

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
RECIRCULACION DE AGUA DE MAR
REFRIGERADA EN UNA EMBARCACION
PESQUERA DE CERCO DE 500m³ DE
BODEGA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO NAVAL**

LUIS ALBERTO BRAVO QUISPE

PROMOCION 2006-II

LIMA-PERU

2010

Dedicatoria:

A mis padres, Juan Bravo Rojas y

Nazaria Quispe Huamán por el apoyo brindado.

CONTENIDO		Pag
PROLOGO		1
CAPITULO I. INTRODUCCION		3
1.1 Objetivo		4
1.2 Justificación		4
1.3 Planteamiento del problema		5
1.4 Las causas de la descomposición de los peces		5
1.5 Aplicación de LMCE (decreto legislativo en la pesca de la anchoveta)		7
1.6 Influencia de la ley de LMCE para que las empresas pesqueras Opten por implementar más embarcaciones con sistemas R.S.W		8
1.7 Retos que el sistema de LMCE trae para el sector pesquero		9
1.8 Porcentaje de flota peruana con sistemas de refrigeración a bordo		10
CAPITULO II. METODOS DE REFRIGERACION EN EMBARCACIONES PESQUERAS ARTESANALES E INDUSTRIALES		11
2.1 Introducción		11
2.2 Refrigeración con agua de mar refrigerada (R.S.W)		11
2.2.1 Ventajas del sistema R.S.W		12

2.2.2 Desventajas del sistema R.S.W	13
2.3 Sistema combinado Hielo-Agua de mar(C.S.W)	13
2.3.1 Ventajas del sistema C.S.W	14
2.3.2 Desventajas del sistema C.S.W	14
2.4 Sistema de refrigeración con hielo	15
2.4.1 Ventajas del sistema de refrigeración con hielo	16
2.4.2 Desventajas del sistema de refrigeración con hielo	16
2.5 Refrigeración mecánica con hielo	18
2.5.1 Ventajas del sistema de refrigeración con hielo	18
2.5.2 Desventajas del sistema de refrigeración con hielo	18
CAPITULO III. FUNDAMENTOS DE LA REFRIGERACION	20
3.1 Definición	20
3.1.1 Carga de calor	21
3.1.2 Agente de refrigeración	21
3.1.3 Proceso sensible	22
3.1.4 Proceso latente	22
3.2 Ciclo mecánico de compresión	24
3.2.1 Evaporación	24
3.2.2 Control de temperatura de evaporación	25
3.2.3 Abastecimiento del refrigerante al evaporador	26
3.2.4 Recuperación del refrigerante	27

3.3 Diagrama Presión Entalpia	30
CAPITULO IV.AISLAMIENTO Y CARGA TERMICA	35
4.1 Materiales termoaislantes, características técnicas y criterios de selección	35
4.2 Modos de transmisión de calor y términos técnicos	37
4.2.1 Modos de transmisión de calor	37
4.2.2 Definiciones	38
4.2.3 Energía calorífica	38
4.2.4 Conductividad térmica	38
4.2.5 Coeficiente de conductividad térmica	39
4.2.6 Resistividad térmica	39
4.2.7 Resistividad térmica (R)	39
4.2.8 Coeficiente de transmisión de calor (U)	39
4.2.9 Permeancia al vapor de agua	39
4.2.10 Resistencia al vapor de agua (rv)	40
4.3 Porque es necesario el aislamiento	40
4.4 Espumas de poliuretano	41
4.5 El poliestireno expandido	44
4.6 Precauciones contraincendios durante la aplicación de espuma rígida de poliuretano en embarcaciones.	44
4.6.1 Aplicación in situ	45
4.6.2 La Espumacion	45

4.6.3 Rociado	45
4.6.4 Peligros de toxicidad por la combustión de la espuma	46
4.7 Determinación del espesor de poliuretano	46
4.7.1 Calculo del espesor de poliuretano en el casco de la obra muerta babor y estribor	49
4.7.2 Calculo del espesor de poliuretano en el casco lateral obra viva	51
4.7.3 Calculo de espesor de poliuretano para la cubierta	52
4.7.4 Calculo de espesor de poliuretano en mamparo de sala de maquina	53
4.7.5 Calculo de espesor de poliuretano en mamparo de lazareto	55
4.7.6 Calculo de espesor de poliuretano en el casco fondo	55
4.7.7 Calculo de espesor de poliuretano en el túnel	57
4.7.8 Calculo de espesor de poliuretano en las tapas de bodega	58
4.8 Aislamiento en tuberías conductoras de agua helada	59
4.9 Pruebas de estanqueidad del insulado	60
4.10 Preparación del revestimiento de poliuretano	60
4.11 Preparación del poliuretano	60
4.11.1 Inyección del poliuretano	61
4.12 Calculo de la capacidad de carga del equipo de refrigeración	62
4.12.1 Calculo de la carga para enfriar el 25% de agua de mar	62
4.12.2 Calculo del calor ganado por las superficies	63
4.12.3 Calculo del calor ganado por corrientes parasitas	64
4.12.3 Calculo del calor total	66

CAPITULO V. DESCRIPCION DEL SISTEMA RSW A IMPLEMENTAR EN LA EMBARCACION.	67
5.1 Características iniciales de la nave	67
5.1.1 Características Finales de la nave	67
5.2 Datos generales de la planta de frio a implementar	68
5.3 Descripción de los equipos y materiales del sistema RSW	69
5.3.1 Línea de gas refrigerante	69
5.3.2 Materiales y equipos que componen la línea de gas refrigerante	71
5.4 Línea de sistema de fuerza (hidráulico)	72
5.4.1 Equipos y materiales que conforman la línea hidráulica	72
5.5 sistema de recirculación de agua refrigerada	75
5.5.1 Materiales y equipos que componen la línea de recirculación de agua	75
5.6 línea de distribución eléctrico	75
5.6.1 Materiales y equipos que conforman la línea eléctrica	76
5.7 Chequeos recomendados a los equipos y/o instrumentos de medición de la planta de refrigeración.	77
5.7.1 Horas de trabajo de los equipos de RSW para realizar un mantenimiento Preventivo.	77
5.7.2 Criticidad de los equipos de RSW	78

CAPITULO VI. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACION RSW Y CONSERVACION DE LA PESCA.	81
6.1 Elementos principales	81
6.1.1 Bodegas insuladas o aisladas	81
6.1.2 Compresor de refrigeración	82
6.1.3 Separador de aceite	82
6.1.4 Condensador	82
6.1.5 Tanque recibidor de líquido	82
6.1.6 Chiller	82
6.1.7 Acumulador de succión	83
6.1.8 Refrigerante	83
6.2 Descripción del flujo	
6.3 Instrucciones para el funcionamiento de la planta de frio (pesquera austral -ISF)	84
6.3.1 LLenado y circulación de agua de mar	84
6.3.2 Verificación del sistema de frio para el arranque	85
6.3.3 Puesta en marcha del compresor	86
6.3.4 Durante el funcionamiento de la planta	87
6.4 Instrucción para la conservación de la pesca	89
6.4.1 Procedimientos aplicados para la conservación de la pesca en las embarcaciones de la pesquera Austral Group	89
6.4.1 limpieza de bodegas	89

6.4.1.1 Limpieza de bodegas en la chata.	89
6.4.1.2 Limpieza de bodegas en bahía	90
6.4.2 Sanitización de bodegas	90
6.4.2.1 Sanitización de bodegas usando soda caustica	90
6.4.2.2 Sanitización de bodegas con ozono.	91
6.4.3 Procedimientos de refrigeración	94
6.4.3.1 Procedimientos de refrigeración luego de sanitizar con soda caustica	95
6.4.3.2 Procedimiento de refrigeración sanitizando con ozono	95
6.4.4 Procedimiento de envasado	96
6.4.5 Muestreo de la pesca	101
6.4.6 Procedimiento de descarga	101
CAPITULO VII. EL AMONIACO COMO GAS REFRIGERANTE DE LOS SISTEMAS RSW	103
7.1 Concepto de gas amoniaco	103
7.2 Calidad del amoniaco con respecto a otros gases refrigerantes	104
7.3 propiedades físicas del amoniaco (R717)	104
7.4 Razones para su mención como gas toxico	105
7.5 Destrucción de la capa de ozono por gases refrigerantes	106
7.6 Medidas a tomar para frenar la destrucción de la capa de ozono	107
7.7 El gas amoniaco como alternativa ecológico	109
7.7.1 Refrigerantes ecológicos.	109
7.7.2 Protocolo de Montreal	110

7.8 Limites de exposición laboral	112
7.8.1 Resumen de riesgos	112
7.8.2 Maneras de reducir la exposición	113
7.8.3 Información sobre los riesgos para la salud	113
7.8.3.1 Efectos agudos sobre la salud	113
7.8.3.2 Efectos crónicos sobre la salud	113
7.8.3.3 Riesgo de cáncer	114
7.8.3.4 Riesgo para la reproducción	114
7.9 Requerimiento de Torremolinos para instalación de sistemas RSW	114
7.10 Accidentes con amoniaco estadísticas (fuente ASHRAE)	115
CAPITULO VIII EVALUACION TECNICA ECONOMICA	117
8.1 Cálculos previos	117
8.2 Costo de la implementación	118
8.3 Retorno de la inversión	122
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	125
VOCABULARIO DE TERMINOS USADOS	126
BIBLIOGRAFIA	129

ANEXOS

Tablas de valores de propiedades físicas de los elementos .

Grafico de Mollier (propiedades del amoniaco)

Sistema eléctrico del sistema RSW

PLANOS

1. Plano de Sistema de enfriamiento de Pescado
2. Plano de disposición general de equipos RSW
3. Plano de sistema hidráulico
4. Plano de sistema de recirculación de agua refrigerada
5. Plano de sistema de refrigeración RSW
6. Plano de seguridad industrial en la sala de frio (RSW)

PROLOGO

El presente trabajo consiste en implementar a una embarcación anchovetera un sistema de refrigeración por agua de mar (RSW) para la conservación del pescado abordo, consiguiendo de esta forma realizar faenas de pesca refrigerada para Consumo Humano Directo y a la conservación del medio ambiente en los puertos de descarga. Para el desarrollo de este trabajo hemos dividido en varios capítulos, en el capítulo I se presenta la introducción del tema, objetivos, justificación, causas de la descomposición de los peces y todo lo referente al límite máximo de captura por embarcación (LMCE). Como capítulo II se ha mencionado los diversos métodos de refrigeración a bordo para la conservación del pescado tanto en embarcaciones artesanales como las industriales. En el capítulo III estaremos indicando los principios de refrigeración. En el capítulo IV se desarrolla el tema de los aislamientos en la bodega así como también los cálculos para la carga térmica.

En el Capítulo V estaremos haciendo mención a las características de la embarcación, la selección de equipos de frío de acuerdo a la carga térmica y por último se hace un estudio de criticidad de los equipos para un mantenimiento preventivo. En el capítulo VI se detalla el funcionamiento de una planta de refrigeración, se hace mención a los criterios para obtener una buena refrigeración y conservación del pescado almacenado en bodega de los barcos, desde la captura hasta la descarga en los puertos. En el Capítulo VII estaremos haciendo mención a la

selección del gas refrigerante (amoniac) y su impacto al medio ambiente, así como los riesgos en seguridad y salud ocupacional al personal que está en sala de maquinas operando los diversos equipos de refrigeración, en el Capítulo VIII se estará analizando los costos de la implementación y el cálculo del tiempo para el retorno de la inversión, por último se dan las conclusiones y las recomendaciones del presente informe.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El siguiente trabajo consiste en implementar a una embarcación de cerco de 500m³ que se dedica a la extracción de anchoveta un sistema de refrigeración por agua de mar (RSW), que consiste en enfriar agua de mar a temperaturas cercana a los -1°C en cantidades adecuadas de tal manera que esta agua recirculada en las bodegas, sirva como elemento intermediario para enfriar la pesca para que esta no se maltrate, es decir para que se encuentre en flotación. La finalidad es conseguir a que esta embarcación se dedique también a la pesca de consumo humano directo (pesca de jurel, caballa, bonito). Actualmente implementar sistemas RSW a las embarcaciones pesqueras anchoveteras es rentable, esto porque se consigue conservar mejor el cardumen en bodegas ya sea para consumo humano indirecto (harina de pescado) o consumo humano directo.

La pesca anchovetera en el Perú ha tenido un cambio de gran envergadura esto a raíz del decreto 1084 que empezó aplicarse desde la primera temporada de pesca del 2009, ley que consiste en límites máximo de captura por embarcación (LMCE) con lo cual se acaba la carrera olímpica y se le otorga a cada embarcación una cuota asignada anualmente. Debido a la aplicación de esta ley la pesca de la anchoveta se encuentra regulada, lo que obligaría a las empresas pesqueras a buscar otra alternativa de pesca como lo es la pesca refrigerada, para lo cual requisito básico es

tener un sistema de conservación de bodegas. Este panorama obliga a que los sistemas de conservación de la pesca cuenten con potentes Plantas de Refrigeración a bordo, contando estas de preferencia como elemento refrigerante el amoníaco por sus excelentes características térmicas y su bajo costo, además no atenta contra la capa de ozono.

1.1 objetivo

El objetivo es implementar un sistema de refrigeración por agua de mar recirculada (RSW) a una embarcación de 500m³ de bodega, que se dedica a la pesca de Consumo Humano Indirecto (anchoveta) , con esto se conseguirá a que esta embarcación se encuentre lícitamente para realizar otra alternativa de captura como lo es la pesca de Consumo Humano Directo (jurel y caballa), consiguiendo a si mejores ingresos para la empresa y materia prima de buena calidad , con una producción más limpia en los puertos y plantas procesadoras, tanto de harina como de conservas.

1.2 justificación

Actualmente con el nuevo sistema de cuotas pesqueras, límites máximo de captura permisible por embarcación (LMCE) dado por el ministerio de la producción (PRODUCE) que entro en vigencia a partir del 2009, es necesario contar con otra alternativa de pesca, es por ello el acondicionamiento a las embarcaciones pesqueras el sistema de refrigeración con agua de mar. A si mismo hoy en día los mercados internacionales que compran la harina procesada de la anchoveta exigen buena calidad y este sistema de RSW es un factor importante ya que también puede refrigerar anchoveta adecuadamente obteniéndose materia prima de primera.

1.3 planteamiento del problema

Esta embarcación solo se dedica a la extracción de pesca de anchoveta, lo que se desea es implementar un sistema de refrigeración RSW con esto conseguiríamos a que esta embarcación realice mayor numero de calas hasta aproximar la capacidad de bodega de la embarcación, esto gracias a la refrigeración de las aguas almacenada en las bodegas. A si mismo le da la facultad de ingresar a otra alternativa de pesca, la pesca de consumo humano con lo que se obtendrían mayores ingresos para la empresa, con lo que se generarían más empleos directos e indirectos con la extracción de pescado de consumo humano directo y su respectiva elaboración de conservas o ventas de pescado congelado como exportación.

1.4 las causas de la descomposición de los peces.

Se sabe que los peces se descomponen relativamente pronto después de capturarlos si no se toman precauciones especiales. La descomposición comienza, en parte por autólisis y, en parte también, por la actuación de microorganismos, sobre todo de bacterias. En los dos casos se presentan modificaciones bioquímicas, que llevan finalmente a la descomposición de los peces y los hacen inadecuados para el consumo. Después de la muerte se presenta en los peces la rigidez cadavérica (rigor mortis), que es una consecuencia de la coagulación de las proteínas. Tras unas cuantas horas se deshace la rigidez cadavérica bajo la influencia de enzimas (fermentos) y empieza la descomposición de las proteínas en compuestos de nitrógeno, entre los que es de notar, sobre todo, la trimetilamina por su mal olor que permite reconocer que el pescado está en condiciones no suficientemente frescas.

La acción perjudicial de las enzimas se puede impedir mediante el empleo de altas temperaturas, que destruyen a las enzimas, o se puede retardar decisivamente mediante el empleo de frío. Como los peces son animales de sangre fría que viven además en ambiente frío, la función normal de las enzimas está adaptada a estas mismas temperaturas frías. Si se lleva a los peces una vez capturados a un ambiente más caliente, la autólisis empieza a tener lugar con más rapidez. Esta es una de las razones por las que a temperatura ambiente se descompone antes el pescado que la carne de animales de sangre caliente. Otra razón es la diferencia entre estructuras físicas y químicas de la carne de las dos clases de animales.

La rápida multiplicación de los gérmenes tiene una influencia mucho más decisiva que la autólisis en la descomposición de los pescados. La invasión de los gérmenes tiene lugar en los peces desde las branquias a la sangre, desde la mucosa y las escamas a través de la piel y desde los intestinos. El pescado se puede conservar en hielo solamente durante un tiempo relativamente corto. Para un almacenamiento más prolongado se pueden emplear: la congelación, la conservación en lata, la conservación en sal, el ahumado y el secado. En este trabajo no se tratan más que los procedimientos por refrigeración de agua de mar a través de una planta de frío con gas refrigerante amoníaco. Estos tienen la ventaja de que el pescado se conserva en estado natural, pero desde el punto de vista de la descomposición solamente se consigue retardarla de modo más o menos eficaz. No se pueden destruir con estos métodos los microorganismos perjudiciales, solamente se puede frenar su actividad y su multiplicación y solo también retardar la acción de las enzimas. Una vez descongelados los peces se descomponen rápidamente a temperaturas ambiente.

1.5 Aplicación de LMCE (decreto legislativo 1084) en la pesca de anchoveta

Esta ley entro en vigencia para la primera temporada del 2009 para la pesca de anchoveta en la zona norte, el objetivo de la medida para el ordenamiento pesquero aplicable a la extracción de los recursos denominado “Límites Máximos de Captura por Embarcación”(LMCE) tiene por objeto mejorar las condiciones para la modernización y eficiencia de la actividad pesquera; promover su desarrollo sostenible como fuente de alimentación, empleo e ingresos , y asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos, en armonía con la preservación del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

En la figura se aprecia el ritmo de captura de la anchoveta. Ver Figura 1.1 yFigural.2

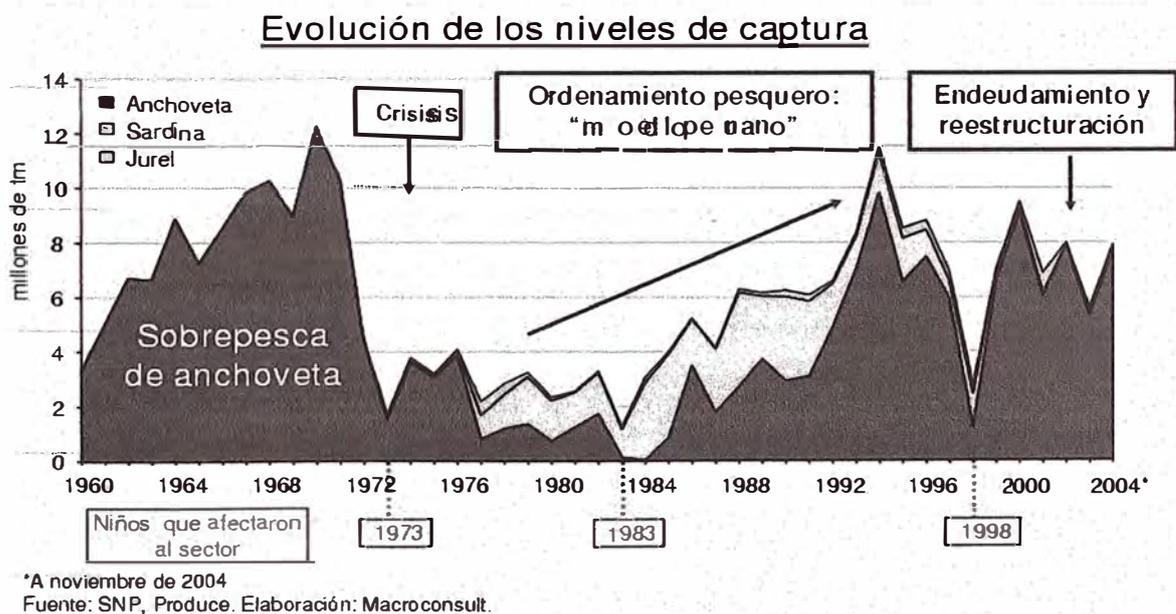


Figura 1.1 Evolución de los niveles de captura



Figura 1.2 captura de anchoveta en diversos años de pesca

1.6 Influencia de la ley de LMCE para que las empresas pesqueras opten por implementar mas barcos con sistema RSW

El sistema de LMCE reduce la incertidumbre en la extracción en tanto asigna una proporción del límite global a cada embarcación. De esta manera, las empresas pueden programar sus actividades en función de las oportunidades de mercado y se incrementa el valor de las actividades. Más aun, la reducción de la incertidumbre en la extracción posibilita una mayor inversión para incrementar el valor agregado en la industria, ya sea a través de la modernización de las naves o el mejoramiento de la plantas de procesamiento.

El contexto de la pesquería dedicada al CHD en el Perú es favorable alcanzar un mayor desarrollo. En los últimos años, dicha actividad está creciendo rápidamente y a tasas mayores que la industria de harina y aceite de pescado. Las empresas del sector vienen aprovechando el sostenido crecimiento de la demanda mundial de productos pesqueros para consumo humano directo a través de nuevas inversiones, especialmente en productos congelados y refrigerados. El desarrollo de esta industria, que se espera continúe en los próximos años, se viene traduciendo en el

caballa. Ya no será necesario suspender la pesca de estas especies cuando se inicie la temporada de anchoveta.

3. Al no existir la presión de una temporada tan corta, la flota tendrá la oportunidad de utilizar de mejor manera sus equipos sin someter los motores a velocidades por encima de lo recomendado, reduciendo el consumo de petróleo y alargando la vida útil de los activos.
4. Se tendrá la posibilidad de pescar solo lo necesario para asegurar la calidad de la pesca y, lo que es más importante, la seguridad de la tripulación.

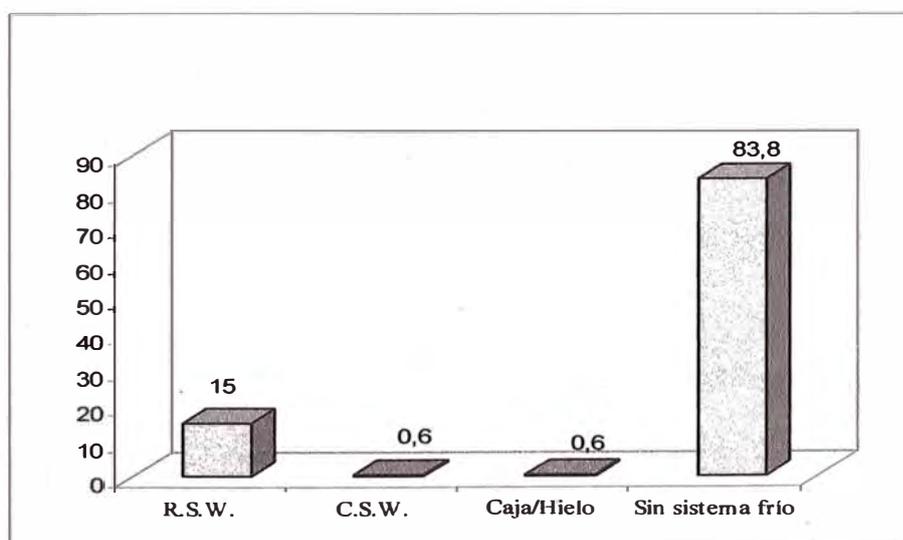
1.8 Porcentaje de flota peruana con sistemas de refrigeración a bordo

Cuadro 1.1 Cuadro comparativo de barcos refrigerados

Sistemas de refrigeración	%
Agua de mar refrigerada (R.S.W)	15.0
Agua de mar con hielo (C.S.W.)	0.6
Caja/Hielo	0.6
Sin sistema frio	83.8

Fuente: Dirección Nacional de Medio Ambiente del Vice-Ministerio de Pesquería, Ministerio de la Producción (diciembre, 2004).

Figura 1.4 Porcentaje de Flota Con Sistemas de Refrigeración abordo



CAPITULO II

METODOS DE REFRIGERACION A BORDO EN EMBARCACIONES PESQUERAS ARTESANALES E INDUSTRIALES.

2.1 Introducción

En el Perú se ha empleado métodos para conservar el pescado en las bodegas, dentro de las 5 millas se practica la pesca artesanal, por embarcaciones con capacidades de bodegas menores a $32,6\text{m}^3$ que por lo general son de maderas, estas embarcaciones menores por ejemplo emplean el método de conservación por hielo en sus bodegas, las especies más comunes de extracción son la anchoveta y el perico.

La extracción del recurso para fines industriales se realiza fuera de las 5 millas el método más común de refrigeración es el sistema de RSW, las especies más comunes de extracción son aquellas destinadas para conservas o consumo humano directo como el jurel, caballa, bonito.

2.2 Refrigeración con Agua de Mar Refrigerada (R.S.W)

Se trata primero de refrigerar o pre-enfriar una cierta cantidad de agua de mar, para ello el barco, zarpa del puerto rumbo a la zona de caladero y una vez encontrándose en aguas no contaminadas millas afueras, carga las bodegas con agua de mar limpia hasta alcanzar entre un 25 a 30% del volumen de bodega considerado para refrigerar, esta agua por criterio de estabilidad se depositara en la bodega central.

Así el agua se comienza a hacer recircular desde las bodegas hasta pasar por el equipo de refrigeración (chillers), que ha sido calculado para proporcionar una capacidad de frío suficiente para producir un descenso de la temperatura del agua entre 0° a -1°C. La temperatura especificada se debe conseguir antes de llegar a la zona de pesca.

Al cabo de este tiempo según la teoría el agua ya se encuentra enfriada y se realiza el primer lance. Se selecciona la bodega que será la primera en cargar, lo recomendado es cargar primero la bodega de babor ya que es contraria a la fuerza de jareta de pesca, a esta bodega se pasa un 25% de su capacidad, en agua refrigerada proveniente de la bodega central. Así el pescado cae en el agua refrigerada de la bodega, consiguiendo una proporción o mezcla de aproximadamente 75% de pescado con 25% de agua. Así al vaciar la captura en el agua fría, desciende la temperatura del pescado, pero como es obvio por otro lado aumenta la temperatura del agua por lo que muy pronto se establece un equilibrio entre ambas partes. Por tal motivo el agua refrigerada debe continuar recirculando a objeto de estar en contacto continuo con todo el pescado removiendo a sí el calor que desciende hasta alcanzar una temperatura cercana a -1°C, temperatura con la cual llega al puerto. Figura 2.1

2.2.1 Ventajas del sistema R.S.W

- Enfriamiento más rápido del pescado.
- Menos presión sobre el pescado
- Posibilidad de una temperatura de conservación más baja (-1°C agua de mar)
- Mayor tiempo de conservación

- Facilidad de estiba y manipulación de la pesca, optimizando la mano de obra y tiempo, reduciendo los costos operacionales.
- Buena capacidad de pesca (75% de la bodega)

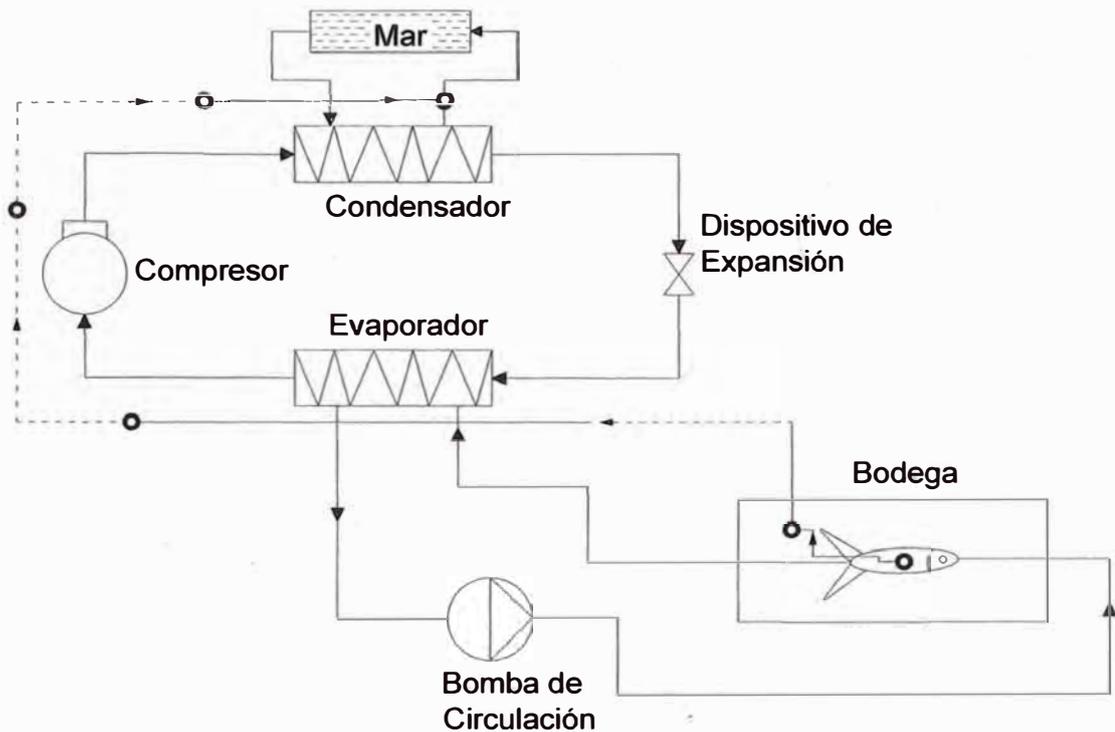


Figura 2.1 Diagrama de Refrigeración Básico Sistema RSW

2.2.2 Desventajas del Sistema R.S.W

- Excesiva adsorción de sal del pescado.
- La absorción de agua por especies de bajo contenido graso (pescado magro).
- La pérdida de proteína del pescado
- Problemas relacionados con las bacterias anaerobias de la putrefacción.

2.3 Sistema Combinado Hielo - Agua de Mar (C.S.W)

En términos generales este sistema de hielo- agua de mar (C.S.W) es similar al sistema de agua de mar refrigerada (R.S.W), con la diferencia que el agua es

refrigerada en las bodegas mediante la adición de hielo y su temperatura se homogeniza debido a bombas de circulación que succionan el agua con hielo en la parte del fondo de la bodega para posteriormente llevarlos a la parte alta de la bodega, luego que el agua a tomado la temperatura necesaria se carga el pescado.

Ver figura 2.2

2.3.1 Ventajas del Sistema C.S.W

- No se necesita tener personal especialista en refrigeración por ser una operación de bombeo solamente se reducen los costos de operación, lo que si se recomienda es cumplir con las normas de conservación de la FAO.
- No se necesita instalar una planta de refrigeración, esto debido a que el enfriamiento del agua de mar se produce mediante la adición de hielo.
- No se acumula sal en el pescado, esto debido a que la concentración salina del agua de mar disminuye al fundirse el hielo.

2.3.2 Desventajas del Sistema de C.S.W

- El hielo reduce una buena capacidad de las bodegas.
- Este sistema está supeditado a una planta productora de hielo en tierra.
- Solo se puede utilizar hielo tipo escamas, si se usa otro tipo de hielo de mayor tamaño bloquearían las bombas de recirculación.

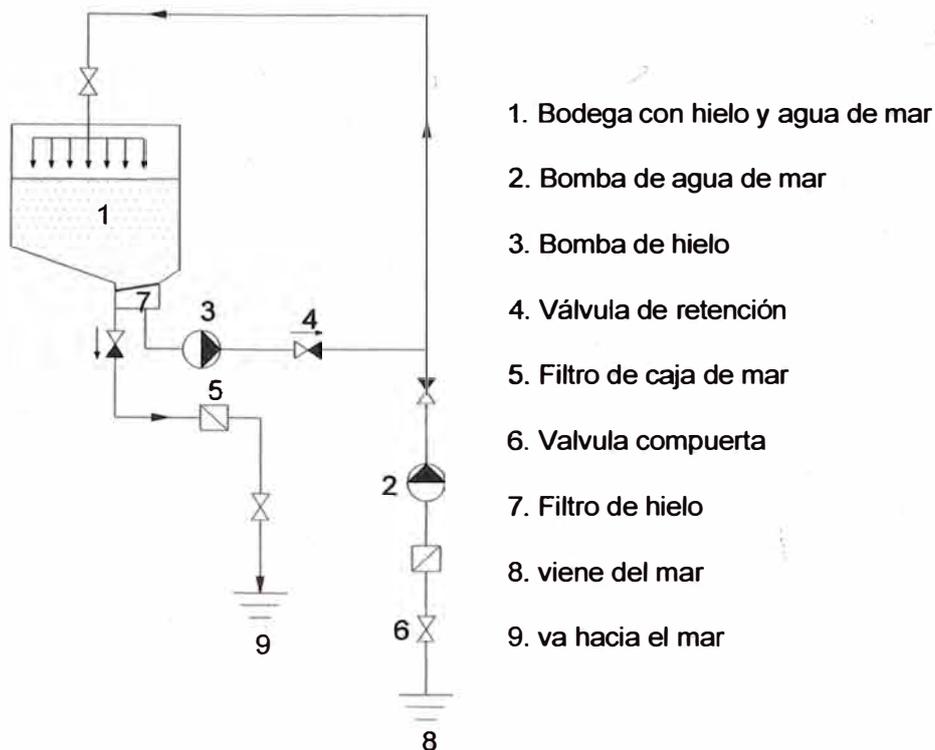


Figura. 2.2 Circuito de Sistema Combinado Hielo con Agua de Mar C.S.W

2.4 Sistema de Refrigeración con Hielo

Este sistema de refrigeración es el más utilizado, sobre todo en barcos pesqueros de menos de 50tn de capacidad de bodega. Cuando el hielo se pone en contacto con el pescado que se requiere enfriar, existe una transferencia de calor desde el pescado hacia el hielo, reduciéndose la temperatura del pescado y fundiéndose el hielo. (FAO Graham 1993).

Para que el hielo actuara sobre el pescado en la bodega del barco en forma adecuada se deberán cumplir los requisitos recomendados por la FAO.

- a) El pescado debe colocarse con suficiente hielo alrededor para su rápida refrigeración y mantener su temperatura lo más próxima posible a la fusión del hielo.

- b) El hielo y el pescado deben colocarse de manera que el agua que arrastre la sangre y el mucus escurra a través de toda la masa del pescado y se acumule en sentinas.
- c) El pescado no deberá sufrir presiones excesivas por parte del hielo que se coloque encima.
- d) El hielo triturado forma fácilmente espacios y la refrigeración se realiza más lenta que al utilizar hielo tipo escamas.
- e) La adición de un poco de sal sobre el pescado, acelera la fusión del hielo, pero favorece a la formación de espacios.
- f) La forma de almacenar mejor la pesca, dependerá del tipo de la estiba a aplicar, esta puede ser a granel o en cajas, se debe seguir las recomendaciones realizadas por la FAO para cada tipo de estiba. Ver Figura 2.3 y Figura 2.4

2.4.1 Ventajas del Sistema de Refrigeración con Hielo

- Tiene una capacidad de refrigerante muy grande con respecto a un peso a volúmenes determinados.
- Es inocuo, portátil y relativamente barato.
- El hielo puede mantener una temperatura muy constante.
- El hielo puede mantener el pescado húmedo y, al fundirse, puede limpiar el pescado, arrastrando las bacterias presentes en su superficie.

2.4.2 Desventajas del Sistema de Refrigeración con Hielo

- Si el tamaño del hielo de los trozos de hielo es muy grande y no cubre toda la capa de pescado, obtendremos un enfriamiento des uniforme.

- Si el tamaño de los trozos de pescado es muy fino, estos trozos tendrán la tendencia a fundirse rápidamente por el calor del pescado, quedando agua poco saludable.
- Si los trozos son gruesos crearán una fuerza de presión excesiva sobre el pescado con la probabilidad alta de causar abolladuras.

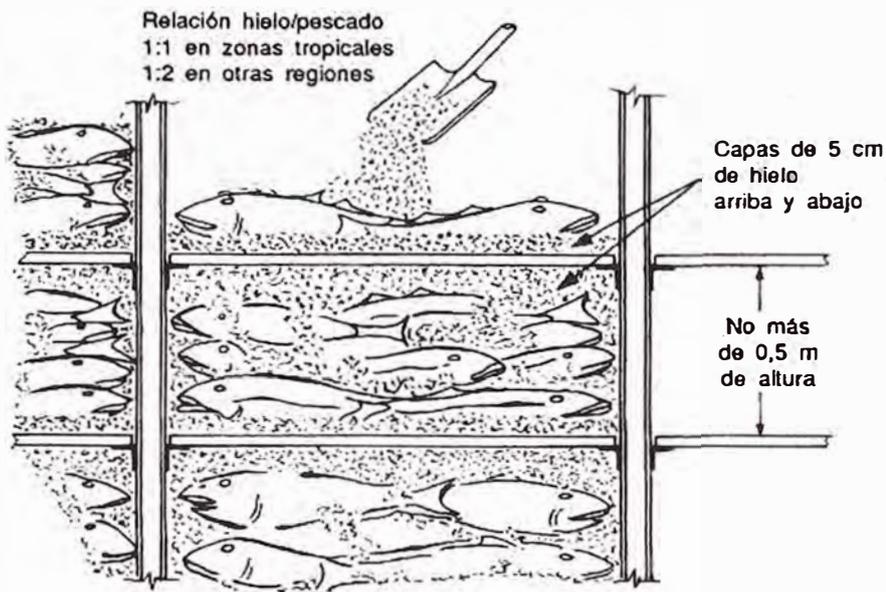


Figura 2.3 Estiba a granel Fuente FAO

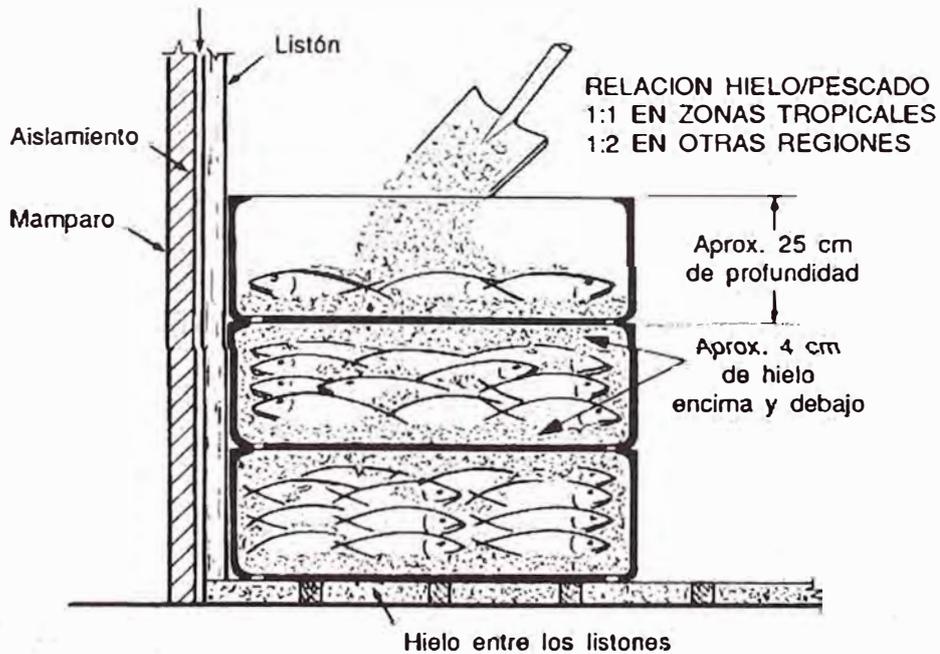


Fig. 2.4 estibas en caja fuente FAO

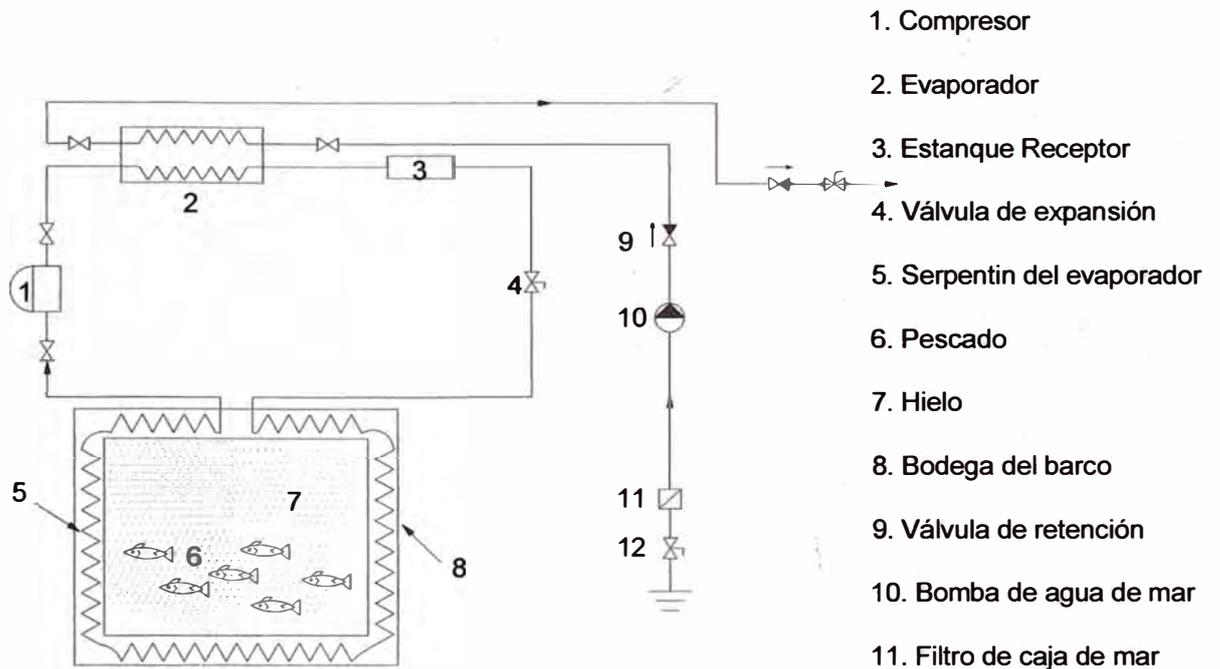


Figura 2.5 Sistema Combinado de Refrigeración Mecánica con Hielo

1. Compresor
2. Evaporador
3. Estanque Receptor
4. Válvula de expansión
5. Serpentin del evaporador
6. Pescado
7. Hielo
8. Bodega del barco
9. Válvula de retención
10. Bomba de agua de mar
11. Filtro de caja de mar
12. Válvula de compuerta
13. Viene del mar
14. Descarga hacia el mar

CAPITULO III

FUNDAMENTOS DE LA REFRIGERACION

3.1 Definición

La refrigeración es todo proceso mediante el cual se extrae el calor y es de interés de todos nosotros que las sustancias alcancen temperaturas menores que las del medio ambiente que nos rodea, para lo cual se les extrae calor sensible y/o latente según se necesite. Estamos llamando SUSTANCIAS a cualquier objeto o fluido que queremos refrigerar como por ejemplo: alimentos, agua, aire, etc.

De acuerdo a la experiencia y al resultado de numerosas pruebas, ensayos e investigaciones realizadas se han encontrado los valores de temperaturas óptimas para conservar sobretodo alimentos, sin que estos se descompongan por algún tiempo. A pesar de que cada alimento tiene su propia temperatura, podemos mostrar en el grafico que sigue, los rangos de temperaturas usadas en la refrigeración de alimentos comparando con los rangos usados en el aire acondicionado y en la industria de las bajísimas temperaturas conocida como criogenia. En la figura 3 se muestra un grafico representativo de refrigeración básica.

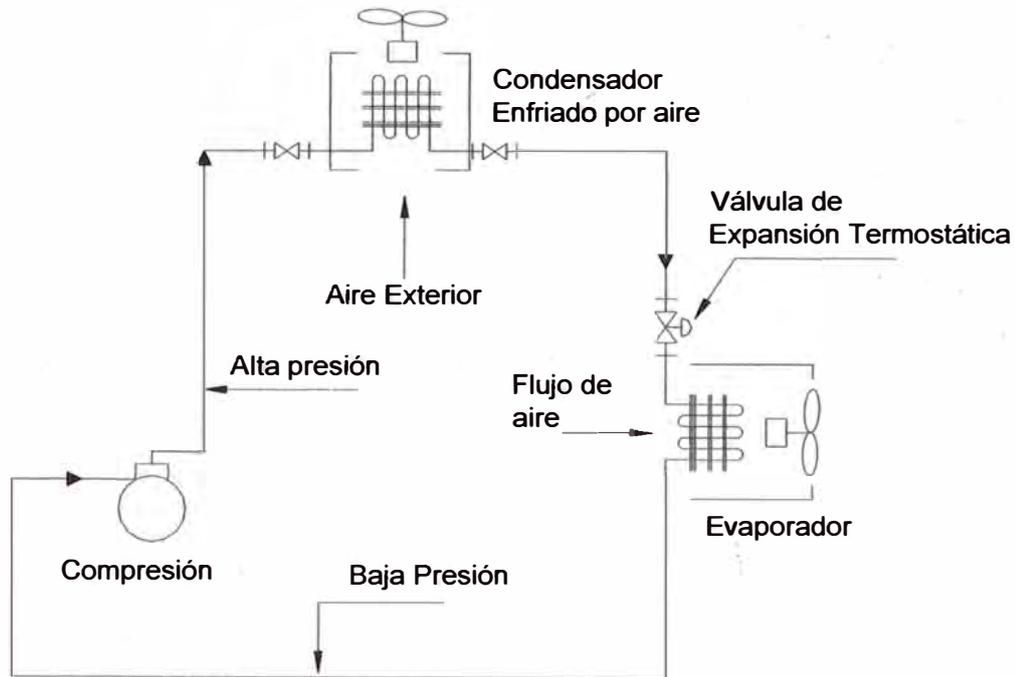


Figura 3 Diagrama de Refrigeración Básica

3.1.1 Carga de calor

Es la cantidad de calor que debe retirarse del espacio por refrigerar, para reducir o mantener la temperatura deseada.

En la mayoría de los casos, la carga de calor es la suma del calor que se fuga al espacio refrigerado a través de paredes, rendijas ranuras, etc., mas el calor que produce algún producto por refrigerar o motores eléctricos, alumbrado, personas, etc.

3.1.2 Agente de refrigeración

En cualquier proceso de refrigeración, el cuerpo empleado como absorbente de calor se llama agente de refrigeración o agente refrigerante.

Los procesos de refrigeración se clasifican en sensibles y latentes. El proceso es sensible, cuando la temperatura del refrigerante varía al absorber calor. Es latente cuando la temperatura del refrigerante, al absorber calor, permanece constante y

causa cambio de estado. En los dos procesos, la temperatura del agente de refrigeración es menor que la temperatura del espacio por refrigerar.

3.1.3 Proceso sensible

Suponga que un espacio cuya temperatura es de 100°F está aislado térmicamente. Si se coloca un recipiente con agua a 45°F , como se muestra en la Figura 3.1, el calor del espacio fluirá hacia el agua hasta que ambas temperaturas sean iguales, y a este proceso se le da el nombre de sensible.

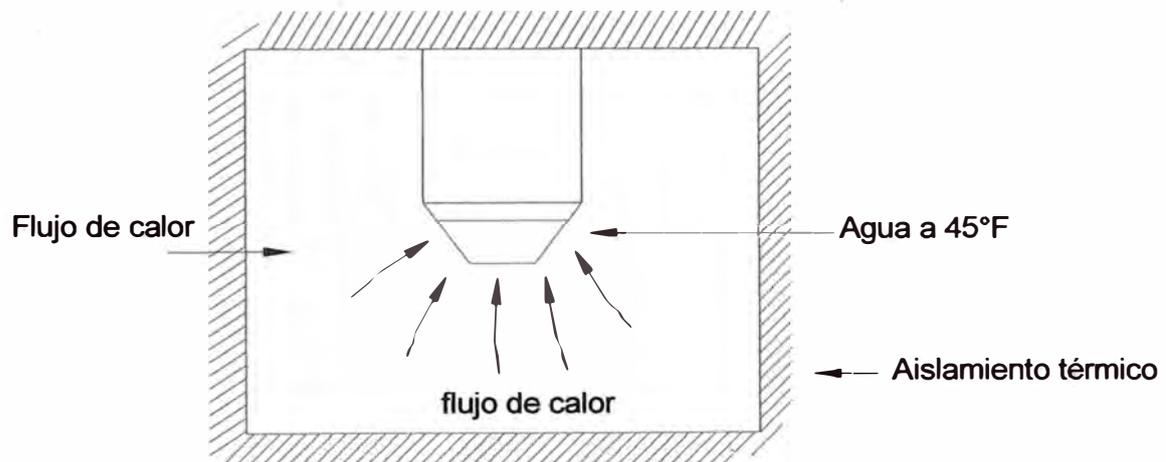


Figura 3.1 proceso sensible

3.1.4 Proceso latente

Si se coloca un trozo de hielo a 32°F en un espacio aislado térmicamente, cuya temperatura es 100°F , el hielo absorberá calor, pero no cambiara su temperatura, solo su estado físico, de sólido a líquido, como se puede ver en las Figuras 3.2 (a) y (b). El calor absorbido por el hielo es el calor latente de congelación del hielo, y el proceso realizado se le da el nombre de latente.

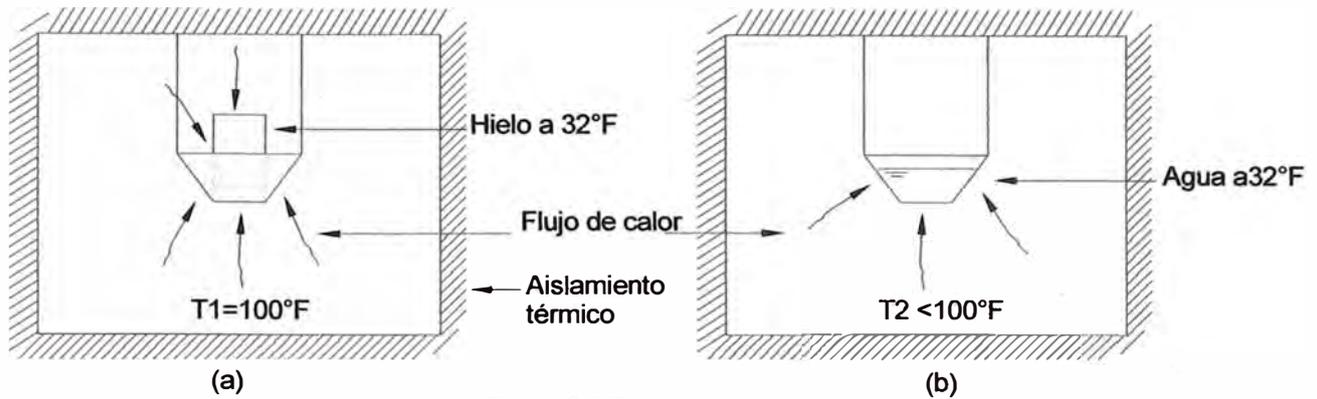


Figura 3.2 Proceso latente

Los agentes de refrigeración pueden ser sólidos o líquidos. Entre los sólidos, se incluye sobre todo, el hielo y el CO₂. Hasta hace poco, el hielo era el que más se usaba en refrigeración doméstica, pero hoy en día, en la mayoría de los casos ha sido substituido por otros refrigerantes que superan las desventajas que tiene el hielo, como son:

1. No se pueden obtener tan bajas temperaturas como con otras sustancias. Con el cloruro de sodio o el del calcio, se consiguen 0°F; en cambio, con el hielo solo 32°F.
2. Es necesario reponer, manualmente el hielo.
3. Produce condensado
4. Es difícil controlar la refrigeración.

Por otro lado, para refrigerar ciertos vegetales, verduras, pescado, etc., se prefiere el hielo, porque evita que se deshidraten y los conserva en buenas condiciones.

La capacidad de los líquidos de absorber calor mientras se evaporan, es la base de la refrigeración moderna. Entre las muchas ventajas de un refrigerante líquido están:

1. Control de la calidad de calor absorbida.
2. Se consigue una recirculación continua del refrigerante, sin necesidad de reponerla.
3. Se consiguen rangos de temperatura muy amplios, pues existe una gran cantidad de refrigerantes líquidos con diferentes puntos de ebullición.

Para los refrigerantes líquidos más conocidos, hay tablas y curvas que indican sus propiedades, bajo diferentes condiciones.

3.2 Ciclo mecánico de compresión

3.2.1 Evaporación

Suponga un espacio bien aislado a 60°F (ver Figura 3.3). Un refrigerante (R-12) se está evaporando dentro de la 14.7lb/plg². La temperatura de saturación a 14.7 lb/plg² es de -21.6°F. El refrigerante, para evaporarse, absorbe el calor latente de evaporación a una temperatura constante de -21.6°F, que lo toma del espacio que rodea el evaporador. El dispositivo que se utiliza para llevar a cabo la evaporación es el evaporador.

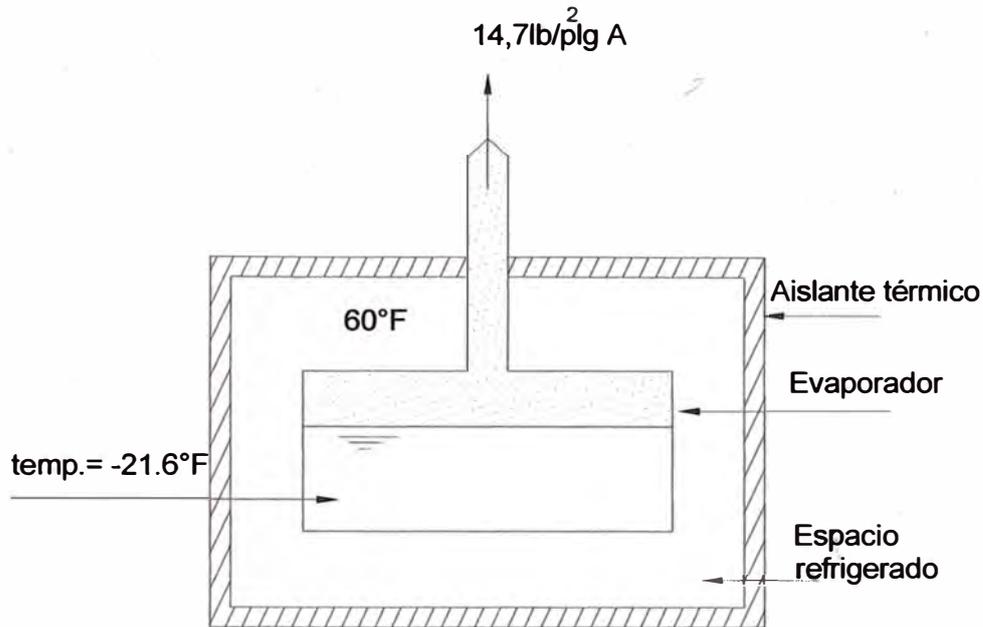


Figura 3.3 Evaporación del refrigerante

3.2.2 Control de temperatura de evaporación

A cada temperatura de evaporación de cierto refrigerante, le corresponde una presión. Por lo tanto, para conseguir una temperatura determinada es necesario controlar la presión y para hacerlo, se necesita controlar con una válvula la cantidad de refrigerante que se evapora (ver la Figura 3.4)

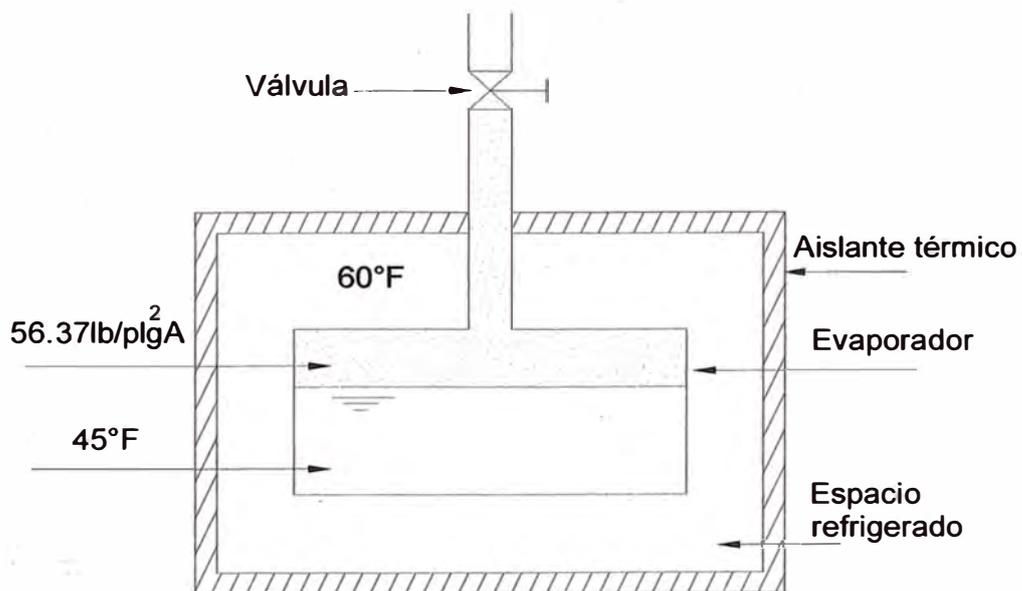
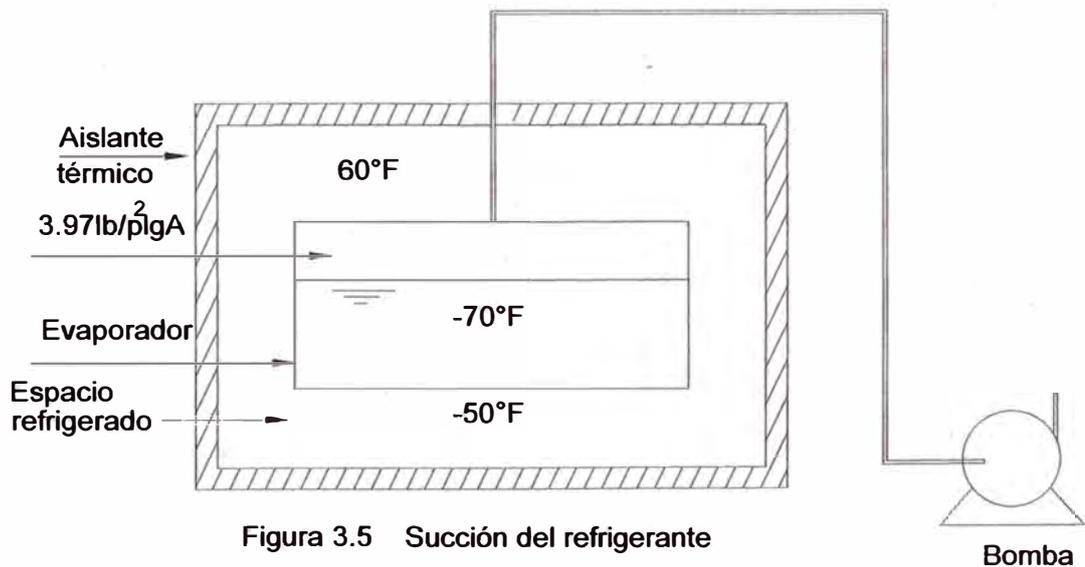


Figura 3.4 Control de la de un refrigerante

Si la válvula se mantiene cerrada, la temperatura del líquido llegara a 60°F y su presión será la que corresponda a esa temperatura. Si se necesitaran temperaturas inferiores a -21.6°F, por ejemplo, se necesitaría abatir la presión, por medio de una bomba que succione el vapor y baje la presión a la que corresponda la temperatura deseada (ver figura 3.5).

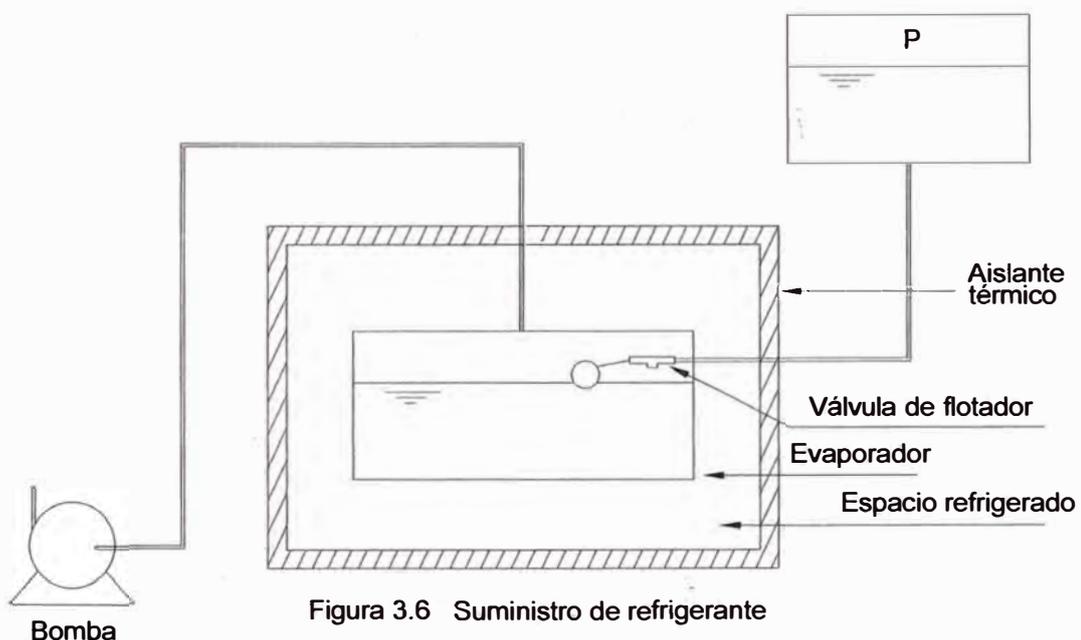
3.2.3 Abastecimiento del refrigerante al evaporador

Para que el líquido del evaporador no se evapore por completo, es necesario suministrar continuamente refrigerante. Esto se puede lograr mediante una válvula de flotador que mantenga constante el nivel dentro del evaporador y almacenamiento o deposito de refrigerante, que contiene a este a una presión "P", superior a la presión en el evaporador, como se aprecia en la figura 3.6. En este caso, la válvula del flotador controla la presión dentro del evaporador.



La válvula de reguladora del refrigerante, parte esencial del sistema, es la que regula el flujo.

La válvula de expansión termostática, es el tipo de válvula de control más usado. Controla el flujo a través de un serpentín que hace las veces de evaporador (ver la figura 3.7).



3.2.4 Recuperación del refrigerante

Es indispensable recuperar el refrigerante por razones de economía y conveniencia. Por esto, el vapor que sale del evaporador se debe recolectar y condensar para usarlo nuevamente. En esta operación se usa el condensador (ver la Figura 3.8).

Se ha dicho que el refrigerante absorbe el calor latente necesario para evaporarse en el evaporador del espacio por refrigerar, y que es necesario que otro cuerpo absorba

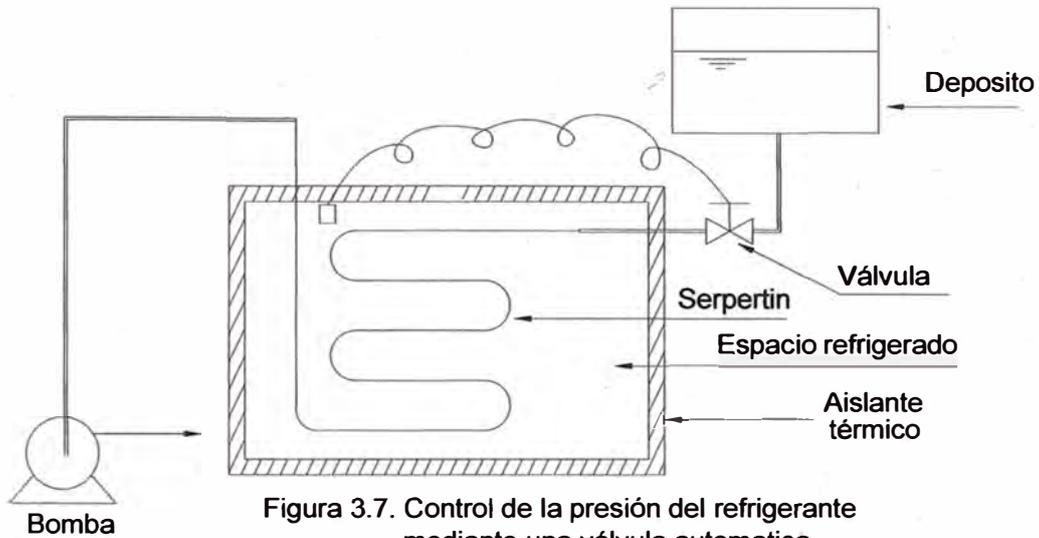


Figura 3.7. Control de la presión del refrigerante mediante una válvula automática

este calor, para que el refrigerante se pueda condensar. Este cuerpo se llama agente o medio del condensador, que por lo general es aire o agua.

Para que el calor del refrigerante pueda fluir al medio del condensador, se requiere que el medio del condensador tenga menos temperatura que el refrigerante, comprimiéndolo con el compresor, a una determinada temperatura superior a la del medio del condensador.

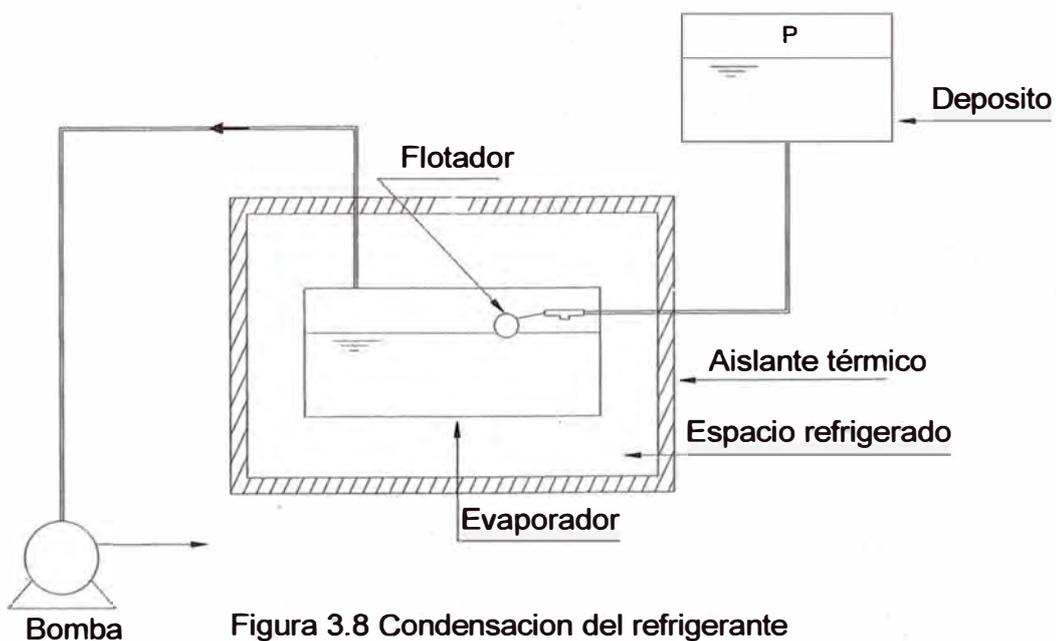


Figura 3.8 Condensación del refrigerante

Una vez comprimido el vapor a alta presión y a alta temperatura, se descarga al condensador, en donde la condensación se realiza a presión y temperatura constantes. En esta forma se completa el ciclo de refrigeración (figura 3.9). Las funciones de cada uno de los elementos que componen el sistema se pueden resumir como sigue:

a) Evaporador

Provee la superficie de calefacción necesaria para pasar al refrigerante el calor del espacio por refrigerar.

b) Línea de succión

Transporta el vapor de baja presión del evaporador al compresor.

c) Compresor

Tiene las siguientes funciones

1. Remueve el vapor del evaporador
2. Baja la presión del evaporador
3. Sube la presión y la temperatura del vapor.

d) Línea de descarga

Transporta, del compresor al condensador, el vapor de alta presión.

e) Condensador

Provee la superficie de calefacción necesaria para que el calor fluya del refrigerante al medio del condensador.

f) Tanque recibidor

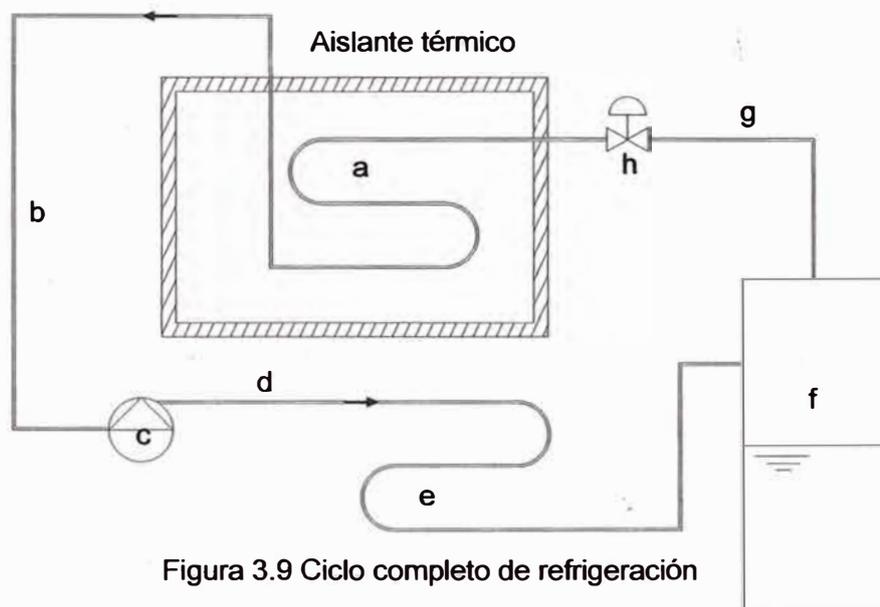
Almacena refrigerante, a fin de que exista un continuo suministro cuando se requiera.

g) Línea líquida

Transporta refrigerante líquido, del tanque receptor a la válvula de control de flujo.

h) Válvula de control de flujo

Controla la cantidad necesaria de refrigerante al evaporador y reduce la presión del líquido que entra al evaporador a la presión y temperatura deseadas.



3.3 Diagramas de presión entalpia

Son gráficos en los cuales se representan las propiedades termodinámicas de una sustancia, cada elemento tiene su diagrama característico. En ellos se encuentran representadas las presiones en el eje vertical y la entalpia en el eje horizontal, además de representar las condiciones de sub enfriamiento, saturación, sobrecalentamiento de la materia en diferentes estados. Ver figura 3.10

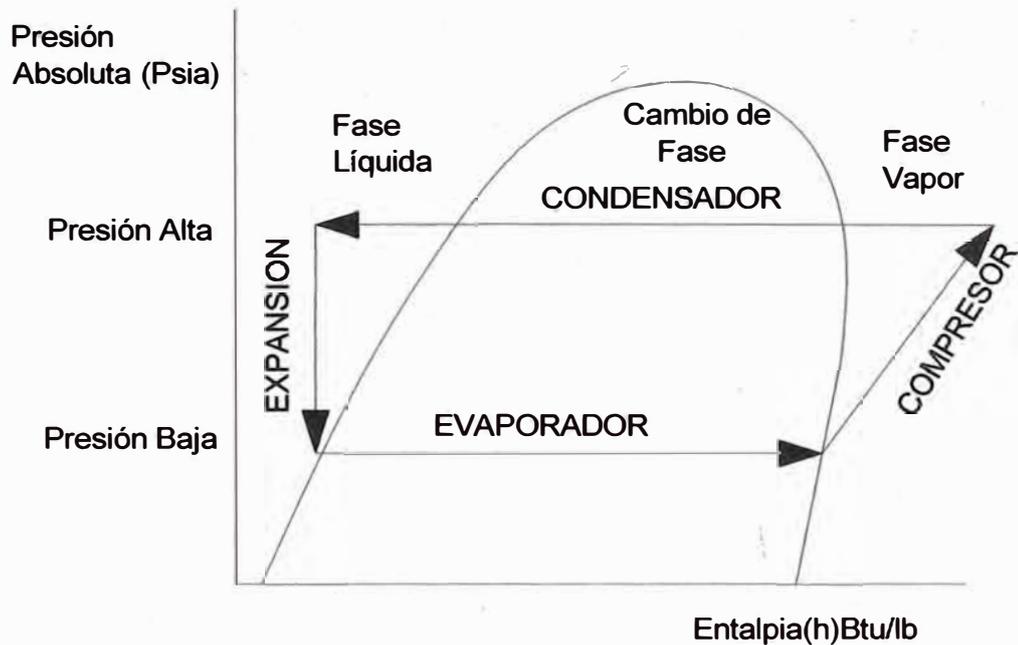


Figura 3.10 Diagrama presión Vs Entalpia

El completo conocimiento del ciclo de refrigeración requiere el estudio no solo de los procesos individuales que conforman el ciclo sino también de la relación que existe entre estos. Se debe tomar en consideración el efecto que se tiene en el ciclo cuando se alteran algunos de estos procesos, donde el diagrama presión entalpia está basado en una libra de refrigerante y cada gas refrigerante tiene su propio diagrama.

Como se muestra en la figura el diagrama está dividido en tres áreas, las cuales están separadas entre sí por el líquido y el vapor saturado. El área de la izquierda de la línea de líquido saturado es la zona de líquido sub enfriado. En cualquier punto de esta zona, el refrigerante está en estado líquido, y su temperatura es menor que la de saturación. El área de la derecha en la curva de vapor saturado es la zona de vapor recalentado y en cualquier punto de esta zona, la temperatura del gas será más alta que la de saturación. La zona central del diagrama, entre la línea de líquido y vapor saturado, es la zona de **líquido /vapor**.

Presión. Esta expresada en libras absolutas en la línea vertical y puede ser vista en la izquierda y derecha del diagrama.

Entalpia (h). El calor contenido en Btu/lib esta expresado en la línea horizontal y su escala puede ser vista en la parte superior e inferior del diagrama.

Efecto refrigerante (Btu/lb). Es la cantidad de calor absorbido por el refrigerante en el evaporador. Se puede obtener al realizar la resta entre el valor de entalpia a la entrada y salida del evaporador.

Perdida de refrigerante. Esta ocurre en la válvula de expansión cuando la presión del líquido es reducida desde la condensación hasta la de evaporación. Esto es realizado por la evaporación de parte del refrigerante, lo cual se conoce como “Flash gas”. La perdida de refrigerante es la diferencia de entalpia entre la entrada del refrigerante a la válvula de expansión y la del líquido saturado a la presión de evaporación.

Calor compresión. Es el calor agregado al refrigerante por el efecto de compresión. Este calor puede ser encontrado al restar la entalpia de entrada al compresor y la de salida en la descarga del compresor.

Temperatura. Las líneas de temperatura en la zona de líquido sub-enfriado son verticales paralelas a las líneas de entalpia. Debido a que el refrigerante esta hirviendo a temperatura y presión constante en la zona central del diagrama, las líneas son horizontales. En la línea de vapor saturado las líneas de temperatura cambian de dirección.

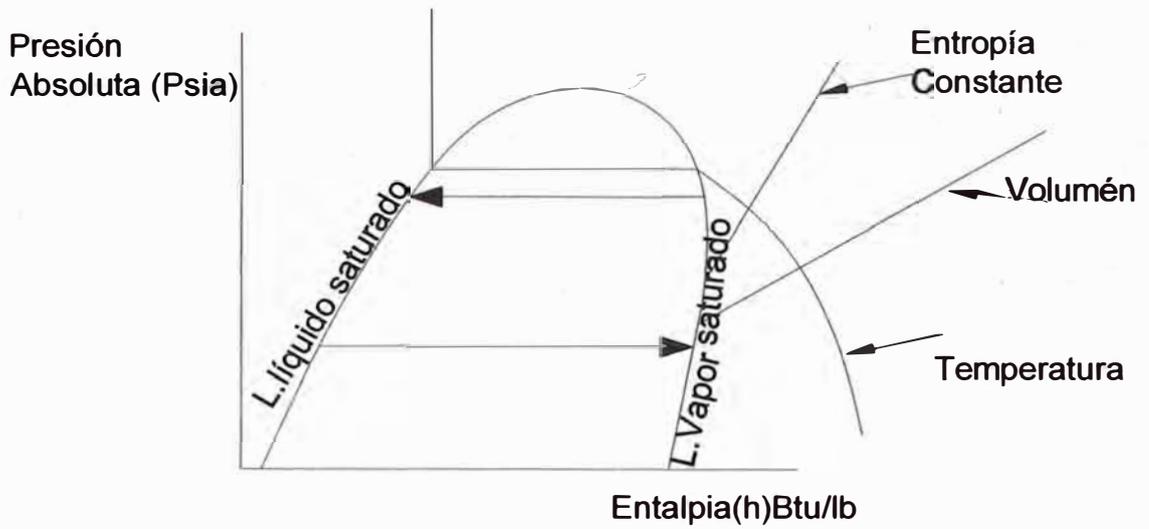


Figura 3.11 Diagrama presión Vs Entalpia

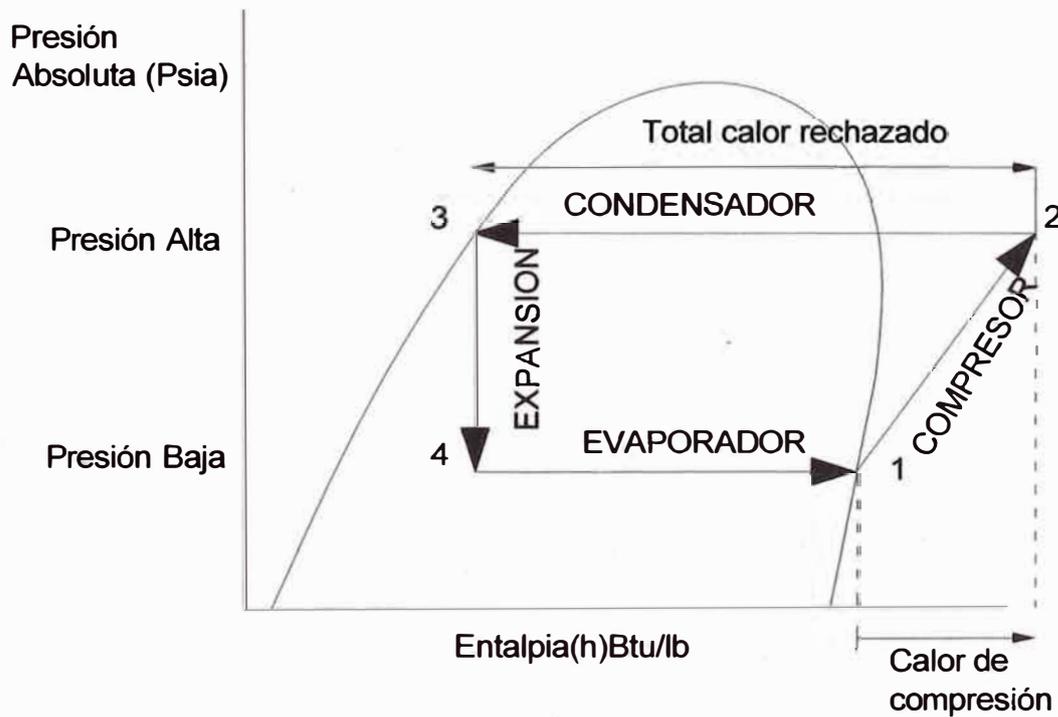
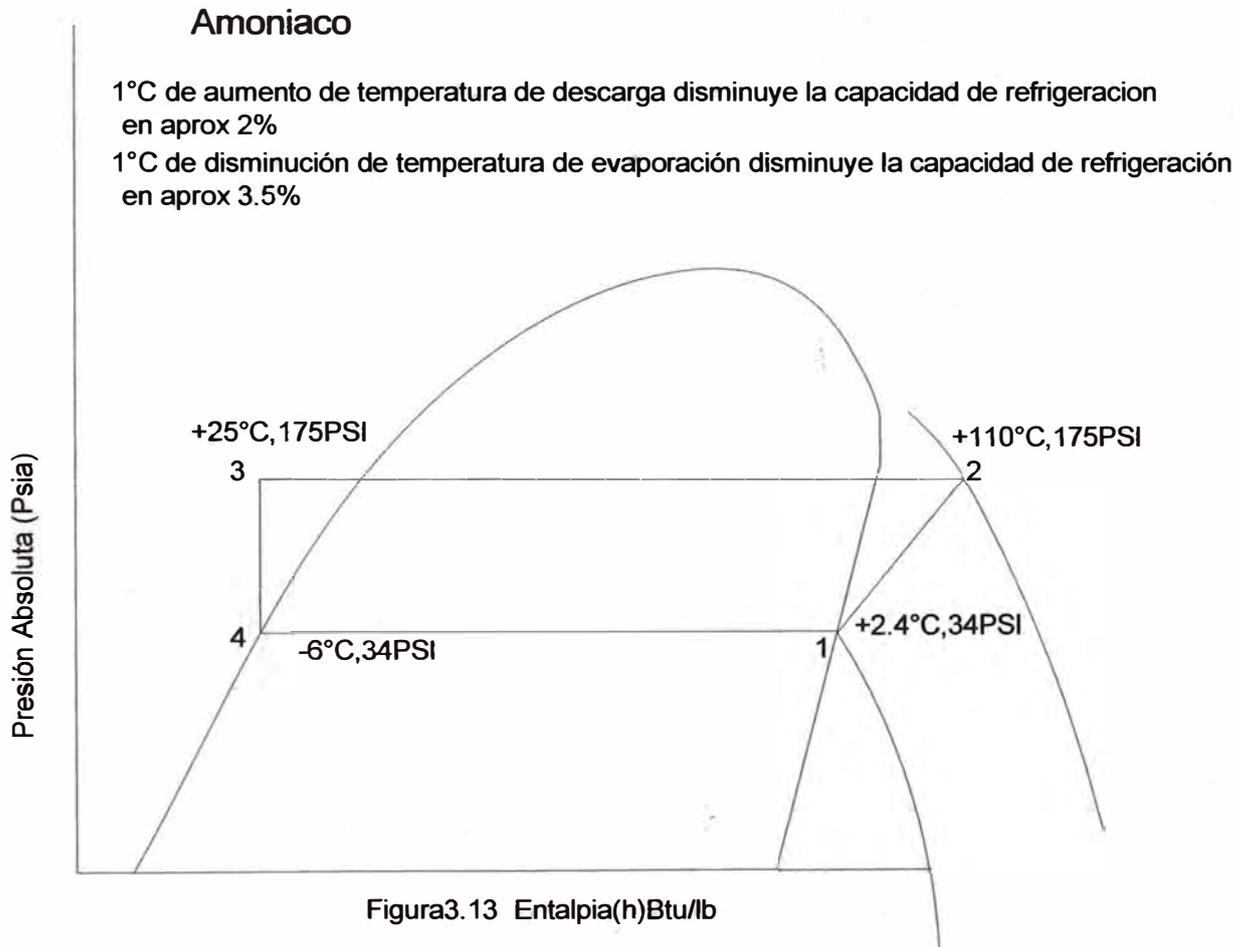


Figura 3.12 Diagrama presión Vs Entalpia

Líneas de entropía (E) y de Volumen.

Las líneas de entropía constante se extienden en forma casi vertical a través de la zona de vapor saturado. Las líneas curvas y casi horizontales son las de volumen constante.

Usando la lectura obtenida desde la grafica de presión y entalpia se puede obtener la eficiencia con que el sistema de refrigeración está operando.



CAPITULO IV

AISLAMIENTO Y CARGA TERMICA

4.1 materiales termoaislantes, características técnicas y criterio de selección

En toda embarcación pesquera que cuenta con sistema de refrigeración con agua de mar depositada en las bodegas, es necesario contar con bodegas insuladas con aislamiento térmico, insular consiste en dejar espacios vacíos, el espacio o espesor recomendable para refrigerar agua de mar a -1°C está entre 4 a 5 plgs, estos espacios se encuentran entre los refuerzos o platinas longitudinales de las planchas de el casco lateral, casco fondo, cubierta principal, mamparo de sala de máquina, mamparo de lazareto, luego son forrados por planchas de acero de 6.4mm alejados entre 30 a 50mm de los refuerzos para hacer un mejor aislamiento. Una vez creado el espacio vacío se rellena por material aislante térmico, pudiendo ser poliuretano expandido o poliestireno expandido. En la figura Figura.4.1 se da un corte transversal de bodega y en la Figura. 4.2 se da una vista de arriba o planta, en ambas figuras lo que se quiere es mostrar las partes a aislar térmicamente.

En las embarcaciones de pesca de construcción metálica, pueden aislarse fácilmente mediante espumas rociadas, según la disponibilidad. Un pequeño problema es el de la infiltración de calor desde el refuerzo o armazón si el aislante no lo recubre por completo (Figura 4.3).

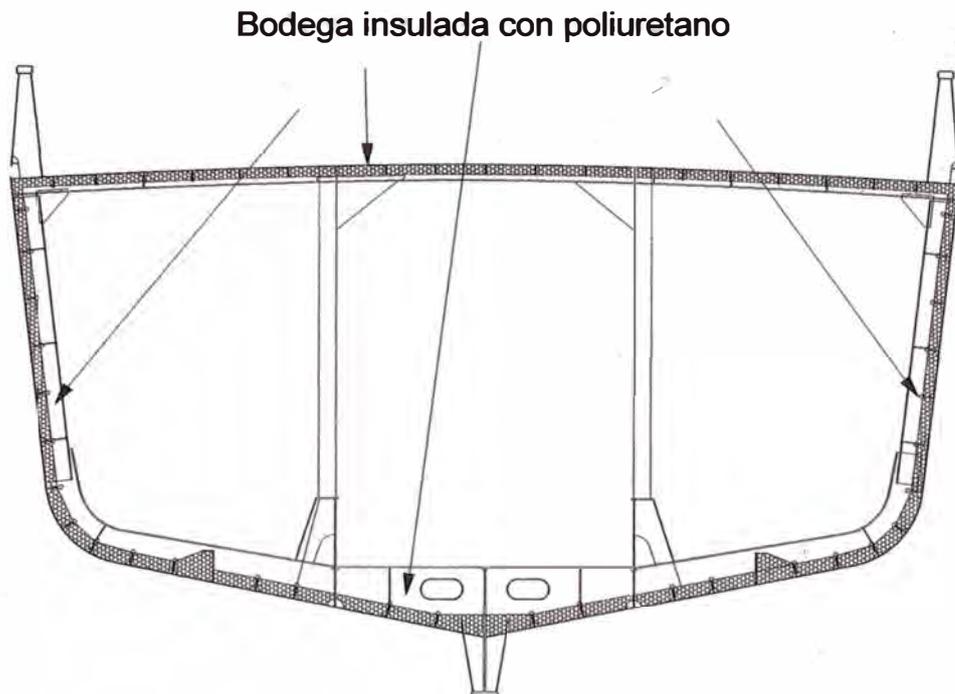


Fig4.1 Corte transversal de bodega

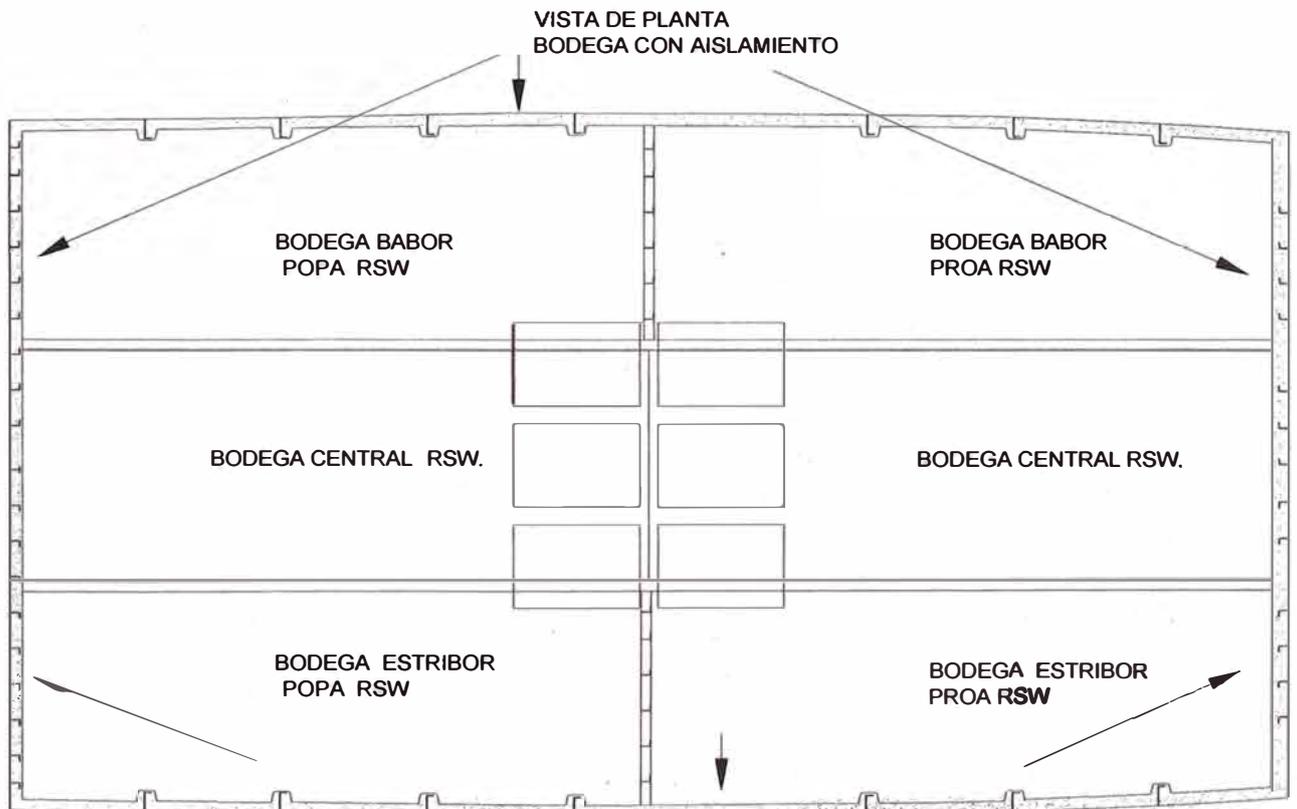
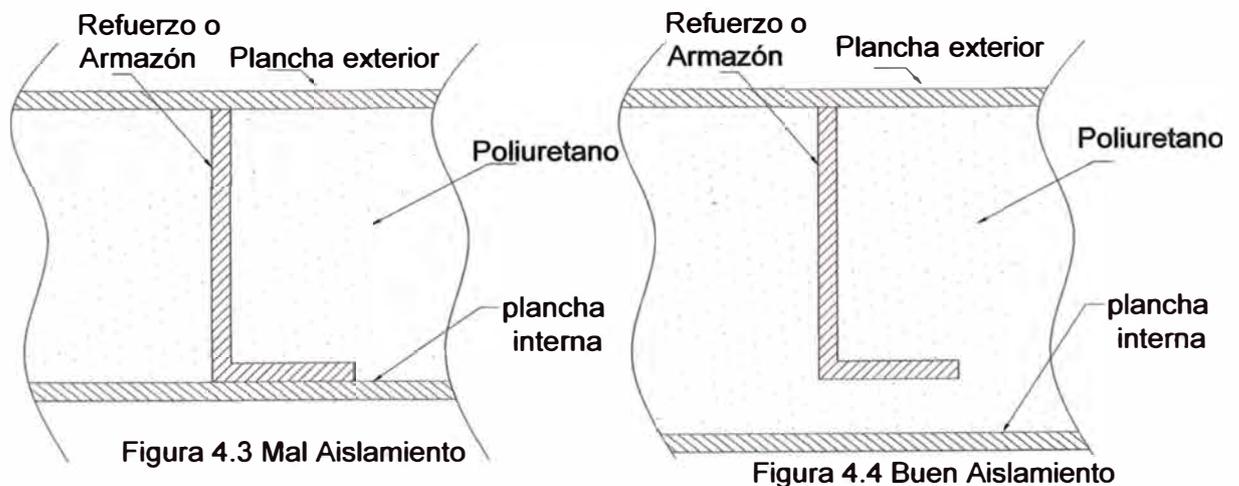


Figura 4.2 Aislamiento con poliuretano

La única solución es recubrir el armazón por completo para contrarrestar la infiltración. Este problema no se da si se utiliza un recubrimiento de fibra de vidrio o cemento. No obstante, si el revestimiento interior es de metal, puede ser difícil soldarlo. Lo habitual es soldar sobre las piezas del armazón una serie de angulares discontinuos que sobresalen de la cara interior del aislamiento, a los cuales puede entonces ajustarse y soldarse fácilmente el revestimiento del metal. (Figura 4.4)

Las planchas de insulado soldado directamente al refuerzo de la embarcación, con aislamiento solo en los espacios libres entre las cuadernas, puede sufrir una filtración térmica diez veces mayor que otro que tenga un estrato completo de aislante entre su superficie y la estructura de la bodega de pescado (Figura 4.1 y Figura 4.3).



4.2 Modos de transmisión del calor y términos técnicos

4.2.1 Modos de transmisión del calor

Es importante conocer el modo en que se produce la transferencia de calor en las bodegas de pescado. El calor puede transferirse por conducción, por convección, o por radiación, o por una combinación de los tres modos. El calor siempre se mueve de las zonas más calientes a las más frías; busca el equilibrio. Si el interior de una

bodega de pescado termo aislada está más frío que el aire exterior, la bodega atrae calor del exterior. Cuanto mayor es la diferencia de temperatura, más rápidamente fluye el calor hacia las zonas más frías.

4.2.2 Definiciones

Las propiedades térmicas de los materiales aislantes y de otros materiales de construcción comunes de la embarcación de pesca se conocen o puede medirse con precisión. Puede calcularse la cantidad de calor transmitido (flujo) a través de cualquier combinación de materiales. No obstante, para poder calcular las pérdidas de calor es necesario conocer determinados términos técnicos y comprender tanto estos como los factores que intervienen.

4.2.3 Energía Calorífica.

Una caloría (1kcal o 1000calorías) es la cantidad de calor (energía) necesaria para aumentar en (1°C) la temperatura de un kilogramo de agua. La unidad en el sistema internacional es el (J). Una kcal corresponde a unos 4,18kJ (esta equivalencia varía ligeramente en función de la temperatura). Otra unidad de energía es la Btu (British thermal unit o unidad térmica británica). Una Btu equivale aproximadamente a 1kJ.

4.2.4 Conductividad térmica

En términos sencillos, es una medida de la capacidad de un material para conducir el calor a través de su masa. La conductividad térmica puede expresarse en $\text{Kcal}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$. La conductividad térmica también se conoce como “k”.

4.2.5 Coeficiente de conductividad térmica “ λ ” ($\text{kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$)

Se identifica mediante la letra griega λ (lamda) y se define como la cantidad de calor (en kcal) conducido en una hora a través de 1m^2 de material, de un espesor de 1m, cuando la diferencia de temperatura entre los lados del material en condiciones de flujo continuo de calor es de 1°C . La conductancia térmica se determina. Puede expresarse en unidades del SI, $\text{W.m}^{-2}.\text{Kelvin(K)}^{-1}$, o en $\text{Btu.ft}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°F}^{-1}$ (Btu por pie cuadrado, hora y grado Fahrenheit).

4.2.6 Resistividad Térmica

La resistividad térmica es la inversa de la conductividad térmica k : $(1/k)$

4.2.7 Resistividad Térmica (R)

La resistencia térmica (R) es la inversa de λ : $(1/\lambda)$ y se utiliza para calcular la resistencia térmica de cualquier material simple o compuesto, es decir, x/λ , donde x representa el espesor del material en metros.

4.2.8 Coeficiente de transmisión de calor (U) ($\text{kcal.m}^{-2}.\text{h}^{-1}.\text{°C}^{-1}$)

El símbolo U designa el coeficiente global de transmisión de calor de cualquier sección de un material simple o compuesto

4.2.9 Permeancia al vapor de agua (pv)

Se define como la cantidad de vapor de agua atraviesa la unidad de superficie de un material de espesor unitario, cuando la diferencia de presión de vapor de agua entre ambas caras del material es la unidad. Puede expresarse en $\text{g.cm.mmHg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, en el SI, o bien en $\text{g.m.MN}^{-1}.\text{s}^{-1}$ (gramos por metro por mega newton por segundo).

4.2.10 Resistencia al vapor de agua. (rv)

Es la inversa de la permeancia al vapor de agua y se define como $rv=1/pv$.

4.3 Porque es necesario el aislamiento.

La función primaria de los materiales termoaislantes utilizados en las embarcaciones de pesca, es reducir la transmisión de calor a través de las paredes, escotillas, tuberías o candeleros de las bodegas de pescado hasta el lugar en que se almacena hielo o pescado enfriado. Al reducir la cantidad de calor infiltrado, puede reducirse la cantidad de veces de recirculación de agua refrigerada en las bodegas con un ahorro de energía. De lo explicado el agua refrigerada absorbe la energía calorífica del pescado, pero también absorbe la energía calorífica que se infiltra a través de las paredes de la bodega de almacenamiento. El aislante de las paredes de la bodega de almacenamiento puede reducir la cantidad de calor que penetra en el mismo y reducir a si la cantidad de veces de recirculación del agua de bodega que pasa a través de los chillers.

Las principales ventajas de aislar la bodega de pescado con materiales adecuados son:

- Evitar la transmisión de calor procedente del aire caliente circundante, de la sala de maquinas y de las infiltraciones de calor a través de los mamparos, casco lateral, escotillas, tuberías, de la bodega de pescado.
- Aprovechar al máximo el espacio útil de la bodega de pescado y los costos de enfriamiento del pescado.
- Ayudar a reducir las necesidades energéticas de los sistemas de refrigeración.

El espacio que ocupan los materiales aislantes en las embarcaciones de pesca puede representar, en muchos casos, del 10 al 20 por ciento de la capacidad bruta de la bodega de pescado.

4.4 Espuma de poliuretano.

Uno de los mejores aislantes disponibles en el mercado para embarcaciones de pesca es la espuma de poliuretano. Tiene buenas propiedades termoaislantes, una baja permeabilidad al vapor de agua, una alta resistencia a la absorción de agua, una resistencia mecánica relativamente alta y una baja densidad. Además, su instalación es relativamente fácil y económica. Cuadro 4.1

Cuadro 4.1 Densidad y conductividad térmica a 20-25°C de aislante de poliuretano

tipo	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W.m ⁻¹ °C ⁻¹)/(kcal.h ⁻¹ m ⁻¹ °C ⁻¹)
Espuma de poliuretano	30	0.026/0.0224
Plancha rígida de poliuretano expandido	30	0.02-0.025/0.0172-0.0215 Promedio: 0.0225/0.0193
Plancha rígida de poliuretano expandido	40	0.023/0.02
Plancha rígida de poliuretano expandido	80	0.04/0.34
Poliuretano expandido in situ	24-40	0.023-0.026/0.198-0.0224 Promedio: 0.0245/0.0211

La espuma de poliuretano es un aislante eficaz por que tiene una alta proporción (al menos un 90%) de micro células cerradas, no conectadas entre sí, llenas de gas inerte. Hasta hace poco el gas inerte utilizado con mas frecuencias en las espumas de poliuretano era el R-11(triclorofluorometano). Sin embargo el protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono ha exigido la eliminación gradual del uso de los CFC como el R-11. Están actualmente investigándose agentes espumantes que lo sustituyan, entre ellos hidrocarburos, hidrofluorcarburos y gases inertes como el dióxido de carbono.

Las espumas de poliuretano pueden producirse también in situ por diversos métodos como los siguientes:

- Puede verse in situ. Para ello, se mezclan las sustancias químicas, por medios manuales o mecánicos, y se vierten en moldes abiertos o en los espacios que es necesario aislar térmicamente. La mezcla genera una espuma y se solidifica. En caso necesario, la espuma solidificada puede cortarse para darle el tamaño o la forma necesarios.
- Puede rociarse directamente sobre una superficie sólida por medio de pistolas que mezclan y atomizan la espuma en el momento de su aplicación. Por ejemplo se puede rociar directamente las superficies exteriores de bodegas o depósitos de pescado, mientras que en las zonas inaccesibles el aislante puede ser pulverizado y acumulado sin necesidad de moldes. La espuma se adhiere a sí misma y a la mayoría de los metales, maderas y otros materiales. Puede también ser inyectada en una cavidad (por ejemplo, para producir cajones termoaislados moldeados). Las técnicas de rociado e inyección están convirtiéndose en las más utilizadas para la instalación de espuma de poliuretano rígidas en barcos y embarcaciones de pesca.
- En la espumación, la mezcla de sustancias químicas se aplica parcialmente pre expandido, en forma de aerosol con textura cremosa. Para la pre expansión inmediata se necesitan equipos adecuados, incluido un agente espumante adicional. La fase final de la expansión se produce al completarse la reacción química. Esta técnica se utiliza cuando se necesitan paneles de espuma rígidos, con una relación resistencia/peso de alta. Las normas contraincendios exigen la incorporación de agentes ignífugos a la espuma

aislante de poliuretano. Además, deberá añadirse un revestimiento protector para dificultar la ignición de la espuma por efecto de una llama pequeña.

Las espumas de isocianurato disponibles en el mercado tienen una densidad media de 35kg/m^3 , una conductividad térmica de $0,022\text{kcal.h}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ y una permeancia al vapor de agua de $16,7\text{ g.cm.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}.\text{mm.Hg}^{-1}$. La Figura 4.5 muestra la relación entre la resistencia térmica (R) y el espesor de espumas de isocianurato comerciales.

Relación entre la resistencia térmica (R) y el espesor del revestimiento de espuma de isocianurato comercial (datos obtenidos de un fabricante canadiense)

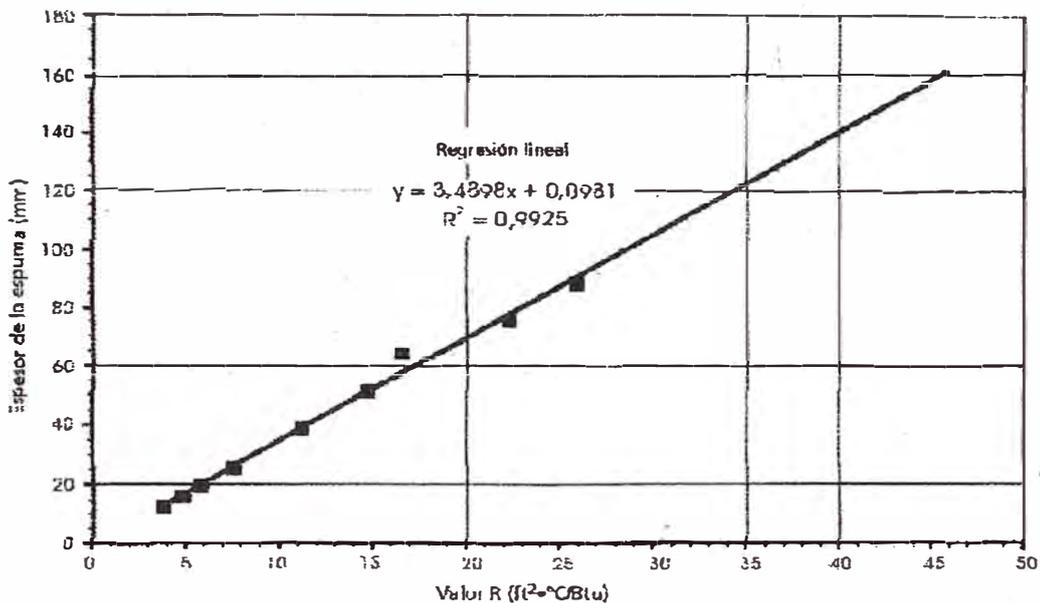


Figura 4.5

Otras calidades de poliuretano son particularmente resistentes y tienen densidades bastantes altas. Por ejemplo, la espuma rígida normalizada que se utiliza como aislante en cámaras frigoríficas puede tener una densidad de $30\text{-}40\text{kg/m}^3$, mientras que la densidad de otras calidades de espuma utilizadas como núcleo estructural en **barcos es de $100\text{ a }300\text{kg/m}^3$** . La resistencia a la compresión de la espuma varía en función de su densidad, siendo de $2\text{ a }3\text{ kg/cm}^2$ en las espumas con densidades de $35\text{ a }40\text{kg/m}^3$ y mayor en espumas con densidades más altas. En el anexo 4.1 muestra las

principales propiedades físicas de algunas calidades comerciales de espuma de poliuretano.

4.5 El poliestireno expandido

El estireno puede transformarse, mediante polimerización, en bolitas blancas de plástico de poliestireno. Estas bolitas pueden expandirse a continuación para formar una espuma conocida como poliestireno expandido. Hay dos formas principales de fabricar poliestireno expandido: mediante extrusión y mediante moldeo de bloques.

Sus propiedades más importantes son:

Conductividad térmica: 0.028kcal/hr.m.°C Densidad: 15kg/m³

Conductividad térmica: 0.027kcal/hr.m.°C Densidad: 20kg/m³

Conductividad térmica: 0.025kcal/hr.m.°C Densidad: 30kg/m³

Las espumas de poliestireno expandido presentan ciertas limitaciones técnicas:

- Son inflamables, aunque existen calidades ignífugas
- Se descomponen gradualmente al exponerse directamente a la luz solar
- Reaccionan con los disolventes utilizados en la instalación de plástico reforzado con fibra de vidrio (como los poliésteres con estireno), así como con otros disolventes orgánicos (gasolina, kerosene, acetona)

4.6 Precauciones contra incendios durante la aplicación de espuma rígida de poliuretano en barcos

Los compuestos de poliuretano no tienen un alto índice de inflamabilidad. En los lugares en donde se almacenen planchas o bloques deberán prohibirse las llamas desnudas y las fuentes intensas de calor radiante. En el almacenamiento de

disolventes y adhesivos inflamables deberán observarse las precauciones habituales aplicables a estos materiales.

4.6.1 Aplicación in situ

Generalidades. Siempre que sea posible, todas las actividades de soldadura y otras actividades que con lleven llamas desnudas o temperaturas altas en la zona que se prevé aislar, o en su superficie exteriores, deberán haberse completado antes de la aplicación de la espuma. Deberán prohibirse todas estas actividades, así como fumar, durante la aplicación de la espuma, para evitar la ignición de la espuma, disolventes o adhesivos expuestos.

4.6.2 La espumación

Se realiza en cavidades protegidas por un revestimiento. Esta operación o tipo de aislamiento no conlleva un peligro extraordinario de incendio excepto el asociado a la posible utilización de disolventes inflamables para la limpieza del equipo. El tipo de revestimiento deberá estar aprobado por la cámara de comercio (o por la autoridad competente).

4.6.3 Rociado.

Inmediatamente después de ser rociada, la espuma queda al descubierto; en este estado, su exposición a fuentes de calor o ignición es peligrosa. Deben prohibirse todas las actividades de soldadura u otras que conlleven llamas desnudas o temperaturas altas en la zona hasta que la espuma haya sido protegida de forma adecuada. Además, antes de que se haya protegido la espuma, no deben permitirse que penetren en la zona llamas desnudas ni temperaturas altas procedentes del

exterior, por ejemplo, por la soldadura o cortes de las placas adyacentes al aislante. El polvo generado en las posibles operaciones de lijado o pulido para alisar la superficie de la espuma, así como el polvo de otras fuentes, puede constituir un peligro de incendio. Deberán adoptarse precauciones adecuadas, eliminando el polvo lo antes posible. La superficie de espuma rociada debe cubrirse a la mayor brevedad con un revestimiento aprobado por la autoridad competente.

4.6.4 Peligros de toxicidad por la combustión de la espuma

Los productos de la combustión de la espuma de uretano y otros plásticos son peligrosos, al igual que los de la madera, lana, las plumas, etc. En caso de incendio, existirán los peligros habituales, como falta de oxígeno, humo denso y gases calientes, por lo que deberán realizarse simulacros contraincendios normales.

4.7 Determinación del espesor de poliuretano

Para hacer los cálculos debemos considerar la temperatura exterior de los costados y cubierta serán diferentes, debido a su posición, estas no están expuestas de la misma manera. Es importante destacar que el barco navega en dos fluidos: el agua de mar y el viento, se procederá a estudiar el fenómeno por convección, considerando temperaturas propias de un ambiente marino, teniendo como referencia la línea de flotación cuando el barco salga de la zona de caladero para lo cual se considera 100% de capacidad de carga de bodega mas panga y red y 20% de combustible, los estanques de consumo en general dentro de los cuales se incluye el petróleo, agua dulce y aceite hidráulico, se asume que se encuentran en un 20% de sus capacidades. Debido a las características constructivas del casco, cubierta, mamparos, casco fondo son diferentes se procederá a hallar los cálculos por separado, también cabe

considerar que señalar que los parámetros de diseño para la selección del espesor del aislamiento son diferentes para cada situación.

Para determinar el espesor del aislante requerido generalmente es utilizada la fórmula del coeficiente global de pérdidas “ k_1 ”, el cual incluye variación de temperatura, características y espesores de los materiales componentes de la pared y de los tipos de aislante seleccionado. (J.Ramírez enciclopedia de climatización) la ecuación que define este coeficiente es:

$$k_1 = \frac{\Delta t}{\sum_j R_{kj} + \sum_i R_{hi}} \quad (1)$$

$$R_k = \frac{e}{\lambda} \quad (2)$$

$$R_h = \frac{1}{h} \quad (3)$$

$$\Delta t = t_e - t_i \quad (4)$$

Donde:

k_1 : Coeficiente global de pérdidas de calor ; $\left(\frac{kcal}{h * m^2} \right)$

R_h : Resistencia térmica superficial exterior ; $\left(\frac{m^2 * h * ^\circ C}{kcal} \right)$

R_k : Resistencia térmica interna ; $\left(\frac{m^2 * h * ^\circ C}{kcal} \right)$

e : espesor de los elementos que constiyuyen el casco o cubierta (m)

λ : Coeficiente de conductividad térmica ; $\left(\frac{kcal}{m * h * ^\circ C} \right)$

h_e : Coeficiente de conveccion exterior ; $\left(\frac{kcal}{m^2 * h * ^\circ C}\right)$

h_i : Coeficiente de conveccion interior ; $\left(\frac{kcal}{m^2 * h * ^\circ C}\right)$

Δt : salto térmico

t_e =temperatura exterior de bodega; ($^\circ C$)

t_i =temperatura interior de bodega;($^\circ C$)

Para cámaras de productos conservados a una temperatura próxima a $0^\circ C$ se utiliza como diseño un coeficiente global de perdidas “ k_1 ” que esta generalmente en un rango de 7 a 8 $\left(\frac{kcal}{m^2 * h}\right)$ (j. Ramírez, 1994), este valor corresponde al caudal máximo permisible por unidad de superficie, para nuestros cálculos tomaremos el valor de menos perdidas $7\left(\frac{kcal}{m^2 * h}\right)$.

Cuadro4.2 Coeficientes de transferencia térmica (documento técnico de pesca N° 331 FAO)

ubicación	kcal/m ² h °C
Cubierta , aire en movimiento afuera	29.3
Casco lateral, encima de la línea de flotación, afuera	29.3
Casco lateral, debajo de la línea de flotación, afuera	18840 (para V=12nudos)
Casco fondo exterior	8
Mamparo de sala de maquinas: aire por el lado de S.M	7.1
Mamparo de proa: aire por el lado de la bodega	7.1
Dentro de los tanques : agua ligeramente agitada	515

Conductividades:

Poliuretano: 0.0211 kcal/m h °C (ver cuadro 4.1)

Acero: 50 kcal/m h °C (anexo 4.2)

4.7.1 Cálculo del espesor de poliuretano en el casco de la obra muerta babor y estribor.

1. El enfriamiento de agua de mar en bodegas consiste en bajar la temperatura de esta a valores menores de 0°C , en cantidades adecuadas, manteniéndose por sobre su temperatura de congelación (aproximadamente -2°C).
2. La temperatura del agua no debe ser menor de -1.5°C debido a que el agua de mar congelada puede dañar los chillers. Asimismo no se debe congelar la pesca a bordo por debajo de su punto de congelación (-1.8°C), ya que esto es perjudicial para la calidad de la pesca por la formación de cristales de gran dimensión en el músculo del pescado ver Figura 4.6

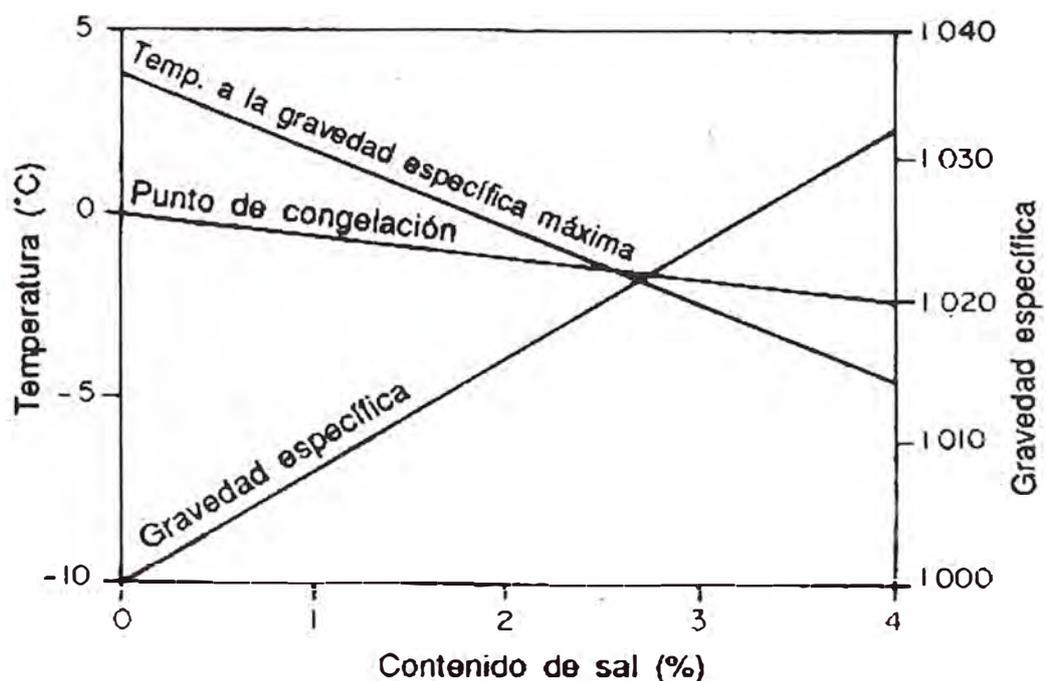


Figura 4.6 Gravedad específica y punto de congelación del agua de mar

De 1 y 2 temperatura en bodega $t_i = -1^{\circ}\text{C}$ (contenido de sal litoral peruano 3.5%)

Temperatura exterior = 30°C

$\Delta t = 31^{\circ}\text{C}$

Coefficientes de transferencia térmica (fuente FAO documento técnico de pesca 331)

Costado del buque por encima del agua: aire en movimiento afuera

$h_e = 29.3 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$.

Interior de bodega: aire sobre la superficie libre $h_i = 7.1 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Cuadro 4.3 variables para cálculo de la resistencia térmica del casco lateral

elemento	e(m)	λ (kcal/mh°C)	R(m ² h°C/kcal)
Plancha ext. Acero naval	0.008	50	$1.6 \cdot 10^{-4}$
Plancha int. Acero naval	0.0064	50	$1.28 \cdot 10^{-4}$
poliuretano	e	0.021	47.619e
Aire exterior			0.034
Aire interior			0.141

Reemplazando en la ecuación (1)

$$7 = \frac{31}{0.175 + 47.619e} \quad \text{e poliuretano mínimo} = 89\text{mm}$$

De la figura 4.7 el poliuretano en obra que se inyectó fue de espesor 130mm, esto a consecuencia de la altura de la platina es de 100mm y se le dio un margen de 30mm más para no hacer contacto con los refuerzos o platinas.

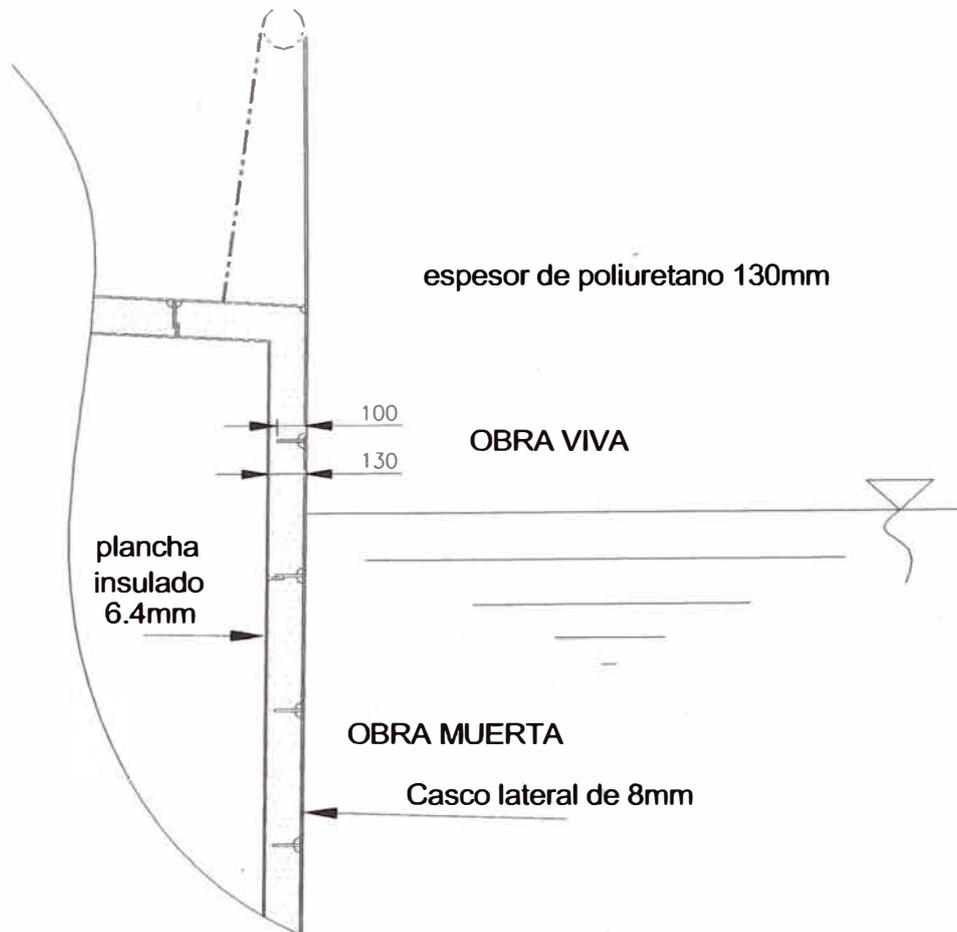


Figura 4.7

4.7.2 Calculo del espesor de poliuretano en el casco lateral obra viva.

Para determinar el coeficiente de convección exterior h_e , debemos tener presente los siguientes factores como son la velocidad, el tipo de circulación, rugosidad, incrustaciones, la naturaleza de los líquidos (densidad, viscosidad, conductividad, calor específico). Utilizaremos la ecuación para la determinación de valores aproximados del coeficiente de convección para un líquido en contacto con una pared vertical metálica (Welty, 1998).

$$h_e = (7 + 22V)(120 + t_m) \quad (5)$$

$$\text{Donde: } t_m = \frac{t_e + t_i}{2} \quad (6)$$

V: velocidad del fluido (m/seg)

$$t_e = 25^\circ\text{C}$$

$$t_i = -1^\circ\text{C}$$

Reemplazando en (6)

$$t_m = 12^\circ\text{C}$$

Velocidad del barco 12 nudos, $V = 6.17 \text{ m/seg}$

Reemplazando en (5)

$$h_e = 18841 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

$$R_e = 5.76 * 10^{-5}$$

h_i interior de bodega (superficie plancha de insulado)

$$h_i = 7.1 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

Cuadro 4.4 variables para cálculo de la resistencia térmica del casco lateral

elemento	e(m)	λ (kcal/mh°C)	R(m ² h°C/kcal)
Plancha ext. Acero naval	0.008	50	$1.6 * 10^{-4}$
Plancha int. Acero naval	0.0064	50	$1.28 * 10^{-4}$
poliuretano	e	0.021	47.619e

Aire exterior			$5.76 \cdot 10^{-3}$
Aire interior			0.141

Reemplazando en la ecuación (1)

$$\gamma = \frac{26}{3.52 \cdot 10^{-4} + 47.619e}$$

e. poliuretano mínimo = 78mm

De la figura 4.7 el espesor puesto en obra es de 130mm, concluimos que es un buen espesor de aislante.

4.7.3 Cálculo del espesor de poliuretano para la cubierta.

$$t_e = 35^\circ\text{C}$$

$$t_i = -1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 36^\circ\text{C}$$

$$h_e = 29.3 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

$$h_i = 7.1 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

Cuadro 4.4 variables para cálculo de la resistencia térmica de la cubierta.

Elemento	e(m)	λ (kcal/mh°C)	R(m ² h°C/kcal)
Plancha cub. Acero naval	0.0064	50	$1.2 \cdot 10^{-4}$
Plancha int. Acero naval	0.0064	50	$1.2 \cdot 10^{-4}$
poliuretano	e	0.021	47.619e
Aire exterior			0.034
Aire interior			0.141

Reemplazando en ecuación (1).

$$\gamma = \frac{36}{0.175 + 47.619e}$$

e = 105mm

De la Figura 4.8 el espesor de poliuretano en cubierta en obra es de 120mm, concluimos que supera los 105 mm requeridos.

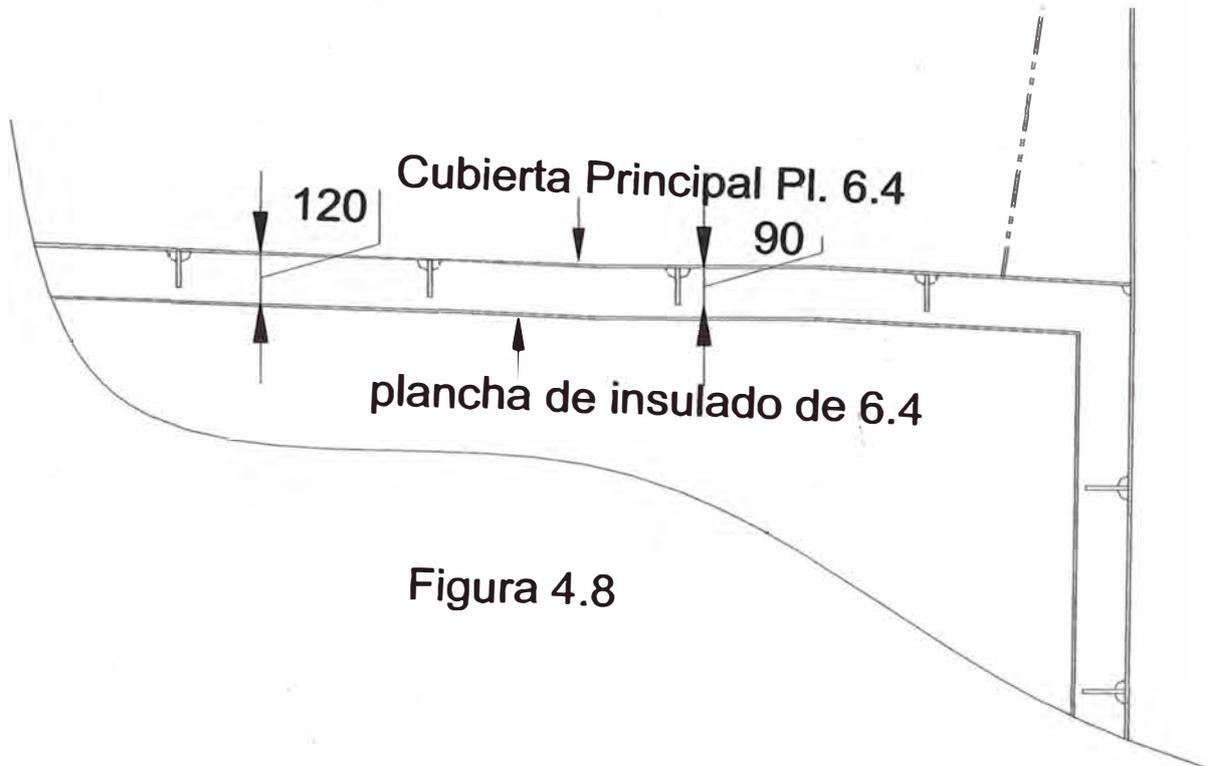


Figura 4.8

4.7.4 Calculo de espesor de poliuretano en mamparo de sala de máquina.

Para esta situación tomaremos la temperatura en sala de maquinas de 50°C según Torremolinos 2002.

$$t_e = 50^\circ\text{C}$$

$$t_i = -1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 51^\circ\text{C}$$

$$h_e = 7.1 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

f fuente FAO

$$h_i = 7.1 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

Cuadro 4.5 variables para cálculo de la resistencia térmica del mamparo de sala de Maquinas.

elemento	e(m)	λ (kcal/mh°C)	R(m ² h°C/kcal)
Plancha Sala M. Acero naval	0.008	50	$1.6 \cdot 10^{-4}$
Plancha int. Acero naval	0.0064	50	$1.28 \cdot 10^{-4}$
poliuretano	e	0.021	47.619e
Aire exterior			0.141
Aire interior			0.141

Reemplazando en ecuación (1)

$$7 = \frac{51}{2.8 \cdot 10^{-4} + 47.619e}$$

e=150mm (espesor de poliuretano requerido), en obra se inyectó 150mm (6pulg) de poliuretano cumpliendo con el espesor. Figura 4.9

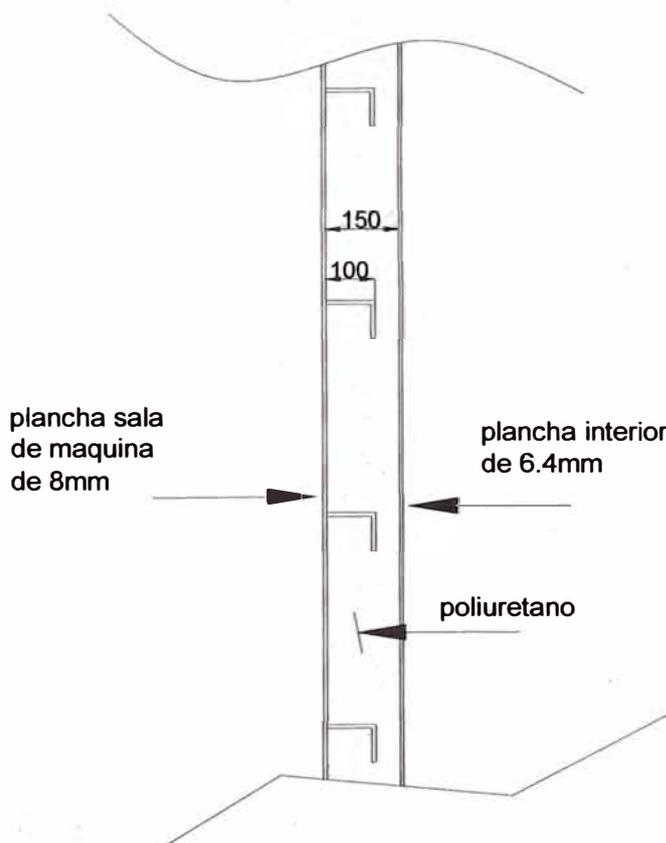


Figura 4.9 Mamparo Sala de máquinas

4.7.5 Calculo de espesor de poliuretano de mamparo de lazareto.

$$t_e = 30^\circ\text{C}$$

$$t_i = -1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 31^\circ\text{C}$$

$$h_e = 7.1 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right) \quad \text{fuente FAO}$$

$$h_i = 7.1 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

Cuadro 4.6 variables para cálculo de la resistencia térmica del mamparo de lazareto.

elemento	e(m)	λ (kcal/mh°C)	R(m ² h°C/kcal)
Plancha lazareto. Acero naval	0.008	50	$1.6 \cdot 10^{-4}$
Plancha int. Acero naval	0.0064	50	$1.2 \cdot 10^{-4}$
poliuretano	e	0.021	47.619e
Aire exterior en el lazareto			0.141
Aire interior dentro de bodega			0.141

Reemplazando en ecuación (1)

$$7 = \frac{31}{0.282 + 47.619e}$$

$$e = 87\text{mm}$$

El mamparo de lazareto estructuralmente es similar al de sala de maquinas Figura 4.9

El espesor de poliuretano puesto en obra fue de 130mm, cumpliendo el requisito.

4.7.6 Calculo de espesor de poliuretano en el casco fondo

Consideraremos la temperatura exterior, la del agua de mar

$$t_e = 25^\circ\text{C}$$

$$t_i = -1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 26^\circ\text{C}$$

$$h_e = 8 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

$$h_i = 515 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

Cuadro 4.7 variables para cálculo de la resistencia térmica del casco fondo.

elemento	e(m)	λ (kcal/mh°C)	R(m ² h°C/kcal)
Plancha casco fondo. Acero naval	0.009	50	1.8*10 ⁻⁴
Plancha int. Acero naval	0.0064	50	1.28*10 ⁻⁴
poliuretano	e	0.021	47.619e
Aire exterior			0.125
Aire interior			1.94*10 ⁻³

Reemplazando en la ecuación (1)

$$7 = \frac{26}{0.2552 + 47.619e}$$

$$e = 73 \text{ mm}$$

De la figura 4.10 el poliuretano puesto en obra fue de 130mm, cumpliendo el requisito.

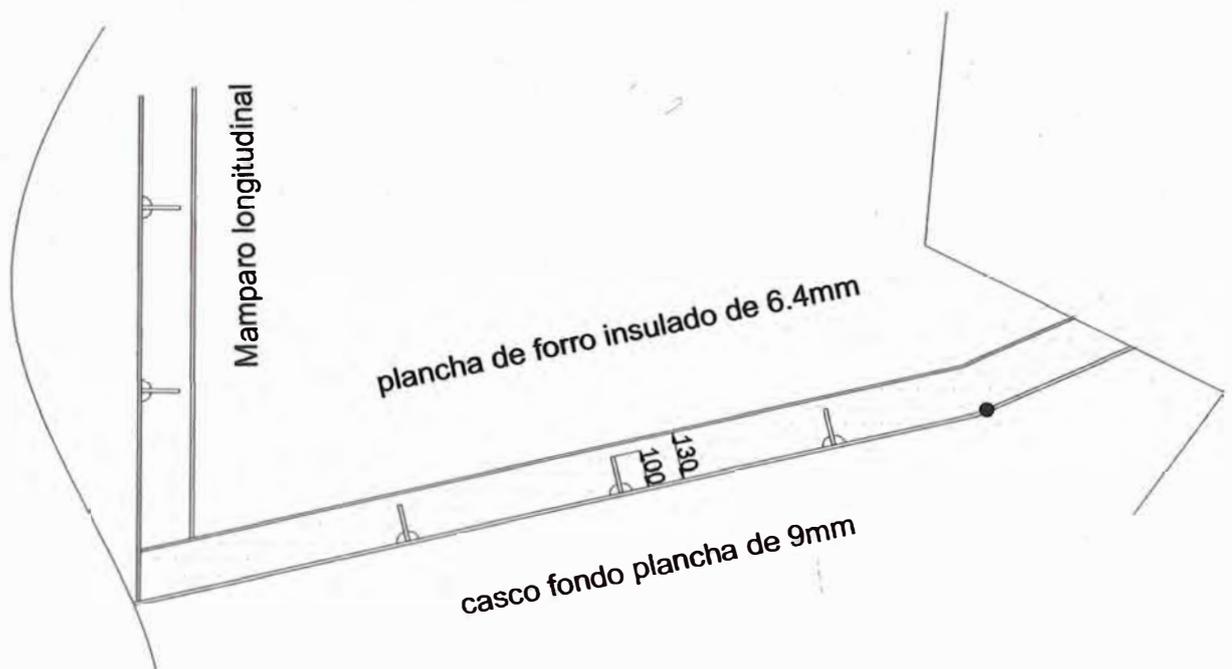


Figura 4.10 corte transversal de casco fondo

4.7.7 Calculo de espesor de poliuretano en el túnel.

Para el túnel sellado vamos a considerar la temperatura a la cual están sometidos los descansos que están en el rango de 20 a 50°C, consideraremos el más crítico $t_e = 50^\circ\text{C}$.

$$t_e = 50^\circ\text{C}$$

$$t_i = -1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 51^\circ\text{C}$$

Para h_e consideraremos semejante a la sala de maquina

$$h_i = 7.1 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right) \text{ el mismo que de sala de máquina.}$$

$$h_e = 515 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}} \right) \text{ (FAO dentro de las bodegas agua ligeramente agitada)}$$

Cuadro 4.8 variables para cálculo de la resistencia térmica del túnel.

elemento	e(m)	λ (kcal/mh°C)	R(m ² h°C/kcal)
Plancha ext. Acero naval	0.008	50	1.6*10 ⁻⁴
Plancha int. Acero naval	0.0064	50	1.28*10 ⁻⁴
poliuretano	e	0.021	47.619e
R _h interior			0.141
R _h exterior			1.94*10 ⁻³

Reemplazando en ecuación (1)

$$7 = \frac{51}{0.143 + 47.619e}$$

Espesor mínimo de poliuretano e=150mm

En obra se inyecta poliuretano de espesor 150mm (6pulg)

4.7.8 Calculo de espesor de aluminio de las tapas de bodega.

Las tapas no deben de ser pesadas, un material apropiado es el aluminio.

$$t_e = 35^\circ\text{C}$$

$$t_i = -1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 36^\circ\text{C}$$

$$h_e = 29.3 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

$$h_i = 7.1 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}} \right)$$

Cuadro 4.9 variables para cálculo de la resistencia térmica del casco lateral

elemento	e(m)	λ (kcal/mh°C)	R(m ² h°C/kcal)
Plancha Aluminio tratado	0.004	175	2.29*10 ⁻⁵
Plancha Aluminio tratado	0.004	175	2.29*10 ⁻⁵
poliuretano	e	0.021	47.619e
R _h exterior			0.0341
R _i interior			0.141

$$7 = \frac{36}{0.175 + 47.619e}$$

Espesor mínimo de poliuretano $e=105\text{mm}$

Cuadro 4.10 Resumen de espesores de aislamiento

Ubicación	Espesor de aislante Mínimo(mm)	Altura del refuerzo Estructural encontrado	Espesor de aislante en obra
Casco B.E encima línea de flotación	89	100	130
Casco B.E debajo línea de flotación	78	100	130
Cubierta	105	90	120
Mamparo S.M	150	100	150
Mamparo Lazareto	87	100	130
Casco Fondo	73	100	130
túnel	150	0	150
Tapas de bodega	105	0	110

Nota: es recomendable darle entre 30 a 50mm más de aislamiento entre la plancha de insulado y los refuerzos. (Documento técnico de pesca FAO)

Volumen total de poliuretano a inyectar = 70m^3

4.8 aislamiento en tuberías

Las tuberías de succión de los equipos de refrigeración como las tuberías que conducen “agua helada” en los equipos enfriadores de agua o “ chillers”, deben cubrirse externamente con materiales aislantes para reducir la transferencia de calor desde el ambiente que los rodea hacia la superficie exterior y por ende hacia el fluido que circula por dentro de ellas. El aislamiento tipo ARMAFLEX, reúne los requisitos para cubrir las tuberías de agua helada que atraviesan la sala de maquina donde se encuentra nuestros equipos de frio, esto porque es una espuma elastomerica muy flexible, de estructura celular cerrada. Puede adaptarse a cualquier forma complicada

y puede adherirse manteniendo un espesor homogéneo en puntos críticos como: uniones o juntas, intersecciones, válvulas, tees, etc. otra ventaja del ARMAFLEX es su gran resistencia de todo el sistema al resultar dañado. Decimos esto porque en los aislamientos convencionales (poliestireno, poliuretano, lana de vidrio, etc) al dañarse la barrera de vapor, se humedecen las zonas cercanas al daño y con el tiempo todo el aislamiento, perdiendo sus propiedades aislantes. Cumpliendo dos funciones primordiales:

- evitar la condensación sobre su superficie exterior
- evitar pérdidas energéticas

4.9 Prueba de estanqueidad del insulado

Las pruebas de estanqueidad para el insulado se realizan con presión de aire no inferior a 0.15bar, aplicando agua jabonosa o detergente de espuma a todas las uniones soldadas, estando estas limpias y libres de pintura. (Torremolinos, 77).

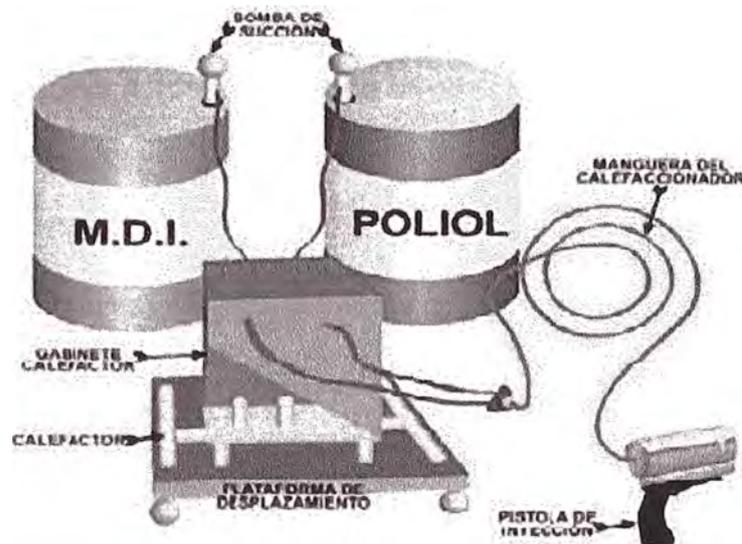
4.10 Preparación del revestimiento de poliuretano

Una vez que se realicen las pruebas de estanqueidad del insulado, se procederá a realizar en las planchas de forro del insulado una cantidad de perforaciones, las que dependerán de la distribución de los refuerzos del volumen a aislar y del caudal de la maquina inyectora.

4.11 preparación del poliuretano

La preparación de la mezcla dependerá de los volúmenes por aislar y del caudal de la maquina inyectora para así obtener la densidad requerida y un mejor rendimiento de la inyección. La maquina inyectora de funcionamiento neumático mezcla en la cámara de la pistola los componentes polioliol (Sinoxol) e isocianato (Sinoxur) en una

relación de 1:1 respectivamente para producir el poliuretano. La máquina de inyección cuenta con calefactores los cuales dan a los líquidos una temperatura ideal de trabajo cercana a los 20°C. En la figura 4.11 se presenta la máquina para inyección de poliuretano (Oxiquin).



Máquina inyectora de poliuretano: Oxiquin

Figura4.11 Maquina inyectora de poliuretano

4.11.1 Inyección del poliuretano

En esta etapa se procede a introducir la boquilla de la pistola de inyección en los orificios hechos en las planchas del forro del insulado, siguiendo una secuencia tal que evite al máximo la formación de aire dentro del forro. La secuencia de inyección se debe realizar partiendo desde la parte inferior en sentido longitudinal hasta completar una capa, luego se continúa hacia arriba completando capas sucesivas entre los refuerzos. Figura 4.12

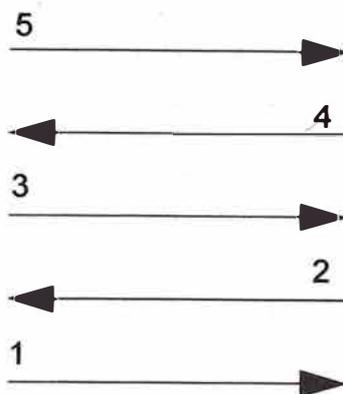


Figura 4.12 secuencia de inyección capa por capa

4.12 Cálculo de la capacidad de carga del equipo de refrigeración

En la selección del tamaño del equipo intervienen varios factores:

- El tamaño de la embarcación.
- La distancia a la zona de pesca.
- La infraestructura de descarga del puerto.
- Las especies a capturar.

4.12.1 Cálculo de la carga para enfriar el 25% de agua de mar

Para esto la embarcación se aleja millas afuera del puerto para cargar agua de mar limpia en las bodegas, para ser utilizada luego de enfriada para el enfriamiento del pescado.

Como estadística tenemos que después de haber cargado agua de mar limpia, la pesca se puede encontrar a unas 5 horas, 6 horas. Supondremos el más crítico de $t = 4.5$ horas, tener listo el agua enfriada media hora antes de las 5 horas.

$$t_i = 25^\circ\text{C}$$

$$t_f = -1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 26^{\circ}\text{C}$$

$$C_e = 0.92$$

$$Q = \frac{m \cdot C_e \cdot (\Delta t)}{t} \quad \text{ecuación (7)}$$

Donde:

Q : Capacidad del equipo de refrigeración RSW (kcal/h)

m : Masa de agua a enfriar (kg)

C_e : Calor específico del agua ($\frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$)

Δt : Diferencia de temperatura inicial –final ($^{\circ}\text{C}$)

t : Tiempo de enfriamiento

Reemplazando en la ecuación

$$Q_1 = \frac{105 \cdot 1025 \cdot 0.92 \cdot (26)}{4.5}$$

$$Q_1 = 572086.67 \text{ kcal/h. } (\alpha)$$

4.12.2 Cálculo de la carga del calor ganado por las superficies.

La fuga de calor a través de un elemento puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_2 = U \cdot A \cdot (t_e - t_i) \quad (8)$$

Donde:

Q = tasa global de transferencia de calor a través del elemento (kcal/h)

A = área del elemento (m^2)

U = coeficiente de transferencia de calor del elemento ($\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } ^{\circ}\text{C}}$)

Para determinar U, se usa la siguiente ecuación:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{H_1} + \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \frac{X_3}{K_3} + \frac{1}{H_2}} \quad (9)$$

Dónde.

H₁ = coeficiente de transferencia de calor exterior ($\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } ^{\circ}\text{C}}$)

H₂ = coeficiente de transferencia de calor interior ($\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } ^{\circ}\text{C}}$)

K_1 = conductividad térmica de la plancha de acero del costado del barco. $(\frac{kcal}{mh^{\circ}C})$

K_2 = conductividad térmica del aislante de poliuretano $(\frac{kcal}{mh^{\circ}C})$

K_3 = conductividad térmica de la plancha de acero del insulado de bodega. $(\frac{kcal}{mh^{\circ}C})$

X_1 = espesor de la plancha de acero del costado del barco.

X_2 = espesor de poliuretano en obra

X_3 = espesor de la plancha de acero del insulado de bodega.

4.11 Valores de H recomendados por (documento técnico de pesca 436 FAO)

ubicación	kcal/m ² h°C
Cubierta , aire en movimiento afuera	29.3
Casco lateral, encima de la línea de flotación, afuera	29.3
Casco lateral, debajo de la línea de flotación, afuera	18840 (para V=12nudos)
Casco fondo exterior	8
Mamparo de sala de maquinas: aire por el lado de S.M	7.1
Mamparo de proa: aire por el lado de la bodega	7.1
Mamparo de Lazareto por el lado de gobierno	7.1
Dentro de los tanques : agua ligeramente agitada	515

4.12.3 Cálculo de Calor ganado por corrientes parasitas (carga por emergencia eléctrica)

Q3= Carga por emergencia eléctrica

$$1Hp = 16 \frac{Kcal}{hora*hp}$$

$$Q3 = (Hp_{grupo}) * 16 \frac{Kcal}{hora*hp}$$

$$Q3 = 180 * 16$$

$$Q3 = 2880kcal/h \quad (\gamma)$$

Cuadro 4.12 Tabla de cálculos de calor ganado por las superficies

CALCULO DE CALOR GANADO POR LAS SUPERFICIES												
Ubicación	H1	H2	K1	K2	K3	X1	X2	X3	U	$\Delta t(^{\circ}\text{C})$	área	calor
Cubierta	29.3	7.1	50	0.021	50	0.008	0.12	0.0064	0.16979	36	111.68	682.647
Casco B y E obra muerta	29.3	7.1	50	0.021	50	0.008	0.13	0.0064	0.15709	31	16.72	81.4234
Casco B y E obra Viva	18840	7.1	50	0.021	50	0.009	0.13	0.0064	0.15794	26	86.26	354.212
Casco fondo	29.3	7.1	50	0.021	50	0.008	0.13	0.0064	0.15709	26	146.97	600.279
Mamparo de sala de Maquina	7.1	7.1	50	0.021	50	0.008	0.15	0.0064	0.13468	51	37	254.147
Mamparo de Lazareto	7.1	7.1	50	0.021	50	0.008	0.13	0.0064	0.1545	36	35	194.671
Tunel	515	7.1	50	0.021	50	0.008	0.15	0.0064	0.13725	51	34	237.993
Tapas de bodega	29.3	7.1	175	0.021	175	0.004	0.11	0.0064	0.18474	36	36	239.418
CALOR TOTAL												2644.79

4.12.3 cálculos del calor total

4.13 Cuadro de resumen de cargas

carga para enfriar el 25% de agua de mar	Q1= 572086.67kcal/h.
Calor por Superficie	Q2 = 2644.79kcal/h
Calor ganado por corrientes parasitas	Q3= 2880kcal/h
Calor sub total	Q=577611.46kcal/h.
Calor Total	Q=635373kcal/h

Del cuadro 4.12 el calor total producido por las superficies es:

$$Q_{\text{Superficie}} = 2644.79 \text{ kcal/h } (\beta)$$

Sumando $\alpha + \beta + \gamma$ obtenemos el calor total

$$Q_{\text{sub total}} = 577611.46 \text{ kcal/h.}$$

$$\text{Factor de seguridad } 10\% \quad Q_{\text{total}} = 57761.146 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{total}} = 635373 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ T.R.} = 3024 \text{ kcal/hr}$$

$$Q_{\text{total}} = 210.2 \text{ T.R.}$$

- el equipo inmediato superior en el mercado es de 220TR

CAPITULO V
DESCRIPCION DEL SISTEMA RSW A IMPLEMENTAR EN LA
EMBARCACION

5.1 Características iniciales de la embarcación.

Capacidad de bodega Inicial	: 500m ³
Eslora	: 40m
Manga	: 8.80m
Puntal	: 4.40m
Motor CAT 3512	: 1060HP a 1200 RPM
Casco	: Acero Naval
Arqueo bruto	: 312
Arqueo neto	: 127

5.1.1 Características Finales de la embarcación

Capacidad de bodega final insulada	: 420m ³
Eslora	: 40m
Manga	: 8.8m
Puntal	: 4.40m
Motor CAT 3512	: 1060HP a 1200RPM
Arqueo Bruto	: 312
Arqueo Neto	: 106

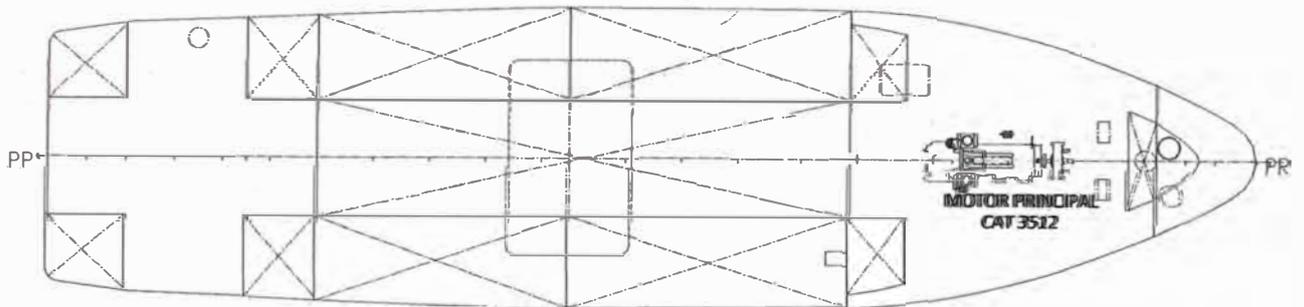


Figura 5.1 SECCION BAJO CUBIERTA

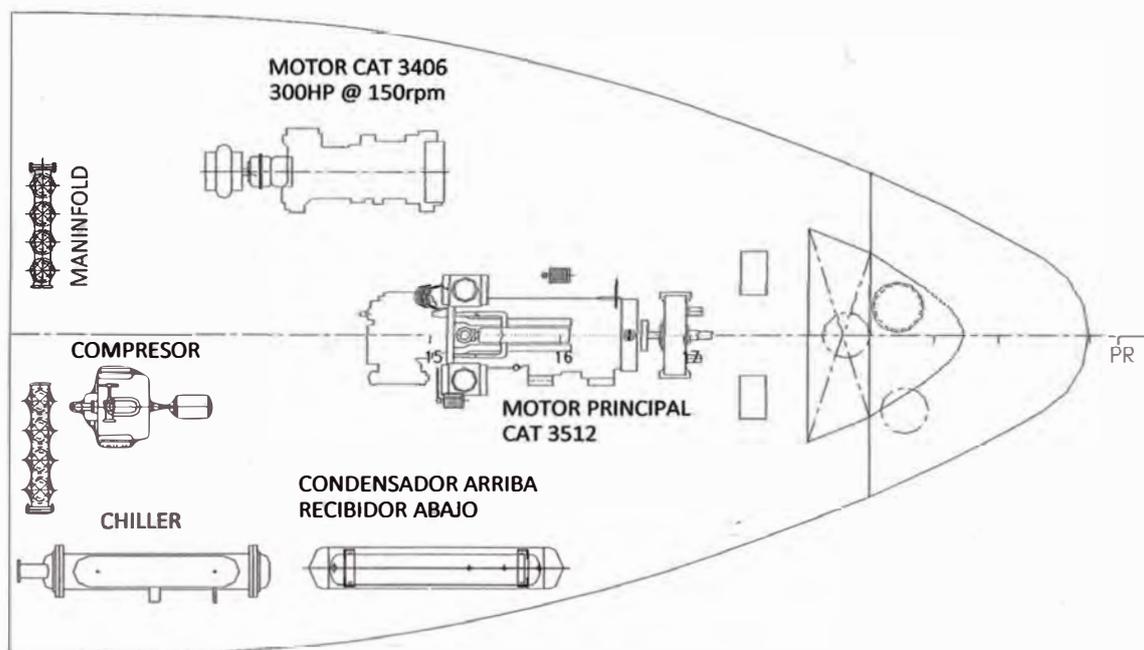


Figura 5.2 DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS DE FRIO

5.2 Datos generales de la planta de frío a implementar.

Este es un sistema de refrigeración diseñado para enfriar agua de mar a partir de los siguientes parámetros.

- Temperatura inicial de agua de mar : 25°C
- Temperatura final de agua de mar : -1°C
- Volumen total de bodega refrigerada: 420m³

▪ Numero de bodegas	5
▪ Volumen de agua a enfriar	105m ³
▪ Tipo de refrigerante	NH ₃ (amoniaco)
▪ Capacidad de la planta	2'640,000 Btu/hr (220TR)
▪ Accionamiento de los equipos	Hidráulico.

5.3 Descripción de los equipos y materiales del sistema RSW.

5.3.1 Línea de gas refrigerante.

Estos componentes son interconectados a través de tuberías de fierro y cargados con gas refrigerante (450kg de gas amoniaco).

La eficiencia de la planta de refrigeración resulta de la diferencia de temperaturas entre la línea del condensador y el evaporador, que llega hacer 60°F o más. Para este propósito la planta es cargada con el amoniaco, el cual no se consume en la operación, sin embargo circula constantemente dentro de la planta.

El amoniaco es un gas refrigerante liviano, volátil, incoloro y no es combustible. La características resaltante de este combustible es su fuerte olor que al ser inhalado en gran proporción puede causar el desvanecimiento de la persona por falta de oxígeno, la contraparte es que permite la detección rápida de las fugas que se puedan presentar en el sistema.

El compresor de la planta reduce la presión en el evaporador, hasta que el amoniaco líquido llegue hasta su punto de evaporación a la temperatura en cuestión. Los gases resultantes de la evaporación del refrigerante líquido son constantemente succionados por el compresor y llevados hasta la presión de condensación.

Estos gases entran en el condensador, donde el calor es absorbido por el agua de enfriamiento (esta agua se extrae por una toma de mar y son absorbidos mediante una bomba) hasta llegar a condensar el vapor, el refrigerante nuevamente líquido se concentra en la parte inferior de la salida del condensador y por gravedad es llevado al receptor.

Por la diferencia de presiones entre el evaporador y el condensador que es mantenida por el compresor, sumado a la diferencia de alturas entre el surge drum y el chiller, el líquido refrigerante es forzado a circular a través de los tubos del chiller, esto para un caso de sistema inundado.

Para el caso en que el sistema del chiller funcione como spray, la bomba de amoníaco, toma líquido desde la parte inferior del chiller, enviando a presión hasta la parte superior del chiller donde se encuentra las toberas que introducen el amoníaco expandido en forma de spray, intercambiando calor entre el agua y el amoníaco, el cual es succionado por el compresor, el saldo del amoníaco que no se expande cae a la parte inferior y con ayuda del control de nivel mantienen un nivel de líquido adecuado para que la bomba de amoníaco no Cavite.

El solenoide de ingreso de líquido del receptor trabaja en forma automática con el control de nivel, el cual tiene control sobre el solenoide y las alarmas de operación y parada.

El evaporador (para esta planta se denomina "chiller") es la parte de la planta en el cual se produce el frío, este absorbe el calor del elemento a ser enfriado, en nuestro caso el agua de mar depositado en las bodegas de la embarcación.

Esta planta implementada de RSW cuenta además con un equipo de sistema válvulas de seguridad en las líneas de alta y baja presión, que se encargaran de aliviar

el sistema en caso de una subida presión excesiva y una falla de los elementos eléctricos de protección

5.3.2 Materiales y equipos que componen la línea de gas refrigerante

<p>Compresor</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Marca VILTER ▪ Modelo VMC4512XL ▪ N° de cilindros: 12 ▪ Reducción de capacidad 33%/66% ▪ Revoluciones (rpm) 1200 ▪ Temperatura de condensación 95°F ▪ Temperatura de evaporación 25°F ▪ Capacidad de refrigeración unitaria 220TR ▪ Potencia requerida 250BHP
<p>Condensador</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Marca ISOTHERM ▪ Modelo ZC-1610 ▪ Tipo horizontal tubular ▪ Diámetro 30 pulg ▪ Largo 8 pie
<p>Chiller tipo SPRAY</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Marca ISOTHERM ▪ Modelo ZSC-3608 ▪ Diámetro 36 pulg ▪ Largo 8 pie ▪ Capacidad 225 TR ▪ Flujo 2,400 gpm
<p>Tanque recibidor</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Marca ISOTHERM ▪ Modelo 3008
<p>Válvulas de diferentes tipos y medidas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Válvula globo ¾ pulg soldable tipo T Socket Weld (cantidad 09) ▪ Válvula globo ¾ pulg soldable tipo T FPT (cantidad 06) ▪ Válvula globo ½ pulg soldable tipo T Socket Weld (cantidad 02) ▪ Válvula globo ½ pulg soldable tipo T FPT ▪ Válvula globo 2 ½ pulg soldable tipo T Socket Weld

- Válvula de cierre 3 vías para válvula de alivio ¾
- Válvula de alivio ¾ pulg a 1 pulg, 175 PSIG
- Válvula de alivio ¾ pulg a 1 pulg , 250PSIG
- Válvula globo 4pulg soldable tipo Y Socket Weld
- Válvula globo 3pulg soldable tipo Y Socket Weld
- Válvula reguladora de presión 3 pulg con bridas.
- Válvula globo 1 ¼ soldable tipo T Socket Weld
- Válvula de expansión manual soldable 1 ¼ Socket Weld
- Válvula solenoide 1 ¼ con bridas a 1pulg SW120 VAC w/st
- Válvula globo 2 pulg soldable tipo Y Socket Weld
- Válvula angular ¼ pulg para manómetro.
- Válvula expansión manual soldable ½ pulg Socket Weld
- Válvula solenoide ½ pulg bridada SW 120 VAC w/st
- Switch de flotador para control de nivel
- Carcasa porta filtro limpiador 1 ½ pulg.
- Visor de 2 pulg estándar
- Elemento filtrante tipo malla para filtro limpiador
- Columna nivel tanque recibidor c / 02 válvula anti retorno
- Manómetro baja presión 150PSIG 4pulg
- Bomba sprayado PARKER HRP-5040-GF
- Depth tracker transducer probes (3 feet)
- Standpipe top cap (3 in)

5.4 Línea de sistema de fuerza (hidráulico)

5.4.1 Equipos y materiales que conforman la línea hidráulica

i. Compresor de gas refrigerante amoniaco.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Marca VILTER ▪ Modelo M12K4512XL ▪ N° de cilindros: 12 ▪ Reducción de capacidad 33%/66% ▪ Revoluciones (rpm) 1150 ▪ Temperatura de condensación 95°F ▪ Temperatura de evaporación 25°F ▪ Capacidad de refrigeración unitaria 220TR ▪ Potencia requerida 250BHP
ii. Motor Caterpillar 3406
iii. Bomba de condensador
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Marca AZCUE ▪ Modelo AN 125-200
iv. Bomba de circulación

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Potencia 53HP ▪ Marca AZCUE ▪ Modelo VR 200/33
Otros equipos a considerar
Caja reductora
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Reductor 0.73:1 ▪ Input power máx.= 700 HP ▪ Output power máx.= 360HP ▪ Flanged shaft diam 2 ¼ pulg , full ▪ Keyway 2 ¼ *1/2 pulg ▪ Motors adapter plates SAE D, 13T 8/16 DP ▪ Aceite 80W-90} ▪ Marca FUNK ▪ Modelo 5928RJ
Tanque hidráulico
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad.
Filtro de succión 3 pulg.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 02 unidades ▪ Marca STAUFF ▪ Modelo MS- 150-5
Bomba hidráulica.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ 62/38 SAE C 14TH 14/24 DP ▪ Marca Denison ▪ Modelo T6EDM
Bomba hidráulica.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ 45/17 SAE C 14TH 14/24 DP ▪ Marca Denison ▪ Modelo T6EDM
Hidromotor
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ SAE D 8/16 DP 13 TH 65 GPM /1659RPM ▪ Marca Volvo ▪ Modelo F11 150
Acoplamiento flexible
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ Marca REXNORD
Hidromotor
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad ▪ SAE C 12/24 DP 14 TH 63GPM @ 1450RPM @58HP 1500PSI ▪ Marca Denison ▪ Modelo M4E -153

Acoplamiento flexible
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 02 unidades ▪ Marca REXNORD ▪ Modelo OMEGA 5
Hidromotor
<ul style="list-style-type: none"> ▪ SAE D 8/16 DP 13 TH 22GPM @1750RPM @18.7HP 1900PSI ▪ Marca DENISON ▪ Modelo M4C1-043
Acoplamiento flexible
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 02 unidades. ▪ Marca FALK ▪ Modelo T- 1080
Enfriador de aceite
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad
Manifold filtros de retorno
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad. ▪ Marca GRESEN
Acoplamiento rígido
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad
Diversos tipos de válvulas
Válvula bola 3 pulg
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 02 unidades ▪ Marca STAUFF ▪ Modelo 2BVL
Válvula relief
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 02 unidades ▪ Marca DENISON ▪ Modelo R5V08
Válvula relief
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 02 unidades ▪ Marca DENISON ▪ Modelo R5V10
Válvula de bola 2pulg bronce 2000PSI
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad
Válvula de bola de 1 ½ pulg bronce 2000 PSI
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 02 unidades
Válvula solenoide
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 03 unidades ▪ Marca SAVER DANFOSS ▪ Modelo CP500 3-B
Válvula reguladora de flujo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad 01 unidad

5.5 Sistema de circulación de agua refrigerada

Las tuberías a utilizarse serán de acero y en cédula 40, los cuales una vez definidos sus tramos se galvanizarán en caliente.

Los ingresos a los chillers y condensador tendrán filtros escamadores con sus válvulas y su respectivo by-pass. Asimismo, se ha considerado, a manera de emergencia, poder utilizar una bomba de uno de los chiller como bomba de condensa en caso de ser requerido. Las válvulas de tomas de fondo y válvulas con sus respectivas checks en las salidas de achique.

5.5.1 Equipos que conforman la línea de circulación de agua.

Bomba de circulación
03 bombas de Circulación Azcue
Tuberías de acero cedula 40 en sala de maquinas y bodegas
Filtros escamadores
Válvulas mariposas
Válvulas de toma de fondo
Válvulas de descarga al mar

5.6 Sistema eléctrico

Se ha considerado todo el sistema eléctrico con componentes SIEMENS con todos sus dispositivos homologados.

Las bombas de agua serán arrancadas desde el tablero en el cual se instalaran sus respectivas lámparas de señalización y botoneras de arranque y parada.

Todo el mando tendrá un voltaje de 220 voltios.

El tablero tendrá un mímico el cual señalará el proceso de la planta de refrigeración y la señalización de fallas en el sistema.

En la instalación se ha considerado la instalación de canaletas y de las bases para el tablero de control. Los cables serán del tipo naval y la selección de los cables será para una temperatura ambiente de 45 grados centígrados.

Por último se elaborará un protocolo de pruebas para el funcionamiento de todo el sistema instalado.

5.6 .1 Equipos que conforman la línea del sistema eléctrico

- i. Tablero de control y fuerza para el arranque de bombas
- ii. Tablero de control del sistema RSW

Descripción: consta de un tablero para adosar con pintura dieléctrica, grado de protección IP – 55 con dimensiones de 1200*800*300 en mm

Equipos que conforman la línea de mando eléctrica
▪ Presostato de control de capacidad
▪ Presostato de diferencia de aceite
▪ Presostato de alta y baja
▪ Sensor de nivel de amoniaco
▪ Bobinas de válvulas solenoide
▪ Relay y tableros de control
▪ Bobinas de inyección de líquidos
▪ Bobinas de válvulas moduladoras de succión
▪ Bobina de relief de bombas hidráulicas
▪ Presostato de compresor
▪ Termostatos de chillers
▪ Cableado eléctrico

5.7 Chequeos recomendados a los equipos y/o instrumentos de medición de la planta de refrigeración.

DESCRIPCION/ FRECUENCIAS	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL
CHILLER				
Nivel de control de Líquido refrigerante	X			
Funcionabilidad de Flow switch		X		
Purgado de aceite			X	
Inspección de los Ánodos de zinc				X
Válvulas y controladores				X

DESCRIPCION/ FRECUENCIAS	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL
COMPRESOR				
Nivel de aceite refrigerante en el Carter	X			
Ajuste de fajas y/o alineamiento de compresor				X
Estado de conservación de manómetros			X	
Ajuste de presostatos			X	
Línea de retorno de aceite al Carter		X		
Temperatura de Carter	X			
Líneas de enfriamiento de cabezales.	X			

5.7.1 Horas de trabajo de los equipos de RSW para realizar un mantenimiento Preventivo.

Consideraciones

Trabajo anual de la planta de refrigeración RSW: 3,000 horas anuales

TOP END del compresor: cada 10,000horas costo 8,500\$

OVERHAUL del compresor: cada 20,000horas costo 20,000\$

Recambios recomendados

DESCRIPCION / FRECUENCIAS	INTERVALOS
COMPRESOR	
Filtro de aceite	Cada 3,500 horas
Aceite refrigerante	Cada 3,500 horas
Metales de biela	Cada 10,000 horas
Metales de bancada	Cada 10,000 horas
Válvulas de alivio interno	Cada 15,000 horas
Válvulas de succión /descarga	Cada 7,000horas
Anillos de compresión	Cada 10,000horas
Anillos de lubricación	Cada 10,000horas
Cilindros	Cada 20,000 horas
Rodamientos	Cada 20,000 horas
Sello mecánico, o'rines y seal Kits	Cada 10,000 horas
Bomba de aceite	Cada 25,000 horas

DESCRIPCION / FRECUENCIAS	INTERVALO
SISTEMA	
Válvulas de alivio	Cada 20,000 horas
Kit de mantenimiento válvulas reguladoras	Cada 10,000 horas
Kit de mantenimiento válvulas solenoides	Cada 10,000 horas
Kit de sellos de válvulas de mariposa	Cada 10,000 horas
Kit de mantenimiento Flotw switch	Cada 10,000 horas

5.7.2 Criticidad de los equipos de R.S.W

Elaborar un plan anual de **mantenimiento** predictivo y preventivo de los **equipos** del proceso productivo que presenten un mayor índice de **criticidad** de los equipos de refrigeración por agua de mar, basados en las recomendaciones directas realizadas por los fabricantes de los **equipos**, así como de las mejores prácticas del medio.

En la siguiente tabla de prioridades para evaluar equipos se hace un estudio de criticidad de los equipos.

TABLA DE PRIORIDADES PARA EVALUAR EQUIPOS																		
EQUIPOS	LA FALLA AFECTA A LOS		DEPENDENCIA LOGISTICA		DEPENDENCIA MANO DE OBRA		CONFIABILIDAD (PROBABILIDAD)		FLEXIBILIDAD		AFECTA EL MEDIO AMBIENTE		FACILIDAD DE MANTENIMIENTO		VALOR TECNICO ECONOMICO		TOTAL	ESCALA DE REFERENCIA
	SI	4	EXTER	2	TERCERO	ALTA	2	UNICO	2	SI	4	BAJA	1	ALTO	3			
	NO	0	LOCAL	0	PROPIO	BAJA	1	BYPAS	1	REDUCE	2	ALTA	0	MEDIO	2			
								STAN BY	0	NO PARA	0			BAJO	1			
SISTEMA MOTRIZ																		
1	ACETE HIDRAULICO		4	0	0	2	2	2	4	1	3	16	CRITICA					
2	CAJA DE DISTRIBUCION		3	2	2	2	2	0	1	1	13	IMPORTANTE						
3	CAJAS DE COMPRESOR		3	2	2	2	2	0	1	1	13	IMPORTANTE						
4	MOTOR DIESEL		3	2	2	2	2	4	1	3	19	CRITICA						
5	HIDROMOTORES COMPRESOR		3	2	2	1	2	2	1	1	14	IMPORTANTE						
6	BOMBAS HIDRAULICAS		3	0	2	2	2	4	0	3	16	CRITICA						
7	LINEAS		3	0	0	2	2	2	0	1	10	REGULAR						
8	VALVULAS RELIEF		3	0	2	1	2	0	1	1	10	REGULAR						
9	HIDROMOTORES BOMBAS CIRC.		3	0	2	1	0	4	0	1	11	IMPORTANTE						
10	HIDROMOTORES CONDENSADOR		3	0	2	1	0	2	0	1	9	REGULAR						
SISTEMA REFRIGERACION																		
1	COMPRESOR		4	0	2	2	2	4	1	3	18	CRITICA						
2	ACUMULADOR DE SUCCION		3	0	2	2	2	2	1	3	15	IMPORTANTE						
3	CONDENSADOR		3	0	2	2	2	4	1	3	17	CRITICA						
4	CHILLERS		3	0	2	2	2	4	1	3	17	CRITICA						
5	RECIBIDOR		4	0	2	2	2	4	1	3	18	CRITICA						
6	VALVULAS DE CONTROL / SEGUR.		2	0	2	2	0	2	0	1	9	REGULAR						
7	GAS REFRIGERANTE AMONIA CO		4	2	2	2	1	4	1	3	19	CRITICA						
SISTEMA ELECTRICO																		
1	TABLERO DE CONTROL		4	0	2	2	2	0	0	3	13	IMPORTANTE						
2	SENSORES PRESION, TEMPERATURA		3	0	2	2	2	0	0	3	12	IMPORTANTE						
3	SENSORES DE FLUJO		2	0	2	2	2	0	0	3	11	IMPORTANTE						
4	BOBINAS DE ACTUADORES		2	0	2	2	2	0	0	3	11	IMPORTANTE						
5	SENSORES DE NIVEL		2	0	2	2	2	0	0	3	11	IMPORTANTE						

SISTEMA CIRCULACION											
1	BOMBA CONDENSADOR	4	0	2	2	2	2	1	3	16	CRITICA
2	BOMBAS CIRCULACION	4	0	2	2	0	2	1	3	14	IMPORTANTE
3	DESAGUADORES	2	0	2	1	2	0	0	1	8	REGULAR
4	ROCEADORES	2	0	2	1	2	0	0	1	8	REGULAR
5	TUBERIAS CIRCULACION	2	0	2	1	2	0	1	1	9	REGULAR
6	VALVULAS	3	0	2	1	2	0	0	1	9	REGULAR
CRITICA 16-20											
IMPORTANTE 11-15											
REGULAR 6-10											

CAPITULO VI

FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACION RSW Y CONSERVACION DE LA PESCA.

6.1 Elementos principales

1. Bodegas insuladas o aisladas
2. Compresor de refrigeración
3. Separador de aceite
4. Condensador
5. Tanque de recibidor de amoniaco líquido
6. Chillers (enfriadores de agua de bodega)
7. Acumulador de succión
8. Refrigerante (gas amoniaco)

6.1.1 Bodegas insuladas o aisladas:

Volumenes estructurales de la embarcación destinadas a contener la pesca a bajas temperaturas por lo que deben estar aisladas adecuadamente de manera que se minimice el ingreso de calor por el casco de la embarcación , manteniendo de esta forma la pesca en buenas condiciones de conservación y se minimizan las pérdidas energéticas por el funcionamiento de la planta de refrigeración.

6.1.2 Compresor de refrigeración

En el sistema de refrigeración el compresor se encarga de bombear el refrigerante, en este caso el amoníaco, a todo el sistema, para que este cumpla su función de retirar el calor al agua de mar depositada en la bodega.

6.1.3 Separador de aceite

Está ubicado inmediatamente después del compresor y su función es retener el aceite que es barrido por el refrigerante en el compresor, debido a la hermeticidad en los cilindros y a la diferencia de presiones entre el cárter y la cámara de compresión.

6.1.4 Condensador

Este elemento es un intercambiador de calor que cumple la doble función de cambiar de estado gaseoso y alta temperatura a estado líquido y casi temperatura medio ambiente; y como segunda función en este intercambiador de calor se evacua el calor retirado de las aguas de mar de las bodegas y transportado por el amoníaco al medio ambiente.

6.1.5 Tanque Recibidor de Líquido

Es un volumen que recibe el amoníaco líquido que sale de la línea final del condensador.

6.1.6 Chiller

Este elemento es un intercambiador de calor que cumple la función de retirar el calor del agua de mar depositada en las bodegas, esto se consigue gracias a la línea de

tuberías internas el cual hace circular el agua de bodegas pasando a través del enfriador o chillers.

6.1.7 Acumulador de succión

Este volumen cumple la función de garantizar que el volumen que es succionado por el compresor (gas y líquido en menor cantidad) esté completamente en estado gaseoso para evitar el deterioro de este.

6.1.8 Refrigerante

Cumple la función debido a sus características termodinámicas, de retirar el calor desde los chillers y desde allí lo transporta hasta el condensador y traspasa este calor al medio ambiente desde el condensador (el condensador es enfriado por agua de mar), siendo bombeado para esto por el compresor.

6.2 Descripción del flujo.

El compresor comprime el refrigerante elevando su temperatura e incrementando el calor que contiene y es expulsado al condensador en estado gaseoso a una presión nominal de 170 PSI y una temperatura de 95°C, temperatura que permite el flujo de calor del refrigerante al medio ambiente, camino al condensador pasa por separador de aceite donde es retirado el aceite que fue barrido del compresor y devuelto a este.

En el condensador el refrigerante cambia de estado gaseoso a estado líquido en el proceso de transferencia de calor al medio ambiente. El refrigerante en estado líquido fluye al receptor de líquido por diferencia de nivel y de aquí a los chillers donde cae la presión debido al cambio intempestivo de diámetro de sección en el flujo refrigerante. Por efecto de la caída de presión y sus características termodinámicas cae también la temperatura permitiendo el flujo de calor desde el agua de mar de

bodegas, que se encuentra circulando por el interior de las tuberías de los chillers, bajando de esta forma la temperatura de esta hasta aproximadamente -1.5°C uno de los fenómenos que sucede con el refrigerante en los chillers es el cambio de estado a líquido.

El refrigerante al ganar el calor al agua de mar en los chillers cambia nuevamente de estado gaseoso, siendo succionado por el compresor para repetir el ciclo. El agua enfriada en los chillers finalmente cumple la función de retirar el calor de la pesca bajando la temperatura de esta hasta -1°C , garantizando de esta forma la conservación de la materia prima.

6.3 Instrucciones para el funcionamiento de la planta de frio pesquera Austral Group-ISF

6.3.1llenado y circulación de agua de mar.

Este equipo tiene la capacidad de enfriar el total de las 5 bodegas, aproximadamente 420m^3 de mezcla de agua de mar con pescado. Por lo tanto necesitamos pre-enfriar entre el 25 y 30% de este volumen , aun que se recomienda que si el tiempo de navegación es prolongado se aumente este volumen de agua a enfriar de tal manera que se pueda tener la mayor cantidad de agua de mar enfriada a -1°C , antes de recibir la pesca, de tal manera que se pueda dar golpe de frio al pescado y así poder acelerar el enfriamiento, conservando mejor la pesca, teniendo en cuenta que el agua adicional que se enfría tendrá que ser retirada una vez que haya cumplido con su función de enfriar rápidamente la pesca.

De acuerdo a esto hay que seguir los siguientes pasos:

- a. Abrir la toma de fondo y las bodegas a ser enfriadas.

- b. Arrancar la bomba de recirculación de agua
- c. Iniciar el llenado en las bodegas hasta el nivel indicado, importante mantener la embarcación con buena estabilidad y procurar siempre que se encuentre adrizada.
- d. Luego iniciar la recirculación en las tres bodegas
- e. Abrir y cerrar apropiadamente las válvulas de la línea de agua de mar del condensador
- f. Arrancar la bomba de agua del condensador y verificar que el agua se este descargando por el casco hacia el mar.

6.3.2 Verificación del sistema de frio para el arranque

Para arrancar la planta verificar lo siguiente:

- 1. Todas las válvulas del circuito refrigerante se encuentran abiertas con excepción de las siguientes.
 - a. Válvula de succión del compresor.
 - b. Válvula de salida de líquido refrigerante del recibidor
 - c. Válvula de bypass del filtro de liquido
 - d. Válvula de bypass de la válvula de contrapresión de succión
 - e. Válvula de purga.
 - f. Válvula de llenado de refrigerante
- 2. Verificar el nivel de líquido en el tablero.
- 3. Poner el icono en función del panel en la posición activado y verificar que no exista alguna falla de flujo de agua en el chiller o condensador.

6.3.3 Puesta en marcha del compresor

Antes de arrancar el compresor debemos realizar lo siguiente.

- a. Verificar el nivel de aceite del compresor.
- b. Descargar el compresor manualmente (utilizar los iconos de descarga del panel ubicados en la pantalla del COMPRESOR, verificar que en el panel se observe CAPACIDAD 33%)
- c. Chequear que todos los manómetros marquen la misma presión (compensados), a la vez verificar las lecturas de los transmisores de presión comparados con los manómetros respectivos.
- d. Abrir la válvula de succión del compresor.(1/2 carrera)
- e. Poner en la posición activado el icono de arranque del sistema en el panel.
- f. Selecciona en el panel la opción a trabajar para el chiller spray o inundado.
- g. Cuando el chiller va a trabajar en la opción de spray se deberá de verificar las válvulas de la bomba de amoníaco que se encuentren abiertas en su totalidad, una vez lanzada la bomba de amoníaco, se verifica su normal funcionamiento y se procede a cerrar lentamente la válvula bypass de la línea de descarga, se verifica el diferencial entre la succión y la descarga que fluctúa entre 5 y 8 PSIG.
- h. Activar el icono de inyección automática ubicada en la pantalla del chiller.
- i. Para poner en funcionamiento el compresor activar el icono de automático en la pantalla del compresor.

6.3.4 Durante el funcionamiento de la planta.

Mientras la planta este funcionando debemos verificar lo siguiente.

- a. Luego de arrancar el compresor abrir totalmente la válvula de succión del compresor.
- b. Empezar a cargar el compresor hasta llegar al 100% en forma paulatina, teniendo en cuenta de mantener las revoluciones necesarias para el compresor.
- c. Verificar que la presión de descarga se encuentre entre 160 y 200 PSIG , si la presión sobrepasa este valor verificar la línea de agua del condensador (alguna de bypass abierta). Si la presión estuviera por debajo de este valor abrir la válvula de bypass gradualmente hasta que la presión quede en este rango. El transmisor de alta presión de descarga tiene como límite máximo de regulación 200PSI y es el encargado de apagar el compresor si la presión de descarga supera el valor configurado.
- d. Verificar que la presión de succión en el arranque se encuentre se encuentre entre 60 y 70PSI (depende de la temperatura de agua de mar) mientras la temperatura de agua de mar es más alta, la presión de succión en el arranque será mayor. Si se produce una caída brusca de presión (el sistema hace vacío).
- e. Verificar la alimentación de refrigerante al chiller (línea de líquido), el transmisor de presión de succión tiene un límite de regulación mínimo de 30PSI y es el encargado de apagar el compresor por una baja presión de succión.

- f. La presión de succión al igual que la presión de descarga descienden conforme baja la temperatura del agua en la bodega, la presión de descarga se controla con el flujo de agua que entra en el condensador más no la de succión que depende de las temperaturas de las bodegas.

Luego de tener el agua a -1°C y se tenga el pescado listo para embarcar debemos distribuir el agua en las cinco bodegas, con el 30% de agua fría en cada una de las bodegas.

Una vez distribuido el pescado en bodegas y alcanzando la temperatura adecuada del pescado, el sistema debe de trabajar en la posición de automático hasta que llegue al 33% de capacidad en ese momento se debe de controlar que la temperatura en cada bodega se mantenga en -1°C haciendo circular el agua en las bodegas hasta que ingrese pescado nuevamente.

Para apagar el sistema, se debe en primer lugar descargar los compresores, apagar la bomba de circulación de amoniaco, apagar el icono automático del compresor (este se apaga activando el icono 0 en la pantalla del compresor), cerrar las válvulas de succión y descarga del compresor y luego apagar la bomba del condensador y las bombas de circulación si fuese necesario.

Antes de la llegada a puerto se debe de apagar el sistema y dejar las válvulas debidamente aseguradas. Una vez terminada la descarga, se debe limpiar todas las bodegas y tuberías del sistema con agua limpia de mar, y asegurarse que no queden residuos de pescado de la faena anterior.

No se debe de lanzar nuevamente el sistema de refrigeración, hasta que no se consiga que el agua que circula en las bodegas este totalmente limpia y trasparente, se

recomienda la limpieza del sistema para la buena preservación del recurso pesquero y del sistema de refrigeración.

6.4 Instrucción para la conservación de la pesca.

Procedimientos aplicados para la conservación de la pesca en las embarcaciones de la pesquera austral.

1. Procedimiento de limpieza
2. Procedimiento de sanitización
3. Procedimientos de refrigeración
4. Procedimientos de envase
5. Procedimientos de conservación
6. Procedimiento de descarga

6.4.1 Limpieza de bodegas.

La limpieza de bodegas consiste en el retiro de toda materia orgánica o inorgánica que pudo haberse quedado en las bodegas a consecuencia de la faena de descarga, consta de dos momentos.

- a. Limpieza de bodegas en la chata.
- b. Limpieza de bodegas en la bahía.

6.4.1.1 Limpieza de bodegas en la chata.

El personal de descarga de la chata equipada con la manguera de baldeo procuran que toda la pesca sea bombeada a la planta a través del mangueron, observando que no quede pesca en los intersticios formado en la arista de la parte inferior entre mamparo longitudinal y la parte fondo de la bodega, ni en los espacios formados entre los pistones de las compuertas y los mamparos.

El jefe de maquinas es el encargado de supervisar los trabajos de limpieza realizado por el personal de la chata. Emite un acta de conformidad de una limpieza satisfactoria.

6.4.1.2 Limpieza de bodegas en bahía.

Se procede a llenar todas las bodegas y hacer que se rebalsen y el agua de rebalse chorree por la cubierta fuera de borda, el tiempo de rebalse se toma en cuenta considerando que el agua de rebalse ya no se observa restos orgánicos en flotación. Este procedimiento es supervisado por el jefe de maquinas y se realiza considerando las características de estabilidad de la embarcación y de su franco bordo. Para realizar este procedimiento la embarcación debe salir 12 millas de la bahía.

6.4.2 Sanitización de bodegas.

La sanitización de bodegas de en flota austral se realiza de dos formas.

- a. Usando soda caustica
- b. usando ozono

El fin que persigue este procedimiento es el de eliminar las bacterias que se pudieron haber formado en las superficies de las bodegas y en las tuberías de recirculación.

6.4.2.1 Sanitización de bodegas usando soda caustica

Al zarpe a una hora de navegación, se toma 10tn de agua en cada bodega y se agrega en cada una de ellas 1 bolsa de soda caustica de 25kg (concentración 0.25%).Se recircula, rociando todas las bodegas por el sistema de lluvia por espacio de una hora.

Cada dos mareas se llenan completamente las bodegas y se agrega dos bolsas de soda caustica (concentración 0.5%) en cada una y se hace circular por espacio de una hora. La secuencia de llenado de bodegas se realiza de forma tal que no ponga en peligro la estabilidad de la embarcación.

Al terminar la temporada de CHI paralelamente al lavado del boliche se lava cada bodega usando 4 bolsas de soda (concentración 1%) y 10 tn de agua recirculando por espacio de dos horas. Luego de recircular la solución de soda caustica se enjuaga las bodegas con agua de mar, garantizando que no queden restos de soda caustica en las bodegas. En este momento las bodegas están listas para recibir agua para ser enfriada.

6.4.2.2 sanitización de bodegas con ozono

En travesía a la zona de pesca, se llenan las bodegas a proa babor y popa estribor y se aplica ozono a cada una de las bodegas por un espacio de 60min. La producción de ozono es de aproximadamente 20gr/hr. En las superficies de estas bodegas ozonizadas se forma una espuma, BIOFILM, que consiste en la concentración de microorganismos que se han unido como un mecanismo de autodefensa; haciendo ingresar agua adicional a esta bodega de la toma de fondo evacuamos estos microorganismos.

Luego de concluir el procedimiento de ozonización en las bodegas de proa babor y popa estribor se trasvasa esta agua limpia que cuenta con un potencial residual oxidante (REDOX) a las bodegas de popa babor y proa estribor y se procede aplicar 60 min.de inyección de ozono a cada una de estas dos bodegas. Siguiendo paso es evacuar el BIOFILM de la misma forma que en las otras dos bodegas anteriores,

rebalsando las mismas, transvasar el agua de las bodegas proa estribor y popa babor, que cuentan con un potencial enriquecido REDOX a las bodegas centrales y aplicar la inyección de ozono por espacio de 60 min. Siguiendo paso evacuar el BIOFILM de la misma forma que en las otras dos bodegas anteriores, rebalsando las mismas.

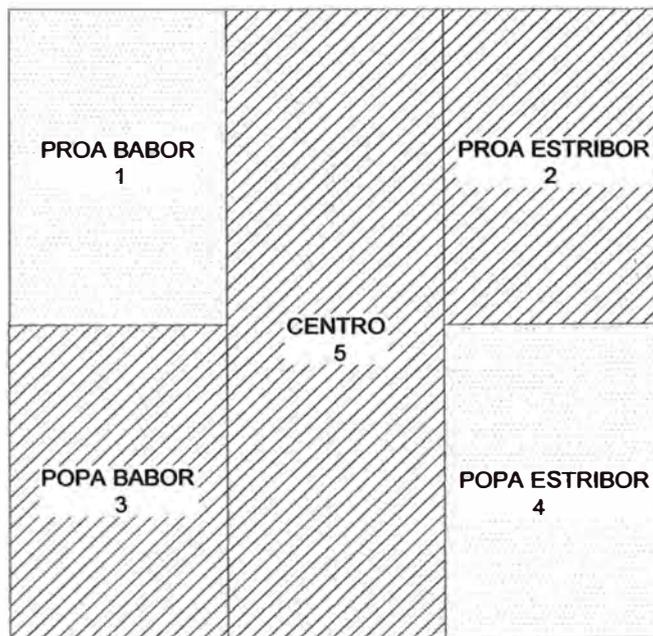


Figura 6.1 Aplicación de ozono a bodegas N° 1 y 4

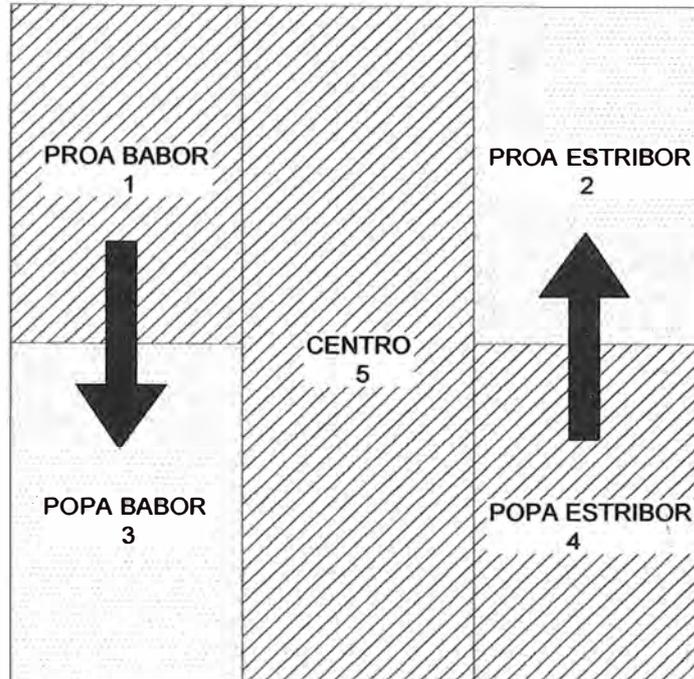


Figura 6.2 Aplicación de ozono a bodegas N° 2 y 3

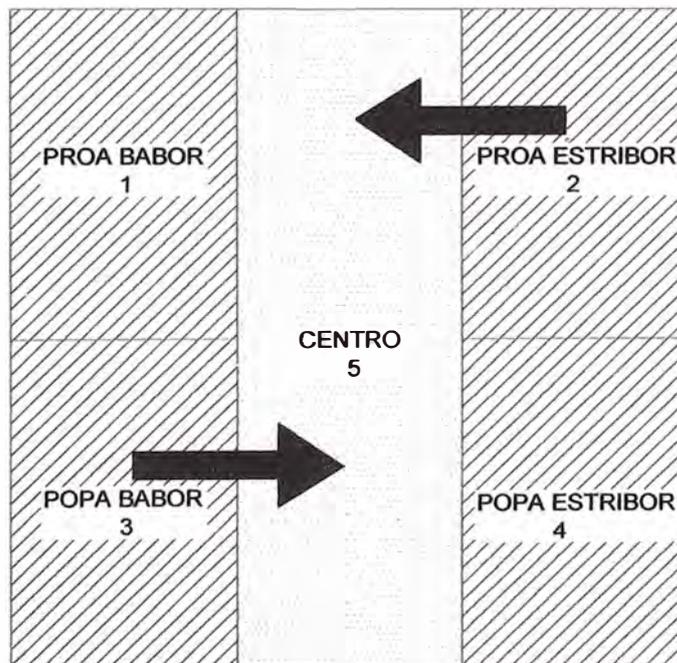


Figura 6.3 Aplicación de ozono a bodega N° 5 centro

6.4.3 Procedimientos de refrigeración

La refrigeración o el enfriamiento del agua como preparativo previo a la recepción de la pesca juega un rol de vital importancia para la futura calidad de la pesca. Debido a la forma de estiba de la pesca a bordo, queda muy poco espacio entre pescado y pescado, por este espacio debe circular el agua que retira el calor de la pesca, siendo su flujo restringido el proceso de intercambio de calor se hace muy lento, por este motivo optamos por realizar el enfriamiento inicial haciendo cambios de agua fría logrando de esta forma caídas bruscas de temperatura. Para poder llevar a cabo estos cambios de agua es necesario tener un gran banco de frío que puede hasta representar hasta el 50 o 60 % de la capacidad de la embarcación.

Los procedimientos de enfriamientos de agua se diferencian básicamente en función del procedimiento anterior, es decir al procedimiento de sanitización con soda caustica o con ozono.

Cuadro 6 Parámetros de operación de la planta de refrigeración

Presión Succión	PSI	30 - 32
Presión Descarga	PSI	150 - 180
Presión Aceite	PSI	45 - 60
Temper. Succión	°C	-8 / -7
Temper. Descarga	°C	105 - 115
Temper. Aceite	°C	45 - 50
Presión Agua	PSI	15- 25
Presión Hid. Bomb.	PSI	1500 - 1800
Presión Hid. Comp.	PSI	2500 - 2800

6.4.3.1 procedimientos de refrigeración luego de Sanitizar con soda caustica.

Para que realmente sea efectivo el proceso de enfriamiento con cambios de agua (golpes de frio) es necesario tener un banco de frio amplio que puede representar entre el 50 y 60% de la capacidad de la bodega. El enfriamiento se inicia llenando la cantidad mínima de agua como para recepcionar la carga completa de la embarcación, que representa el 25% de la capacidad de la embarcación.

Luego de lograr la preparación mínima de agua, se añade poco apoco agua manteniendo la temperatura de la bodega por debajo de 0°C. La cantidad máxima necesaria, se especifica en cuadro adjunto N°1 y se debe llegar hasta esta cantidad si el tiempo a la zona así lo permite, es conveniente mantener la temperatura de agua de las bodegas mínimo en -1°C, para evitar la posibilidad de que el agua se congele en los chillers.

Cuadro 6.1 Preparación de agua en bodegas

PREPARACION DE AGUA EN BODEGAS							
EMBARCACION		1	2	3	4	5	TOTAL
(5 BODEGAS)	VOLUMEN	65	65	65	65	160	420
	RECEPCION	16	16	16	16	80	240
	1ER CAMBIO	16	16	16	16		
	2DO CAMBIO			16	16		
	TOTAL POR BODEGA	32	32	48	48	80	
	ANTES DE EMPEZAR LA FAENA	0	0	40	40	160	

6.4.3.2 procedimiento de refrigeración sanitizando con Ozono.

El enfriamiento en un proceso de sanitización con ozono se inicia paralelamente a este; a medida que se realiza la inyección de ozono por bodegas se les va aplicando refrigeración, de forma tal que concluido el proceso de sanitización el agua se encuentra a temperaturas cercanas a las de recepción de pesca. Se debe tener en

cuenta que por motivos de una efectiva sanitización la temperatura del agua no debe bajar de +5°C durante este proceso, luego de concluido este, bajar la temperatura de -1°C.

Cuadro 6.2 Tiempo de Preparación Total para recibir el pescado

TIEMPO DE PREPARACION TOTAL PARA RECIBIR PESCADO											
Embarcacion Pesquera con 5 Bodegas	LIMPIEZA BODEGAS EN LA CHATA						FLOTACION DE BODEGAS				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	1 hora						2.5 horas				
	SANITIZACION						ENFRIAMIENTO 50%				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	3.5 horas						9 horas				
Tiempo total		16 horas									

6.4.4 procedimiento de envasado.

Difícilmente dos mareas son iguales, respecto al tonelaje por cala y la frecuencia de calas y ambas variables influyen en la calidad de la pesca. La primera variable se toma en cuenta por dos motivos, el primero es para determinar el agua necesaria para aplicar el golpe de frío y el segundo motivo se debe de tomar en cuenta ya que en la bodega por un lado no debe haber poca pesca por un tiempo prolongado, debido al deterioro por raspaduras y golpes, y por otro lado la bodega no se debe sobre cargar por que dificulta el enfriamiento.

Por lo expuesto la selección de las bodegas para envase se debe hacer tomando en cuenta estos parámetros y adicionalmente que el “banco de frío” no se vea afectado. Se envasara la pesca de acuerdo a diagramas adjuntos hasta completar las bodegas. Esta considerado envasar en una mayor cantidad de agua, por lo tanto se deberá hacer los trasvases indicados observando la cubicación de las bodegas de destino o un cálculo de tiempo de funcionamiento de la bomba. Recepcionando en una

cantidad mayor de agua como se indica en los esquemas la temperatura antes de realizar el primer cambio será aproximada +8°C.

Cuadro 6.3 Preparación de agua en bodegas

PREPARACION DE AGUA EN BODEGAS							
EMBARCACION	BODEGAS	NUMERO	VOLUMEN M3	PESCA TN	TOTAL DE PESCA EN TON	AGUA. M3	% DE AGUA
Embarcacion pesquera con 5 bodegas	PR BR	1	65	49	316 tn	16	25%
	PR ER	2	65	49		16	25%
	PP BR	3	65	49		16	25%
	PP BR	4	65	49		16	25%
	CENTRO	5	160	120		40	25%

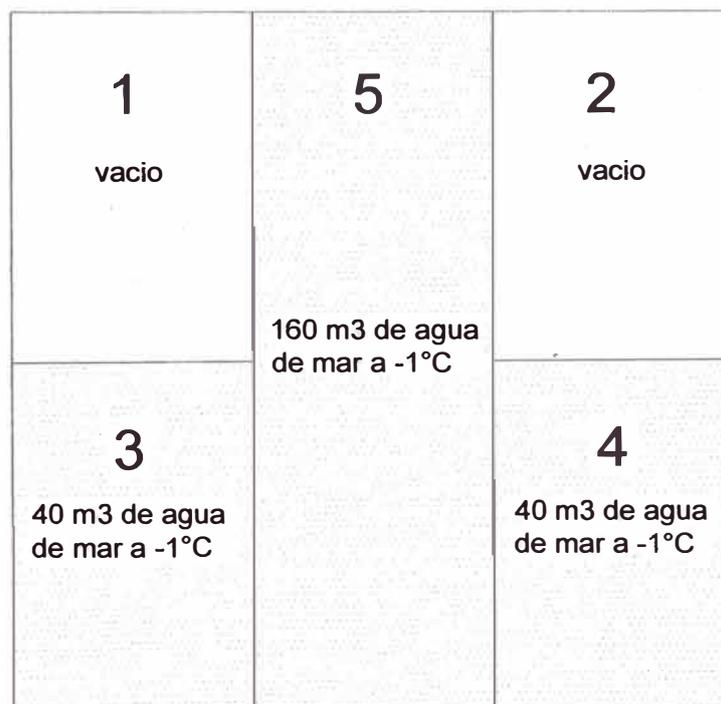


Figura 6.4 1er paso Embarcación preparada para la Recepcion de pescado

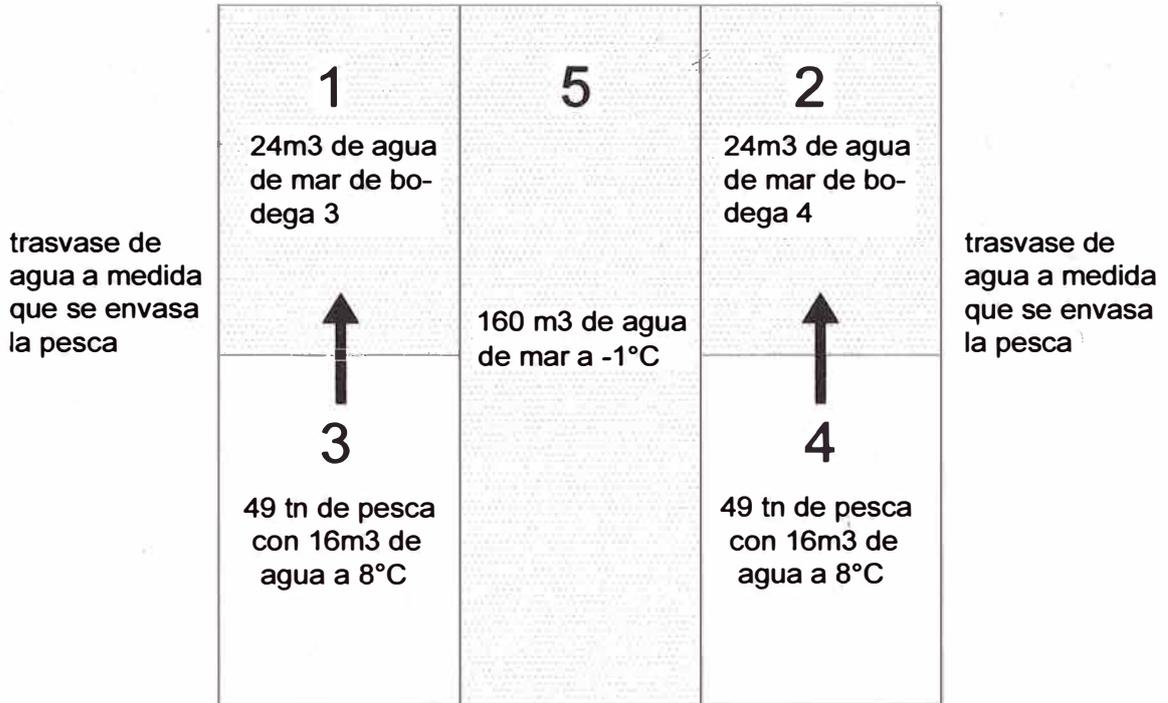


Figura 6.5 2do paso Recepción de pescado bodegas laterales

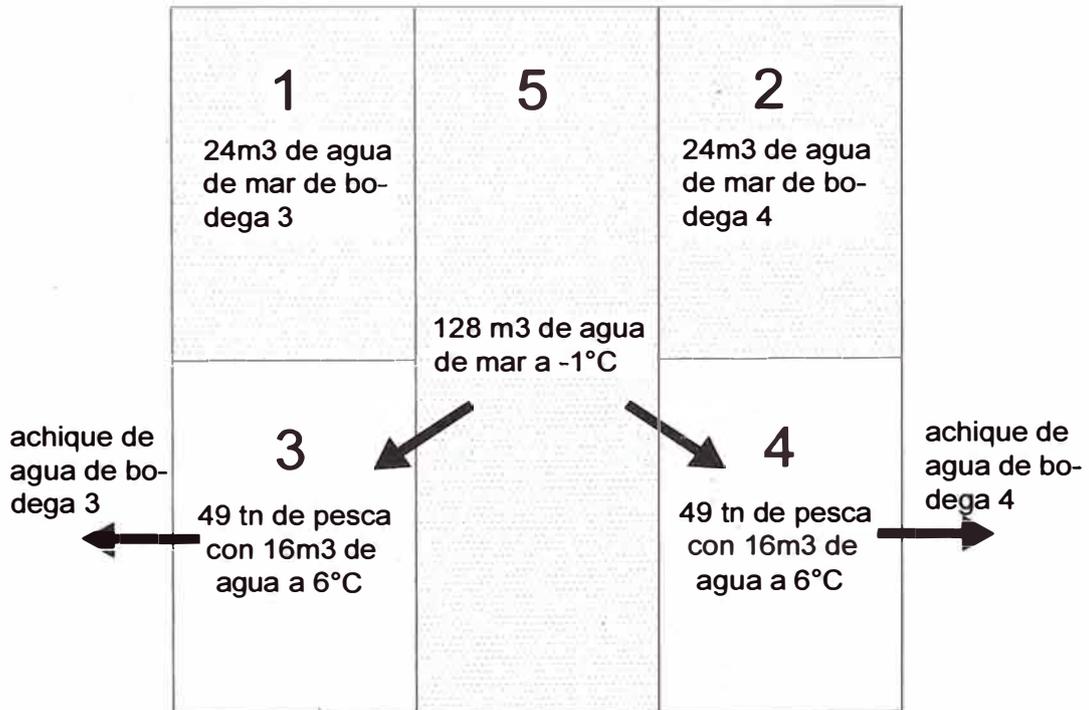


Figura 6.6 paso 3er paso Primer cambio de agua bodegas laterales popa.

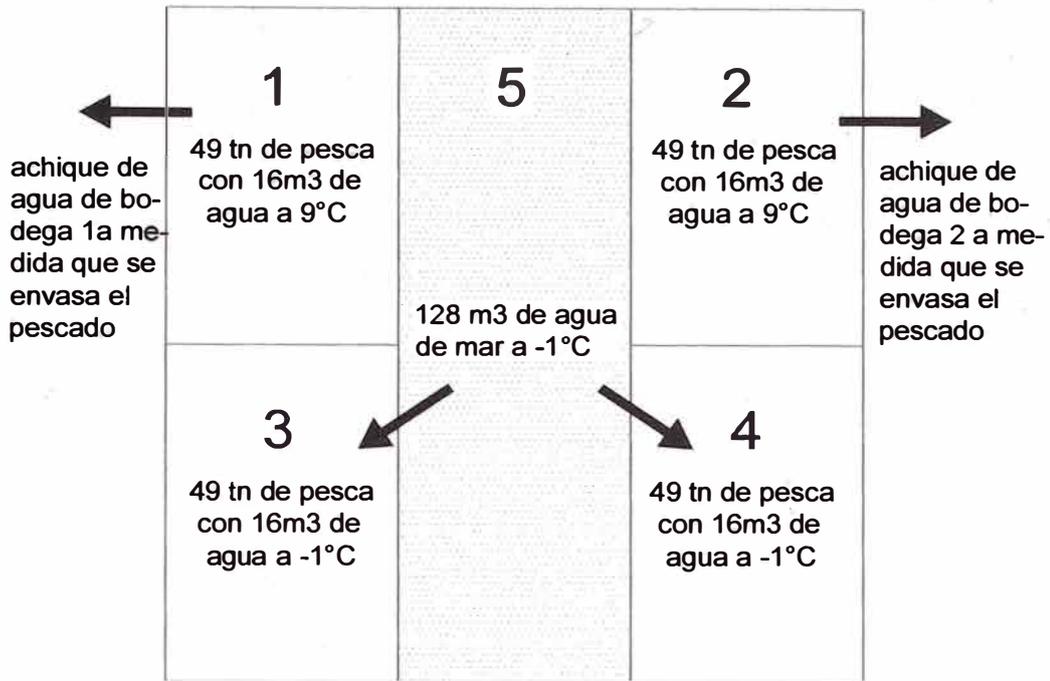


Figura 6.7 4to. paso. Recepción de pescado en bodegas laterales proa

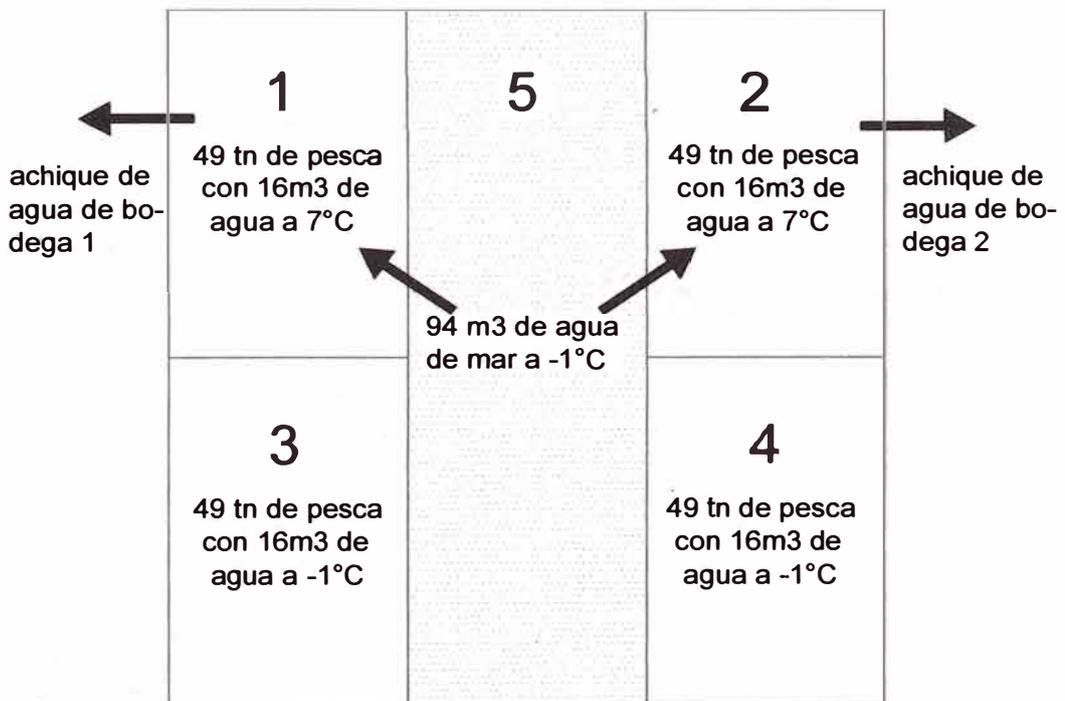


Figura 6.8 5to paso Primer cambio de agua de bodegas laterales proa.

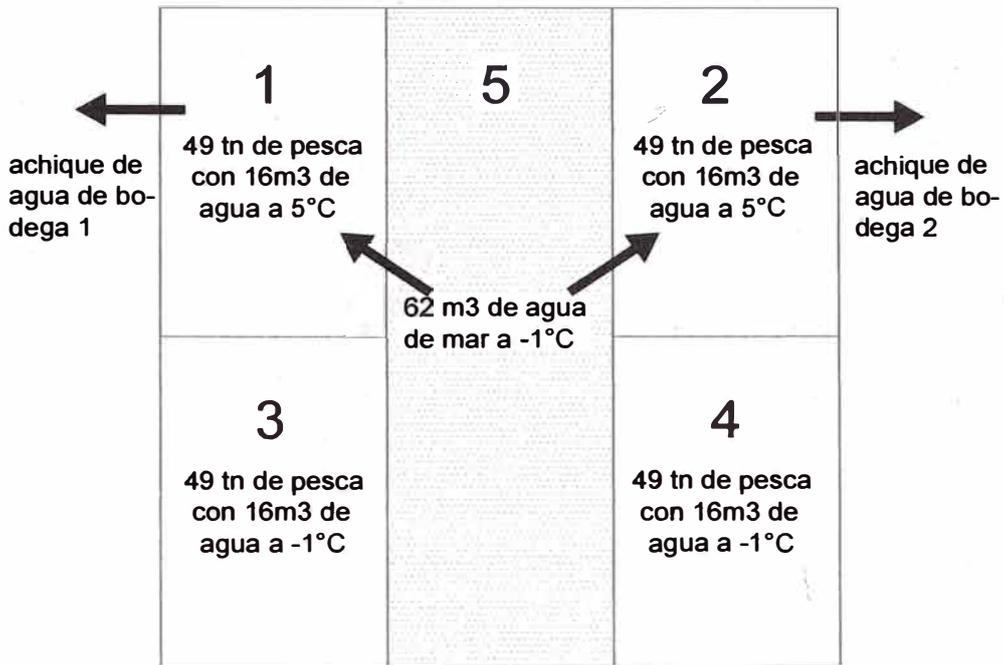


Figura 6.9 6to. paso Segundo cambio de agua de bodegas laterales proa

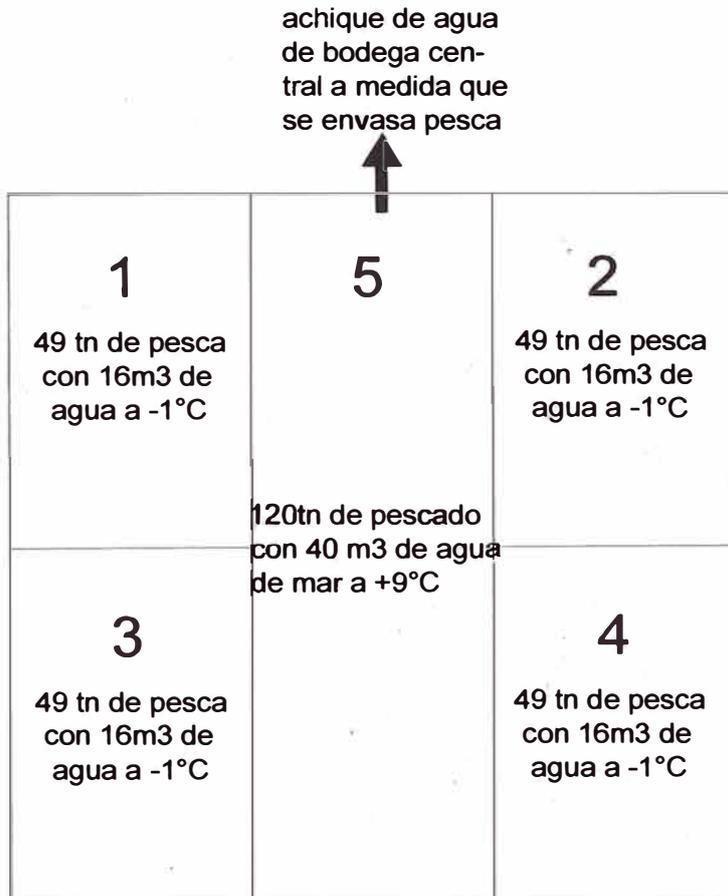


Figura 6.10 7mo paso Recepción de pescado en bodega central y enfriarlo hasta -1°C

6.4.5 muestreo de la pesca.

La pesca se muestra tomando una cantidad mayor de 100 especímenes por cala en tres momentos diferentes del envasado, la medición de los especímenes se realiza utilizando la regla ictiométrica, la determinación de la moda por especie se logra determinando la mayor incidencia en el conteo en una de las medidas. La temperatura del agua de bodegas cuando la pesca esta abordo no debe de bajar de -1°C , esto con el fin de no llegar al punto de congelación del pescado y evitar formar cristales, que por nuestras características de enfriamiento estos serian de grandes dimensiones y dañarían el musculo y de esta forma perdería textura.

Cuando se tenga poca pesca en las bodegas y condiciones adversas de navegación, navegando hacia el sur, por ejemplo, se debe de bajar el nivel de agua hasta llegar al punto de arroz, que significa que el pescado se ve en la superficie y que tiene un mínimo nivel de agua para garantizar la circulación, pero la pesca no se mueve con el balance de la embarcación. En el caso que la bodega no este llena pero el nivel de la pesca es mayor a los $\frac{3}{4}$ del volumen de la bodega, en condiciones de mal tiempo o navegación hacia el sur, se debe llenar completamente la bodega con agua eliminando así los volúmenes libres.

6.4.6 procedimiento de descarga

Al arribo de la embarcación control de calidad debe de tomar las muestras de las bodegas para verificar el estado de la pesca. Es recomendable que antes de iniciar la descarga se deben de tomar muestra de la pesca en las bodegas; si el arribo y al inicio de las faenas de descarga coinciden, entonces se obvia una de las tomas de muestra, el personal de maquinas debe velar que las tapas de bodegas se mantengan cerradas durante los periodos largos de parada de la descarga. Puede darse el caso en el

proceso de descarga de que se desocupe una bodega y esta no vaya hacer utilizada en las faenas de descarga, entonces se tomara agua de la bahía al 20% de esa bodega, se ozonizara y enfriara como una medida de contingencia en el caso de que la planta detenga la descarga y las bodegas ya se encuentren con agua de descarga.

CAPITULO VII

EL AMONIACO COMO GAS REFRIGERANTE DE LOS SISTEMAS RSW

7.1 El gas amoniaco

El amoniaco es un compuesto químico cuya molécula consiste en un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrogeno (H) de acuerdo a la formula NH_3

El amoniaco es un refrigerante natural con un potencial de riesgo menor. Ha sido utilizado por más de 120 años en la refrigeración. Clasificado por la ASHRAE con R-717 dentro del grupo de los refrigerantes naturales. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. La cantidad de amoniaco producido industrialmente cada año es casi a la producida por la naturaleza, el amoniaco es producido naturalmente en el suelo por bacterias, por plantas y animales en descomposición y por desechos de animales. El amoniaco es esencial para muchos procesos biológicos, se descompone naturalmente y no es causante del efecto invernadero, generalmente se vende en forma líquida. La mayor parte (más del 80 %) del amoniaco producido en plantas química es usado para fabricar abonos y para su aplicación directa como abono. El resto es usado en textiles, plásticos, explosivos, en la producción de papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domesticos, refrigerantes y otros productos así mismo se usa en sales aromáticas.

El gas amoníaco es considerablemente más ligero que el aire (contrario a los HCFC/HFC), debido a que su densidad es solamente del 60% de la del aire, por eso la concentración es mayor cerca del techo. El vapor de amoníaco se eleva y escapa a la atmósfera, donde se dispersa rápidamente.

El olor de amoníaco tiene un alto efecto de alarma. Aun pequeñas fugas pueden ser detectadas por una persona que pueda resistir el olor, esto siempre cuando existan concentraciones inofensivas. La principal propiedad negativa del amoníaco es su toxicidad y su moderado nivel de inflamabilidad.

7.2 Calidad del amoníaco con respecto a otros gases refrigerantes

El amoníaco utilizado para refrigeración debe ser incoloro en su fase líquida. El grado de pureza debe ser de 99.9%, el principal contaminante es el agua. El amoníaco con menos de 0.2% de agua es considerado suficientemente puro para ser utilizado en sistemas de refrigeración. Cuando el amoníaco es suficientemente puro, su punto de ebullición a presión atmosférica está en -33.3°C y -33.9°C . El punto de ebullición del amoníaco puro es -33.35°C .

7.3 Propiedades físicas del amoníaco (R717)

Cuadro 7.1 Propiedades físicas del amoníaco (R717)

Punto de ebullición	-33.4°C a 1.013 bar
Temperatura de ignición	651°C
Concentración explosiva en el aire	16%-28% porcentaje en volumen.
reacciones peligrosas	Crea fuerte neutralización de ácidos y desarrolla fuerte generación de ácidos
Otros peligros	Ataca al cobre, al zinc así como a sus aleaciones.

7.4 Razones para su mención como gas toxico

- a. El amoniaco está en la lista de sustancias peligrosas (Hazardous Substance List), ya que está reglamentada por la OSHA y ha sido citado por la ACGIH, el DOT, el NIOSH, el DEP, la NFPA y la EPA.
- b. Esta sustancia química está en la lista de sustancia extremadamente peligrosas para la salud (Special Health Hazard Substance List) ya que es corrosiva.
- c. La ACGIH es la conferencia estadounidense de higienistas industriales gubernamentales (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNAMENTAL INDUSTRIALHYGENISTS)
- d. la OSHA es la administración de salud y seguridad en el trabajo (Occupational Safety and Health Administration), la agencia federal que promulga las normas de salud y seguridad y exige el cumplimiento de dichas normas.
- e. el DOT es el departamento de transporte (Departamet of transportation), la agencia federal que regula el transporte de sustancias químicas.
- f. el NIOSH es el instituto nacional para la salud y seguridad en el trabajo (National Institute for Occupational safety and Heald). Prueba equipos, evalúa y aprueba los respiradores, realiza estudios sobre los peligros laborales y propone normas ala OSHA.
- g. El DEP es el departamento de protección al medio ambiente de new jersey (department of Environmental Protection)

- h. NFPA es la asociación nacional para la protección contra incendios, clasifica las sustancias según su riesgo de incendio y explosión.
- 1. EPA es la agencia de protección al medio ambiente, la agencia federal que regula el transporte de sustancia química.

7.5 Destrucción de la capa de ozono por gases refrigerantes

Efecto de los compuestos clorofluoro carbonados (CFC) en 1974 un grupo de científicos investigaban los efectos del óxido de nitrógeno (NO_2) que los motores a reacción de los aviones supersónicos entregaban la estratosfera por que ya tenían conocimiento de que destruían el ozono.

Con asombro encontraron átomos de cloro en cantidad tal que destruían al ozono con mayor intensidad que el NO_2 .

Ampliando sus investigaciones llegaron a la conclusión de que la mayor cantidad de cloro existente en la estratosfera era transportado hasta esas alturas en forma de cloro fluoro carbonados, que era los gases empleados como propelentes en aerosoles, como fluido frigorífico en equipos de refrigeración y aire acondicionado, como expansor en la fabricación de espumas.

Las moléculas de estos gases cuando absorben rayos ultravioletas se rompen y dejan libre el cloro, este cloro a su vez rompe las moléculas de ozono y se inicia la destrucción que no se puede detener por que la formación de nuevas moléculas de O_3 se realiza en menor proporción que las moléculas que se rompen. Si además de lo explicado, cada vez existe mayor cantidad de cloro en la estratosfera (que fue aumentando de año en año) la destrucción de la capa de ozono es más rápida.

Como se comprenderá, los rayos ultravioletas que deberían ser absorbidos por el ozono, cada año se encuentran menor de este gas, por lo tanto; penetran con mayor intensidad en la troposfera.

Investigaciones actuales han comprobado que por causas de los vientos, forma de la tierra y espesor variable de la atmósfera, la destrucción se ha manifestado en mayor magnitud en los polos.

Algunos datos que deben tomarse en cuenta para entender la magnitud del problema que se ha originado y que estamos a tiempo de tomar las medidas correctivas para que no sea irreversible son:

1. hasta 1978 la tasa de aumento de producción de fluidos clorofluorcarbonados fue de 10 % anual, desde 1979 hasta 1984 fue de 15 % anual, desde 1985 hasta 1988 fue de 22%.
2. en 1988 se estima una producción de 1 000 000 toneladas de estos productos a nivel mundial.
3. para estados unidos, se considera 1.3kg de gas/año/capita, en Europa 1kg de gas/año/capita y en países en vías de desarrollo 0.3kg de gas/año/capita.

7.6 Medidas a tomar para frenar la destrucción de la capa de ozono.

Debido a que las moléculas de muchos clorofluorcarbonados, sobre todo del R-11 y del R-12, no pueden ser quebradas a bajas altitudes de la atmósfera, es inevitable que asciendan hasta la estratosfera donde los rayos ultravioletas logran romperlas. Por coincidencia este fenómeno ocurre a alturas similares a aquellas donde se forma y existe ozono. Las moléculas de ozono son muy inestables (duran minutos) y las

moléculas del R-11 y R-12 son muy estables (duran años) , por lo cual aunque se detenga la producción de estos gases, sus efectos continuaran varios años más.

La Figura 7.1 que sigue muestra algunas predicciones que se hacen en base A los datos e investigaciones realizadas:

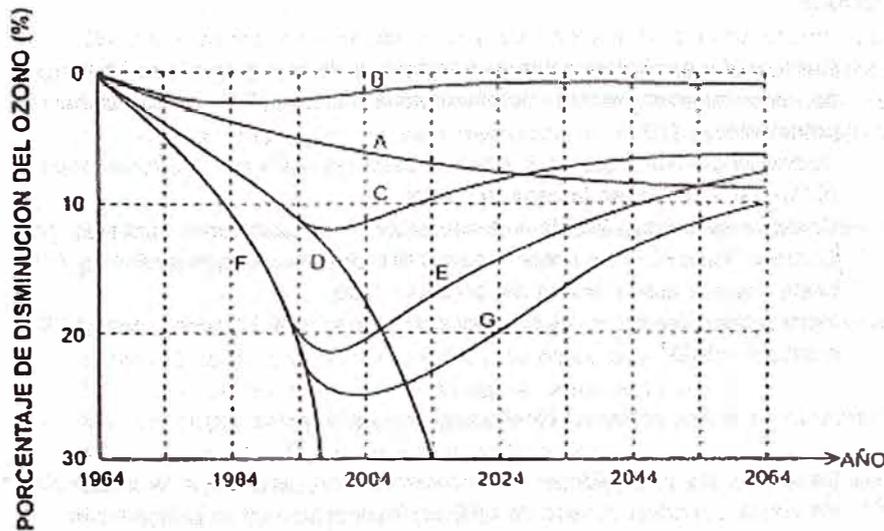


Figura 7.1 Porcentaje de disminución del ozono

- A. si se hubiese mantenido constante la producción desde 1974
- B. si la producción hubiese aumentado 10% anual hasta detenerse en 1978.
- C. Si la producción hubiese aumentado 10% anual hasta detenerse en 1987.
- D. Si la producción hubiese aumentado 10% anual en forma indefinida.
- E. Si la producción hubiese aumentado 22% anual hasta detenerse en 1987.
- F. Si la producción hubiese aumentado 22% anual en forma indefinida.
- G. Si la producción hubiese aumentado 22% anual hasta detenerse en 1996.

Hay un considerable tiempo entre el momento en que ocurrirá la suspensión de la producción y el momento en que se manifiesta un campo favorable en el comportamiento de la capa de ozono.

En vista de las predicciones y comprobaciones que demostraron la paulatina destrucción de la capa de ozono, los fabricantes de los fluidos clorofluorcarbonados (CFC) tomaron conciencia del peligro al cual estaríamos sometidos los seres humanos y otras formas de vida dentro de algunos años y decidieron reunirse para tomar decisiones que permiten la solución del problema. La reunión se efectuó en 1987 en Montreal, Canadá y se redactó un documento que se denomina PROTOCOLO DE MONTREAL, en el cual aparecen entre otros puntos los siguientes acuerdos:

1. Recomendar a los fabricantes de aerosoles y de espumas que se abstengan de usar compuestos clorofluorcarbonados (CFC) como elementos proponentes.
2. dedicarse a la búsqueda de fluidos que se sustituyan a los clorofluorcarbonados (CFC) y que no dañen la capa de ozono.
3. controlar la producción de fluidos cuyas moléculas están formadas por: Carbono, flúor, cloro y especialmente reducir la producción de R-11 y R-12 hasta que sea nula a finales del presente siglo.
4. Revisar periódicamente los acuerdos: Londres (1990), Copenhague (1992) Montreal (1997).

7.7 El amoníaco como alternativa ecológica

7.7.1 Refrigerantes ecológicos

Antecedentes

Los fluidos utilizados como sustancias de trabajo en las máquinas frigoríficas se denominan REFRIGERANTES. Los que se utilizaron en los inicios de la refrigeración mecánica fueron:

Cloruro de etilo (1717)

Éter etílico (1856)

Éter metilico (1864)

Anhídrido sulfuroso (1874)

Amoniaco (1876)

Cloruro de metilo (1878)

Anhídrido carbónico (1878)

Estos son inflamables, corrosivos, tóxicos, no compatibles con muchos materiales, por ello se buscaron sustitutos que no tengan estos inconvenientes. Sin embargo, por sus buenas características termodinámicas aun se usa el “**amoniaco**”.

7.7.2 Protocolo de Montreal

Lo que inicialmente fue tomado como un caso de “exageraciones de los científicos” adquiere importancia, luego de sucesivas investigaciones, a tal punto que los fabricantes de los fluidos CFCS tomaron conciencia del peligro al cual estaría sometida la humanidad y otras formas de vida de nuestro planeta dentro de pocos años. Ello motivo que tengan reuniones donde discutían este problema y sobre todo la solución para no llegar a un desastre provocado por el propio hombre. Las sucesivas reuniones culminaron en MONTREAL, Canadá donde en setiembre de 1987 se firmo el **Protocolo de Montreal** que es un acuerdo internacional donde principalmente se prevenía la reducción de la producción consecuentemente del consumo de los CFCS. Se recomendó paralelamente se busquen fluidos sustitutos que no dañen la capa de ozono.

Este acuerdo fue suscrito originalmente por 33 países que tenían el 75% de la producción mundial que luego se amplió a más de 100 países, tanto que productores como consumidores y se firmo en setiembre de 1987.

El protocolo fue revisado nuevamente en Montreal Canadá en 1989; luego en Londres-Inglaterra en 1990, en Copenhague-Dinamarca en 1992, en Montreal Canadá 1997.

Las diversas revisiones efectuadas en diferentes países, tienen por objeto realizar ajuste de tiempos previstos para la eliminación total de los CFC's que no puede ser brusca, mientras no se encuentren sustitutos adecuados que además de no atacar la capa de ozono (depleción del ozono), no contribuyan al calentamiento de la capa atmósfera terrestre (EFECTO INVERNADERO), no deben ser tóxicos ni inflamables y sobre todo tengan precios de venta adecuados (aun que sabemos que van a ser caros inicialmente).

Estos serian los denominados refrigerantes ecológicos.

Gráficamente en la figura 7.2 podemos mostrar las recomendaciones que se dieron en cada una de las reuniones.

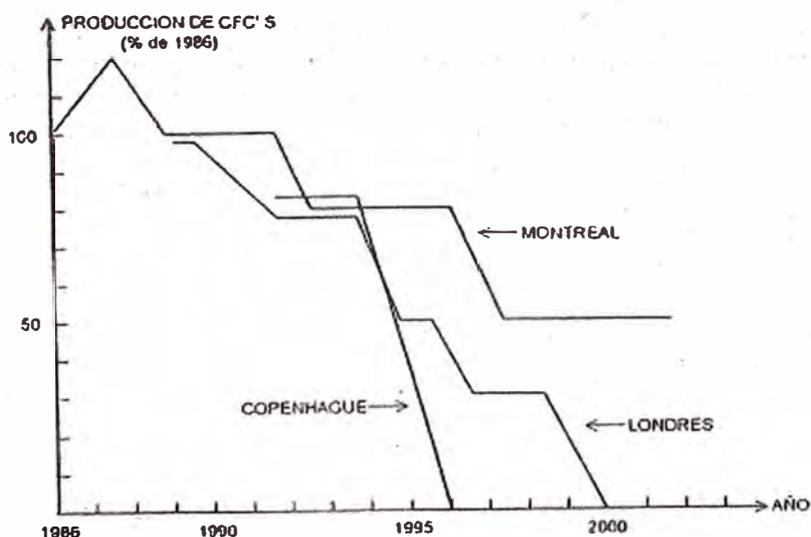


Figura 7.2 Recomendaciones de las reuniones

7.8 Límites de exposición laboral del amoníaco.

Osha : el límite legal de exposición permitido en el aire (PEL) es de 50ppm, como promedio durante un turno laboral de 8 horas.

Niosh : El límite recomendado de exposición en el aire es de 25ppm, como promedio durante un turno laboral de 10 horas y de 35 ppm, que no debe excederse durante ningún periodo de trabajo de 15 minutos.

Acgih: El límite recomendado de exposición en el aire es de 25ppm, como promedio durante un turno laboral de 8 horas y de 35 ppm, como el límite de exposición a corto plazo (STEL)

7.8.1 Resumen de riesgos

1. El amoníaco puede afectarle al inhalarlo.
2. El amoníaco es una SUBSTANCIA QUÍMICA CORROSIVA y puede irritar y quemar la piel y los ojos, y causar daño permanente.
3. La exposición al amoníaco puede irritar la nariz, la boca y la garganta, y causar tos y respiración con silbido.
4. Respirar el amoníaco puede irritar los pulmones y causar tos y/o falta de aire.
A niveles mayores, la exposición puede causar una acumulación de líquido en los pulmones (edema pulmonar), una emergencia médica, con una intensa falta de aire.
5. La exposición puede causar dolor de cabeza, pérdida del sentido del olfato, náusea y vómitos

7.8.2 Maneras de reducir la exposición

1. Donde sea posible, encierre las operaciones y use ventilación por extracción localizada en el lugar de las emisiones químicas. Si no se usa ventilación por extracción ni se encierran las operaciones, se deben usar respiradores.
2. Use ropa de trabajo protectora.
3. Lavase a fondo, inmediatamente después de exponerse al amoniaco.
4. Exhiba información sobre los peligros y advertencias en el área de trabajo. Además, como parte de un esfuerzo continuo de educación y capacitación, comunique toda la información sobre los riesgos de salud del amoniaco A los trabajadores que pudieran estar expuestos.

7.8.3 Información sobre los riesgos para la salud

7.8.3.1 Efectos agudos sobre la salud

Es posible que los siguientes efectos agudos (a corto plazo) sobre la salud ocurran inmediatamente o poco tiempo después de la exposición al amoniaco.

- El amoniaco puede irritar y quemar la piel y los ojos y llevar a daño permanente.
- La exposición al amoniaco puede irritar la nariz, la boca y la garganta, y causar tos y respiración con silbido.
- Respirar el amoniaco puede irritar los pulmones y causar tos y/o falta de aire. A niveles mayores, la exposición puede causar una acumulación de líquido en los pulmones (edema pulmonar), una emergencia médica, con una intensa falta de aire.

- La exposición puede causar dolor de cabeza, pérdida del sentido del olfato, náusea y vómitos

7.8.3.2 Efectos crónicos sobre la salud

Los siguientes efectos crónicos (a largo plazo) sobre la salud pueden ocurrir algún tiempo después de la exposición al amoníaco y durar meses o años.

7.8.3.3 Riesgo de cáncer

- Según la información de que actualmente dispone el Departamento de salud y servicios para persona Mayores de New Jersey, no se han realizado pruebas para determinar si el amoníaco tiene la capacidad de producir cáncer.

7.8.3.4 Riesgo para la reproducción

- Según la información de que actualmente dispone el Departamento de Salud y Servicios para personas Mayores de New Jersey, no se han realizado pruebas para determinar si el amoníaco tiene la capacidad de afectar la reproducción.

7.9 Requerimiento de Torremolinos para aplicar amoníaco en sistema RSW

Requiere como norma que todo el sistema se proyecte evaluando su seguridad en función del alcance del daño que del refrigerante utilizado pueda desprenderse para las personas. Así se considera recomendar lo siguiente:

1. La instalación de los equipos de refrigeración requieren estar adecuadamente protegidas contra vibraciones, golpes, etc. Además de contar con dispositivos

de control para funcionar en forma segura que impida el aumento peligroso de temperaturas y de presiones.

2. Al utilizar refrigerantes tóxicos o inflamables como el caso del amoníaco el sistema debe estar provisto de dispositivo de agotamiento que conduzcan a un lugar en que dicho refrigerante no contenga peligro.
3. Todo espacio en donde estén las máquinas de refrigeración que utilicen refrigerantes tóxicos deberá cumplir con lo siguiente:
 - Estar separada por un mamparo hermético de cualquier espacio adyacente y en lo posible no contiguo a ningún espacio habitable.
 - Estar provisto de un sistema detector de fugas que cuente con un indicador situado fuera del espacio del sistema RSW y junto a la entrada de este.
 - Se deberá contar con un sistema de ventilación eficiente e independiente.
 - Se deberá contar con un sistema de rociadores de agua.
 - Se deberá contar con un dispositivo de alarma conectado con el puente de gobierno.
 - Poseer como mínimo una salida que pueda abrirse desde dentro.

7.10 Accidentes con amoníaco estadísticas (fuente Ashrae)

El amoníaco anhidro es la sustancia más comúnmente reportada en cinco años de historia de accidentes. 748 accidentes reportados (1994-1999) casi el 70% involucra sistema de refrigeración.

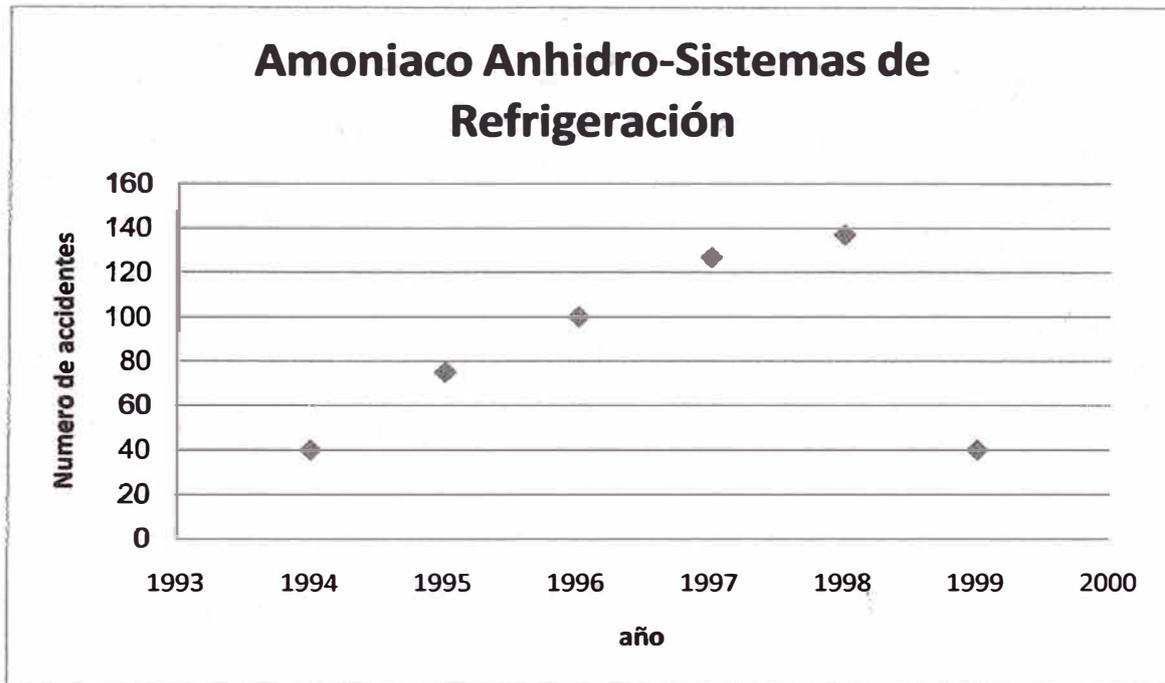


Figura 7.3 Numero de accidentados por año

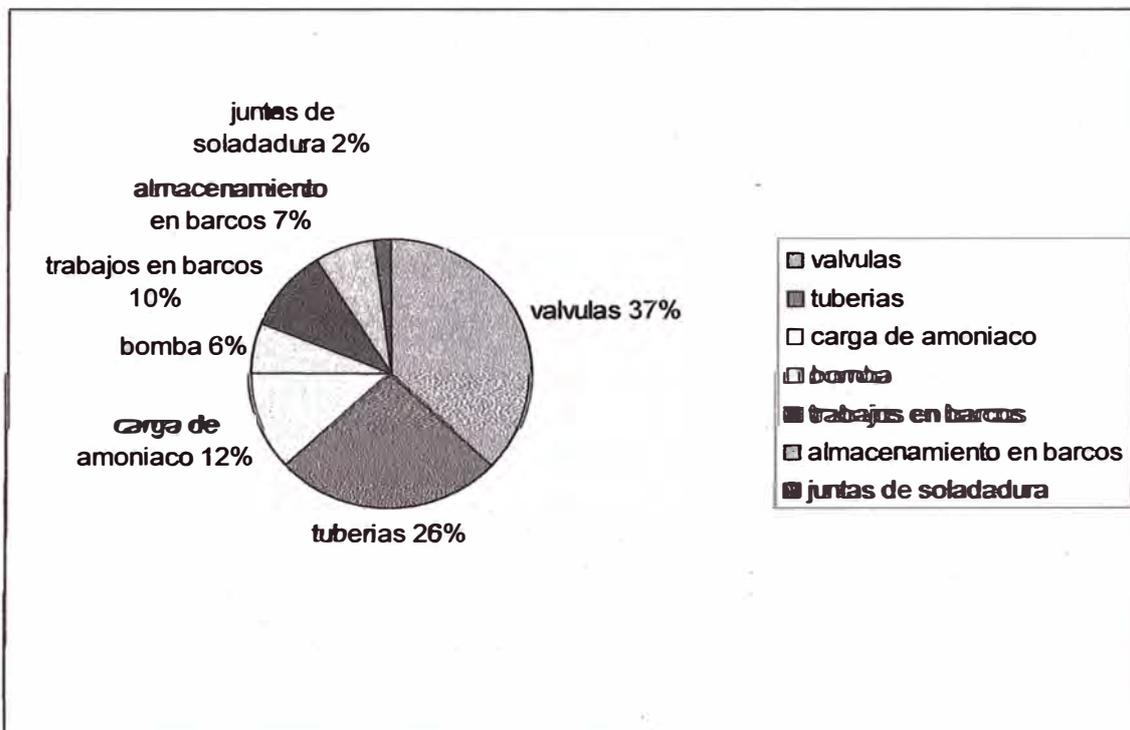


Figura 7.4 Origenes de Fugas de amoniaco.

CAPITULO VIII EVALUACION TECNICA ECONOMICA

8.1 Cálculos previos de planchas para el insulado

Trabajos de calderería y soldadura

Calculo de materiales (planchas ASTM-A131)

Cuadro 8.1 Insulado de Bodegas

material	Área de plancha(m ²)	Área a insular	Numero de planchas
Acero Naval 6.4*1800*6000	6*1.8=10.8	460	43

Cuadro 8.2 Forrado de mamparos longitudinales (se encontró mamparo con platinas Longitudinales)

material	Área de plancha(m ²)	Área a forrar	Numero de planchas
Acero naval 6.4*1800*6000	6*1.8 = 10.8	136	13

Calculo de peso de plancha:

$$\text{Volumen total} = 0.0064 * 1.8 * 6 * 56$$

$$\text{Volumen total} = 3.87 \text{m}^3 \quad (1)$$

$$\rho = \frac{m}{v} \quad m = \rho * v \quad (2)$$

$$\rho \text{ acero} = 7900 \text{kg/m}^3 \quad (3)$$

Reemplazando en (2)

$$m = 30573 \text{kg}$$

Se necesitaran Adicionales 02 planchas ASTM-A131 de 8x1800x6000

$$\text{Reemplazando en (2)} \quad m = 683 \text{kg}$$

Cuadro 8.3 total de planchas

Item	Descripción	Unidad cantidad	Peso total (kg)
1	Pl ASTM-A131 6.4x1800x6000	56	30573
2	Pl ASTM-A131 8x1800x6000	2	1366
	total		31,939

8.2 Costos para la implementación

Cuadro 8.4 Calderería y soldadura (insulado)

Item	Descripción	Unidad Cantidad	Precio unitario(soles)	Costo total (soles)
1	Planchas de acero ASTM-131 de 6.4x1800x6000	56	1759	98504
2	Plancha de acero ASTM-131 de 8x1800x6000	2	2095	4190
2	Plancha acero trabajado	31255.6kg	7.125	222696.2
3	oxigeno	160m ³	10	1600
4	acetileno	80kg	33	2640
5	Electrodos E 6011/E6013	100kg	13.5	1350
total				330980

Cuadro 8.5 Ingeniería

Item	Descripción	Personal	Honorarios	meses	Costo total soles
1	Jefe de proyecto	01	6000	1.5	9000
2	Ing. de diseño	01	3500	1.5	5250
3	Dibujante	01	1500	1.5	2250
					16500

Cuadro 8.6 Costos de equipos a implementar

Item	Descripción	Unidad Cantidad	Precio Unitario(soles)	Costo total soles
1	Compresor Vilter	01	142500	142500
2	Condensador Isotherm	01	82863.75	82863.75
3	Chiller tipo Spray	01	216600	216600
4	Tanque Recibidor	01	17100	17100
5	Acumulador de Succión	01	14250	14250
6	Bomba de Condensador	01	37620	37620
7	Bomba de Circulación	01	17100	17100
8	Hidromotor Denisson	02	2707.5	5415
9	Hidromotor Volvo	02	25650	51300
10	Válvulas de amoniaco		Varios tipos	34200
11	Válvulas de circulación de agua		Varios tipos	32062.5
12	Elementos de Automatización		Varios tipos	22800
13	Tablero de fuerza	01	48450	48450
14	Tablero de control	01	28500	28500
15	Bombas azcue de circulación	02	14250	28500
16	Grupo eléctrico	01	145350	145350
17	Cantidad de amoniaco anual 450kg + 120kg de perdidas	570kg	3.705	2111.85
Total				926723

Cuadro 8.7 Instalaciones Mecánicas

Item	Descripción	Unidad Cantidad	Precio Unitario(soles)	Costo total (soles)
1	Tendido de Tuberías de Amoniaco		varios	42750
2	Tuberías para unir equipos Hidráulicos		varios	28500
3	Tendido de tuberías de circulación de agua RSW		varios	99750
4	Condensador	01	2565	2565
5	Chiller	01	2565	2565
6	Compresor	01	2850	2850
7	Acumulador	01	570	570
8	Recibidor	01	855	855
Total				180,405

Cuadro 8.8 Instalaciones eléctricas y control

Item	Descripción	Unidad cantidad	Precio Unitario(soles)	Costo total(soles)
1	Tablero de control	01	22800	22800
2	Tablero de fuerza	01	48450	48450
3	Conexión entre tableros a motores	varios	19950	19950
4	Conexiones de control	varios	7125	7125
total				98325

Cuadro 8.9 Estructuras de acero inoxidable

Item	Descripción	Unidad cantidad	Precio unitario (soles)	Costo total (soles)
1	Cambio de desaguadores verticales y piso por acero inoxidable	18	1200	21600
2	Cambio de tubería de derivación de pescado y desaguador estático por acero inoxidable	varios		80000
3	Tapas de bodega de aluminio	6	300	1800
total				103400

Cuadro 8.10 Aislamiento

Item	Descripción	Unidad Cantidad	Precio Unitario (soles)	Costo total (soles)
1	Poliuretano expandido	65m ³	912	59280
2	Pago personal	3	500 soles	1500
3	Lote de planchas de armaflex para las líneas de baja presión de refrigerante y agua helada, del sistema frigorífico como del circuito de agua.	1	3203	3203
total				63983

Cuadro 8.11 Pintura

Item	Descripción	Unidad Cantidad	Precio Unitario (soles)	Costo total (soles)
1	Arenado y Pintado primer de bodegas de acuerdo a tarifa	800m ²	12.825	10260
2	Pintado de bodega	800m ²	6.4125	5130
3	Pintura anticorrosiva Durapox R, verde (desmanche)	55galones	88.35	4859.25
4	Amerlock 2, Blanco (2da capa)	62galones	153.9	9541.8
5	Amerlock 2, Blanco (3ra capa)	62galones	153.9	9541.8
total				39332.85

Cuadro 8.12 Varadero

Item	Descripción	Unidad cantidad	Precio unitario (soles)	Costo total (soles)
1	local	45días	285	12825
2	varada	1	1710	1710
3	desvarada	1	1710	1710
4	vigilancia	45días	145	6525
total				22770

Cuadro 8.13 Electricidad

item	Descripción	Unidad cantidad	Precio unitario (soles)	Costo total (soles)
1	electricidad	2000	0.86 Kw/h	1710

Cuadro 8.14 Gastos administrativos

Item	Descripción	Costo total (soles)
1	Certificado de Aprobación de planos por modificación	2500
2	Licencia de construcción	1500
3	Arqueo	1400
4	Línea de máxima carga	700
5	Prueba de estabilidad	1200
total		7300

Cuadro 8.15 Gastos operativos aproximados en mantenimiento y combustible

Item	Descripción	Unidad cantidad	Precio total(soles)
1	Mantenimiento Preventivo equipos RSW	12meses	54150
2	Gasto de petróleo anual	12meses	1140000
total			1194150

Cuadro 8.16 Cuadro Resumen

Item	Descripción	Costo nuevo soles
1	Ingeniería	16500
2	Costos de equipos a implementar	926723
3	Instalaciones mecánicas	180405
4	Instalaciones eléctricas y control	98325
5	Calderería y soldadura (insulado)	330980
6	Estructura de acero inoxidable	103400
7	Aislamiento	63983
8	Pintura	39333
9	Varadero	22770
10	Electricidad	1710
11	Gastos Administrativos	7300
total		1791429

La utilidad será asumida como el 20% del gasto total generado, siendo el resultado del costo total 2'149,715 soles

8.3 Retorno de la inversión

Para los cálculos de la pesca de anchoveta y su posterior procesado en harina de pescado, nos regiremos bajo la actual ley de límites máximo de captura por embarcación (LMCE), el cual otorga una cuota de pesca anual a cada embarcación no pudiéndose pasar dicha capacidad otorgada.

Nuestra embarcación obtuvo una cuota de pesca anual calculada por el Ministerio de la Producción de 10,524ton (tomado como referencia embarcación Juancho-Austral)

Cuadro 8.17 Pesca para harina de pescado

	diario	Anual (pesca 150 días)
Captura para harina (Tm)	300	10524
producción harina (Tm) factor 1/5	60	2105
Precio Harina (Soles/Tm)	3705	130045.5
Venta (Soles)	222300	7802730
Gastos operativos (Soles)	123020.82 (55.34%venta)	4318030.8
Gastos administrativos (Soles)	12915.63 (5.81% ventas)	453338.6
Neto (Soles)	86363.55	3031360.6
Retorno mensual aproximado Soles/mes		252613.4

Cuadro 8.18 Pesca para conservas

	Semanal	Anual (pesca 20 semanas)
Captura para conservas (Tm)	500	8000
producción Conservas (cajas) factor 60cajas/TM	30000	480000
Precio Conservas (Soles/caja)	51.3	820.8
Venta (soles)	1539000	24624000
Gastos operativos (soles)	1115775 (72.5%ventas)	17852400
Gastos administrativos (soles)	320112 (28.5% ventas)	5121792
Neto (Soles)	103113	1649808
Retorno mensual aproximado Soles/mes		137484
Retorno mensual aproximado total Soles/mes		390097.4
Inversión Soles		2149715
Tiempo de retorno (meses)		5.6

El retorno de la inversión será en 6 meses.

CONCLUSIONES

1. La implementación de un sistema que enfrié el agua de mar y su posterior recirculación por las bodegas es una gran inversión ya que la embarcación en temporadas de vedas puede dedicarse a la captura de la pesca de consumo humano directo, tanto para venta nacional como pescado fresco o de exportación elaborados en conservas y/o congelados.
2. Al implementar este sistema de RSW en la embarcación se podrán hacer viajes más largos sin malograr el pescado, se pueden realizar más de una cala con la posibilidad de completar la carga máxima en bodega.
3. De acuerdo a la estructura de costos para este proyecto, el retorno de la inversión es en 6 meses, esto se da gracias a las ganancias que se generan en la venta de la pesca refrigerada, también este sistema de frío lo podemos usar adecuadamente para conservar mejor la anchoveta y producir harina de primera calidad o súper prime.
4. Al conservar el pescado con agua de mar refrigerada se retarda el proceso de descomposición del pescado, con esto conseguimos reducir el grado de contaminación por la sanguaza (agua de pescado) en los puertos haciendo una descarga más limpia, Embarcaciones no refrigeradas generaran contaminación a través del achique de agua de bodega en el puerto de

descarga, como también se da por el emisor submarino de la planta procesadora de harina o conservas.

5. Implementar barcos con sistemas RSW obligaría a las empresas pesqueras a diseñar y construir plantas de congelados (túneles de congelamiento, cámaras de frío), generando empleo para la población en el proceso de producción , pudiendo ser en el área de escogidos de pescado para venta interna como pescado fresco, elaboración de conservas, empaque para venta al exterior como congelado.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar a los motoristas de las embarcaciones con RSW para cumplir con los rangos de presión, temperatura, relación agua-pescado apropiadas, de tal forma de llevar una buena conservación del pescado abordo.
2. La plancha de insulado soldado directamente a la estructura del barco, con aislamiento sólo en los espacios libres entre las cuadernas y la plancha a insular, puede sufrir una filtración térmica diez veces mayor que otro que tenga aislante de separación entre su superficie a insular y la estructura de la bodega de pescado, por eso es recomendable al momento de diseño dejar un espacio de 30 a 50mm de separación.
3. Cuando se embolsa bastante pescado de jurel y caballa es recomendable hacer dos bolsas e ir recogiendo una por una para no comprometer la estabilidad de la embarcación, cabe recordar que el comportamiento de estas especies por ser más grandes que la anchoveta tienen un comportamiento muy brusco en la bolsa y han habido casos en donde han logrado voltear embarcaciones.
4. Es recomendable colocar sensores de amoníaco que registre los límites de exposición permitida (25ppm) en la sala de frío, de tal manera que cuando se registre cualquier fuga, los motoristas tiendan a prender los extractores y salir de la instalación para ventilarse en cubierta. (tener de reserva dos mascarar con filtro de amoníaco en sala de frío)

VOCABULARIO DE TERMINOS USADOS

1. **Adrizar.** Enderezar o poner en situación vertical el buque.
2. **Achicar.** Extraer el agua o mezcla acuosa de un compartimiento en la embarcación.
3. **Amoniaco.** NH_3 , el R 717 ha sido utilizado como refrigerante desde hace muchísimo tiempo. Actualmente se emplea principalmente en aplicaciones industriales. Su uso podría ampliarse para que abarcara el de R12 que se utiliza en las cámaras de frío pero debido a su toxicidad y su inflamabilidad no se le ha considerado una alternativa viable a largo plazo en la esfera comercial.
4. **Biofilm.** Concentración de microorganismos en el agua de mar de bodegas que se unen como mecanismos de autodefensa durante la ozonización
5. **Bodegas insuladas o aisladas:** Volúmenes estructurales de la embarcación destinadas a contener la pesca a bajas temperaturas por lo que deben estar aisladas adecuadamente de manera que se minimice el ingreso de calor por el casco de la embarcación, manteniendo de esta forma la pesca en buenas condiciones de conservación y se minimizan las pérdidas energéticas por el funcionamiento de la planta de refrigeración.
6. **Buque.** Puede definirse como buque todo flotador dotado o no de propulsión propia y destinado a un fin comercial (transporte de pasajeros, carga, pesca,

- etc.), militar (buques de guerra), científico (océano-gráficos, etc.), auxiliar (remolque, dragado, rompehielos), deportivo u otro cualquiera determinado.
7. **Capa de ozono.** Es una capa protectora de la atmosfera que ha permitido preservar la vida sobre la tierra durante milenios. Dicha capa, compuesta de ozono, actúa como un escudo para proteger la tierra de la radiación ultravioleta perjudicial proveniente del sol.
 8. **Condensador.** Recipiente o disposición de tubos en que el vapor caliente se enfría y se licua por extracción del calor.
 9. **Chiller.** Intercambiador de calor diseñado para enfriar agua de mar.
 10. **Ciclo.** Trayectoria cerrada en un sistema termodinámico por el que el fluido activo retorna después de una serie de cambios a las condiciones originales de temperatura, presión y entalpia.
 11. **Energía.** La capacidad de realizar un trabajo. En ingeniería, la unidad de energía térmica es el joule, J, la Kcal.
 12. **Entalpia.** Denominada igualmente contenido de calor y calor total, es la suma de la energía interna más el producto de la presión por el volumen. Sirve especialmente para determinar la energía (térmica o de otro tipo) adquirida o perdida por un fluido activo al pasar a través de una pieza de un aparato; dicha energía es el cambio de entalpia del fluido. En ingeniería, la unidad de la entalpia KJ/Kg (Kilo joule/Kilogramo) se representa por "h".
 13. **Escora.** Desviación o inclinación que adopta un buque por efecto de la estiba de la carga, por la fuerza del viento o cualquier otra causa.

14. **Estabilidad.** Es la posición que tiene un buque de recobrar su posición de equilibrio inicial, cuando circunstancias exteriores como el viento y el mar lo sacan de ella.
15. **Faena de pesca.** Conjunto de actividades realizadas desde el zarpe hasta el arribo y descarga de pescado de una embarcación.
16. **Franco bordo.** Es la distancia entre el agua y la cubierta al costado en la sección media del buque.
17. **Frio.** El frio significa menos temperatura o falta de calor. El frio es el resultado de la eliminación de calor. Un refrigerador produce “frio” al extraer calor de dentro del mueble del refrigerador
18. **Ozonización.** Tratamiento del agua mediante la aplicación de ozono para la desinfección.
19. **Punto de arroz.** El pescado en bodegas se ve en la superficie y existe un nivel de agua mínimo que garantice la circulación de la misma.
20. **Rigor mortis.** Estado de rigidez e inflexibilidad que adquiere el pescado pocas horas después de su captura y que puede ser acelerado y mantenido mediante su enfriamiento.
21. **RSW.** Refrigeración por agua de mar
22. **Salmuera.** Solución acuosa de sales, que tienen un punto de congelación inferior al del agua pura. Así mismo, cualquier líquido que se utiliza en el sistema de refrigeración para transferir calor.
23. **Válvula de expansión.** Válvula que controla el flujo del refrigerante de alta presión hacia el evaporador.

BIBLIOGRAFIA

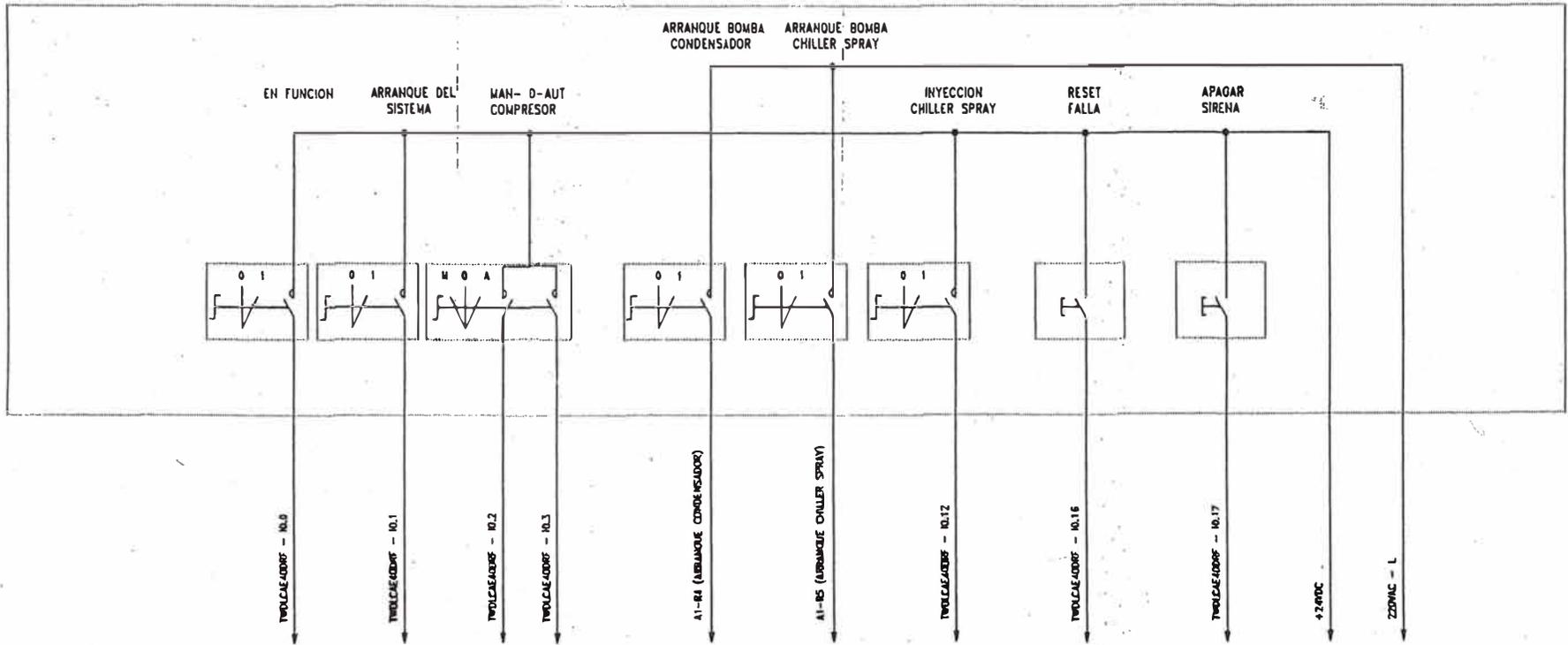
1. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Seguridad en el manejo de los equipos de refrigeración con amoníaco. Inc. ASHRAE.
2. Aguilar Peris, J “Curso de termodinámica” Barcelona. España
3. Dicapi. Resolución Directoral. Normas “ Línea de Máxima Carga” .Callao, Perú
4. Frank Incropera “Fundamentos de transferencia de calor “México 1999. Cuarta edición 912pg.
5. Graham, Juan, “El hielo en las Pesquerías” FAO Documento Técnico de Pesca.
6. Hernández, Eduardo. “Calefacción aire acondicionado y refrigeración”. Goribar.México
7. ISF “Manual de operaciones para RSW”, Perú.
8. OMI “Código de estabilidad sin averías para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la OMI” Resolución a.749 (18). Aprobado 4 de noviembre de 1993.
9. Ojeda, R “ La Pesca Industrial en Chile, Universidad Austral de Chile, Instituto de Ciencias Navales y Marítimas”
10. Pesquera Austral Group. “Instrucción para la conservación de la pesca”
11. Produce “Limite máximos de captura por embarcacion” Perú 2008
12. Ramírez, Juan, “Enciclopedia de la Climatización”, Refrigeración, Barcelona, España, 1994.
13. Refrigeración División Gea Grasso instrucciones de seguridad. Industria Alemana.
14. Sanguinetti Remusgo, Ernesto “Tratado practico de refrigeración”. Perú.

PROPIEDADES TÉRMICAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y AISLANTES

Material	Densidad (kg/m³)	Calor específico (J/(kg·K))	Conductividad térmica (W/(m·K))	Difusividad térmica (m²/s) (x10⁻⁶)
Acero	7850	460	47-58	13,01-16,06
Agua	1000	4186	0,58	0,139
Aire	1,2	1000	0,026	21,67
Alpaca	8,72	398	29,1	8384,8
Aluminio	2700	909	209-232	85,16-94,53
Amianto	383-400	816	0,078-0,113	0,250-0,346
Arcilla refractaria	2000	879	0,46	0,261
Arena húmeda	1640	-	1,13	-
Arena seca	1400	795	0,33-0,58	0,296-0,521
Asfalto	2120	1700	0,74-0,76	0,205-0,211
Baldosas cerámicas	1750	-	0,81	-
Baquelita	1270	900	0,233	0,201
Bitumen asfáltico	1000	-	0,198	-
Bloques cerámicos	730	-	0,37	-
Bronce	8000	360	116-186	40,28-64,58
Carbón (antracita)	1370	1260	0,238	0,139
Cartón	-	-	0,14-0,35	-
Cemento (duro)	-	-	1,047	-
Cinc	7140	389	106-140	38,16-50,41
Cobre	8900	389	372-385	107,45-111,20
Corcho (expandido)	120	-	0,036	-
Corcho (tableros)	120	1880	0,042	0,186
Espuma de poliuretano	40	1674	0,029	0,433
Espuma de vidrio	100	-	0,047	-
Estaño	7400	251	64	34,46
Fibra de vidrio	220	795	0,035	0,200

Fundición	7500	-	55,8	-
Glicerina	1270	2430	0,29	0,094
Goma dura	1150	2009	0,163	0,070
Goma esponjosa	224	-	0,055	-
Granito	2750	837	3	1,303
Hierro	7870	473	72	19,34
Hormigón	2200	837	1,4	0,761
Hormigón de cascote	1600-1800	-	0,75-0,93	-
Láminas de fibra de madera	200	-	0,047	-
Ladrillo al cromo	3000	840	2,32	0,921
Ladrillo común	1800	840	0,8	0,529
Ladrillo de circonio	3600	-	2,44	-
Ladrillo de magnesita	2000	1130	2,68	1,186
Ladrillo de mampostería	1700	837	0,658	0,462
Ladrillo de sílice	1900	-	1,070	-
Lana de vidrio	100-200	670	0,036-0,040	0,537-0,299
Latón	8550	394	81-116	24,04-34,43
Linóleo	535	-	0,081	-
Litio	530	360	301,2	1578,61
Madera	840	1381	0,13	0,112
Madera de abedul	650	1884	0,142	0,116
Madera de alerce	650	1298	0,116	0,137
Madera de arce	750	1591	0,349	0,292
Madera de chopo	650	1340	0,152	0,175
Madera de fresno	750	1591	0,349	0,292
Madera de haya	800	1340	0,143	0,133
Madera de haya blanca	700	1340	0,143	0,152
Madera de pino		1298	0,163	0,193

Madera de pino blanco	550	1465	0,116	0,144
Madera de roble	850	2386	0,209	0,103
Mármol	2400	879	2,09	0,991
Mica	2900	-	0,523	-
Mortero de cal y cemento	1900	-	0,7	-
Mortero de cemento	2100	-	1,4	-
Mortero de vermiculita	300-650	-	0,14-0,26	-
Mortero de yeso	1000	-	0,76	-
Mortero para revoques	1800-2000	-	1,16	-
Níquel	8800	460	52,3	12,92
Oro	19330	130	308,2	122,65
Pizarra	2650	758	0,42	0,209
Placas de yeso	600-1200	-	0,29-0,58	-
Plata	10500	234	418	170,13
Plexiglás	1180	-	0,195	-
Plomo	11340	130	35	23,74
Poliestireno	1050	1200	0,157	0,125
Porcelana	2350	921	0,81	0,374
Serrín	215	-	0,071	-
Tierra de diatomeas	466	879	0,126	0,308
Tejas cerámicas	1650	-	0,76	-
Vermiculita expandida	100	837	0,07	0,836
Vermiculita suelta	150	837	0,08	0,637
Vidrio	2700	833	0,81	0,360
Yeso	1800	837	0,81	0,538



				Fecha:	
SISTEMA REFRIGERACION				Ejecutor S.E.	
				D.S.	
Diseñador: RH		Revisador: DC		Nº PLANO	
Aprobador: RH		Aprobador: DC		Res.	
				1/11	

+24VDC (OUT PLC)
0VDC (OUT PLC)

PE

X2.2 (ARRIBA)
X2.7 (ARRIBA)

110VAC 60HZ 1PH

OPT 18AWG

CPT 16AWG

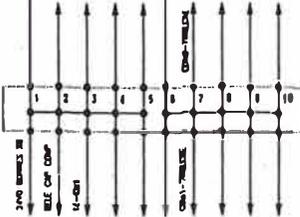
OPT 18AWG

CPT 18AWG

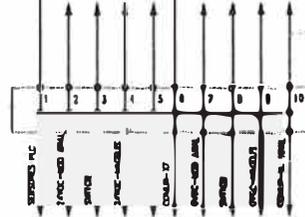
-F03
MAYOR
8-6A

-PS01
FUENTE DE
VOLTAJE
110 VAC/24 VDC

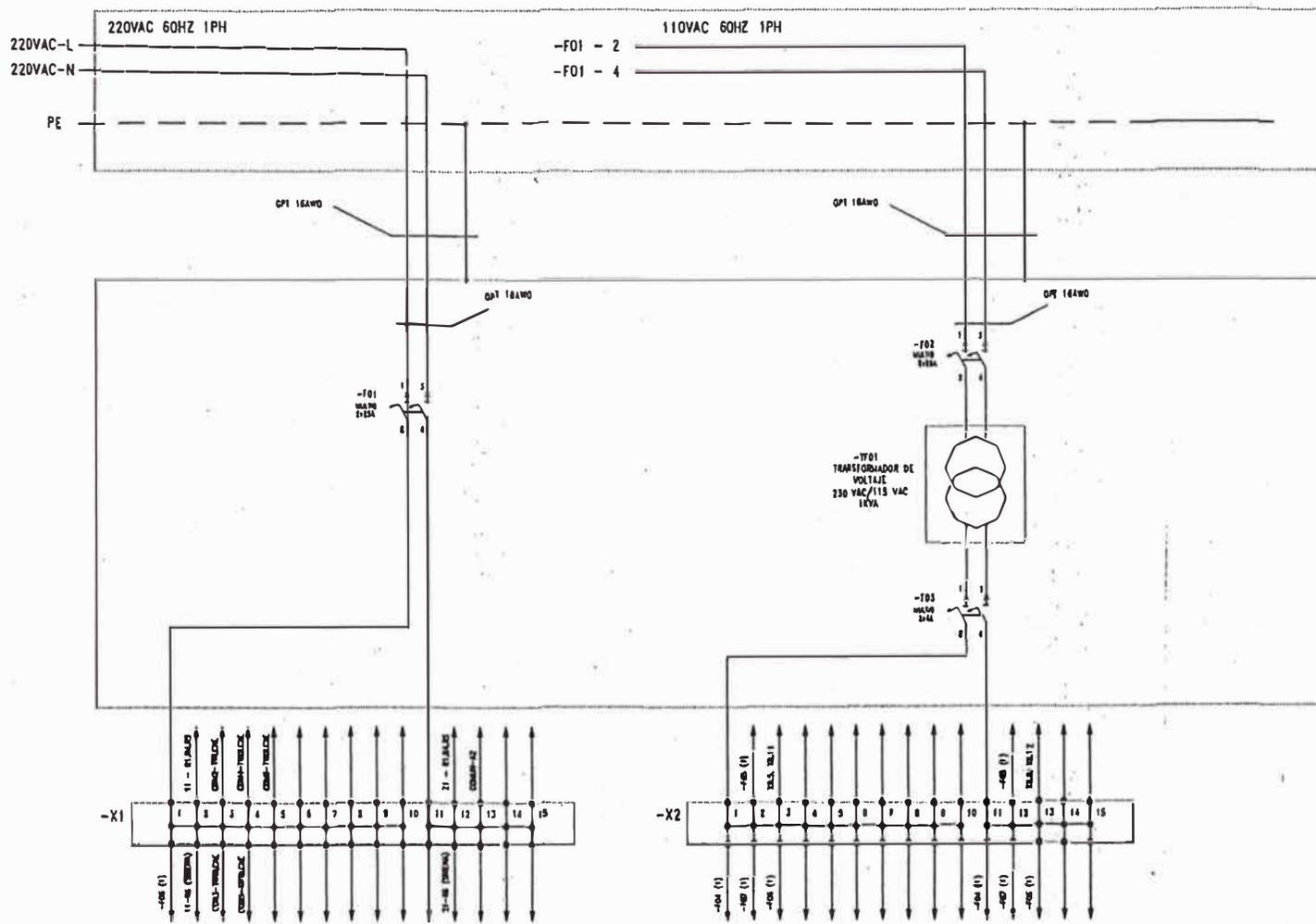
-X3



-X4



				Fecha:	
SISTEMA REFRIGERACIÓN				Escalador: S.E.	
				D.S.	
Diseñador: RH		Revisador: DC		Nº PLANO	
Dibujador: RH		Aprobador: DC		8/11	



		Fecha:	
SISTEMA REFRIGERACION		Escala: S.E.	
		D.S.	
Disenador: RH	Revisador: DC	V PLANO	Rev.
RH	Revisador: DC	2/11	

BORNERAS TABLERO DE CONTROL

X5

B1	110VAC-L	ENF. CAB. COMP. 1
B2	110VAC-C	
B3	CAP. 1	CAP N°1 COMP. 1
B4	CAP. 1	
B5	CAP. 2	CAP N°2 COMP. 1
B6	CAP. 2	
B7	CAP. 3	CAP N°3 COMP. 1
B8	CAP. 3	

BORNERAS TABLERO DE CONTROL

X9

B1	WITH	APANTALLADO NIVEL CHILLER
B2	BLACK	
B3	WITH	APANTALLADO TERMOSTATO CHILLER
B4	BLACK	
B5	WITH	APANTALLADO TERMOSTATO SUCCION
B6	BLACK	
B7	WITH	APANTALLADO TERMOSTATO DESCARGA
B8	BLACK	
B9	WITH	APANTALLADO PRESOSTATO SUCCION
B10	BLACK	
B11	WITH	APANTALLADO PRESOSTATO DESCARGA 1
B12	BLACK	
B13	WITH	APANTALLADO PRESOSTATO DESCARGA 2
B14	BLACK	
B15	WITH	APANTALLADO PRESOSTATO ACEITE
B16	BLACK	

<p>Este diagrama es una referencia para el sistema de refrigeración y no debe ser utilizado para la instalación de equipos de terceros.</p>	
<p>SISTEMA REFRIGERACION DIAGRAMA BORNERAS</p>	
<p>Dispositivos</p> <p>RH</p>	<p>Dispositivos</p> <p>DC</p>
<p>Dispositivos</p> <p>RH</p>	<p>Dispositivos</p> <p>DC</p>
<p>Fecha:</p> <p>1/2</p>	<p>Escrito:</p> <p>S.E.</p>

CARTA DE MOLLIER
PROPIEDADES DEL AMONIACO
REPRODUCIDA CON PERMISO DEL
U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE,
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS

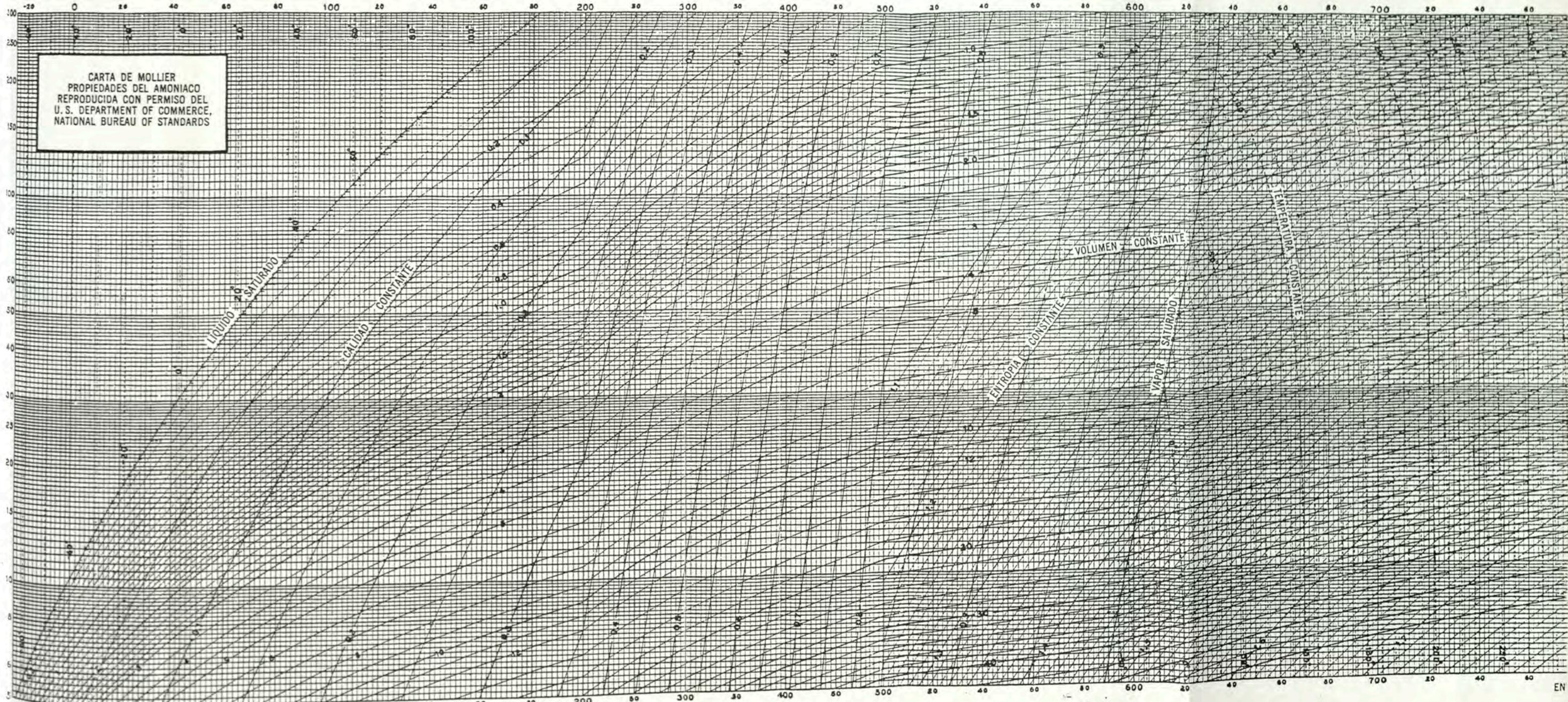
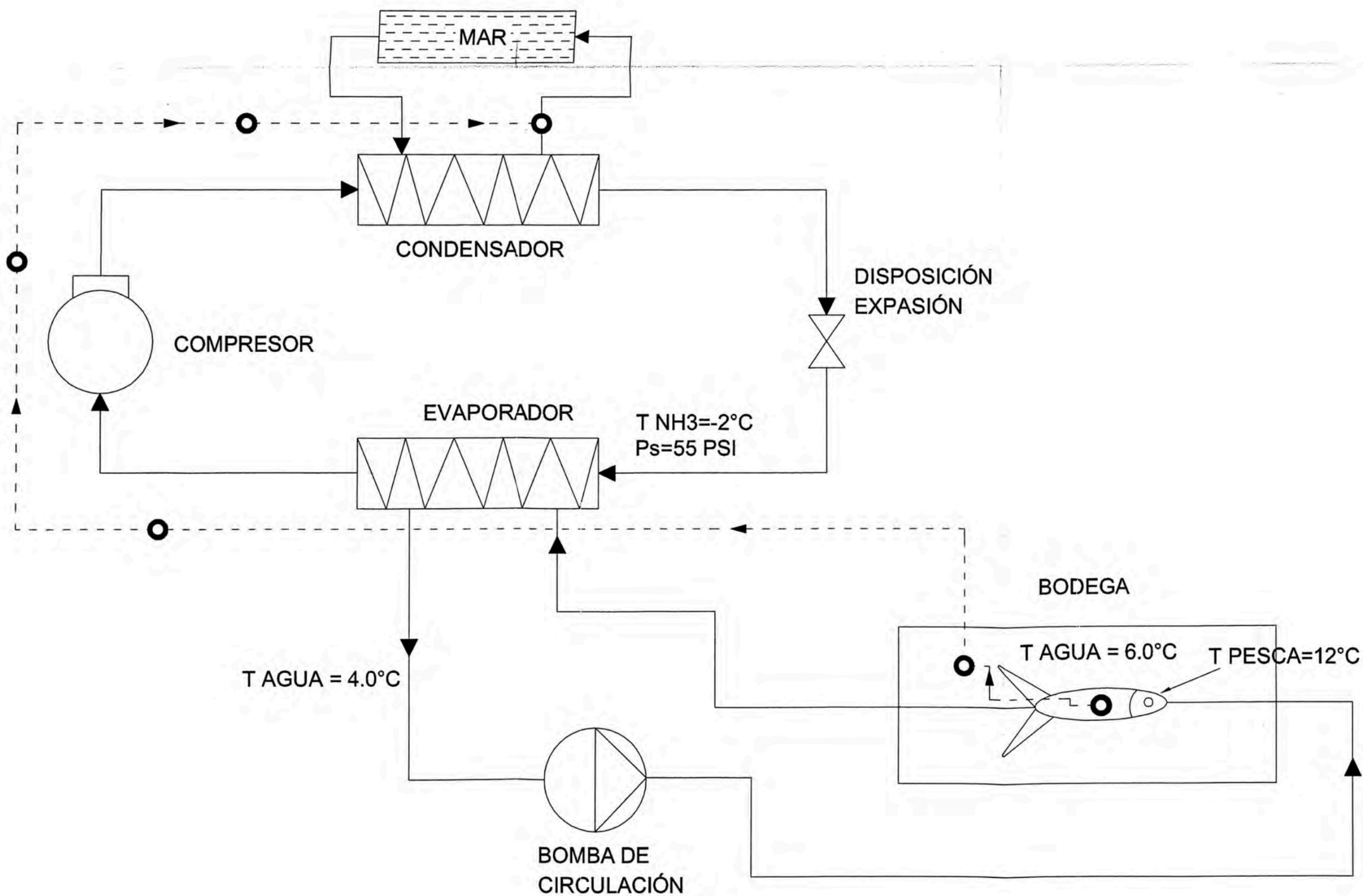
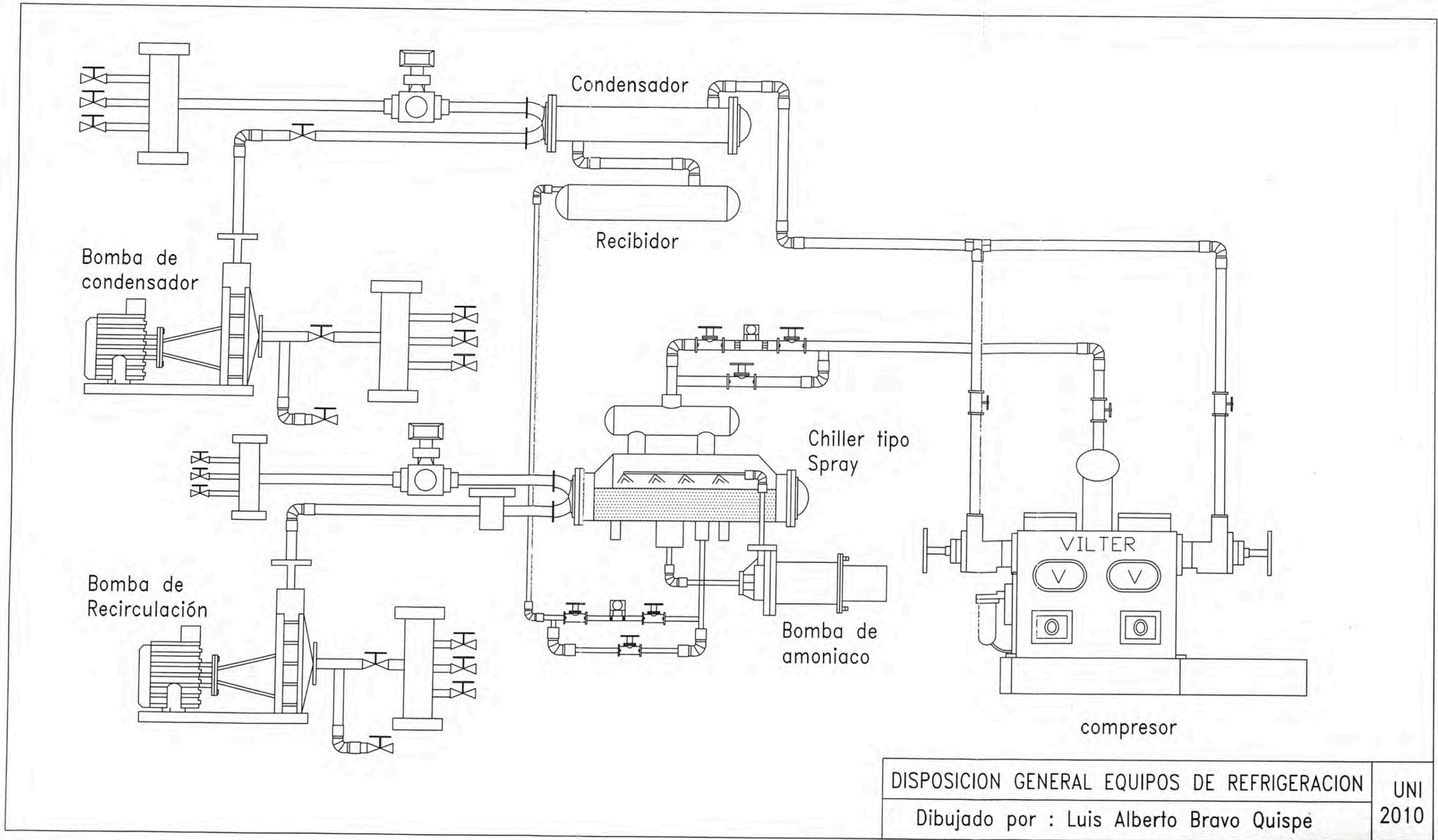


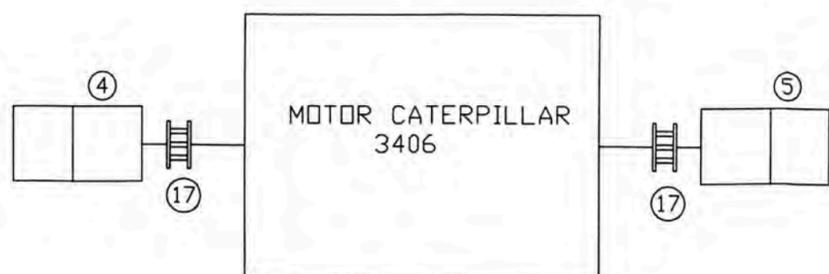
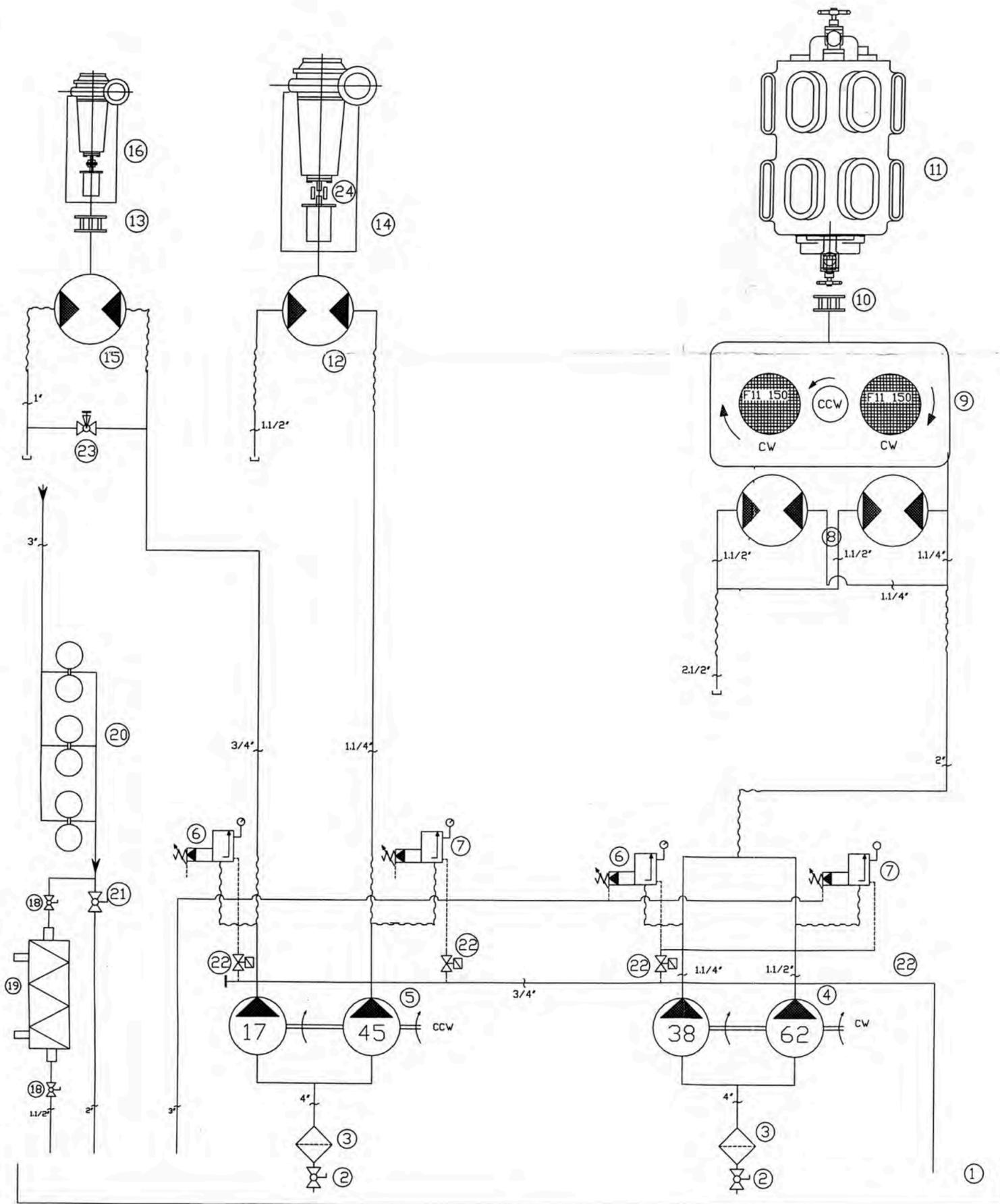
DIAGRAMA DE REFRIGERACIÓN BÁSICO SISTEMA RSW- INICIO DE ENFRIAMIENTO



Dibujado por :	UNI 2010
Luis Bravo Quispe	



DISPOSICION GENERAL EQUIPOS DE REFRIGERACION	UNI
Dibujado por : Luis Alberto Bravo Quispé	2010

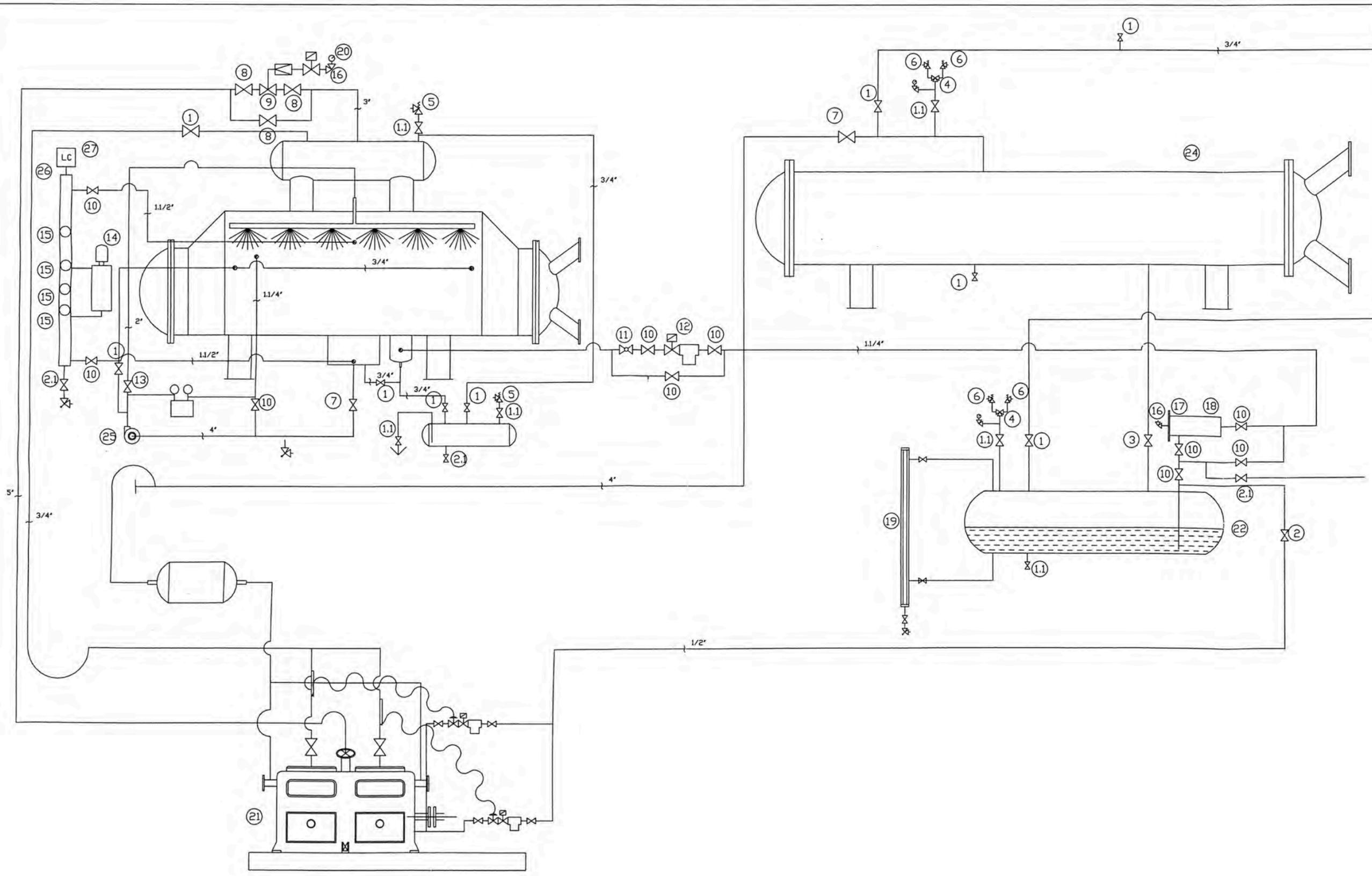


24	01	ACOPAMIENTO RIGIDO			
23	01	VALV. REGULADORA DE FLUJO			1/2"
22	03	VALV. SOLEN. SAUER DANFOSS	SAUER DANFOSS	CP500 3-B	220 V
21	01	VALV. BOLA 2" BRONCE 2000 PSI			
20	01	MANIFOLD FILTROS RETORNO	GRESEN		
19	01	ENFRIADOR DE ACEITE			
18	02	VALV. BOLA 1.1/2" BRONCE 2000 PSI			
17	02	ACOPAMIENTO FLEXIBLE	FALK	T-1080	
16	01	BOMBA CONDENSADOR	AZCUE	AN 125-200	
15	01	HIDROMOTOR SAE D 8/16 DP 13 TH 22 GPM@1750RPM@18.7 HP 1900PSI	DENISON	M4C1-043	
14	01	BOMBA CIRCULACION 53 HP	AZCUE	VR 200/33	
13	02	ACOPAMIENTO FLEXIBLE	REXNORD	OMEGA 5	
12	01	HIDROMOTOR SAE C 12/24 DP 14 TH 63 GPM@1450RPM@58 HP 1500PSI	DENISON	M4E-153	
11	01	COMPRESOR AMONIACO	VILTER	VMC 4512 XL	
10	01	ACOPAMIENTO FLEXIBLE	REXNORD		
9	01	REDUCTOR 0.73 : 1 INPUT POWER (max) = 700 HP OUTPUT POWER (max)= 360 HP FLANGED SHAFT DIAM. 2.1/4", FULL KEYWAY 2.1/4"x1/2" MOTORS ADAPTER PLATES SAE D, 13T 8/16 DP ACEITE : 80W-90	FUNK	5928RJ	
8	02	HIDROMOTOR SAE D 8/16 DP 13 TH 65 GPM@1659RPM	VOLVO	F11 150	
7	02	VALVULA RELIEF	DENISON	R5V10	
6	02	VALVULA RELIEF	DENISON	R5V08	
5	01	B. HIDR. 45/17 SAE C 14TH 14/24 DP	DENISON	T6EDM	CCW
4	01	B. HIDR. 62/38 SAE C 14TH 14/24 DP	DENISON	T6EDM	CW
3	02	FILTRO SUCCION 3"	STAUFF	MS-150-5 ISF	
2	02	VALVULA BOLA 3"	STAUFF	2BVL	ISF
1	01	TANQUE HIDRAULICO	S/M		
POSCAN		DESCRIPCION	MARCA	MODELO	OBSERV.

ESQUEMA SISTEMA HIDRAULICO

MODIFICACION PLANTA REFRIGERACION 220 TON REFR.

ESCALA		VERIFICADO		HORA	
S/ESC.	HT				1/1
FORMATO		APROVADO	---	DESCRIPCION	REV. 0

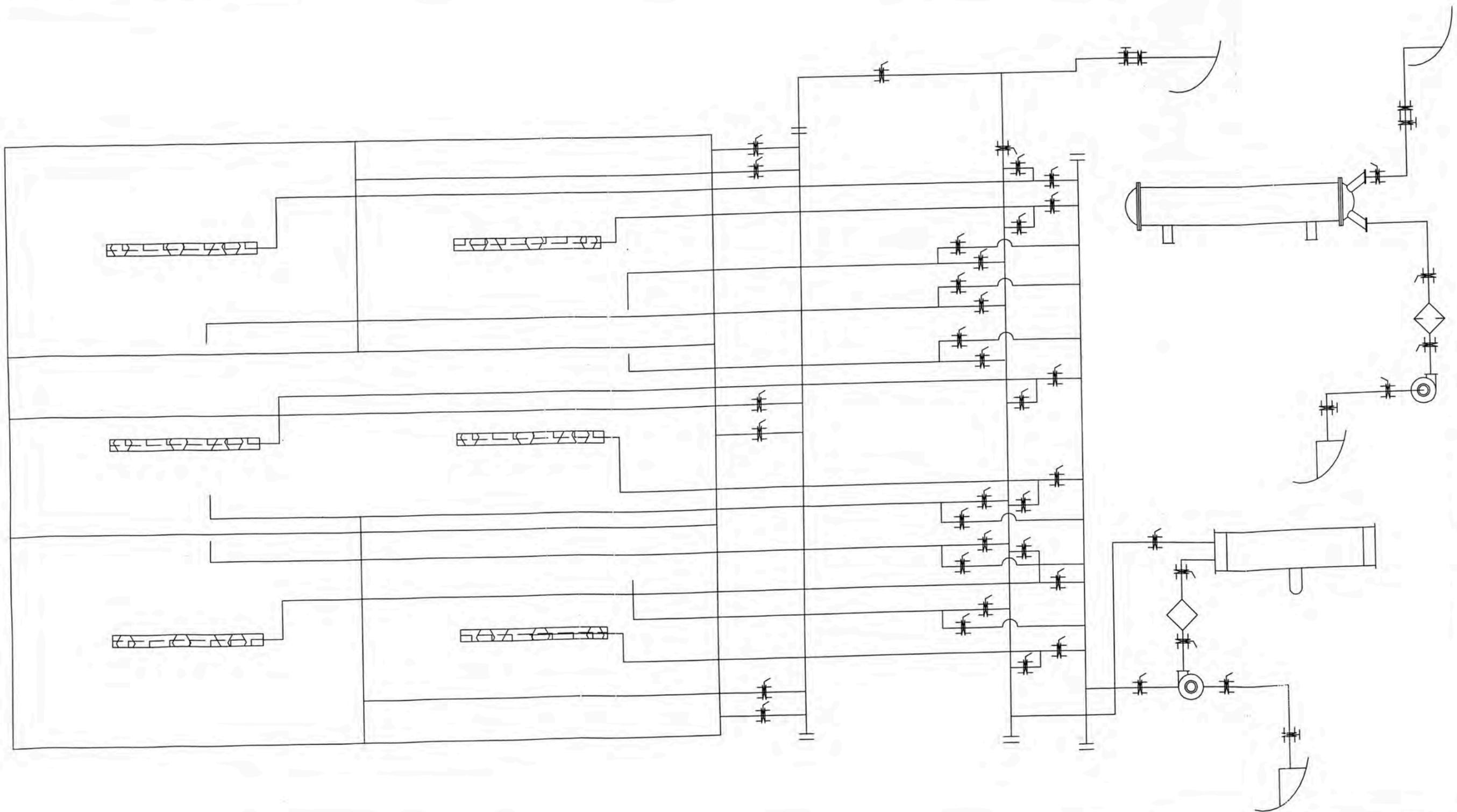


29	01	Válvula solenoide 1/2" bridada SW 120 VAC w/st			
28	02	Válvula expansión manual soldable 1/2" socket weld			
27	01	Standpipe Top Cap (3 inch)			
26	01	Depth tracker transducer probes (3 feet)			
25	01	Bomba sprayado PARKER HRP-5040-GF			
24	01	Condensador tubular ISOTHERM ZC- 1610			
23	01	Chiller de 220 TR tipo spray ISOTHERM ZSC-3608			
22	01	Tanque recibidor ISOTHERM 3008			
21	01	Compresor recíprocante Vilter 4512 XL			
20	01	Manómetro baja presión 150 PSIG dial 4"			
19	01	columna nivel tanque recibidor c/ 02 valv antirretorno.			
18	04	Elemento filtrante tipo malla para filtro limpiador			
17	01	Carcasa portafiltro limpiador 1 1/2"			
16	02	Válvula angular 1/4" para manómetro			
15	04	Visor de 2" Standardl			
14	01	Switch de flotador para control de nivel			
13	01	Válvula globo 2" soldable tipo Y socket weld			
12	01	Válvula solenoide 1 1/4" bridas a 1" SW 120 VAC w/st			
11	01	Válvula expansión manual soldable 1 1/4" socket weld			
10	09	Válvula globo 1 1/4" soldable tipo T socket weld			
9	01	Válvula reguladora de presión 3", con bridas			
8	01	Válvula globo 3" soldable tipo Y socket weld			
7	02	Válvula globo 4" soldable tipo Y socket weld			
6	04	Válvula alivio 3/4" a 1", 250 PSIG			
5	02	Válvula alivio 3/4" a 1", 175 PSIG			
4	02	Válvula de cierre 3 vías para valv.alivio 3/4"			
3	01	Válvula globo 2 1/2" soldable tipo T socket weld			
2.1	03	Válvula globo 1/2" soldable tipo T FPT			
2	02	Válvula globo 1/2" soldable tipo T socket weld			
1.1	06	Válvula globo 3/4" soldable tipo T FPT			
1	09	Válvula globo 3/4" soldable tipo T socket weld			
PDS	CAN	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	OBSERV.

ESQUEMA SISTEMA DE REFRIGERACION

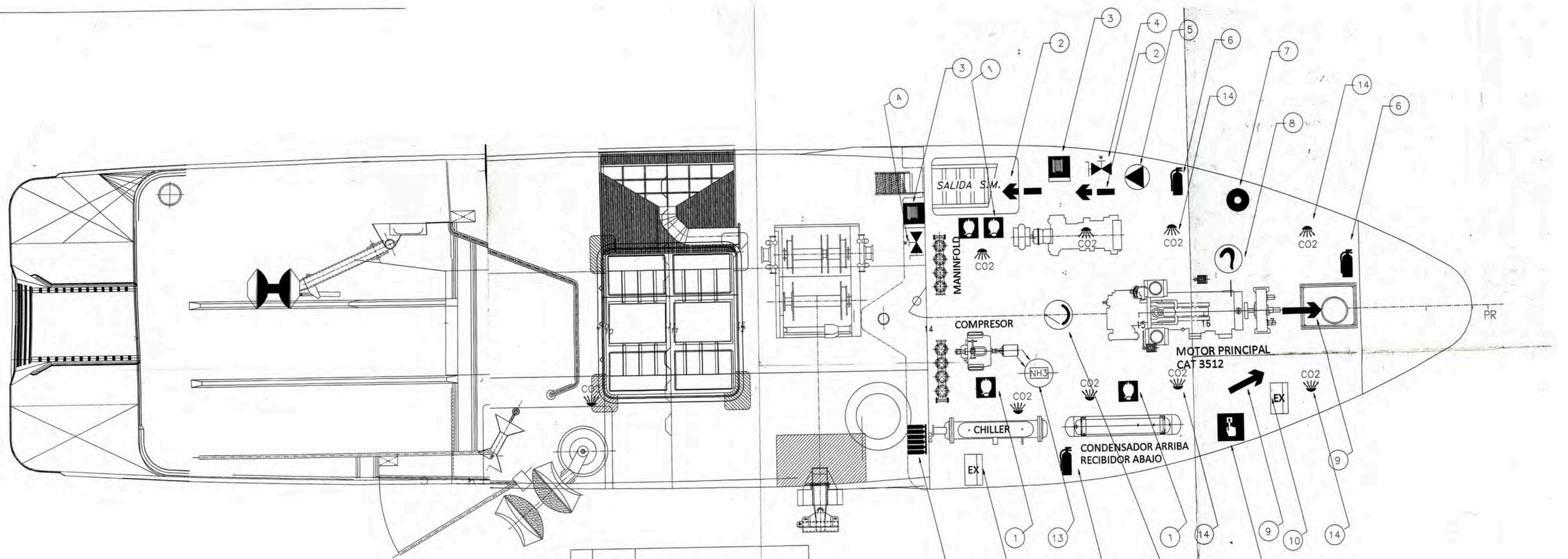
PLANTA REFRIGERACION 220TR

ESCALA		VERIFICADO	---/---/---	HOJA	1/1
S/ESC.	HT	APROBADO	---/---/---	DESCRIPCION	REV. 0
FORMATO					



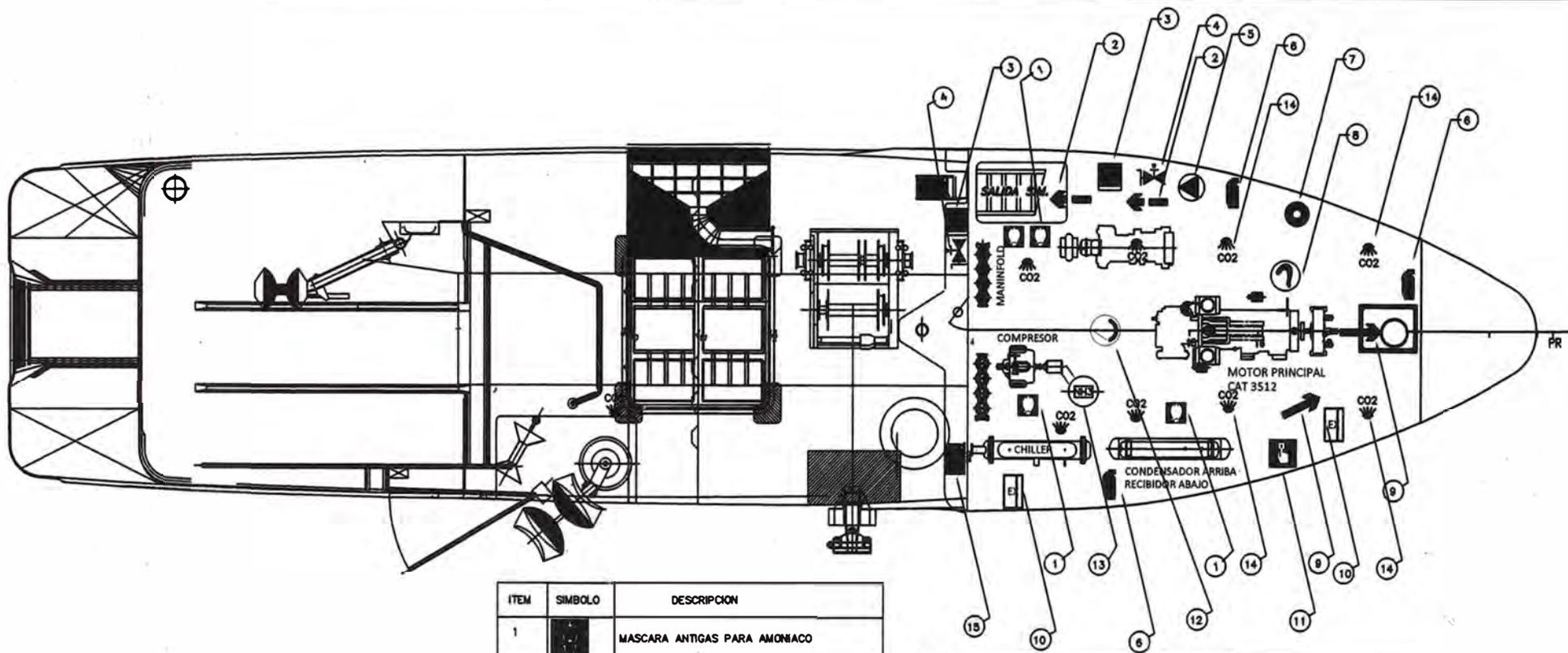
10	01	Bomba Azcue			
9	01	Bomba Azcue			
8	02	Válvula stopcheck 6'			
7	02	Válvula compuerta angular 6', toma fondo cond.			
6	01	Válvula compuerta angular 10', toma fondo circ.			
5	04	Válvula mariposa 6' c/palanca - Línea condensador			
4	07	Válvula mariposa 6' c/palanca - Línea compensacion			
3	14	Válvula mariposa 6' c/palanca - Línea descarga			
2	15	Válvula mariposa 6' c/palanca - Línea succión			
1	01	Válvula mariposa 6' c/volante - Línea succión			
PDS	CAN	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	OBSERV.

TITULO		ESQUEMA SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA			
PROYECTO PLANTA REFRIGERACION 220TR.					
		REVISADO			DM
		A			
		B			
		C			
ESCALA	VERIFICADO	---/---/---			HOJA
S/ESC.	APROBADO	---/---/---			1/1
FORMATO			DESCRIPCION		REV.
					0



ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
1		MASCARA ANTIGAS PARA AMONIACO
2		SALIDA DE SALA DE MAQUINA/FRIO
3		MANGUERA CONTRAINCENDIO
4		GRIFO CONTRAINCENDIO
5		BOMBA CONTRAINCENDIO
6		EXTINGUIDOR DE CO2 (15 LB)
7		ACUSE PARA ALARMA CONTRAINCENDIO
8		SENSORES DETECTORES DE HUMO
9		SALA DE EMERGENCIA SALA DE FRIO
10		DUCTO DE EXTRACCION
11		ACUSE PARA ALARMA CONTRAINCENDIO
12		CLINOMETRO DE ESCORAMIENTO
13		SENSOR DE AMONIACO exposicion 50ppm(OSHA)
14		TOBERAS SALIDA DE GAS CO2
15		BOTELLAS DE CO2 (MATAFUEGO)

PLANO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN SALA DE FRIO
 Dibujado por : BRAVO QUISPE LUIS ALBERTO



RECOMENDACIONES

1. USO OBLIGATORIO DE MASCARAS CONTRA AMONIACO SI SE VAN A REALIZAR TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN LA LINEA DE GAS REFRIGERANTE.
2. PRENDER LOS EXTRACTORES PARA REDUCIR LA CONCENTRACION DE GAS AMONIACO.
3. EN CASO DE CONTACTO CON AMONIACO LAVARSE CON BASTANTE AGUA EN LA ZONA AFECTADA
4. EL LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE TRABAJO ES DE 50ppm, EN ESE INSTANTE SE SE ACTIVARA EL SENSOR DE AMONIACO INOICANDO PELIGRO POR EXCESO DE CONCENTRACION.

ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION
1		MASCARA ANTIGAS PARA AMONIACO
2		SALIDA DE SALA DE MAQUINA/FRIO
3		MANGUERA CONTRAINCENDIO
4		GRIFO CONTRAINCENDIO
5		BOMBA CONTRAINCENDIO
6		EXTINGUIDOR DE CO2 (15 LB)
7		ACUSE PARA ALARMA CONTRAINCENDIO
8		SENSORES DETECTORES DE HUMO
9		SALA DE EMERGENCIA SALA DE FRIO
10		DUCTO DE EXTRACCION
11		ACUSE PARA ALARMA CONTRAINCENDIO
12		CLINOMETRO DE ESCORAMIENTO
13		SENSOR DE AMONIACO
14		TOBERAS SALIDA DE GAS CO2
15		BOTELLAS DE CO2 (MATAFUEGO)

CARACTERISTICAS DE LA EMBARCACION

EMBARCACION DISEÑADO PARA ENFRIAR AGUA DE MAR (RSW)

CAPACIDAD DE BODEGA : 420m³

ESLORA: 40m MANGA: 8.80m PUNTA: 4.40m

ARQUEO BRUTO: 312 ARQUEO NETO: 106

MOTOR CAT 3512 : 1060HP ACCIONAMIENTO DE EQUIPOS : HIDRAULICO

NUMERO DE BODEGAS : 5 (RSW)

CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE: 40m³ CAPACIDAD DE AGUA DULCE: 8m³

CAPACIDAD DE LA PLANTA DE FRIO : 2'640,000Btu/hr (220T.R)

PLANO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN SALA DE FRIO

Dibujado por : BRAVO QUISPE LUIS ALBERTO

UNI
2010