresor, entre éste y el condensa-- dor. El refrigerante comprimido que contiene aceite en forma-- de neblina penetra por la abertura de entrada cuyo diámetro - es mayor que el tubo de descarga, reduciendo, por consiguien-- te, la velocidad del refrigerante.

f) Indicadores de líquido

Varios tipos de compresores, incorporan en el cárter visores de cristal que permiten vigilar desde el exterior el nivel de aceite. Estos visores se emplean también en los recipientes de líquido para poder así tener una indicación del nivel de refrigerante líquido. Algunos de estos visores están dotados de un disco sensible, que por el cambio de color, señalan la presencia de humedad en el sistema.

g) Filtro Deshidratador

Los secadores son recomendados para todos los sistemas de refrigeración que empleen refrigerantes halocarburos. Este aparato puede ser colocado directamente en la línea de líquido, pero en sistemas de gran capacidad se prefiere hacer un arreglo de by-pass con el fin de que el filtro pueda ser removido del sistema sin interrumpir su funcionamiento.

h) Filtro Colector

Este artefacto tiene la función de coleccionar todos los materiales extraños y basuras que lleva la tubería. Su instalación debe de ser antes de cualquier válvula de tipo automático.

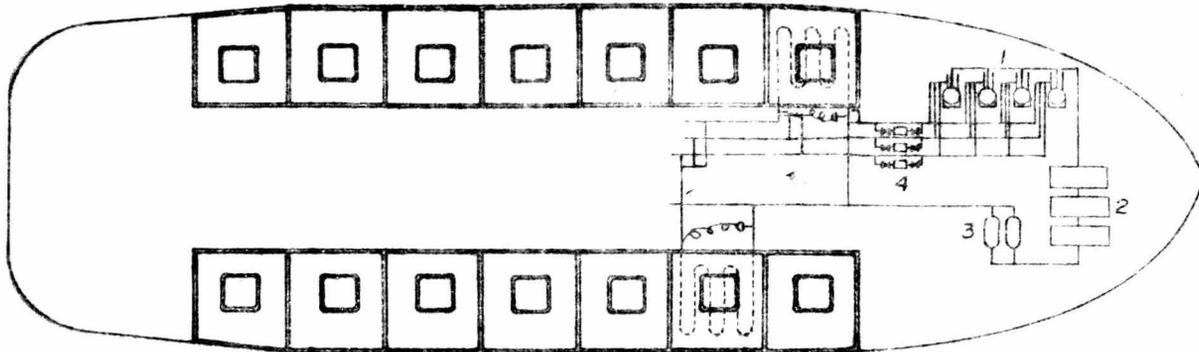
i) Válvula de alivio de presión

Estas son válvulas de seguridad, diseñadas para des

cargar una sobre presión en el sistema a la atmósfera a través de una ventila. La mayoría de los sistemas de refrigeración tienen al menos una válvula de este tipo colocada en el tanque receptor de refrigerante o en el condensador.

AISLAMIENTO

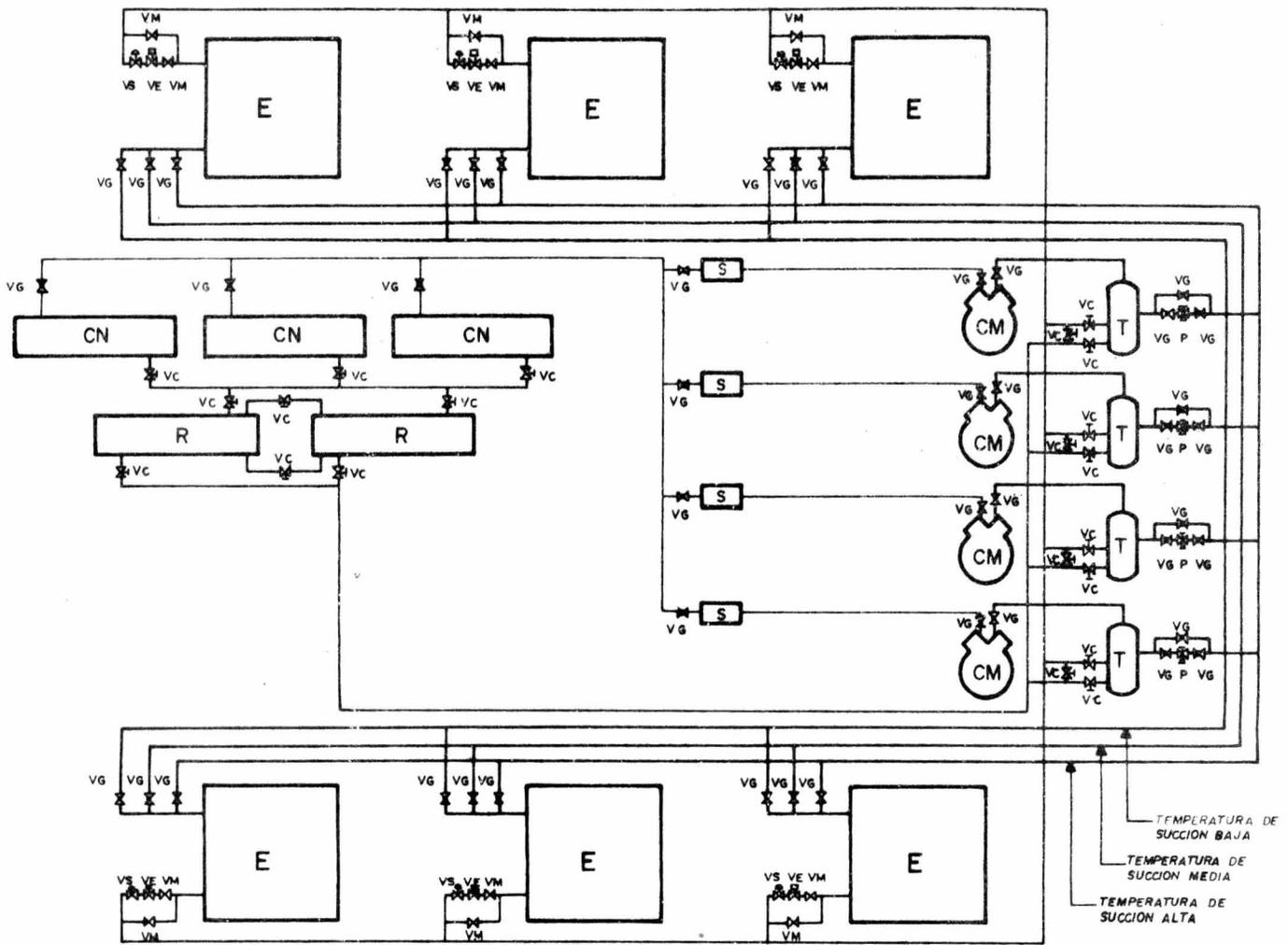
El aislamiento recomendado para las cámaras de refrigeración de atún es la espuma de uretano expandido. Este aislamiento tiene varias ventajas, en otras la de poseer uno de los coeficientes más bajos de transmisión de calor, fácil instalación debido a que puede ser fijado a las paredes de las cámaras con adhesivos. Posee una estructura celular totalmente cerrada, la cual impide por completo el paso de humedad. Todas estas cualidades aunadas a un precio bajo de adquisición lo convierte en uno de los mejores aislantes para este tipo de cámaras.



- 1 COMPRESORES
- 2 CONDENSADORES
- 3 RECIPIENTES
- 4 REGULADORES DE PRESION

ESQ. 10

DIAGRAMA DE INSTALACION



ESQ.10'

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

SIMBOLOGIA

- | | |
|---------------------------|--|
| CM - COMPRESOR | T - TRAMPA DE SUCCION |
| CN - CONDENSADOR | VC - VALVULA DE COMPUERTA |
| E - EVAPORADOR | VE - VALVULA DE EXPANSION TERMOSTATICA |
| R - RECIPIENTE DE LIQUIDO | VG - VALVULA DE GLOBO |
| P - REGULADOR DE PRESION | VM - VALVULA DE EXPANSION MANUAL |
| S - SEPARADOR DE ACEITE | VS - VALVULA DE SOLENOIDE |

F) ANALISIS DE COSTOS

Resumen de equipos y materiales

Compresores.- Cuatro compresores de refrigerante -- marca MYCOM tipo marino, modelo 95 FV-4A de 95 mm x 76 mm x 4 cilindros con capacidad para 20 T.R.; equipados cada uno con un motor de 34 B.H.P. Se hace notar que, aunque la capacidad del sistema es satisfecha con tres unidades, se han seleccionado cuatro, debido a que es necesario tener una unidad de repuesto en caso de descompostura de cualquiera de los equipos restantes.

Condensadores.- Tres condensadores para refrigerante marca E.P.N., modelo TCB 5050, con una área de transmisión de calor de 50 m², 14 pasos en los tubos. Como en el caso anterior, se dispone de un equipo adicional para utilizarlo en caso de descompostura de algún otro.

Recipientes.- Dos recipientes de refrigerante marca E.P.N. modelo TRC-5097, con un diametro exterior de 508 mm, - con una capacidad nominal de 100 litros; dotado con sus silletas integrales correspondientes y con una mano de pintura anticorrosiva.

Tuberías de refrigeración.- El sistema completo de tuberías de refrigeración comprende un loto formado por ser--pentines detubo de cobre tipo K, tubería para conducción de -

refrigerante de cobre tipo L, codos, tees, reducciones, válvulas de expansión, solenoides, de alivio, reguladores de presión, separadores de aceite, indicadores de líquido y humedad, filtro deshidratador, aislamiento para la tubería y juntas -- flexibles.

Electricidad.- En electricidad dejamos prácticamente que el contratista de este ramo ejecute las instalaciones. Únicamente consideramos las puntas en la alimentación de corriente a cada máquina.

Miscelaneos.- Se refiere al material complementario de la instalación que incluye soportes, taquetes, tornillos, etc., etc.

Presupuesto de la instalación

Cada equipo y material, tiene un costo determinado igual al precio de adquisición con un descuento que otorga la casa vendedora; en nuestro caso, refiriéndonos a los equipos a éste precio de adquisición se le ha incluido el costo por el transporte al lugar de montaje. La obra de mano se refiere a aquella ejecutada por almacenaje, colocación, armado, ajuste o instalación. Con base en lo anterior, se hizo por separado un análisis de costos para el equipo, materiales y obra de mano agrupado en un cuadro que a continuación se presenta. El costo del equipo y materiales más la obra de mano total es el costo de la instalación o precio total instalado.

PRESUPUESTO DE LAS CAMARAS

PARA LA CONGELACION

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	EQUIPO	INSTALACION
Unidades compresoras de refrigerante marca MYCOM tipo marino modelo 95 FV-- de 95 mm x 76 mm x 4 cilindros capacidad para 20 T.R., accionados por motor de 34 B.H.P. c/u.	Pieza	4	400 000	20 000
Unidades condensadoras para refrigerante marca E.P.N. tipo marino modelo TCB 10. Con coraza de acero sin costura, ejes de acero al carbón recubiertos con resina epóxica, 2 pasos en los tubos fabricados de cupro-niquel 90/10 -	"	3	210 000	12 000

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	EQUIPO	INSTALACION
aletados. Con una área efectiva 50 m ² - y probados a una presión 300 lb/in ² .				
Unidades recipientes para refrigerante- líquido marca E.P.N. modelo TRC 5256 -- con capacidad para 900 Kg. a una tempe- ratura de 35°C y una presión de 13.76 - Kg./cm ² . Fabricados de acero al carbón.	Pieza	2	20 000	6 000
Serpentines para las cámaras de congela- ción de cobre tipo K.	lote	1	90 000	45 264
Tubería y accesorios para el circuito - de refrigeración consistente en tubería de cobre tipo L conexiones de cobre for- jado. En esta partida también se inclu- ye la soportería de la tubería.	"	1	30 000	15 000
Aislamiento térmico de 4" de espesor de espuma de uretano expandido, pegamento, barrera de vapor, fieltro asfáltico, me- tal desplegado, barbas, armellas, taque- tes etc.	m ²	1075	211 400	33 650
Una carga completa de refrigerante----- Freón 22 y aceite para el sistema, se - incluye soldadura de plata, carga de -- oxígeno y acetileno, una carga de nitró- geno y todo lo necesario para la insta- lación de tubería de cobre tipo L y sus accesorios.	lote	1	5 000 00	---
Un lote de controles consistente en un- termostato para el control de temperatu- ra tipo de cuarto, un control para alta y baja presión, un control de presión - de aceite y un timer para efectuar la - descongelación automática de los evapo- radores estando el compresor parado.	"	1	26 000	7 200

<u>CONCEPTO</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>INSTALACION</u>
lote de material eléctrico para la - terconexión de nuestros motores y --- aratos.	lote	1	6 000	3 500
Sumas Parciales			<u>998 400</u>	<u>142 614</u>
Precio Total			1,141 014	

C A P I T U L O V

ENLATADO DEL ATUN DENTRO DEL BARCO

- A) GENERALIDADES
- B) DESCRIPCION DEL PROCESO DE ENLATADO
- C) CAPACIDAD DEL EQUIPO Y DIAGRAMA DE
FLUJO
- D) COSTOS DEL EQUIPO

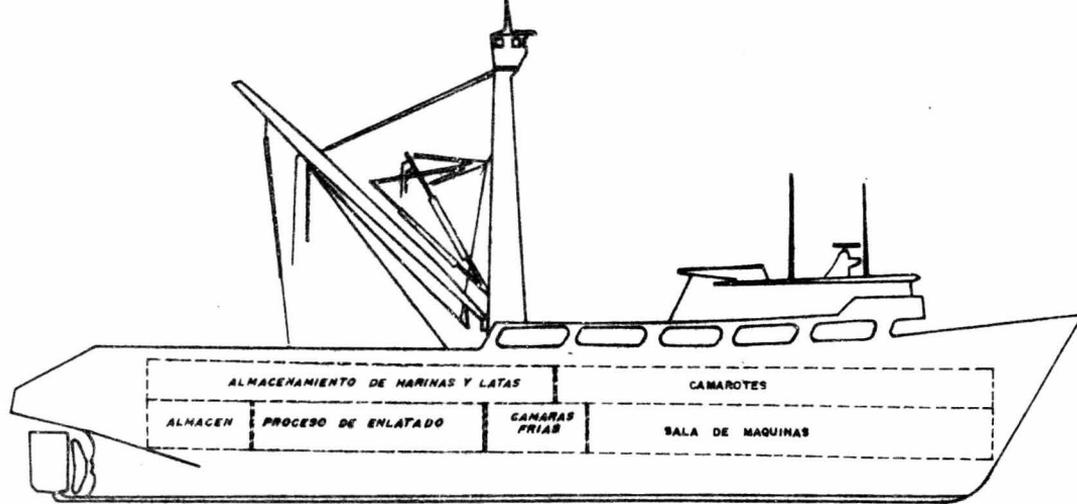
A) GENERALIDADES

El propósito del presente trabajo es estudiar la posibilidad de enlatar al atún dentro del barco pesquero y establecer una comparación de tipo económico con respecto al sistema de refrigeración mencionado anteriormente.

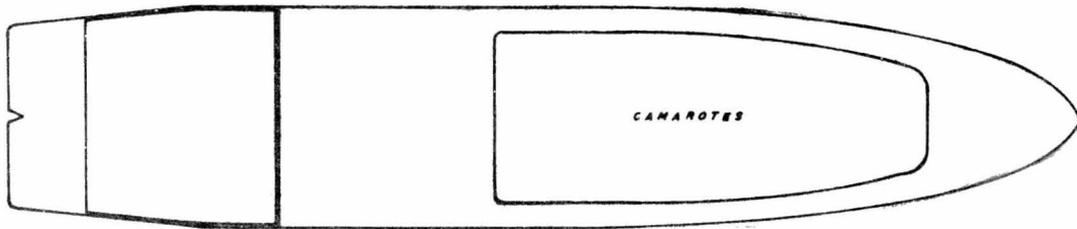
El enlatado en el barco se hizo tomando en cuenta -- que en un viaje de 3 meses se pescan aproximadamente 500 toneladas de atún. El tiempo disponible para el enlatado se supuso de 60 días aunque éste puede alargarse dependiendo de cuando se realice la primera pesca de atún.

El problema que se presenta es principalmente debido al área necesaria para el proceso de enlatado así como el área de habitación de las personas que enlatan el atún. Para resolver este problema es necesario aumentar el tamaño del barco en 6 m de longitud, y hacer una redistribución, considerando que para este sistema la capacidad de refrigeración se reduciría a 150 toneladas.

En la siguiente figura puede observarse la distribución en el barco.



CORTE



PLANTA

ESQ. 11

BARCO TIPO PARA LA PESCA Y ENLATADO DEL ATUN

B) DESCRIPCION DEL PROCESO

Después de ser pescado el atún, se almacena en cámaras de refrigeración con capacidad para 150 tons. de materia prima. Una vez que se tiene a bordo la materia prima, puede iniciarse el proceso de enlatado.

El proceso de enlatado dentro del barco, sigue los siguientes pasos: Destazado, Cocido, Centrifugación, Fileteado, Llenado de las latas y Eliminación de aire, Engargolado, Esterilización y Almacenamiento.

DESTAZADO

El destazado consiste en cortar la cola, cortar la cabeza y sacar las vísceras del atún. Lo realizan cuatro --- personas colocadas a los lados de una mesa de acero inoxida-ble de cuatro metros de largo y 0.8 mts. de ancho, a la mi--tad de la mesa, una banda transportadora con movimiento len-to, lleva el atún a lo largo de la misma. En ésta operación el atún pierde 40% en peso, después de lavar con agua la ca-vidad de las vísceras, el atún se pone en la banda para pa--sar a llenar canastillas de alambre y alimentar al cocedor. Todos los residuos del atún son utilizados para la fabrica--ción de harina de pescado en una pequeña planta localizada - dentro del mismo barco.

COCIDO

Durante el cocimiento del atún una cantidad de agua cercana al 17% se libera de las proteínas. Si toda ésta --- agua permaneciera en la lata, se obtendría un empaque poco - atractivo y de baja calidad. El cocido también tiene in---- fluencia en la coagulación de las proteínas en el músculo -- del pescado, separándolo de la estructura ósea haciendo más fáciles las subsecuentes operaciones de fileteado.

El cocido del atún es por lo tanto un paso muy im-- portante en la operación de enlatado, ya que éste paso influ ye más que ninguno otro en la calidad y el rendimiento.

El cocido se realiza con vapor a una temperatura de 216°F, el cocedor usado es rectangular de 2.1 mts. de longi- tud, 180 mts. de ancho y 1.9 mts. de altura, tiene capacidad para 2.5 a 3 toneladas de atún destazado.

El tiempo de cocido, varía con el tamaño del atún, - la siguiente tabla nos da una idea del tiempo necesario para diferentes tamaños de atún:

RELACION ENTRE EL TIEMPO DE COCIDO A 216 °F y TAMAÑO DEL ATUN

TAMAÑO KG	TIEMPO DE COCIDO (hr)	TAMAÑO KG	TIEMPO DE COCIDO (hr)
1.8	1 1/4	16	3 3/4
3.6	1 1/2	23	4 1/2
5.4	2	31	5 1/2
9	3 1/4	41	6 1/2
11	3 1/2		

CENTRIFUGACION

En ésta operación se elimina el agua que se liberó - de las proteínas del atún durante el cocido y que no goteo en el cocedor. Los mejores resultados en éste paso, se obtienen con centrifugas con velocidades de 500 a 600 rpm durante 15 - minutos.

FILETEADO

En el fileteado se quitan las aletas dorsal, ventral y pectoral y se raspa la piel con un cuchillo, después se parte el atún en 4 partes longitudinales, cada una teniendo uno de los filetes dorsal o ventral, al cortar el atún en éstas 4 secciones, la carne cae fácilmente de la estructura ósea y -- los filetes limpios se colocan en la banda transportadora que

los lleva a la máquina llenadora. Igual que en el destazado todos los residuos se mandan a la planta de harina de pescado.

El fileteado lo realizan 6 personas colocadas a ambos lados de una mesa que tiene las mismas características - que la mesa de destazado.

LLENADO DE LAS LATAS, ELIMINACION DE AIRE Y ENGARGOLADO

El llenado de las latas se realiza por medio de una máquina automática que forma empaques cilíndricos del tamaño necesario y los empuja dentro de la lata; ésta máquina está-provista de un mecanismo que inyecta la cantidad necesaria - de aceite vegetal (3-5%). Al dejar la máquina envasadora, - la lata pasa bajo una pequeña tolva que alimenta la sal necesaria (1-1.5%) y por la misma banda se introduce al equipo utilizado, para expulsar el aire y lograr un buen vacfo en el - engargolado.

Este equipo consta de una cámara de 7 m de largo y - 0.5 m de ancho con aspersores de vapor a todo lo largo, el - paso de las latas a través de la cámara deberá durar hasta - que las latas y su contenido alcancen 70-75 °C ésto tarda -- aproximadamente de 8 a 10 minutos.

Después, pasan a una máquina engargoladora para que

dar cerradas herméticamente, ésta máquina tiene capacidad para cerrar 1000 latas/hora.

ESTERILIZACION

Después de dejar la máquina cerradora, las latas de atún se transportan en canastas metálicas perforadas, para ser alimentadas a la autoclave. La esterilización consiste en un calentamiento a tal temperatura que la vida bacteriana sea completamente eliminada. Este es el paso más crítico en toda la operación de enlatado, y por lo tanto debe de estar sujeto a un estudio muy concienzudo.

TIEMPO DE ESTERILIZACIÓN.- El atún enlatado requiere un tratamiento térmico relativamente severo, ya que éste alimento puede estar contaminado con un microorganismo muy peligroso, el clostridium botulinum el cual produce una toxina, cuya dosis DL_{50} es de $0.00001 \mu\text{g}/\text{Kg}$.

El cálculo del tiempo de esterilización se debe hacer suponiendo que éste organismo existe en el alimento y debe ser destruido.

La gráfica 1 relaciona la cantidad de microorganismos presentes con el tiempo de calentamiento, la gráfica 2 nos muestra el efecto de la temperatura sobre la cantidad de microorganismo.



CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS:

EQUIPO	FLUJO	CAPACIDAD	MEDIDAS		
			L	A	H
(1) Mesa de destazado.	8.33 ton/turno 8 hrs.	1.6 ton/hr.	4 m.	0.8 m.	1. m.
(2) Cocedor.	5 ton/turno 8 hrs.	2.5 ton/4 hrs.	2.1 m.	1.8 m.	1. m.
(3) Centrífugas.	4.5 ton/turno 8 hrs.	0.4 ton/hr.	1.1 m.	0.8 m.	
(4) Mesa de fileteado.	4.5 ton/turno 8 hrs.	0.81 ton/hr.	4 m.	0.8 m.	0. m.
(5) Llenadora.	2.5 ton/turno 8 hrs.	0.4 ton/hr.	1 m.	0.9 m.	1. m.
(6) Equipo para la expulsión de gases.	6250 latas/8 hrs.	1000 latas/hr.	7 m.	0.5 m.	0. m.
(7) Engargoladora.	6250 latas/8 hrs.	1000 latas/hr.	0.9 m.	0.7 m.	1.7 m.
(8) Autoclave.	6250 latas/8 hrs.	3400 latas/corrid.	1.8 m.	1.3 m.	

ESQUEMA. 15

Con la siguiente fórmula se calcula el tiempo de -- proceso necesario para destruir al *Clostridium botulinum*, a una temperatura de 250 °F.

$$F_0 = D_0 (\log a - \log b)$$

DONDE:

F_0 = Duración del proceso en minutos, necesario para eliminar la contaminación supuesta del microorganismo en el alimento.

D_0 = Tiempo necesario para eliminar el 90% de los microorganismos presentes.

a = Número de microorganismos presentes inicialmente.

b = Número de microorganismos viables al final del proceso.

$D_0 = 0.21 \text{ min. } a = 10^{12} \text{ (poco probable) } b = 10^0$

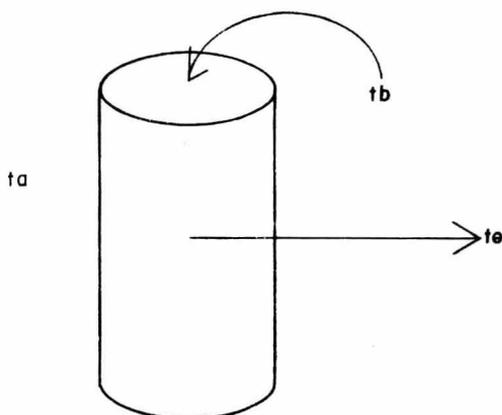
$F_0 = 0.21 \text{ min. } (\log 10^{12} - \log 10^0) = 2.5 \text{ min.}$

El tiempo del proceso dependerá de la velocidad con la que el calor se transmita hacia el centro de la lata, esto dependerá de:

t_b - temperatura de entrada de la lata a la autoclave.

t_a - temperatura de operación de la autoclave.

t_c - temperatura en el centro de la lata cuando ha transcurrido el tiempo.



ESQ.12

Estas temperaturas son función del número de Fourier y de Nusselt

$$\frac{t_a - t_e}{t_a - t_b} = (\text{Fourier}) (\text{Nusselt})$$

$$\text{Fourier} = F = \frac{K \theta}{\rho c_p r_m^2}$$

Donde:

F = Número de Fourier

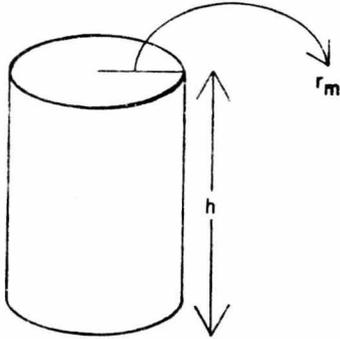
K = Conductividad térmica del atún. $\frac{\text{BTU}}{\text{ft}^2 \text{hr } ^\circ\text{F}}$

= Tiempo de calentamiento en horas.

= Densidad del atún. $\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$

c_p = Calor específico del atún. $\frac{\text{BTU}}{\text{lb } ^\circ\text{F}}$

r_m = Distancia al centro de la lata.



$$r_m = h/2$$

ESQ. 13

La transmisión del calor en una lata cilíndrica se efectúa en dos sentidos: sección cilíndrica y en la sección plana.

Considerando un cilindro infinito y un bloque infinito.

$$m = \frac{1}{N_M} = \frac{K}{h_s r_m}$$

Las gráficas número 1 y 2 representan las funciones de Fourier y Nusselt; las cuales nos permiten calcular la temperatura en el centro de la lata.

$$n = \frac{r}{r_m}$$

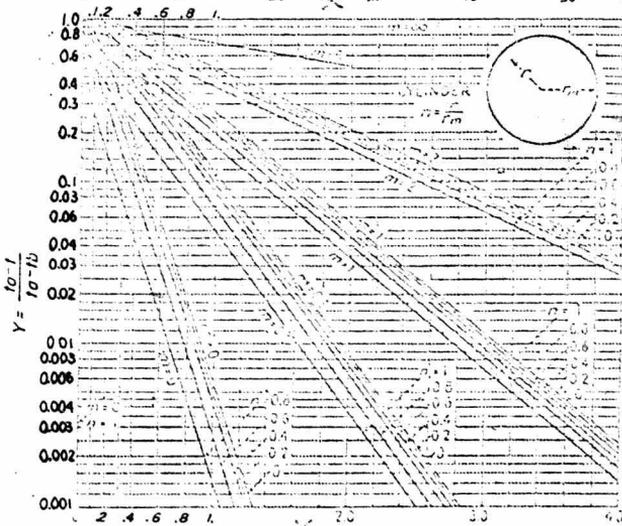
en el centro $n = 0$

en el extremo $n = 1$.

GRAFICA N°2



GRAFICA N°1



Cálculo:

Datos

$$k = 0.30$$

$$P = 61.8$$

$$C_p = 0.80$$

tamaño de lata 401 x 206

Sección cilíndrica: (área)

$$r_m^2 = \left(\frac{4 \frac{1}{16}}{12 \times 2} \right)^2 = (0.169)^2 = 0.0286 \text{ ft}^2$$

Sección plana: (área)

$$r_m^2 = \left(\frac{h}{2} \right)^2 = \left(\frac{2 \frac{6}{16}}{2 \times 12} \right)^2 = (0.0729)^2 = 0.00531 \text{ ft}^2$$

TABULANDO LAS CONTRIBUCIONES A LA ESTERILIZACION

Min.	hr	X _{cil}	X _{rect}	Y _{cil}	Y _{rect}	Y _T	t _θ	F _{t_θ}	θ/F _{t_θ}	∫ θ/F _{t_θ}
30.28	0.454	0.097	0.527	0.852	0.37	0.31	218.3	162.1	0.167	0.167
40.28	0.62	0.13	0.70	0.76	0.25	0.19	230.8	32.48	0.307	0.474
46.28	0.72	0.15	0.81	0.65	0.17	0.11	238.6	12.04	0.498	0.922
47.28	0.73	0.156	0.84	0.63	0.165	0.103	239.6	10.83	0.092	1.01

Cálculo para $\theta = 30'$

Sección cilíndrica:

$$X = \text{Fourier} = \frac{k \theta}{C_p r_m^2 \rho} = \frac{0.30 \times 0.454}{61.8 \times 0.80 \times 0.0286} = 0.097$$

$$m = 1/h_s = k/h_s r_m = \frac{0.30}{200 \times 0.169} = 0.0085 = 0$$

$$h_s = 200 \text{ BTU/hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

En la gráfica No. 1 obtenemos el valor

$$Y_{\text{cil}} = 0.85$$

Para la sección plana

$$x = \frac{0.30 \times 0.454}{61.8 \times 0.80 \times 0.00531} = .52$$

En la gráfica No. 2 obtenemos el valor

$$Y_{\text{rect}} = 0.37$$

$$Y = Y_{\text{cil}} \cdot Y_{\text{rect}}$$

$$Y = 0.85 \times 0.37 = 0.314$$

$$Y = \frac{t_a - t_e}{t_a - t_b} = \frac{250 - t_e}{250 - 149} = 0.314$$

$$t_e = 218.3 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\frac{F_{t_e}}{F_o} = \frac{250 - t_e}{Z}$$

donde:

F_0 = Tiempo necesario para esterilizar a 250 °F.
 F_{t_e} = Tiempo necesario para esterilizar a una temp. t_e
 Z = Aumento en grados necesarios para aumentar la este
rilización en un factor de 10

$Z = 18^\circ\text{F}$ para *clostridium botulinum*

$$F_{t_e} = 2.8 \text{ antilog } \frac{31.7}{18} = 2.8 \times 57.9 = 162.12$$

La contribución a la esterilización será $\frac{\theta}{F_{t_e}}$

$$\frac{\theta}{F_{t_e}} = \frac{27.2}{162.12} = 0.167$$

Cálculo para 40'

Sección cilíndrica

$$X = \frac{0.30 \times .620}{61.8 \times 0.80 \times 0.0286} = 0.13$$

$$Y_{\text{cil}} = 0.76$$

Sección Plana

$$X = \frac{0.30 \times 0.62}{61.8 \times 0.80 \times 0.00531} = .70$$

$$Y_{\text{cil}} = 0.25$$

$$Y = .76 \times .25 = 0.19$$

$$t_e = 250 - 101 \times 0.19 = 230.8$$

$$f_{t_e} = 2.8 \text{ antilog } \frac{19.2}{18}$$

$$F_{t_e} = 32.48$$

Contribución a la esterilización

$$\frac{e}{Fe} = \frac{10.0}{32.48} = .307$$

Para 46 minutos

$$x = \frac{0.30 \times .72}{61.8 \times 0.80 \times 0.0286} = 0.152$$

$$Y_{cil} = .65$$

Sección plana

$$x = \frac{0.30 \times 0.72}{61.8 \times 0.80 \times 0.00531} = 0.818$$

$$Y = .175$$

$$Y = .65 \times .175 = 0.113$$

$$te = 250 - 101 \times .113 = 238.6$$

$$Fte = 2.8 \text{ antilog } \frac{11.4}{18}$$

$$Fte = 2.8 \times 4.3 = 12.04$$

contribución a la esterilización

$$\frac{e}{fe} = \frac{6}{12.04} = .498$$

Para 47 minutos

Sección cilíndrica

$$x = \frac{0.30 \times .736}{61.8 \times 0.80 \times 0.0286} = .156$$

$$Y_{cil} = .63$$

Sección Plana

$$x = \frac{0.30 \times 0.736}{61.8 \times 0.80 \times 0.00531} = 0.84$$

$$y = .165$$

$$Y = .103$$

$$T_e = 250 - 101 \times .103 = 239.6$$

$$F_{t_e} = 2.8 \text{ antilog } \frac{10.4}{18}$$

$$F_{t_e} = 2.8 \times 3.87 = 10.83$$

contribución a la esterilización

$$\frac{e}{F_{t_e}} = \frac{1}{10.83} = .092$$

Tiempo de esterilización 47 minutos después de que la autoclave haya alcanzado los 250°F.

Este proceso de esterilización se realiza en una autoclave cilíndrica con capacidad de 3400 latas por carga.

Una vez terminado el tiempo de esterilización, se enfría la autoclave y las latas se envían a la zona de almacenamiento.

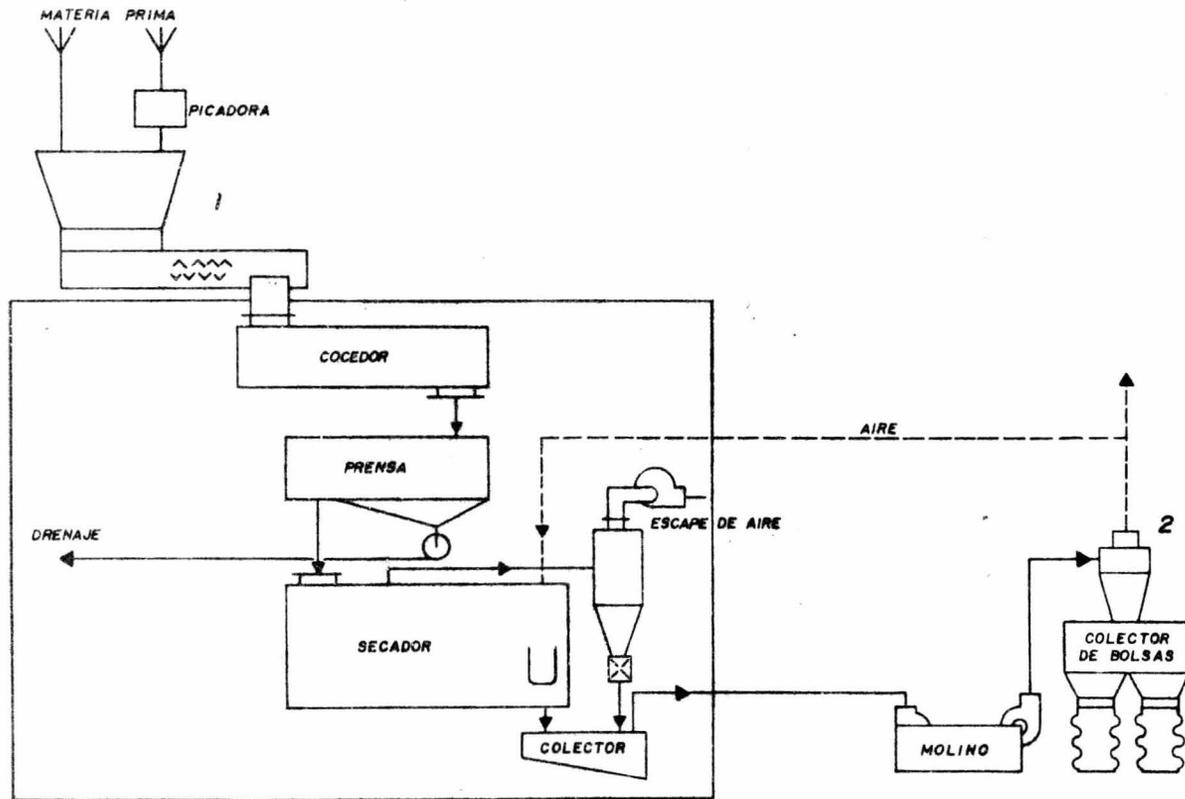
Como se mencionó anteriormente, con el fin de aprovechar al máximo la carga de atún, los residuos del proceso de enlatado son enviados a una planta de harina de pescado lo

calizada dentro del mismo barco.

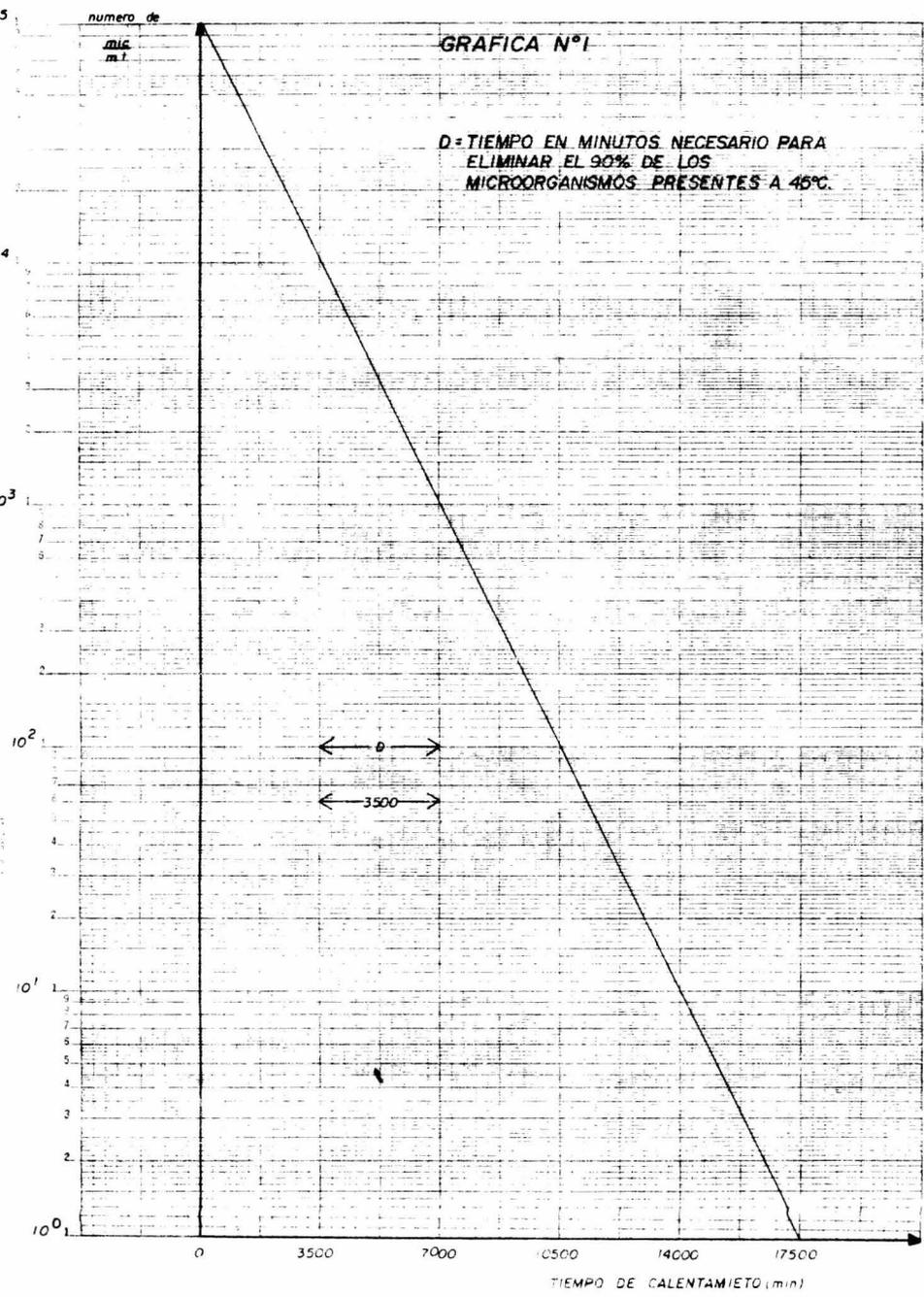
Esta planta presenta las siguientes característi--
cas:

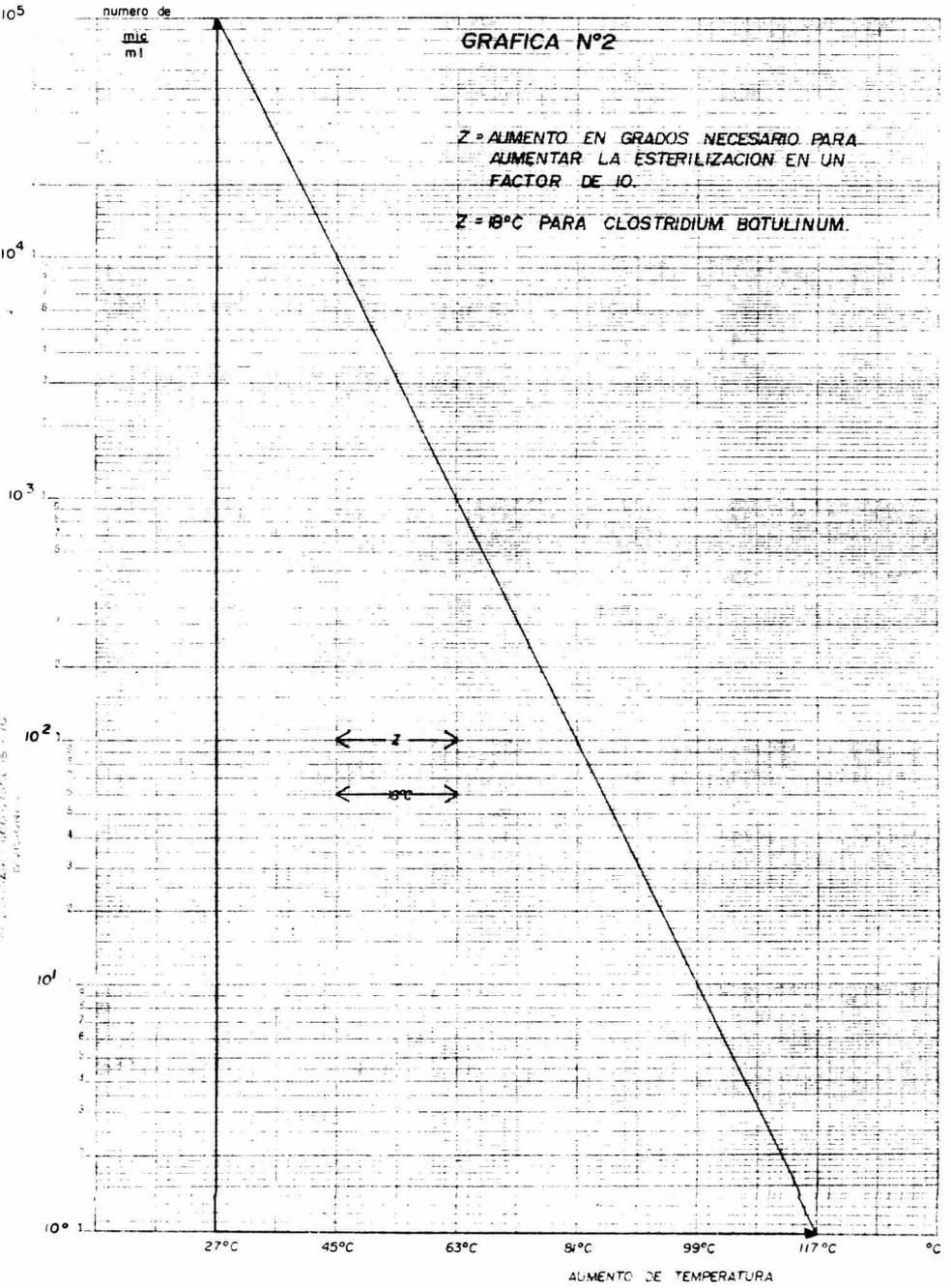
Es un equipo totalmente integrado, su operación es totalmente automática y solo requiere una persona para su ma-
nejo. Los requerimientos de servicios auxiliares se limitan a la alimentación de vapor para el cocimiento de la carga y a la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de -
sus motores.

En la siguiente hoja se muestra el diagrama del --
flujo de esta planta.



ESQ. 14 PLANTA COMPACTA PARA HARINA DE PESCADO





D) COSTOS DEL EQUIPO

CANTIDAD	EQUIPO	COSTO
1	Mesa de destazado	\$ 30,000.00
1	Cocedor	90,000.00
2	Centrífugas	100,000.00
1	Mesa de fileteado	30,000.00
1	Llenadora	60,000.00
1	Tolva alimentadora	8,000.00
1	Equipo de expulsión de gases	70,000.00
1	Engargoladora	60,000.00
1	Autoclave	60,000.00
1	Equipo auxiliar	80,000.00
	TOTAL	<u>588,000.00</u>

COSTOS DE INSTALACION Y ACONDICIONAMIENTO

Todos los costos serán expresados como un porcentaje del costo total del equipo.

INSTALACION	12 %	70,560.00
TUBERIA	10 "	58,800.00
INSTRUMENTACION	6 "	35,280.00
AI SLAMIENTO	6 "	35,280.00
IMPREVISTOS	8 "	<u>47,040.00</u>
TOTAL		246,960.00

COSTO TOTAL DE LA PLANTA DE ENLATADO 834,960.00

C A P I T U L O V I

COMPARACION ECONOMICA ENTRE PROCESO DE REFRIGERACION Y EL DE
REFRIGERACION Y ENLATADO DENTRO DEL BARCO

PROCESO DE REFRIGERACION DE 500 TONELADAS

INVERSION. COSTO DEL BARCO*	\$ 36,000,000.00
INGRESOS POR VIAJE, 500 TONS x \$5,625.00/TON	\$ 2,812,500.00

COSTOS POR VIAJE

SUELDOS	\$ 950,500.00
COMBUSTIBLE	\$ 250,000.00
DERECHOS DE EXPLOTA CION	\$ 50,000.00
INGRESOS MERCANTILES	\$ 112,500.00
AMORTIZACION	\$1,200,000.00
MANTENIMIENTO	\$ 72,000.00
SEGUROS	\$ <u>140,000.00</u>
TOTAL	\$ 2,775,000.00

GANANCIAS POR AÑO: 2,812,500 - 2,775,000 = 37500

\$ 37,500.00 x 5 viajes/año = \$187,500.00

RENTABILIDAD

\$ 187,500.00/36,000,000.00 = .52%

* Este es el costo total absoluto, donde se deja al barco en condiciones de navegar de inmediato.

Nota: Todas las cantidades de dinero expresadas en la tesis - se refieren a moneda nacional.

COSTOS POR VIAJE

SUELDOS

TECNICO PESQUERO	\$300.00/ton corta x 595 ton cortas	\$ 178,500.00
TECNICO REFRIGERACION	\$187.50 x 595	\$ 111,500.00
ING. MECANICO NAVAL	\$100.00 x 595	\$ 59,500.00
JEFE DE CUBIERTA	\$100.00 x 595	\$ 59,500.00
NAVEGADOR	\$100.00 x 595	\$ 59,500.00
10 TRIPULANTES	\$81.00 x 595 x 10	<u>\$ 482,000.00</u>
	TOTAL	\$ 950,500.00

COMBUSTIBLE

100 TON DIESEL x \$400.00/TON	\$ 200,000.00
5 TON ACEITE x 10,000/TON	\$ 50,000.00

DERECHOS DE EXPLOTACION

500 TON x \$100.00/TON	\$ 50,000.00
------------------------	--------------

INGRESOS MERCANTILES

2,812,500.00 x 0.04	\$ 112,500.00
---------------------	---------------

FINANCIAMIENTO

5,000,000 x 0.10 INTERES ANUAL = \$3,600,000.00

600,000 x 15 AÑOS = 54,000,000.00

5,000,000 + 54,000,000 = 90,000,000

90,000,000 A PAGAR EN 15 AÑOS = 6,000,000 POR AÑO

000,000/5 VIAJES AL AÑO \$1,200,000.00

MANTENIMIENTO

,000,000 x 0.01 = 360,000/ANUALES

0,000/5 VIAJES= \$ 72,000.00

SEGUROS

,000,000 x 0.02 = 720,000 ANUALES

0,000/5 VIAJES = 140,000/VIAJE \$ 140,000.00

PROCESO CON ENLATADO DENTRO DEL BARCO

INVERSION POR COSTO DEL BARCO	\$	36,000,000.00	
-AHORRO PARCIAL EN EL EQUIPO DE REFRIG.			<u>855,714.00</u>
			35,144,286.00
+COSTO EQUIPO DE ENLATADO	\$	834,960.00	
+COSTO DE PLANTA DE HARINA	\$	1,115,040.00	
+COSTO DEL AUMENTO DE TAMAÑO	\$	<u>2,150,000.00</u>	
			<u>39,244,286.00</u>

INGRESOS POR VIAJE

375,000 latas x \$11.00/lata	\$	4,125,000.00
40 Ton de harina x \$5,750.00/Ton	\$	<u>230,000.00</u>
	\$	4,355,000.00

COSTOS POR VIAJE

COSTOS NORMALES	\$	2,812,500.00
+COSTOS DEL PROCESO ENLATADO	\$	<u>806,733.00</u>
	\$	3,619,233.00

GANANCIA

4,355,000.00-3,619,233.00=	\$	735,767.00
----------------------------	----	------------

GANANCIA ANUAL

735,767.00 x 5=viajes =	\$	3,678,835.00
-------------------------	----	--------------

RENTABILIDAD

$$\frac{3,678,835.00}{39,244,286.00} = 9.37\%$$

COSTOS DEL PROCESO DE ENLATADO.

SUELDOS

12 Trabajadores x 25,000.00 = \$ 300,000.00

INGREDIENTES

ACEITE Y SAL \$ 41,700.00

EMPAQUE

375,000 LATAS x \$0.80/LATA \$ 300,000.00

+DIFERENCIA DE FINANCIAMIENTO

\$39,100,000 x 0.10 =3,910,000.00

3,910,000 x 15 AÑOS=58,650,000.00

58,650,000+ 39,100,000=97,750,000.00

97,750,000.00/15 A:OS=6,516,666.66

6,516,666.66/5 VIAJES= 1,303,333.33

1,303,333.33 - 1,200,000= 103,333.33 103,333.00

+DIFERENCIA DE INGRESOS MERCANTILES

\$4,355,000.00x0.04=174,200.00

\$ 174,200.00-112,500.00=\$61,700.00 61,700.00

COSTO DEL PROCESO DE ENLATADO \$ 806,733.00

C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES

1) Es importante hacer notar el potencial atunero que tiene nuestro país a todo lo largo de la costa del pacífico y la poca explotación actual de esta riqueza.

2) La aportación principal del atún a la nutrición humana esta basada en su abundante contenido en aminoácidos, - su valor nutritivo permanece casi inalterado durante los procesos de refrigeración y enlatado.

3) El sistema de refrigeración comunmente utilizado es el de amoniaco como agente refrigerante. En el presente estudio se optó por trabajar con el freón 22, en base a que - una fuga de amoniaco por las tuberías envenenaria toda la carga de atún, no así el freón 22 que no presenta este problema.

4) Hasta la fecha en nuestro país, todo el enlatado del atún se realiza en empacadoras ubicadas en tierra firme, debido a 2 razones, la 1a. nunca se había hecho un estudio para habilitar esta industria en los mismos barcos pesqueros, y la 2a. la existencia de una ley que reserva al gobierno el derecho de explotar cualquier industria a bordo de embarcaciones motorizadas.

Tomando en cuenta que el enlatado en el mismo barco hace este negocio más rentable, es conveniente estudiar la -- creación de cooperativas pesqueras-enlatadora patrocinadas -- por el gobierno dándoles así el carácter de empresas descentralizadas, y las cuales cubrirían 3 necesidades muy urgentes en

nuestro país que serían 1.- La de proporcionar empleo bien re numerado a muchos pescadores que elevarían considerablemente su nivel de vida. 2.- El aprovechamiento de esta riqueza que hasta la fecha ha sido solamente explotada por pescadores extranjeros. 3.- El proporcionar al pueblo un alimento de alto valor nutritivo.

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

- A) BURGESS H. JENNINGS AND SAMUEL R. LEWIS
AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION
INTERNATIONAL TEXT BOOK COMPANY
NEW YORK, N.Y.
1 9 6 4
- B) CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY
MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO
MARCOMBO, S.A.
BARCELONA, ESPAÑA
1 9 7 2
- C) DONALD K. TRESSLER AND JAMES MCW. LEMON
MARINE PRODUCTS OF COMMERCE
REINBOLD, BOOK DIVISION
NEW YORK, N.Y.
1 9 5 1
- D) DONALD TRESSLER AND W.B. VAN ARSDEL
THE FREEZING PRESERVATION OF FOODS
THE AVI PUBLISHING CO. INC.
WEST PORT, CONN.
1 9 6 8
- E) GEORG BORGSTROM
FISH AS FOODS
ACADEMIC PRESS
MICHIGAN STATE
1 9 6 1
- F) G.H.O. BURGESS AND J.J. WATERMAN
FISH HANDLING AND PROCESSING
CHEMICAL PUBLISHING CO. INC.
NEW YORK, N.Y.
1 9 6 7
- G) J. ALARCON CREUS
TRATADO PRACTICO DE REFRIGERACION AUTOMATICA
MARCOMBO S.A.
BARCELONA, ESPAÑA
1 9 6 7
- H) NORMAN W. DESROSIER
CONSERVACION DE ALIMENTOS

C E C S A
MEXICO, D.F.
1 9 7 1

- I) ROY J. DOSSAT
PRINCIPIOS DE REFRIGERACION
JOHN WILLEY AND SONS
TOKYO, JAPON
1 9 6 8
- J) THE AMERICAN SOCIETY OF REFRIGERATION ENGINEERS
REFRIGERATION APPLICATIONS
NEW YORK, N.Y.
1 9 5 7
- K) THE TRANE COMPANY
MANUAL DE REFRIGERACION
LA CROSSE, WISCONSIN
1 9 6 6
- L) V. CHUPAKHIN
TRADUCCION: ANNE DE MERINDAL
FISH PROCESSING EQUIPMENT
MOSCOW, U.S.S.R.
- M) W.B. VAN ARSDEL
QUALITY AND STABILITY IN FROZEN FOODS
WILEY - INTER CIENCE
NEW YORK, N.Y.
1 9 6 9

A R T I C U L O S

MONOGRAFIA DE LAS ESPECIES DE ATUN Y SIMILARES.

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA S. I. C.

PROGRAMA DEL ATUN.

MEXICO D.F.

1 9 7 4.

THE BRINE FREEZING SYSTEM IN TUNA.

PURSE SEINERS.

W. B. SCOTLAND.

VILTER CORPORATION.

LOS ANGELES, CALIFORNIA.

1 9 7 4.