

**EVALUACION Y REDISEÑO DE LOS EQUIPOS DE CONGELACION
Y REFRIGERACION DE C.I. VIKINGOS S.A. PLANTA # 1**

CONSTANTINO SOMPOLAS C.
JAIME TEHERAN DIAZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
INGENIEROS MECANICOS.**

Director
HELBERT A. CARRILLO CAICEDO
Ingeniero mecánico

**CORPORACION UNIVERSITARIA TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2000

Cartagena de Indias, octubre 1 de 1999

Señores:

MIEMBROS COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO

Facultad de Ingeniería y Mecánica

Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar.

L. C.

Estimados señores:

De la manera más cordial nos dirigimos a ustedes, con el propósito de presentarles y someter a su consideración nuestra tesis titulada **“EVALUACION Y REDISEÑO DE LOS EQUIPOS DE CONGELACION Y REFRIGERACION DE C.I. VIKINGOS S.A. PLANTA # 1”**, la cual de ser aprobada, nos permitirá optar el titulo de ingeniero mecánico.

Atentamente,

Constantino Sompolas C.
Cod.9203900

Jaime Teherán Díaz
Cod. 9903 850

Cartagena de Indias, Octubre 1 de 1999

Señores:

MIEMBROS COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO
Facultad de Ingeniería Mecánica
Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar.
L.C.

Estimados señores:

Me permito comunicarles que he aceptado la designación hecha por los señores Constantino Sompolas y Jaime Teherán, para ser director del trabajo de grado titulado: **“EVALUACION Y REDISEÑO DE LOS EQUIPOS DE CONGELACION Y REFRIGERACION DE C.I. VIKINGOS S.A. PLANTA # 1”** trabajo que se les exige como requisito para optar el título de ingeniero mecánico.

Cordialmente,

HELBERT A. CARRILLO CAICEDO
Ingeniero Mecánico
Profesor de la Facultad de Ingeniería Mecánica

Cartagena de Indias, octubre 1 de 1999

Señores:

MIEMBROS COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO
Facultad de Ingeniería Mecánica
Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar.
L. C.

Estimados señores:

Me permito comunicarles que he aceptado la designación hecha por los señores Constantino Sompolas y Jaime Teherán para ser asesor del trabajo de grado titulado: **“EVALUACION Y REDISEÑO DE LOS EQUIPOS DE CONGELACION Y REFRIGERACIÓN DE C.I. VIKINGOS S.A. PLANTA # 1”**, trabajo que se les exige como requisito para optar el título de ingeniero mecánico.

Cordialmente,

Ing. RODOLFO MALLARINO PAJARO

Gerente

Rodema Ltda

Nota de aceptación

PRESIDENTE JURADO

JURADO

Cartagena de Indias, octubre 1 de 1999

JURADO

Artículo 105

La Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar, se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grados aprobados y no pueden ser explotados comercialmente sin autorización.

CONTENIDO

Pág

INTRODUCCION

1. GENERALIDADES

1.1 INFORMACION DE LA EMPRESA

1.2 CONGELACION DE PRODUCTO

1.2.1 Proceso de congelación

1.2.2 Proceso de Langostino

1.2.3 Proceso de atún

1.2.4 Proceso de pesca blanca

2. CALCULO DE CARGA TERMICA

2.1 CALCULO DEL COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR "U"

2.2 SELECCIÓN DE CAPACIDADES DE EQUIPOS

2.2.1 Equipos bohn No.1, No.2, No.3, No.4, No.5, No.6.

2.2.2 Equipo York No. 2, No. 6, No. 7

2.2.3 Equipo bohn No. 7

2.2.4 Equipo copeland

2.2.5 Equipo lewis

2.2.6 Equipos frick

2.3 CALCULO DE EFICIENCIA

2.3.1 Bohn 1

2.3.2 Bohn 2

2.3.3 Bohn 3

2.3.4 Bohn 4

2.3.5 Bohn 5

2.3.6 Bohn 6

2.3.7 Bohn 7

2.3.8 Copeland

2.3.9 York 2

2.3.10 York 6

2.3.11 York 7

2.3.12 Lewis

2.3.13 Frick No1, No 2

3. DETECCION DE FALLAS EN CUARTOS Y EQUIPOS
 - 3.1 CUARTO DE CONSERVACION DE LANGOSTINOS N°1
 - 3.2 CUARTO DE CONSERVACION DE LANGOSTINOS N°2
 - 3.3 CUARTO DE CONSERVACION DE LANGOSTINOS N°3
 - 3.4 TUNEL DE CONGELACION DE LANGOSTINOS
 - 3.5 TUNEL DE CONGELACION DE PESCA BLANCA
 - 3.6 TUNEL DE CONGELACION LOMOS DE ATUN
 - 3.7 CUARTO DE CONSERVACION DE PESCA BLANCA N°4
 - 3.8 CUARTO DE CONSERVACION DE PESCA BLANCA N°5
 - 3.9 CUARTO DE MATERIA PRIMA YORK 2
 - 3.10 CUARTO DE MATERIA PRIMA YORK 6
 - 3.11 CUARTO DE MATERIA PRIMA YORK 7
 - 3.12 CUARTO DE MATERIA PRIMA BOHN 5
4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA LA SOLUCION DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS
 - 4.1 ALTERNATIVA UNO
 - 4.2 ALTERNATIVA DOS
 - 4.3 ALTERNATIVA RECOMENDADA
5. EVALUACION ECONOMICA
 - 5.1 PRESUPUESTO
 - 5.2 METODO DEL VALOR PRESENTE NETO
6. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA
- ANEXOS

LISTAS DE ANEXOS

Anexo A. Memoria de cálculos de los cuartos

Anexo B. Catálogos de equipos

Anexo C. Tubería y accesorios

Anexo D. Diagrama presión - entalpia refrigerante 502 y 717

Anexo E. Distribución de equipos y productos en los cuartos de conservación y congelación

Anexo F. Esquemas de equipos de congelación

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan sus agradecimientos a:

- Rodolfo Mallarino, Ingeniero Civil, Gerente de Rodema Ltda
- Bibiana Pinto, Vicepresidente de Producción Vikingos de Colombia S.A.
- Fredy Hernandez, Director de Producción planta 1
- Claudia Patiño, Secretaria del Departamento de mantenimiento
- Hugo Carrascal, Ingeniero Mecánico, Director del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento.
- Helbert A. Carrillo, profesor de la facultad de Ingeniería Mecánica, C.U.T.B.
- Antonio Avila, profesor de cátedra de la facultad de Ingeniería Mecánica.
- Victor González, técnico de refrigeración de Vikingos.
- Martha Carrillo L, profesora de la facultad de Ingeniería Industrial, C.U.T.B.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objetivo identificar cada uno de los factores que afectan el buen proceso de congelación y almacenamiento de los productos de pesca en C.I. VIKINGOS DE COLOMBIA S.A. planta # 1 y formulación de una solución adecuada al problema.

La importancia del estudio presentado, radica en el mejoramiento de las condiciones de congelamiento y conservación de los productos para un logro de la estructura y composición química del producto como son: color, olor, textura y sabor.

Este trabajo se llevo a cabo después de una detallada y analítica recopilación de la información y cálculos complementarios.

Este trabajo nos dará una visión del comportamiento de los equipos y cuartos utilizados para la congelación y conservación de los productos.

El trabajo que ahora presentamos es de gran ayuda para los Departamentos de Producción y Mantenimiento y aquellos estudiantes que deseen abordar el tema, esperamos que así sea.

1. GENERALIDADES

1.1. INFORMACION DE LA EMPRESA

COMPAÑÍA INTERNACIONAL VIKINGOS DE COLOMBIA S.A.

Vikingos de Colombia fue creada en 1968. Esta ubicado en Cartagena de Indias, su domicilio es la zona de mamonal Km 3 sector de albornoz.

La empresa cuenta con varias plantas:

Planta de lomos de atún: es una planta flexible con capacidad actual de 37.400 cajas por mes.

Planta de Langostino Congelado: Su capacidad es de 300.000 libras al mes.

Planta de pescado Congelado: tiene capacidad de producción de 70.000 toneladas al mes.

Sus productos son: cóctel de Langostino, cazuela de mariscos, deditos de pescado apanado, deditos de trucha apanado y una amplia gama de filetes y pescado entero.

Su flota pesquera consta de 20 motonaves camaroneras propias y 22 afiliadas, además 15 motonaves atuneras afiliadas.

A partir de 1986 la empresa pasa a ser propiedad del grupo empresarial Bavaria. Sus ventas anuales son de 50 millones de dólares y atiende mercados exigentes como: Japón, Italia, España y Estados Unidos.

1.2 CONGELACION DE PRODUCTOS

Para la congelación de productos, C.I. Vikingos S.A. cuenta con tres túneles de congelación utilizando el sistema BLAST FREEZING, que consiste básicamente en un cuarto en el cual el aire frío es forzado por uno o más ventiladores a circular a través de carros estibadores, donde a sido cargado con bandejas llenas de productos. Según se observa en la figura de la pagina siguiente, el aire circula a velocidades entre 500 y 1500 pies por minuto, siendo 1200 la mas usual.Ver gráfico (1). La temperatura del aire que circula puede variar entre -20° / -40° F.

PAGINA DONDE LLEVA LA FIGURA DEL DIBUJO DEL CUARTO

DEJARLA EN BLANCO PARA QUE SEA ENUMERADA.

Ventajas:

- Son muy flexibles y se pueden acomodar para (langostino- pesca blanca- Atún) distintos productos.
- Son de funcionamiento seguro y económico.

Inconvenientes

- Se pueden producir perdidas de humedad en productos sin empacar, sobre todo cuando esta caliente.

1.2.1 Proceso de Congelación Al congelarse el agua en hielo se produce un ligero aumento de volumen por lo cual provoca cambios en la estructura del producto y rotura de células y tejidos.

Cuando mayor es el contenido de agua en el producto más cercano a 0°C es su punto de congelación, en el caso del pescado y marisco este punto esta comprendido entre 1 y -5°C , por ello en una buena congelación se debe bajar rápidamente la temperatura del proceso dentro de esos limites, cuando la congelación en esa zona se realiza lentamente de 4 a 24 horas los cristales formados son de gran tamaño y dañan los tejidos del pescado y los mariscos; cuando la congelación es rápida, menos de dos horas para pasar de 0° a 5°C , los cristales formados son pequeños y menos dañinos para la estructura celular.

Los cristales de hielo formados hacen que se concentren más el resto de los componentes celulares produciéndose una deshidratación, que origina un aspecto reseco y arrugado en la superficie del producto afectando la calidad.

Los microorganismos, al igual que el hombre, necesitan unos elementos nutrientes. Una de las maneras de defendernos contra esa competencia es por la aplicación del frío a los alimentos. Efectivamente, al igual que el hombre encuentra su temperatura óptima para vivir entre los 15 y 25°C, la mayoría de esos microorganismos se desarrollan a temperaturas de 23 a 30°C. Por ello si descendemos a temperaturas de 2°C/-40°C podemos inhibir o detener totalmente su crecimiento. A este respecto es interesante recordar la siguiente clasificación de los microorganismos.

-Microorganismos psicrófilos.

-Microorganismos psicrófilos.

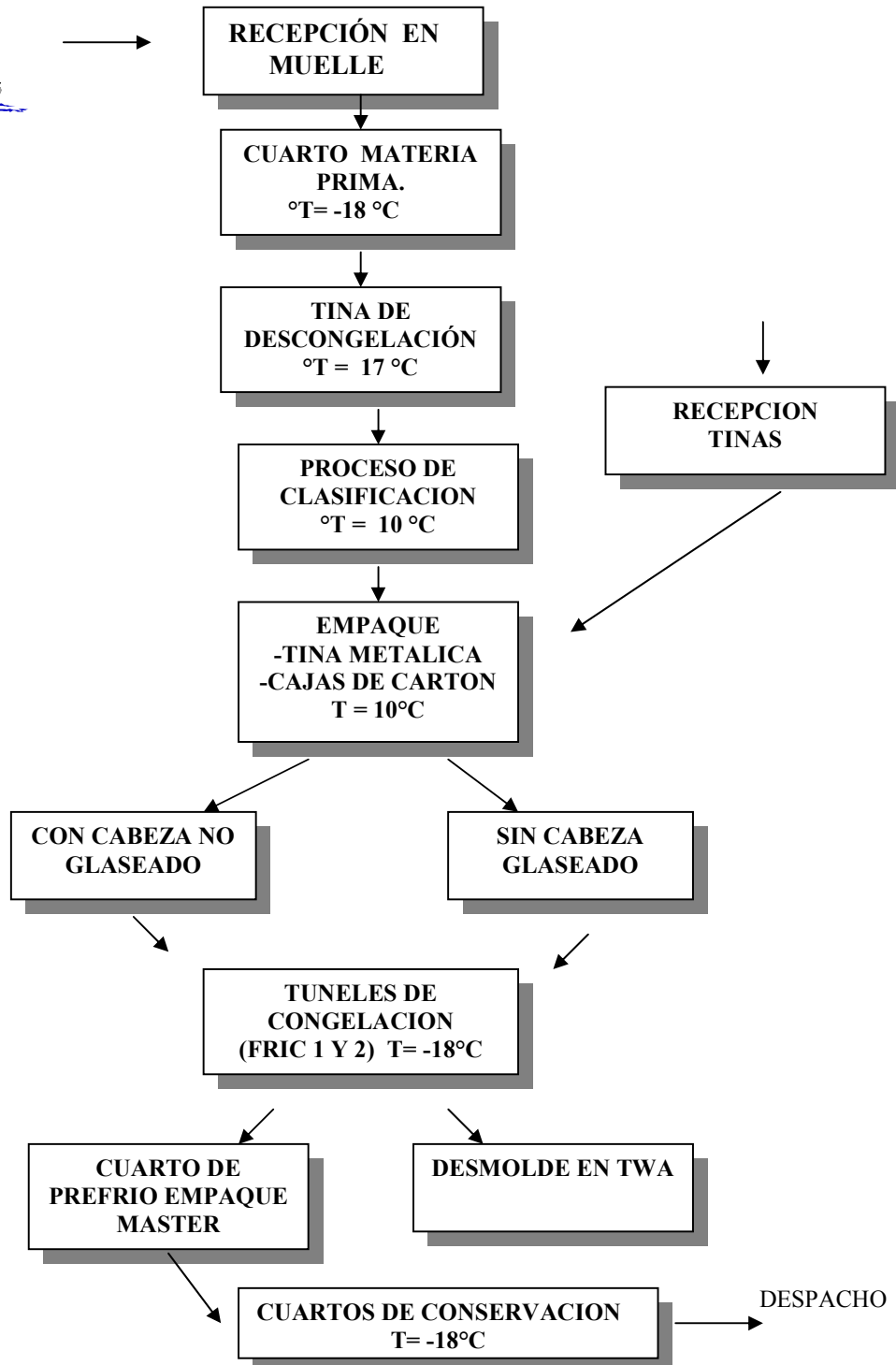
-Microorganismos mesófilos.

-Microorganismos termófilos.

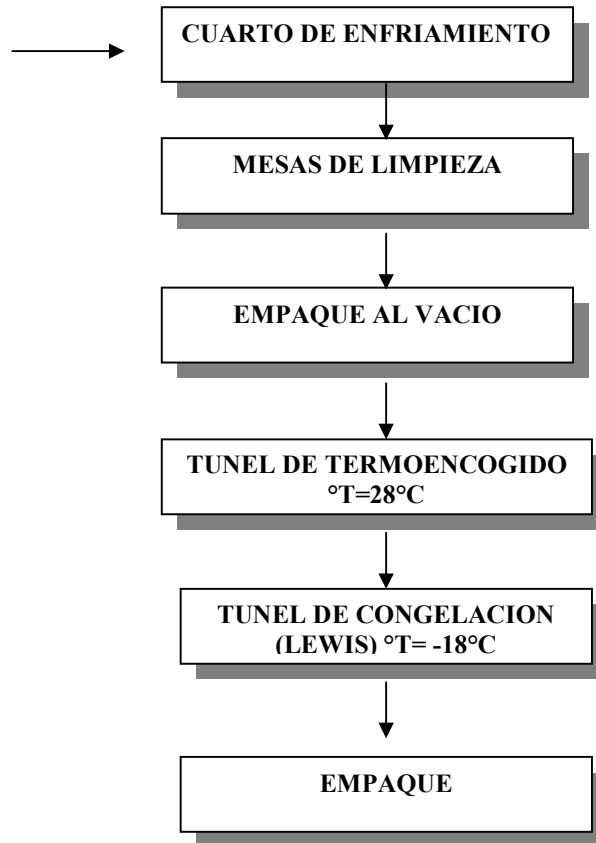
Los dos primeros son los que pueden desarrollarse a bajas temperaturas, entendiéndose por tales las comprendidas entre 0°C y 7°C para los psicrófilos y 7°C a 18°C para los psicrófilos. Estos Microorganismos son los menos

abundantes. Para temperaturas de 0°C a -10°C la inhibición del crecimiento es casi total para cualquier tipo de microorganismo. Y para temperaturas de 18°C/-40°C, la inhibición es total e incluso se produce la destrucción de la mayoría de los Microorganismos presentes en el producto, de forma que este apenas experimenta cambio alguno de tipo microbiológico mientras permanezca congelado a bajas temperaturas, razón por la cual la temperatura en el centro del producto debe ser máxima - 18°C.

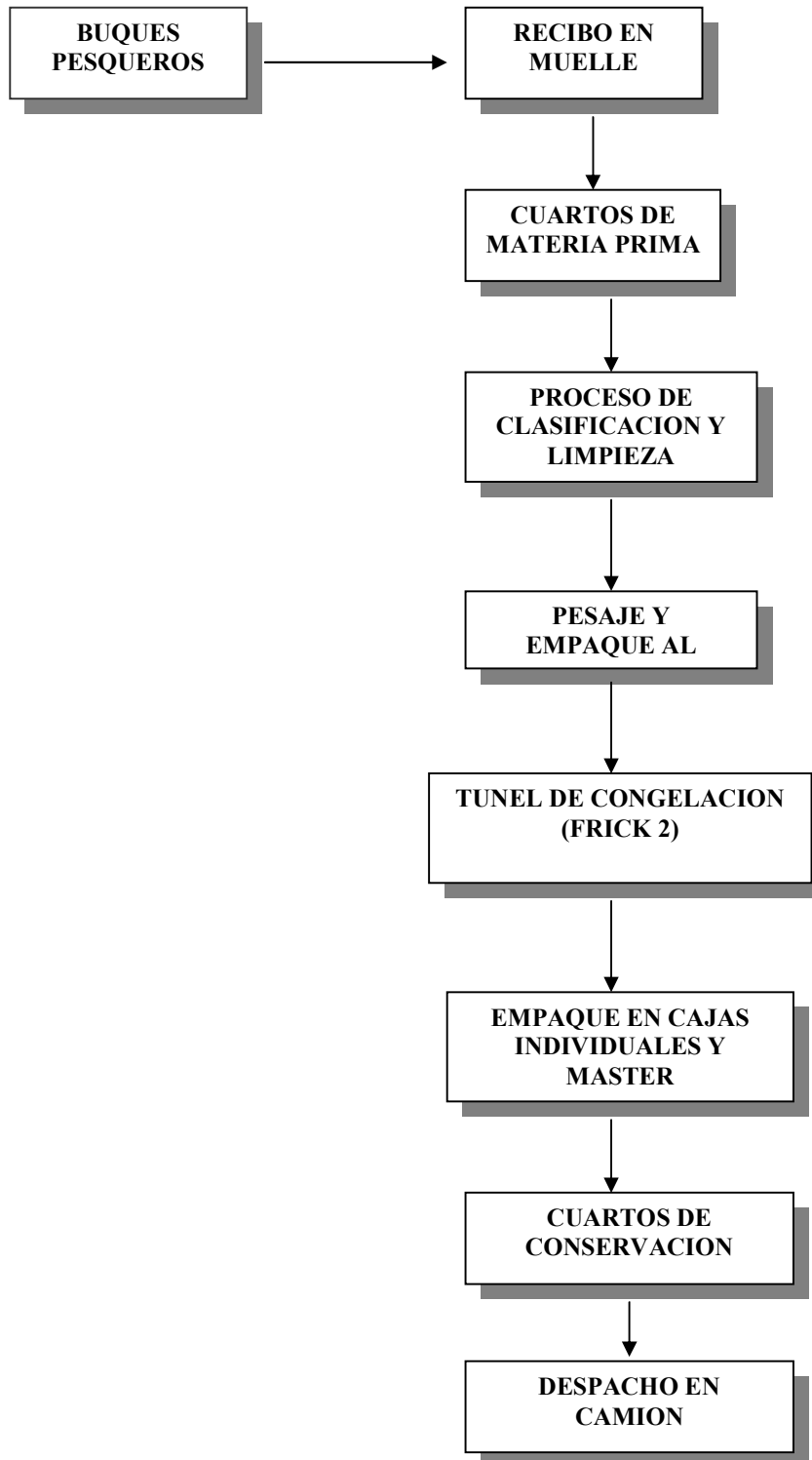
1.2.2 Proceso de langostino



1.2.3 Proceso lomos de atún



1.2.4 Proceso de pesca blanca



2. CALCULOS DE CARGA TERMICA

Para el cálculo de la carga térmica se utilizo el programa Refrigeración load program, teniendo en cuenta las condiciones reales de operación de los cuartos de refrigeración de la C.I Vikingos S.A. Ver Memoria de los Cálculos Anexo.

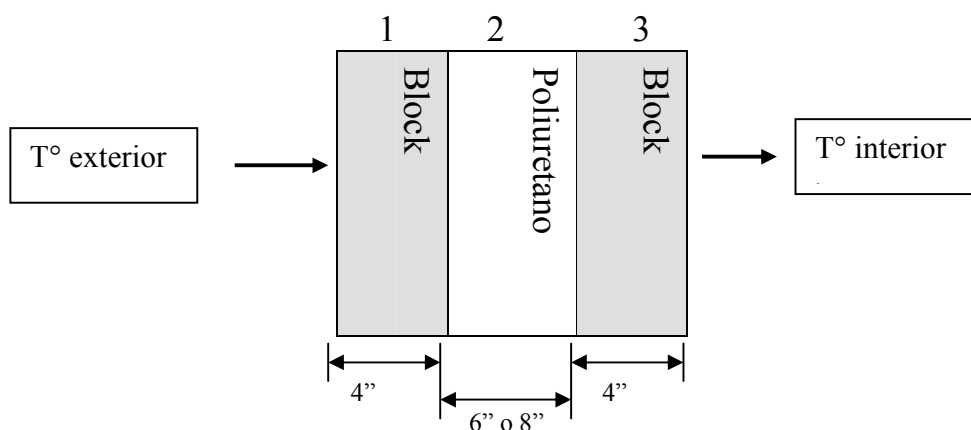
Cuadro 1. Cuadro Comparativo

Nombre del Cuarto	Capacidad requerida	Carga real actual calculada
Conservación de Langostino No1	Bohn 1 0,53 TR Bohn 2 0,825 TR	2.5 TR
Conservación de Langostino No2	Copeland 1,569TR	2.0 TR
Conservación de Langostino No3	Bohn 3 0,744 TR Bohn 4 0,628 TR	2.7 TR
Túnel de Congelación de Langostino	Frick 1 3,44 TR	15.7 TR
Túnel de Congelación Pesca Blanca	Frick 2 3,44 TR	15.7TR
Túnel de Congelación Lomos de Atún	E.Lewis 5,518 TR	41.6TR
Conservación de Pesca Blanca No 4	Bohn 6 0,80 TR	1.8TR
Conservación de Pesca Blanca No 5	Bohn 7 0,551 TR	2.1TR
Cuarto de Materia Prima York 2	York 2 0,927 TR	2.2TR
Cuarto de Materia Prima York 6	York 6 0,891TR	1.4TR
Cuarto de Materia Prima York 7	York 7 1,877 TR	1.5TR

Cuarto de Materia Prima Bohn 5	Bonh 5 0,423 TR	1.6TR
-----------------------------------	-----------------	-------

2.1 CALCULO DEL COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR “U”

Teniendo en cuenta que las paredes de los cuartos fríos de la C.I Vikingos de Colombia S.A, están construidos con block de concreto 4” de espesor (arena y cemento) y poliuretano con densidad de 2.0 lb/ft³ (6” o 8”), tipo sandiwch. Y que el programa utilizado para los cálculos de carga termica, Refrigeration Load Program (refrig), no sabemos si para el valor de U sugerido por al autor tiene en cuenta la configuración de pared tal como la mostramos, es necesario calcularlo así:



Esquema pared de cuartos fríos

Para el cálculo de U se tiene las siguientes variables:

$$F_i = \text{Conductancia de la capa del aire interna quieta} \left[\frac{\text{Btu}}{\text{Hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \right]$$

$$F_o = \text{Conductancia de la capa del aire externa en movimiento} \left[\frac{\text{Btu}}{\text{Hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \right]$$

C_1 y C_3 = Conductancia del Block

X_2 = Espesor del Poliuretano en pulgada de espesor

$$K_2 = \text{Conductancia del Poliuretano en pulgada de espesor} \left[\frac{\text{Btu}}{\text{Hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \right]$$

$$U = \frac{1}{R \text{ total}} \left[\frac{\text{Btu}}{\text{Hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \right]$$

$$R \text{ total} = \frac{1}{F_i} + \frac{1}{C_1} + \frac{X_2}{K_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{F_o}$$

Tomando los siguientes valores de la Tabla Thermal properties of typical building and insulating materials, de ASHRAE FUNDAMENTALS, 1967. (Ver anexo a) se tiene:

Para 6" de Poliuretano en los cuartos de conservación se tiene:

$$F_i = 1.65$$

$$F_o = 6$$

$$C_1 = C_2 = 1.4$$

$$K_2 = 0.17$$

$$X_2 = 6''$$

$$R_{\text{total}} = 37.49$$

$$U=0.027$$

Para 8" de Poliuretano en los túneles de congelación se tiene:

$$F_i = 1.65$$

$$F_o = 6$$

$$C_1 = C_2 = 1.4$$

$$K_2 = 0.17$$

$$X_2 = 8''$$

$$R_{total} = 49.26$$

$$U=0.020$$

2.2. SELECCIÓN DE CAPACIDADES DE EQUIPOS

Para la selección de las capacidades de equipos instalados, se utilizaron los catálogos del fabricante y seleccionamos el valor correspondiente, teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento requeridas. (Ver anexo **b**).

2.2.1. Equipos Bohn No. 1, No. 2, No. 3, No 4, No 5, No 6 Condiciones para la selección con catalogo del fabricante:

Para una temperatura interna del cuarto de 10°F y 95°F para la temperatura ambiente del exterior, las capacidades son:

Unidad Condensadora : 32800 Btu/Hr

Unidad Difusora : 31300 Btu/Hr = 2.6 TR

Las unidades condensadoras son modelo S7L33 y los difusores modelo MPE 300.

2.2.2 Equipos York No. 2, No. 6 y No 7 Condiciones para la selección:

Para una temperatura interior del cuarto de 10°F y 95°F para la temperatura ambiente exterior, se obtiene una capacidad según catalogo de 32200 Btu/Hr = 2,7 TR.

Estos equipos son tipo Plug Units según como se muestra en el catálogo, es una unidad paquete, que su difusor y unidad condensadora forman un solo conjunto.

Moviendo el ventilador del evaporador y condensador con un solo motor.

El modelo de los equipos es YP- L7 ½ A, de la tabla de los catálogos del fabricante tenemos.

2.2.3 Equipo Bohn No. 7 Condiciones para la selección:

Para una temperatura interior del cuarto de 10°F y 95°F para la temperatura ambiente exterior. la capacidad según catalogo es: 32200 Btu/Hr = 2.7 TR.

El modelo del equipo es P-L7 ½ A, que es semejante al York por ser Plug Units.

2.2.4 Equipo Copeland Condiciones para la selección:

Para una temperatura interior del cuarto de 10°F, 95°F para el aire exterior y 20°F de succión las capacidades son:

Unidad Condensadora : 484300 Btu/Hr

Unidad Evaporadora : 44.600 Btu/Hr = 3.7 TR

El equipo seleccionado es modelo H7AB –1000 – TFC – 001 la unidad condensadora, el compresor modelo 3DS1-1000-TEC y el evaporador modelo ELT4 – 446 de la tabla de los catálogos del fabricante tenemos.

2.2.5 Equipo Lewis Su difusor es modelo AILCL 438 con capacidad para 27802 BTU/°F TD tomando 15°F TD (diferencia de temperatura del cuarto y la de evaporación del refrigerante), tendríamos 417030 Btu/Hr = 34.7 TR

El compresor es modelo N-200-LUME, para las condiciones de –40°C de temperatura evaporación del refrigerante y 35°C de condensación tenemos.

Una capacidad de 6720.00 Btu/hr, igual a 56 TR y 258 BHP

Este equipo también enfría la planta de hielo North Start M-40-cs que para una producción de 12 toneladas día tendría 15 TR= 180000 Btu/Hr.

Ver los catálogos anexos.

2.2.6 Equipo Frick No. 1 y No. 2 Condiciones para la selección del difusor:

Temperatura interior del cuarto -30°C y temperatura de evaporación del refrigerante -40°C .

La diferencia de temperatura del interior del cuarto y la temperatura de evaporación del refrigerante (TD) es de 10°F tenemos.

El modelo del difusor es AICL 516, con capacidad de $221.78\text{ Btu}/^{\circ}\text{F TD}$, su capacidad será de $221.780\text{ Btu/hr} = 18.5\text{ TR}$, manejando dos difusores por equipo

El compresor es modelo RWB-II-38 que para las condiciones de -40°F de temperatura de evaporación del refrigerante y 95°F de condensación tenemos una capacidad de $170400\text{Btu/Hr} = 14.2\text{ TR}$ y 62.1 BHP .

Estos equipos trabajan con 2 compresores alternativos Frick modelo 190-4AHV que ayudan a los Frick tornillos 1 y 2 a mejorar la capacidad de refrigeración. Estos compresores no están diseñados para bajas temperaturas, pero fueron instalados para ayudar a los otros ya que no se estaban utilizando y los Frick no lograban bajar la temperatura del cuarto frío lo suficiente, sin embargo su capacidad muy aproximada para -40°F de evaporación y 95°F de condensación sería aproximadamente 4TR . El fabricante no da información para ese rango de temperatura por estar fuera de diseño

Cuadro 2. Resumen de capacidades de equipos

Nombre del Cuarto	Capacidad de los Equipos
Conservación de Langostino No1	Bohn 1 2.6TR Bohn 2 2.6TR
Conservación de Langostino No2	Copeland 3.7TR
Conservación de Langostino No3	Bohn 3 2.6TR Bohn 4 2.6TR
Túnel de Congelación de Langostino	Frick 1 18.5TR
Túnel de Congelación Pesca Blanca	Frick 2 18.5TR
Túnel de Congelación Lomos de Atún	E.Lewis 34.7TR
Conservación de Pesca Blanca No 4	Bohn 6 2.6 TR
Conservación de Pesca Blanca No 5	Bohn 7 2.7 TR
Cuarto de Materia Prima York 2	York 2 2.7TR
Cuarto de Materia Prima York 6	York 6 2.7TR
Cuarto de Materia Prima York 7	York 7 2.7TR
Cuarto de Materia Prima Bohn 5	Bonh 5 2.6TR

2.3. CALCULO DE EFICIENCIAS

Tomando datos reales de cada equipo según se indican a continuación se realizó el cálculo para determinar el Cop, la potencia teórica que recibe el refrigerante y compararla con la que tiene cada compresor, (ver los diagramas en el anexo D). Definición de variables para los cálculos.

$$\text{Cop} = \frac{\text{calor absorbido en el espacio refrigerado}}{\text{Energía térmica equivalente a la suministrada por el compresor}}$$

M = Es la masa de la razón de flujo del refrigerante circulado para producir la capacidad de refrigeración requerida de una tonelada de refrigeración (TR).

$$1 \text{ TR} = 12000 \text{ Btu/Hr} = 200 \text{ Btu/min} \quad 778 \text{ ft lb} = 1 \text{ Btu}$$

$$1 \text{ HP} = 2545 \text{ Btu/7Hr} = 746 \text{ W} = 33000 \text{ ft lb/min}$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{\text{Calor absorbido en el espacio refrigerado (Btu/lb)}}$$

$$P = \frac{V I \text{Cos } \phi \text{ Ne } \sqrt{3}}{746}$$

P = Potencia eléctrica en el rotor del motor para un motor trifásico (HP).

V = Voltaje (V).

Cos ϕ = Factor de potencia.

Ne = Eficiencia eléctrica del embobinado – rotor.

Ts = Temperatura de salida (°F).

Te = Temperatura de entrada (°F).

2.3.1 Bohn 1.

Cuadro 3. Datos equipo Bohn 1

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø=0.85 V= 428v I= 9.5 A
10	240	-12.6	6.4	71.4	200	99.8	200	

$$\text{Cop} = \frac{(77 - 38)}{(100 - 92)} = 4,8$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu} / \text{min TR}}{(77-38) \text{ Btu/lb}} = 5.13$$

$$Q_w = (100 - 92) = 8 \text{ Btu/lb} \quad w = 778 (5,13) 8$$

$$W = 31939 \text{ ft.lb} / \text{min TR}$$

$$\text{Thp} = \frac{31939 \text{ ft lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}}$$

$$\text{Thp} = 0,967 \text{ HP/TR}$$

$$\text{Php} = 0,967 \text{ HP} / \text{TR} \cdot 2,6 \text{ TR} = 2,5 \text{ HP} = 6362,5 \text{ Btu/Hr} = 0,530 \text{ TR}$$

$$P = \frac{428 \times 9,5 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 7,2 \text{ HP}$$

$$N = \frac{2,5}{7,2} = 0,347$$

$$N = 34,7\%$$

Tiene una temperatura alta en la salida del condensador debido al mal estado en que se encuentra, su eficiencia es baja por la poca exigencia que hay.

2.3.2 Bohn 2

Cuadro 4. Datos equipo Bohn 2

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 425v I= 10 A
15	250	5	10.6	180	69	96	180	

$$COP = \frac{(82 - 38)}{(104 - 90)} = 3.14$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(82 - 38) \text{ Btu/lb}} = 4.54 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (104 - 90) = 14 \text{ Btu/lb}$$

$$W = 778 (4,54) 14$$

$$W = 49449,7 \text{ ft.lb/min TR}$$

$$Thp = \frac{49449.7}{33000 \text{ ft lb/min HP}}$$

$$Thp = 1.498 \text{ HP/TR}$$

$$Php = 1,498 \text{ HP/TR } 2,6 \text{ TR} = 3.89 \text{ HP} = 9900 \text{ Btu/Hr} = 0,825 \text{ TR}$$

$$P = \frac{425 \times 10 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 7,55 \text{ HP}$$

$$N = \frac{3,89}{7,55} = 0,515 \quad N = 51,5\%$$

2.3.3 Bohn 3

Cuadro 5. Datos equipo Bohn 3

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 425v I= 10.9 A
10	200	42.3	-4	180	84.2	96.6	180	

$$\text{Cop} = \frac{(77-35)}{(105-93)} = 3,5 \text{ lb/min TR}$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/ min TR}}{(77 - 35) \text{ Btu/lb}} = 4.76 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (105 - 93) = 12 \text{ Btu/lb} \quad w = 778 (4,76) 12$$

$$W = 44439.4 \text{ ft.lb/min TR}$$

$$\text{Thp} = \frac{44439,4 \text{ ft lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}}$$

$$\text{Thp} = 1.35 \text{ HP/TR}$$

$$\text{Php} = 1.35 \text{ HP/TR} \cdot 2.6 \text{ TR} = 3,51 \text{ HP} = 8933 \text{ Btu/Hr} = 0,744 \text{ TR}$$

$$P = \frac{425 \times 10,9 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 8,22 \text{ HP}$$

$$N = \frac{3,51}{8,22} = 0,427 \quad N = 42,7\%$$

2.3.4 Bohn 4.

Cuadro 6. Datos equipo Bohn 4

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 419v I= 9.4 A
8.5	175	-3.2	-2.4	175	78.8	90	175	

$$C_{op} = \frac{(78 - 33)}{(103 - 92)} = 4.1$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu} / \text{min TR}}{(78 - 33) \text{ Btu/lb}} = 4.4 \text{ lb} / \text{min TR}$$

$$Q_w = (103 - 92) = 11 \text{ Btu/lb} \quad W = 778 (4.4) 11$$

$$W = 37655 \text{ ft.lb/min TR}$$

$$T_{hp} = \frac{37655 \text{ ft.lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb /min HP}} = 1.14 \text{ HP/TR}$$

$$P_{hp} = 1,14 \text{ HP/TR} \cdot 2,6 \text{ TR} = 2,96 \text{ HP} = 7533 \text{ Btu/Hr} = 0,628 \text{ TR}$$

$$P = \frac{419 \times 9,4 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 6,99 \text{ HP}$$

$$N = \frac{2,96}{6,99} = 0,423 \quad N = 42,3\%$$

2.3.5 Bohn 5

Cuadro 7. Datos equipo Bohn 5

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 425v I= 9.3 A
5	200	-0.6	-5.8	200	88	97	200	

$$\text{Cop} = \frac{(78-35)}{(100-93)} = 6.14$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu /min TR}}{(78-35) \text{ Btu lb}} = 4.65$$

$$Q_w = (100-93) = 7 \text{ Btu/lb} \quad W = 778(4,65)7$$

$$W = 25323.9 \text{ ft.lb/min TR}$$

$$\text{Thp} = \frac{25323,9 \text{ ft.lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}} = 0,7674 \text{ HP/TR}$$

$$\text{Php} = 0,7674 \text{ HP/TR } 2,6 \text{ TR}$$

$$\text{Php} = 1,995 \text{ HP} = 5077,3 \text{ Btu/Hr} = 0,423 \text{ TR}$$

$$P = \frac{425 \times 9,3 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 7,02 \text{ HP}$$

$$N = \frac{1,995}{7,02} = 0,284 \quad N = 28,4\%$$

Este valor es bajo, debido a que el cuarto tiene poco producto y la temperatura esta baja, teniendo poca exigencia en el evaporador, por lo tanto demanda poca potencia.

2.3.6 Bohn 6

Cuadro 8. Datos equipo Bohn 6

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 208v I= 20 A
10	200	-4.2	-9	180	80.8	92	180	

$$C_{op} = \frac{(77 - 38)}{(105 - 93)} = 3,25$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(77-38) \text{ Btu/lb}} = 5.13 \text{ lb / min TR}$$

$$Q_w = (105 - 93) = 12 \text{ Btu/lb} \quad w = 778 (5,13) 12$$

$$W = 47894 \text{ ft, lb/min TR}$$

$$T_{hp} = \frac{47894 \text{ ft lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}} = 1,45 \text{ HP/TR}$$

$$P_{hp} = 1,45 \text{ HP/TR } 2,6 \text{ TR}$$

$$P_{hp} = 3,77 = 9595 \text{ Btu/Hr} = 0,800 \text{ TR}$$

$$P = \frac{208 \times 20 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 7,38 \text{ HP}$$

$$N = \frac{3,77}{7,38} = 0,51$$

$$N = 51\%$$

2.3.7 Bohn 7

Cuadro 9. Datos equipo Bohn 7

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 207v I= 21.7 A
10	140	-7.6	- 8.8	140	39. 4	88.4	140	

$$C_{op} = \frac{(78 - 28)}{(98 - 87,5)} = 4,76$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(78 - 28) \text{ Btu/lb}} = 4 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (98 - 87,5) = 10,5 \text{ Btu/lb} \quad W = 778 (4) (10,5)$$

$$W = 32676 \text{ ft.lb/min TR}$$

$$T_{hp} = \frac{32676 \text{ ft.lb/min TR}}{33000 \text{ ft.lb/min HP}} = 0,992 \text{ HP/TR}$$

$$P_{hp} = 0,992 \text{ HP/TR } 2,6 \text{ TR}$$

$$P_{hp} = 2,6 \text{ HP} = 6617 \text{ Btu/Hr} = 0,551 \text{ TR}$$

$$P = \frac{207 \times 21,7 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 7,97 \text{ HP}$$

$$N = \frac{2,6}{7,97} = 0,326$$

$$N = 32,6\%$$

2.3.8 COPELAND

Cuadro 10. Datos equipo copeland.

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 201v I= 36.8 A
14	250	24.6	- 1.2	183	50. 2	105.2	183	

$$C_{op} = \frac{(78 - 38)}{(104 - 87)} = 2,35$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(78 - 38) \text{ Btu/lb}} = 5 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (104 - 87) = 17 \text{ Btu/lb} \quad W = 778(5) 17$$

$$W = 66130 \text{ ft lb/min TR}$$

$$T_{hp} = \frac{66130 \text{ ft lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}}$$

$$T_{hp} = 2 \text{ HP/TR}$$

$$P_{hp} = 2 \text{ HP/TR } 3.7 \text{ TR} = 7,4 \text{ HP} = 18833 \text{ Btu/Hr} = 1,569 \text{ TR}$$

$$P = \frac{201 \times 36,8 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 13,13 \text{ HP}$$

$$N = \frac{7,4}{13,13} = 0,556 \quad N = 55,6\%$$

2.3.9 York 2

Cuadro 11. Datos equipo York 2

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 421v I= 10.7 A
10	210	-1.4	-6.4	176	59.4	93.4	176	

$$C_{op} = \frac{(78-37)}{(104-90)} = 2,93$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(78-37) \text{ Btu/lb}} = 4,88 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (104 - 90) = 14 \text{ Btu/lb} \quad W = 778 (4,88) 14$$

$$W = 53153 \text{ ft.lb/min TR}$$

$$T_{hp} = \frac{53153 \text{ ft.lb/min TR}}{33000 \text{ ft.lb/min HP}}$$

$$T_{hp} = 1,62 \text{ HP/TR}$$

$$P_{hp} = 1,62 \text{ HP/TR } 2,7 \text{ TR}$$

$$P_{hp} = 4,37 \text{ HP} = 11122 \text{ Btu/Hr} = 0,927 \text{ TR}$$

$$P = \frac{421 \times 10,7 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 8 \text{ HP}$$

$$N = \frac{4,37}{8} = 0,546 \quad N = 54,6\%$$

2.3.10 York 6

Cuadro 12. Datos equipo York 6

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 420v I= 11 A
5	183	-5.4	-11.2	192	52.8	90.2	192	

$$\text{COP} = \frac{(77-35)}{(100-86)} = 3$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(77-35) \text{ Btu/lb}} = 4,76 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (100-86) = 14 \text{ Btu/lb}$$

$$W = 778 (4.76) (100-86)$$

$$W = 51846 \text{ ft, lb/min TR}$$

$$\text{Thp} = \frac{51846 \text{ ft.lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}}$$

$$\text{Thp} = 1,571 \text{ HP/TR}$$

$$\text{Php} = 1,571 \text{ HP/TR } 2,7 \text{ TR}$$

$$\text{Php} = 4,2 \text{ HP} = 10689 \text{ Btu/Hr} = 0,891 \text{ TR}$$

$$P = \frac{420 \times 11 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 8,2 \text{ HP}$$

$$N = \frac{4,2}{8,2} = 0,512$$

$$N = 51,2\%$$

2.3.11 York 7

Cuadro 13. Datos equipo York 7

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 420v I= 11.1 A
10	155	7.6	- 1.8	180	39.4	180	93. 4	

$$C_{op} = \frac{(80-30)}{(105-83)} = 2,3$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(80-30)\text{Btu/lb}} = 4 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (105 - 83) = 22\text{Btu/lb}$$

$$W = 778 (4) (22)$$

$$W = 68464 \text{ ft.lb/min TR}$$

$$T_{hp} = \frac{68464 \text{ ft.lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}} = 2,075 \text{ HP/TR}$$

$$P_{hp} = 2,075 \text{ HP/TR } 2,7 \text{ TR}$$

$$P_{hp} = 5,6 \text{ HP} = 14252 \text{ Btu/Hr} = 1,877 \text{ TR}$$

$$P = \frac{420 \times 11,1 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 8,28 \text{ HP}$$

$$N = \frac{5,6}{8,28} = 0,676 \quad N = 67,6\%$$

2.3.12 Equipo Lewis.

Cuadro 14. Datos equipo Lewis

Presión psi		Evaporador °F		Compresor °F		Condensador °F		Motor
Suc	Des.	Ts	Te	Ts	Te	Ts	Te	Ne =0.9 Cosø =0.85 V= 425v I= 250 A
10	188	10		145.8	41.2	93.4	145.8	

$$\text{Cop} = \frac{(620-151.7)}{(690-638)} = 9$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(690-638)\text{Btu/lb}} = 0.427 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (690 - 638) = 52\text{Btu/lb}$$

$$W = 778 (0.427) (52)$$

$$W = 17274.7 \text{ ft.lb/min TR}$$

$$\text{Thp} = \frac{17274.7 \text{ ft.lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}} = 0.52347 \text{ HP/TR}$$

$$\text{Php} = 0.52347 \text{ HP/TR} \times 49,7 \text{ TR}$$

$$\text{Php} = 26,02 \text{ HP} = 66221 \text{ Btu/Hr} = 5,518 \text{ TR}$$

$$P = \frac{425 \times 250 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 188,7 \text{ HP}$$

$$N = \frac{26.02}{188,7} = 0,138 \quad N = 13,8\%$$

Este valor es muy bajo y se debe a las condiciones que opera el compresor.

2.3.14 Frick 1 Y 2

Cuadro 15. Datos equipos Frick 1 y 2

Presión psi		Evaporador °F	Compresor °F		Condensador °F		Motor	
Suc	Des.	Ts	Ts	Te	Ts	Te	Frick 1	Frick 2
10	188	10	145.8	41.2	93.4	145.8	Ne=0.9 Cosø=0.85 V=427v I=110A	Ne=0.9 Cosø=0.85 V=428v I=109A

$$\text{Cop} = \frac{(638-147.8)}{(700-655)} = 10.9$$

$$M = \frac{200 \text{ Btu/min TR}}{(638-147.8) \text{ Btu/lb}} = 0.413 \text{ lb/min TR}$$

$$Q_w = (700-655) = 45 \text{ Btu/lb} \quad W = 778 (0.413) (45)$$

$$W = 14459.1 \text{ ft. lb/min TR}$$

$$\text{Thp} = \frac{14459.1 \text{ ft.lb/min TR}}{33000 \text{ ft lb/min HP}}$$

$$\text{Thp} = 0.4381 \text{ HP/TR}$$

$$\text{Php} = 0.4381 \text{ HP/TR } 37 \text{ TR}$$

$$\text{Php} = 16.21 \text{ HP} = 41254 \text{ Btu/Hr} = 3,44 \text{ TR}$$

$$P = \text{Pf1} + \text{Pf2}$$

$$Pf1 = \frac{427 \times 110 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 83,43 \text{ HP}$$

$$Pf2 = \frac{428 \times 109 \times 0,85 \times 1,73 \times 0,9}{746} = 82,86 \text{ HP}$$

$$P = 83,43 + 82,86 = 166 \text{ HP}$$

$$N = \frac{16,21}{166,3} = 0,975 \quad N = 9,75\%$$

Este valor es muy bajo y se debe a las condiciones que opera los compresores.

Cuadro 16. Resumen de eficiencias

Nombre del Cuarto	Eficiencia calculada %
Conservación de Langostino No1	Bohn 1 34,7 Bohn 2 51,5
Conservación de Langostino No2	Copeland 55,6
Conservación de Langostino No3	Bohn 3 42,7 Bohn 4 42,3
Túnel de Congelación de Langostino	Frick 1 9,75
Túnel de Congelación Pesca Blanca	Frick 2 9,75
Túnel de Congelación Lomos de Atún	E.Lewis 13,8
Conservación de Pesca Blanca No 4	Bohn 6 51
Conservación de Pesca Blanca No 5	Bohn 7 32,6
Cuarto de Materia Prima York 2	York 2 54,6
Cuarto de Materia Prima York 6	York 6 51,2
Cuarto de Materia Prima York 7	York 7 67,6

Cuarto de Materia Prima Bohn 5	Bonh 5 28,4
-----------------------------------	-------------

3. DETECCION DE FALLAS EN CUARTOS Y EQUIPOS

Las causas que originan las fallas encontradas durante la evaluación de los equipos y cuartos fríos, se describen a continuación en forma corta pero precisa.

3.1 CUARTO DE CONSERVACION DE LANGOSTINOS N°1 (Bohn 1 y Bohn 2)

- Falta de mantenimiento preventivo al equipo.
- Condensador de los equipos esta en mal estado.
- Los difusores deben ser reubicados.
- Mala distribución del producto.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no sé esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- Aislamiento de la tubería de succión esta en mal estado.

3.2 CUARTO DE CONSERVACION DE LANGOSTINOS N°2 (Copeland)

- Falta de mantenimiento preventivo al equipo.

- Mala distribución del producto.
- Falta control de temperatura de entrada de productos.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Aislamiento del techo en mal estado, por humedad.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no sé esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- Desagüe no esta canalizado.
- Voltaje fuera del +/- 5%.

3.3 CUARTO DE CONSERVACION DE LANGOSTINOS N°3 (Bohn 3 y 4)

- Falta de mantenimiento preventivo al equipo.
- El condensador del equipo Bohn 3 esta en mal estado.
- Mala distribución del producto.
- Falta control de temperatura de entrada del producto.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- No tienen cortinas plásticas las puertas.

- El aislamiento de la tubería de succión esta en mal estado.

3.4 TUNEL DE CONGELACION DE LANGOSTINO (FRICK 1Y 2)

- Falta de mantenimiento preventivo (over – hall) a compresores tornillos.
- Mala distribución del producto.
- Exceso de carga del producto.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Falta tratamiento del agua del condensador evaporativo.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- No tienen cortinas plásticas las puertas.
- Faltan deflectores en las esquinas para dirigir el aire.
- No se lleva un control de la temperatura interna del producto al entrar y salir.
- Condensador evaporativo en mal estado.
- El agua de enfriamiento no esta tratada.
- Hace falta un difusor en el cuarto de prefrío.

3.5 TUNEL DE CONGELACION DE PESCA BLANCA(FRICK 1Y2)

- Mala distribución del producto.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- No tienen cortinas plásticas las puertas.
- Faltan deflectores en las esquinas para dirigir el aire.
- No se lleva un control de la temperatura interna del producto al entrar y salir.
- Condensador evaporativo en mal estado.
- El agua de enfriamiento no esta tratada.
- El cuarto de empaque necesita prefirió.

3.6 TUNEL DE CONGELACION DE LOMOS DE ATUN (E. LEWIS)

- Falta mantenimiento preventivo (over- hall) al compresor tornillo.
- Mala distribución del producto.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- El piso se encuentra en mal estado (hacerlo nuevo).
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.

- No tienen cortinas plásticas las puertas.
- Faltan deflectores en las esquinas para dirigir el aire.
- Las paredes laterales tienen humedad del lado externo y algunas grietas.
- No se lleva un control de la temperatura interna del producto al entrar y salir.
- El agua de enfriamiento no esta tratada.
- Las paredes laterales tienen humedad del lado externo y algunas grietas.
- Condensador de tubo y carcaza en mal estado.
- Enfriador de aceite en mal estado.

3.7 CUARTO DE CONSERVACION DE PESCA BLANCA N°4 (Bonh 6)

- Falta de mantenimiento preventivo al equipo.
- El condensador se encuentra en mal estado.
- Mala distribución del producto.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- La alarma de pedir ayuda no funciona.
- Desagüe no esta canalizado.
- El aislamiento de la tubería de succión esta en mal estado.

3.8 CUARTO DE CONSERVACION DE PESCA BLANCA N°5 (Bonh7)

- Mala distribución del producto.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- La alarma de pedir ayuda no funciona.
- Desagüe no esta canalizado

3.9 CUARTO DE MATERIA PRIMA YORK 2 (York2)

- Falta mantenimiento preventivo al equipo.
- Mala distribución del producto.
- El condensador se encuentra en mal estado.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- El equipo debe ser reubicado.

- Aislamiento de la tubería de succión esta en mal estado.
- No tienen cortinas plásticas las puertas.
- Desagüe no esta canalizado

3.10 CUARTO DE MATERIA PRIMA YORK 6 (York 6)

- Falta mantenimiento preventivo al equipo.
- Mala distribución del producto.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- La alarma de pedir ayuda no funciona.
- Aislamiento de la tubería de succión esta en mal estado.
- Desagüe no esta canalizado

3.11 CUARTO DE MATERIA PRIMA YORK 7 (York7)

- Falta mantenimiento preventivo al equipo.
- Mala distribución del producto.

- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección
- Aislamiento de la tubería de succión esta en mal estado.

3.12 CUARTO DE MATERIA PRIMA BOHN 5 (Bohn 5)

- Falta mantenimiento preventivo al equipo.
- Mala ubicación de la unidad condensadora.
- Mala distribución del producto.
- Falta control de temperatura de entrada del producto.
- La operación de las puertas es inadecuada.
- Empaques de las puertas en mal estado y seguros y bisagras desnivelados.
- Luces encendidas a deshoras, mientras no se esta utilizando el cuarto.
- Las lamparas no tienen pantalla de vidrio y protección.
- La alarma de pedir ayuda no funciona.

4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS PARA LA SOLUCION DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS.

Después de analizar todos los sistemas de enfriamiento, presentamos dos alternativas con el fin de mantener la calidad del producto y una operación con menor costo.

➤ Alternativa uno:

- Aplicación inmediata de un mantenimiento correctivo y la implementación de un programa de mantenimiento preventivo a todos los equipos de los diferentes cuartos de conservación y túneles de congelación.
- Cambiar el tornillo Mycom por uno nuevo y de baja temperatura.
- Hacer limpieza mecánica y química al enfriador de aceite del compresor tornillo Mycom.
- Realizar un mantenimiento al los condensadores evaporativos y a la torre de enfriamiento de los equipos de congelación.
- En el prefirió de empaque de los túneles de congelación de langostino y pesca blanca, mantener las puertas cerradas mantener baja la temperatura del producto al momento de empacarlo.

- Cambiar los condensadores de los equipos Bohn #1, #2, #3, #6, y York #2
- Cambiar el aislamiento de la tubería de succión de los equipos Bohn 1, 2, 3, 4, 7 y York 2, 6, 7.
- Capacitar a los operadores de los cuartos sobre el uso de las luces, puertas y manera de estibar.

➤ Alternativa dos.

- Aplicación inmediata de un mantenimiento correctivo y la implementación de un programa de mantenimiento preventivo sistematizado a todos los equipos de los diferentes cuartos de conservación y túneles de congelación.
- Hacer un over- hall al tornillo Mycom.
- Hacer mantenimiento al enfriador de aceite del tornillo Mycom.
- Quitar el condensador evaporativo, y condensador de tubo y carcasa del equipo Lewis (tornillo Mycom), para ser reemplazado por un condensador evaporativo nuevo de la capacidad total de ambos.
- Hacer over hall a los tornillos Frick 1 y 2.
- Los compresores alternativos sacarlos de servicio, pero dejarlos interconectados para trabajar en emergencia.
- Cambiar el compresor del equipo york 2 por uno nuevo.

- Cambiar los condensadores de los equipos bohn 1, 2 , 3, 6, y york 2
- Cambiar el aislamiento de la tubería de succión de los equipos bohn 1, 2, 3, 4, 7 y york 2, 6, 7.
- Capacitar a los operadores de los cuartos sobre el uso de las luces y puerta
- Colocar un difusor en el cuarto de prefirió de empaque.
- Mover los equipos Bohn 1 y 2.

4.1 ALTERNATIVA UNO

La adecuada distribución del producto en los cuartos fríos es necesaria para garantizar que el aire de circulación llegue a todos los espacios y exista el intercambio de calor necesario para congelar y enfriar los productos; además el orden facilita el transito de personas reduciendo horas de trabajo, siendo más fácil hacer rotación del inventario. (Ver en el anexo e la distribución de cada cuarto recomendada).

Nótese que cerca y debajo de los difusores no hay producto, la altura de las pilas de estibas no es igual, el ancho de los corredores de transito es mayor y no debe colocarse producto pegado a las paredes, dejando una separación de 20 cm. Los trabajadores que estiban el producto deben ser capacitados en la distribución del producto.

Uno de los elementos que deben ser manejados con suma atención son las puertas, cada vez que se abren se produce infiltración del aire externo aumentando la carga térmica necesaria y el aire caliente al chocar contra el evaporador frío condensa su contenido de vapor de agua y como su temperatura de trabajo es bajo cero se forma inmediatamente una capa de escarcha o hielo sobre las aletas del evaporador, reduciendo la transferencia de calor y disminuyendo el flujo del aire.

En el cuarto de conservación de Langostino No 3, el de materia prima York 2, Túneles de congelación de langostino, pesca blanca y lomos de atún no tienen cortina plástica para reducir la infiltración del aire, es necesario instalarlas y capacitar a los operarios sobre el cierre de las puertas en todo momento, esta cortina es en plástico filpack. Nunca se deben abrir dos puertas de un mismo cuarto o uno que este comunicado al tiempo pues esto permite que el aire entre por un lado y salga por otro aumentando la carga térmica necesaria de los cuartos y por ende su temperatura interna.

Todos los empaques, bisagras y seguros deben ser reparados y ajustados, así como también limpiar el hielo que se forma en las orillas, para garantizar un buen cerrado.

La iluminación dentro de los cuartos es necesaria para su operación, pero cuando no hay nadie dentro es innecesaria por cuanto aumenta la carga térmica, además al estar expuesto el producto a la luz mucho tiempo puede sufrir alteraciones en su color. Los trabajadores que operan el cuarto deben ser capacitados al respecto. Las lámparas que se utilizan deben tener una pantalla de vidrio transparente protectora, ya que con un cambio brusco de temperatura explotan los bombillos.

Dentro de los cuartos es posible que ocurra algún accidente debido a que en el piso se forma una capa de hielo o que en algún momento por descuido un trabajador quede encerrado y por las bajas temperaturas a las que estaría expuesto le causaría un daño mayor o incluso la muerte. Por todo esto se hace necesario instalar dentro de cada cuarto un botón pulsador conectado a una alarma para pedir auxilio. En la sala de máquinas existe un tablero para la alarma, pero está fuera de servicio y faltan los pulsadores.

En el Túnel de congelación lomos de atún se observa que en las paredes laterales hay humedad, esto es signo de condensación de agua debido al mal estado del aislamiento y a las grietas que presentan las paredes lo que hace que deban ser aisladas de nuevo con 8" de espesor de poliuretano y reparar la pared, para evitar cargas térmicas altas por transmisión de calor.

Durante la descongelación de los difusores estos botan agua afuera, en los equipos Copeland, York 6, Bohn 6, Bohn 7 y York 2 el agua de descongelación sale al patio y se acumula en la base de las paredes aledañas, lo cual causa deterioro en los cimientos de estas por mantenerlas muy húmedas, además estos charcos pueden ocasionar un accidente laboral. Se hace necesario canalizarlos hacia los desagües de aguas lluvias.

Los Túneles de Congelación trabajan mediante el sistema Blast Freezers, el cual hace pasar una corriente de aires a través de los carritos, pero esta corriente debe estar dirigida lo mejor posible para permitir una transferencia de calor optima. En los túneles de congelación de langostinos, pesca blanca y lomos de atún hay que construir rejillas para dirigir el aire y en las esquinas superiores unos deflectores redondeados en lamina galvanizada o aluminio, ver en el capítulo de generalidades la figura mostrada.

En la calidad del producto la temperatura es una de las variables más importantes para determinar en que estado esta el producto por lo cual se hace necesario que el Departamento de Calidad lleve un control de la temperatura a la entrada y salida del producto en los túneles y cuartos de conservación. Por lo cual se sugiere que antes de meter el producto se mida su temperatura en el

centro del mismo, verificando que su temperatura sea de -18°C , ya que esta es la temperatura a la que debe llegar el producto en su centro al salir del túnel; una vez se verifica la temperatura se podrá llevar los carritos a Pre-frio para su empaque, si esto no se hace y se saca el producto a una temperatura más alta llegara a los cuartos de congelación más caliente y los equipos de conservación no están diseñados para congelar el producto, incrementando así su carga térmica.

Los cuartos de prefrió de empaque de los túneles de congelación de langostino y pesca blanca, necesitan de mantener una temperatura más baja que la externa para que el producto no se caliente, por la cual es necesario mantener este cuarto cerrado, con lo cual el aire frío que se escapa al abrir las puertas de los túneles lo mantienen a una temperatura menor.

Las tuberías de succión deben estar aisladas para evitar sobrecalentamiento del excesivo del refrigerante y evitar la condensación del agua. En los equipos Bohn 1,2,3,4,5,6,7 y York 2,6,7 el aislamiento de la tubería de succión esta en mal estado y es necesario cambiarlo, este aislamiento es con Rubatex de $1\frac{3}{8}''$ X $\frac{1}{2}''$.

El condensador es un elemento de intercambio de calor con el medio ambiente, ya que por él disipa el calor absorbido en el evaporador y por lo cual es de importancia, un condensador en buen estado produce un subenfriamiento en el

refrigerante lo que aumenta la capacidad del evaporador y baja la temperatura de descarga del compresor operando en condiciones optimas; en los equipos Bohn 1,2,3,6 y York 2 es necesario cambiar el condensador por el mal estado en que se encuentran. Al momento de cambiar los condensadores se debe aprovechar para utilizar un refrigerante ecológico como el Suva HP80 que puede remplazar al freón 502 que se utiliza en el momento, además es necesario cambiar el filtro secador y el aceite. Los demás equipos que trabajan con refrigerante 502 pueden esperar a que se les realice algún trabajo en el cual la carga de refrigerante sea perdida o que este salga totalmente del mercado según se espera sea pronto.

Con respecto a los equipos Lewis, Frick 1 y 2 el condensador evaporativo está muy viejo y en mal estado, es necesario realizar un mantenimiento general al condensador evaporativo y a la torre de enfriamiento para mejorar su funcionamiento, limpiando la tubería y laminas de residuos y pintura epoxica general y un tratamiento químico del agua de circulación.

En el equipo Lewis el enfriador de aceite no esta enfriando lo suficiente debido a las incrustaciones que presenta por el tiempo de uso y la falta de tratamiento de agua, se hace necesario realizar un mantenimiento correctivo en estos momentos al intercambiador con una limpieza química y mecánica general de los tubos

para desincrustar el sucio y un mantenimiento preventivo por lo menos anual. El tornillo según la reparación que se realizó en 1996 se encontró que su rotor lóbulo macho y hembra tenía un desgaste mayor del límite establecido por el fabricante, por lo cual es necesario repararlo, además este tornillo está operando en condiciones que no son las de su diseño; según el modelo el tornillo es para media temperatura y media relación de compresión y no para lo que se necesita, que es baja temperatura y alta relación de compresión; esto ocasiona que trabaje con alta temperatura de descarga por la que fue diseñado y alta temperatura del enfriador de aceite, por todo esto habría que cambiar el cabezal para convertirlo a alta relación de compresión. Recomendamos cambiarlo por un nuevo modelo N200VLD que es un tornillo de la misma capacidad, pero de volumen variable para ahorrar energía siendo moderno con una vida útil más prolongada.

4.2 ALTERNATIVA DOS

La adecuada distribución del producto en los cuartos fríos es necesaria para garantizar que el aire de circulación llegue a todos los espacios y exista el intercambio de calor; además el orden facilita el tránsito reduciendo horas de trabajo, siendo más fácil hacer rotación del inventario. (Ver en el anexo e la distribución de cada cuarto recomendada).

Nótese que cerca y debajo de los difusores no hay producto, la altura de las pilas de estibas no es igual, el ancho de los corredores de tránsito es mayor y no debe colocarse producto pegado a las paredes, dejando una separación de 20 cm. Los trabajadores que estiban el producto deben ser capacitados en la distribución del producto.

Uno de los elementos que deben ser manejados con suma atención son las puertas, cada vez que se abren se produce infiltración del aire externo aumentando la carga térmica necesaria, además, el aire caliente al chocar contra el evaporador frío se condensa su contenido de vapor de agua y como su temperatura de trabajo es bajo cero se forma inmediatamente una capa de escarcha o hielo sobre las aletas del evaporador, reduciendo la transferencia de calor y disminuyendo el flujo del aire.

En los cuartos de conservación de Langostino No 3, el de materia prima YORK 2, Túneles de congelación de langostino, pesca blanca y lomos de atún no tienen cortina plástica para reducir la infiltración del aire, es necesario instalarlas y capacitar a los operarios sobre el cierre de las puertas en todo momento, esta cortina es en plástico filpack. Nunca se deben abrir dos puertas de un mismo cuarto o uno que este comunicado al tiempo pues esto permite que el aire entre

por un lado y salga por otro aumentando la carga térmica necesaria de los cuartos y por ende su temperatura interna.

Todos los empaques, bisagras y seguros deben ser reparados y ajustados, así como también limpiar el hielo que se forma en las orillas.

La iluminación dentro de los cuartos es necesaria para su operación, pero cuando no hay nadie dentro es innecesaria por cuanto aumenta la carga térmica, además al estar expuesto el producto a la luz mucho tiempo puede sufrir alteraciones en su color. Los trabajadores que operan el cuarto deben ser capacitados al respecto. Las lámparas que se utilizan deben tener una pantalla de vidrio transparente protectora, ya que con un cambio brusco de temperatura explotan los bombillos.

En el Túnel de congelación lomos de atún se observa que en las paredes laterales hay humedad, esto es signo de condensación de agua debido al mal estado del aislamiento y a las grietas que presentan las paredes lo que hace que deban ser aisladas de nuevo con 8" de espesor de poliuretano y reparar la pared, para evitar cargas térmicas altas por transmisión de calor.

Durante la descongelación de los difusores estos botan agua afuera, en los equipos Copeland, York 6, Bohn 6, Bohn 7 y York 2 el agua de descongelación

sale al patio y se acumula en la base de las paredes aledañas, lo cual causa deterioro en los cimientos de estas por mantenerlas muy húmedas, además estos charcos pueden ocasionar un accidente laboral. Se hace necesario canalizarlos hacia los desagües de aguas lluvias.

Los Túneles de Congelación trabajan mediante el sistema Blast Freezers, el cual hace pasar una corriente de aires a través de los carritos, pero esta corriente debe estar dirigida lo mejor posible para permitir una transferencia de calor óptima. En los túneles de congelación de langostinos, pesca blanca y lomos de atún hay que construir rejillas para dirigir el aire y en las esquinas superiores unos deflectores redondeados en lamina galvanizada o aluminio, ver en el capítulo de generalidades la figura mostrada.

En la calidad del producto la temperatura es una de las variables más importantes para determinar en que estado esta el producto por lo cual se hace necesario que el Departamento de Calidad lleve un control de la temperatura a la entrada y salida del producto en los túneles y cuartos de conservación. Por lo cual se sugiere que antes de meter el producto se mida su temperatura en el centro del mismo, verificando que su temperatura sea de -18°C , ya que esta es la temperatura a la que debe llegar el producto en su centro al salir del túnel; una vez se verifica la temperatura se podrá llevar los carritos a Prefirió para su

empaque, si esto no se hace y se saca el producto a una temperatura más alta llegara a los cuartos de congelación más caliente y los equipos de conservación no están diseñados para congelar el producto, incrementando así su carga térmica.

Los cuartos de prefrió de empaque de los túneles de congelación de langostino y pesca blanca, necesitan de mantener una temperatura más baja que la externa para que el producto no se caliente, por la cual es necesario instalar un difusor allí para mantener la temperatura de empaque en esta zona. En el cuarto de conservación de langostinos n°2 existe un difusor del antiguo equipo Astra que puede ser reinstalado en el de prefrió conectandolo a los tornillos frick, ya que este difusor esta en buen estado y no lo utilizan, es necesario realizarle un mantenimiento antes de instalarlo por el tiempo que tiene sin operar.

Las tuberías de succión deben estar aisladas para evitar sobrecalentamiento del excesivo del refrigerante y evitar la condensación del agua. En los equipos Bohn 1,2,3,4,5,6,7 y York 2,6,7 el aislamiento de la tubería de succión esta en mal estado y es necesario cambiarlo, este aislamiento es con Rubatex de 1 3/8" X 1/2".

El condensador es un elemento de intercambio de calor con el medio ambiente, ya que por él disipa el calor absorbido en el evaporador y por lo cual es de

importancia, un condensador en buen estado produce un subenfriamiento en el refrigerante lo que aumenta la capacidad del evaporador y baja la temperatura de descarga del compresor operando en condiciones optimas; en los equipos Bohn 1,2,3,6 y York 2 es necesario cambiar el condensador por el mal estado en que se encuentran. Al momento de cambiar los condensadores se debe aprovechar para utilizar un refrigerante ecológico como el Suva HP80 que puede remplazar al freón 502 que se utiliza en el momento, además es necesario cambiar el filtro secador y el aceite. Los demás equipos que trabajan con refrigerante 502 pueden esperar a que se les realice algún trabajo en el cual la carga de refrigerante sea perdida o que este salga totalmente del mercado según se espera sea pronto.

Con respecto a los equipos Frick 1 y 2 el condensador evaporativo está muy viejo y en mal estado, es necesario realizar un mantenimiento general al condensador evaporativo y a la torre de enfriamiento para mejorar su funcionamiento, limpiando la tubería y laminas de residuos y pintura epoxica general y realizar un tratamiento químico al agua de circulación.

En el equipo Lewis el condensador evaporativo y el condensador por tubo y carcasa recomendamos remplazarlos por uno nuevo de la capacidad total de calor removido, para eliminar el condensador intercambiador de tubo y carcasa

y el condensador evaporativo que están instalados en estos momentos (ver el anexo f el diagrama del Lewis), con lo cual solo tendría un condensador evaporativo nuevo y no es necesario el de tubo y carcasa, ni el evaporativo que esta en mal estado. Podrá utilizar un condensador evaporativo con las siguientes especificaciones: 136 TR de calor disipado, 36.7°C condensación y 27.8°C bulbo húmedo, se prefieren los de ventilador axial con aspas de aluminio por el buen desempeño que tienen en planta 2.

En el equipo Lewis el enfriador de aceite no esta enfriando lo suficiente debido a las incrustaciones que presenta por el tiempo de uso y la falta de tratamiento de agua, se hace necesario realizar un mantenimiento correctivo en estos momentos al intercambiador con una limpieza química y mecánica general de los tubos para desincrustar el sucio y un mantenimiento preventivo por lo menos anual. El tornillo según la reparación que se realizo en 1996 se encontró que su rotor lóbulo macho y hembra tenia un desgaste mayor del limite establecido por el fabricante, por lo cual es necesario repararlo, además este tornillo esta operando en condiciones que no son las de su diseño; según el modelo el tornillo es para media temperatura y media relación de compresión y no para lo que se necesita, que es baja temperatura y alta relación de compresión; esto ocasiona que trabaje con alta temperatura de descarga por la que fue diseñado y alta temperatura del

enfriador de aceite, por todo esto habría que cambiar el cabezal para convertirlo a alta relación de compresión. Recomendamos no cambiarlo por un nuevo modelo, sino realizar un over hall, ya que es más económico repararlo y dejarlo así que comprar uno nuevo, con una buena reparación el podrá funcionar bien por lo menos tres años mas, siempre que se le realicen sus revisiones periódicas y mantenimiento preventivo.

Los compresores tornillos marca Frick 1 y 2 requieren de un over hall de carácter urgente debido a las horas de trabajo (104.309 hr) que tiene funcionando sin mantenimiento. Lo que a llevado a perdida de eficiencia de los equipos (ver 2.3.13). Los compresores Frick alternativos que trabajan junto con los tornillos Frick (ver anexo f diagrama de los frick) podrán ser instalados a los difusores Astra en el cuarto de Conservación de Langostinos No2. Ahorrándose la potencia adicional consumida en los Frick 1 y 2 o mantenerlos interconectados a los tornillos Frick para operar en una emergencia, una ves se realicen el over hall, ahorrándose la potencia adicional que consumen estos compresores alternativos en estos momentos.

El compresor del equipo York 2 esta en malas condiciones, es muy viejo tiene casi 15 años funcionando y se le han realizado varias reparaciones y over hall, Por lo cual recomendamos cambiarlo por uno igual y nuevo, mejorando la confiabilidad del cuarto por paradas sorpresas que requieren pasar el producto

del cuarto a otros con el fin de evitar que se descongele y evitar que se dañe producto.

Como se explico anteriormente con respecto a la Infiltración, los difusores no deben en lo posible tomar aire caliente, por lo cual su ubicación estará lejos de las puertas. Los equipos Bohn 1 y 2 deben ser reubicados como se muestra en las Hojas de Distribución del Producto (ver el anexo e) El equipo York 2 también debe ser trasladado pero existe la dificultad de encontrarse una escalera que comunica con las oficinas del segundo piso y no es posible moverlo ya que es un equipo tipo paquete. Si en un futuro este equipo es reemplazado deberá ser por un equipo tipo partido como los Bohn 1,2,3,4,5, y 6 que permiten instalar la condensadora fuera y el difusor localizado dentro del cuarto.

Para una correcta operación y confiabilidad de todo el sistema es necesario realizar mantenimiento preventivo y llevar todos los datos recolectados de una manera fácil y rápida de consultar, recomendamos implementar el mantenimiento preventivo y correctivo con ayuda de un software para que sea mucho más eficiente y no se corra con el riesgo de no realizar alguna actividad por olvido o desconocimiento. Con esto se evitarían contratiempos y desacuerdos.

4.3 ALTERNATIVA RECOMENDADA

Después de realizar un análisis de las alternativas que tienen la solución de los problemas encontrados llegamos a la conclusión que la alternativa dos es la que mejor se ajusta al problema, pues contiene las soluciones de las fallas detectadas y además plantea la reparación del tornillo Lewis en ves de cambiarlo por uno nuevo, lo que elevaría los costos del proyecto, además contiene la recomendación de cambiar el condensador evaporativo y el condensador de intercambiador de tubo y carcaza por un solo condensador evaporativo, esto evita los problemas de mantenimiento del intercambiador y el condensador evaporativo actual que esta en mal estado y con un solo condensador evaporativo ahorramos consumo de energía eléctrica y tenemos la confiabilidad de operar con un condensador nuevo. La alternativa de mantener la interconexión de los compresores alternativos Frick es una ventaja pues aunque después del over hall de los tornillos Frick 1 y 2 no son necesarios y ahorran energía, mantienen una alternativa de ayudar en caso de una emergencia.

El programa de mantenimiento, es de especial interés pues sin un programa de mantenimiento preventivo aplicado correctamente y a tiempo oportuno, toda las inversiones que realice la empresa a los equipos no serán retribuidas y el sistema fallara en cualquier momento.

5 EVALUACION ECONOMICA

Para la realización de la evaluación económica de la mejor alternativa planteada, se inicia valorando cada una de los items recomendados para solucionar las diferentes fallas encontradas en los sistemas de refrigeración.

El segundo paso es aplicar el método del valor presente neto para establecer si hay ingresos en el proyecto.

5.1. PRESUPUESTO

Para determinar los costos de las diferentes actividades a realizar, se consulto a distintos proveedores, contratistas, firmas representantes y empresas especializadas, los cuales suministraron los valores en pesos, que a continuación mostramos.

Cuadro 17. Inversiones recomendadas

Item	DESCRIPCION	Valor \$
1	Instalación de empaques nuevos en las puertas de los cuartos fríos.	800.000.00
2	Instalación de cortinas plásticas filpack en la entrada de cuartos fríos.	630.000.00
3	Instalación de resistencia y adecuación de drenaje en equipos de conservación.	600.000.00
4	Instalación de lamparas en los cuartos	300.000.00
5	Cambiar el compresor del equipo York 2	5.000.000.00
6	Reubicación de equipos Bohn No1 y No. 2.	2.700.000.00
7	Desmantelar e instalar aislamiento en rubatex en la línea de succión de equipos de conservación.	240.000.00
8	Cambio de condensadores de equipos Bohn No. 1, No 2, No 3, No. 6, equipos York No. 2	6.500.000.00
9	Capacitación de personal de almacén y descarga	80.000.00
10	Construcción de una nueva pared e instalación de nuevo aislamiento en poliuretano en el túnel del Lewis	3.800.000.00
11	Fabricación de rejillas deflectoras en los túneles de congelación	1.500.000.00
12	Realización de over – hall a los compresores tornillos Frick No. 1 y No. 2	32.000.000.00
13	Realizar limpieza química y mecánica el enfriador de aceite del equipo Lewis	1.700.000.00
14	Realización de over- hall del tornillo Lewis.	16.000.000.00
15	Comprar e instalar condensador evaporativo para el tornillo Lewis.	55.000.000.00
16	Instalacion del difusor para prefrio	4.000.000.00
17	Implementar programa de mantenimiento sistematizado.	2.000.000.00
18	Tratamiento del agua de circulacion de la torre de enfriamiento y condensadores evaporativos.	1.000.000.00
	VALOR TOTAL	133.850.000.00

5.2 METODO DEL VALOR PRESENTE NETO (VPN)

En la evaluación económica de la mejor alternativa, todos los beneficios obtenidos con el proyecto no son posibles cuantificarlos en dinero ya que son gastos o inversiones que no se pueden evaluar, esto no quiere decir que no sean beneficios reales, es solo que no existen métodos para su determinación.

EL método del valor presente neto consiste en tomar los ingresos y egresos, comparandolos en un punto del periodo, para determinar si es mayor, igual o menor que cero. Si es mayor que cero el proyecto tiene ingresos, si es igual a cero es indiferente, y si es menor que cero el proyecto tiene egresos, o sea hay pérdida de dinero.

Para este proyecto se tomo un periodo de 36 meses, en inversiones de los costos repartidos en tres partes, con el fin de evitar que la inversión del capital de la empresa se realice de una sola vez, si no que por el contrario, sea cada 12 meses.

La tasa de interés utilizada es ligeramente mas baja que la que ofrece un banco o corporación de ahorro, esto es con el fin de no incurrir en una proyección del dinero con utilidad ficticia, ya que siempre existen riesgos y variables que no se pueden controlar.

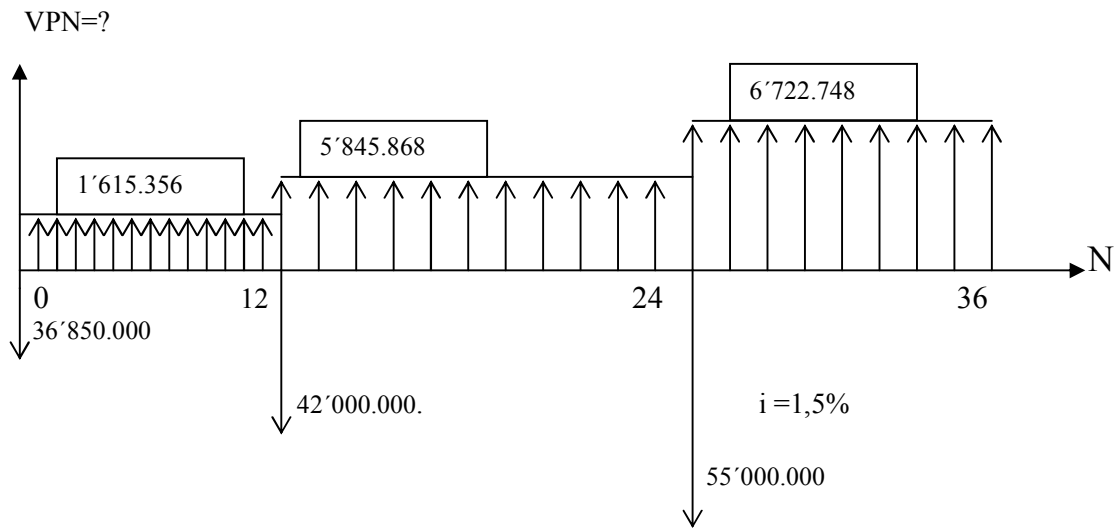


Diagrama de flujo

Periodo (0-12)

Egreso:

Item N° 1,2,3,4,5,6,7,8,9,14 y 16 (ver tabla # 3)

Valor 36'850.000

Ingreso:

240 HP 0,12 = 28.8 HP Ahorro por over hall del tornillo Lewis, ya que un 12 % se limita por las condiciones en que esta.

28.8 HP 0.746 Kw = 21.5 Kw

1 HP

21.5 Kw 22 Hr 30 días = 14190 Kw/mes

Suponiendo que las perdidas de aire por infiltración, de todos los cuartos son aproximadamente iguales la que ocurre al abrir una puerta, o sea que la suma de las rendijas de todos los empaques de las puertas es igual a toda el area de una sola puerta.

113 cfm de infiltración tienen una carga de 2998 Btu/Hr en 3 Hr,

para 24 Hr $23984 \text{ Btu/HR} \cong 24000 \text{ Btu/HR} = 2 \text{ TR}$

Para 2 TR en baja temperatura se necesitan aproximadamente 7 HP

7 HP $0.746 \text{ Kw} = 5.22 \text{ Kw}$

1 HP

$5.22 \text{ Kw} \cdot 24 \text{ HR} \cdot 30 \text{ días} = 3758,4 \text{ Kw/mes}$

Costo de Kw = \$90

$14190 \text{ Kw} + 3758,4 \text{ Kw} = 17948,4 \text{ Kw}$

$90 \text{ \$/ Kw} \cdot 17948,4 \text{ Kw} = 1'615.356 \text{ \$/mes}$

Durante el periodo 0-12

Periodo (12-24)

Egreso:

Item N° 10, 11, 12, 13, 17 y 18. (ver cuadro 17)

Valor 42'000.000

Ingreso:

17948,4 Kw que vienen del periodo anterior.

240 HP $0,12 = 28,8$ HP Ahorro de energia por la limpieza quimica y mecanica del enfriador de aceite del Lewis

50 HP $0,746$ Kw = 37,3 Kw Ahorro de energia por apagar el compresor alter-

1 HP nativo, una ves se realice el over hall de los tornillos Frick 1 y 2 , y se apague.

$37,3$ Kw 22 Hr 30 dias = 24618 Kw/mes

$17948,4$ Kw + 24618 Kw + 14190 Kw = 56756 Kw/mes

56756 Kw/mes 103 \$/Kw = $5'845.868$ \$/mes

Durante el periodo (12-24) con un aumento de la tarifa de energia del 15% anual.

Periodo (24-36)

Egreso :

Item N° 15 (ver cuadro 17)

Valor $55'000.000$

Ingreso :

Vienen 56756 Kw del anterior, para un aumento de la tarifa electrica del 15% anual.

56756Kw 118\$/Kw =6'722.748\$/mes Durante el resto del periodo.

Definición de variables:

VPN = Valor presente neto.

P/A = Presente dado anuidad.

P/F = Presente dado futuro.

F/P = Futuro dado presente.

I = interes efectivo mensual.

N = Periodos, meses.

$$\begin{aligned} \text{VPN} = & -36'850.000 - 42'000.000 (\text{P/F}, 1.5\%, 12) - 55'000.000 (\text{P/F}, 1.5\%, 24) \\ & + 1'615.356 (\text{P/A}, 1.5\%, 12) (\text{F/P}; 1.5\%, 1) + 5'845.868 (\text{P/A}, 1.5\%, 12) (\text{P/F}, \\ & 1.5\%, 11) + 6'722.748 (\text{P/A}, 1.5\%, 12) (\text{P/F}, 1.5\% 23) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VPN} = & -36'850.000 - (0,8364) - 55'000.000. (0,6995) + 1'615.356 (10,9075) \\ & (1,015) + 5'845.868 (10,9075) (0,8489) + 6'722.748 (10.9075) \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = 13' 632.060$$

VPN > 0, Entonces el proyecto si tiene ingresos y es viable su realización.

CONCLUSIONES

Después de identificar cada uno de los factores que afectan el buen proceso de congelación y almacenamiento de los productos y con el propósito de mejorar el desarrollo y la competitividad de la empresa, llegamos a las recomendaciones de cada uno de los factores que intervienen.

En resumen a todas estas se determino que la planta cuenta con un sistema bien diseñado e instalado, pero se tiene algunos inconvenientes debido a la falta de mantenimiento preventivo de los equipos, el tiempo de servicio que tienen los equipos, la regular operación de los cuartos y túneles, y el estado en que se encuentran algunos elementos que intervienen.

Por todo esto se presenta la alternativa dos que es la que recomendamos como la mejor, se ajusta a las necesidades del sistema y esta dentro de costos razonables. El capítulo de alternativas esta dedicado exclusivamente a las recomendaciones pertinentes a los cuartos de conservación, congelación y equipos y plantea las soluciones básicas a las fallas detectadas.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS INC. Refrigeration Handbook, Atlanta U.S.A: ASHRAE, 1994.

AMERICAN. Fundamentals. New York U.S.A: ASHRAE, 1977.

CONES P, José. MADRIT V, Antonio, REGIDOR S, Fernando y MADRID V, Juana. Refrigeración, Congelación y Envasado de los alimentos. 2 ed. Madrid: Amv Ediciones, 1994. 360 p.

DOSSAT, Roy. Principios de Refrigeración. 2 ed. México: Compañía Editorial Continental, 1980. 594 p.

JENNINGS, Burgess, LEWIS, Samuel. Aire Acondicionado y Refrigeración. 8 ed. México: Editorial Compañía Continental, 1979.

MADRIT V, Antonio. MADRIT M, Juana, Tecnología del pescado y productos derivados. Madrid: Amv Ediciones, 1994. 376 p.

MANUAL, Refrig Program User's. versión 1. Refrigeration Box Loads. Bryan, Texas: Elite Software Development Incorporated, 1989. 180p.

MALLET. Tecnología de los alimentos congelados. Madrid: Amv Ediciones, 1994 primera edición. 380 p.

ZDZISLAW E, Sikorski. Tecnología de los productos del mar. Zaragoza, España: Ediciones Acribia S.A., 1990 primera Edición 330 p.