

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE
PESCADO DE 142 TMD Y 1700 TM DE
ALMACENAMIENTO.**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

JAVIER SANCHEZ MUÑOZ

PROMOCION 2009-I

LIMA-PERU

2012

Este Trabajo lo dedico:

A Pedro y Dora,
amigos y padres maravillosos,
que gracias a su apoyo me hacen
ser mejor cada día.

A mi Tía Rosita Sanchez quien me apoyo
y confió en mí cuando más lo necesite.

Gracias a ustedes lo estoy logrando.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	5
2. EL CONGELAMIENTO DEL PESCADO.....	9
2.1. Características del pescado.....	9
2.2. Composición nutricional	10
2.3. Descripción de procesos de congelado	12
2.3.1. Diagrama de flujo congelado	12
2.3.2. Recepción de materia prima en planta	13
2.3.3. Escogido Fauna Acompañante.....	14
2.3.4. Pesado	14
2.3.5. Separación piezas de pescado por tamaños: GRADING.....	15
2.3.6. Selección de pescado en fajas transportadoras.....	16
2.3.7. Empacado.....	17
2.3.8. Enzunchado (solo para cajas de cartón).....	18
2.3.9. Almacenamiento previo en racks	19
2.3.10. Congelamiento.....	19
2.3.11. Paletizado	19
2.3.12. Almacenamiento de producto en cámaras.	20
2.3.13. Despacho de producto.....	21
3. CONCEPTOS DE REFRIGERACIÓN Y SELECCIÓN DEL SISTEMA A USAR.....	22
3.1. Antecedentes de refrigeración.....	22
3.2. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor	23
3.2.1. El ciclo de compresión de vapor.	23
3.3. Principales Componentes del sistema.....	26
3.4. Compresores.....	26
3.4.1. Clasificación de los compresores	26

3.4.1.1. Compresores de tornillo.....	28
3.5. Condensadores.....	29
3.5.1. Enfriados por agua.....	30
3.5.2. Enfriados por aire.....	31
3.5.3. Evaporativos.....	32
3.6. EVAPORADORES.....	35
3.6.1. Clasificación y tipos.....	36
3.6.2. Alimentación de Refrigerante.....	39
3.6.3. Descongelado de Serpentes.....	40
3.6.3.1. Gas caliente:.....	40
3.6.3.2. Agua:.....	40
3.7. Dispositivos de expansión.....	41
3.7.1. Tipos.....	41
3.7.2. Válvulas de expansión.....	42
3.7.3. Válvulas reguladoras de presión y temperatura (PM).....	43
3.7.4. Válvulas de paso (SVA).....	45
3.7.5. Válvulas de Seguridad (SFA).....	46
3.7.6. Válvulas Solenoides (EVRA-EVRAT).....	49
3.7.6.1. SELECCION DE EVRA.....	50
3.7.6.2. Factores de corrección.....	51
3.7.7. FILTROS FIA.....	52
3.7.8. Válvulas check o anti retorno:.....	53
3.8. Bomba.....	53
3.9. Tanques separadores:.....	55
3.9.1. Retorno de aceite:.....	56
3.9.2. Distribución del gas de transvaporación:.....	57
3.9.3. Separación de gas y líquido:.....	57
3.10. Cálculo de la carga térmica.....	58
3.10.1. Transmisión térmica por paredes, techo y suelo Q1	58
3.10.2. Carga térmica del producto Q2	58
3.10.3. Infiltración de aire Q3	60
3.10.4. Cargas térmicas Diversas Q4	62

3.11. Refrigerantes:	63
3.12. Comparación física y química de los Refrigerantes	64
3.13. Selección del sistema de refrigeración para congelar pescado.....	65
3.13.1. Selección de refrigerante a usar.....	66
3.13.2. Consideraciones:.....	75
3.14. Descripción del sistema de refrigeración seleccionado.	77
3.15. Parámetros de diseño	80
3.15.1. Consideraciones generales de la planta:	80
3.15.2. Requerimientos del proyecto:.....	81
4. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	84
4.1. Dimensionamiento de los túneles:	84
4.2. Dimensionamiento de la cámara de almacenamiento:.....	86
4.3. Capacidades de la basina y sistema RSW	87
4.4. Cálculo de la carga térmica.	88
4.4.1. Cálculo de la carga térmica de Túneles:	88
4.4.2. Transmisión térmica por paredes, techo y suelo (Q1)	89
4.4.3. Carga térmica del producto (Q2).....	90
4.4.4. Infiltración (Q3).....	90
4.4.5. Cargas Internas Adicionales (Q4)	90
4.5. Selección de los principales equipos:	92
4.5.1. Selección de compresor.	92
4.5.2. Selección de evaporador	94
4.5.3. Selección de condensador:	95
4.5.4. Selección de tanque separador vertical.	97
4.5.5. Selección del tanque receptor.	102
4.5.6. Selección de tanque termosifón.....	103
4.5.7. Cálculo de la tubería del termosifón al intercambiador del compresor	
104	
4.5.8. Selección de las bombas de amoníaco	105
4.6. Diseño del sistema de tuberías y accesorios.....	108

- 5. COSTOS..... 110**
 - 5.1. Costo de la construccion civil y metalica:..... 110
 - 5.2. Costo de equipos y montaje: 111
 - 5.3. Costo de operacion: 114
 - 5.4. Costo de mantenimiento: 115
 - 5.5. Valor actual del costo de mantenimiento y de operacion: 116
 - 5.6. Costo total: 117

- 6. CONCLUSIONES: 118**

- 7. RECOMENDACIONES:..... 119**

- 8. BIBLIOGRAFÍA 120**

- 9. PLANOS..... 121**

- 10. ANEXOS. 122**

LISTA DE FIGURAS

Figura2-1 Separación de fauna acompañante 14

Figura 2-2Pesado en balanza dinámica 15

Figura 2-3Grading. Clasificado por tamaños..... 16

Figura 2-4Selección del producto 17

Figura 2-5Empacado 18

Figura 2-6Ensunchado 18

Figura 2-7Paletizado 20

Figura 3-1Ciclo de refrigeración..... 23

Figura 3-2Curvas T_{us} , S y P_{ush} 24

Figura 3-3Compresor de tornillo 29

Figura 3-4Partes de un compresor tornillo 29

Figura 3-5Condensadores enfriadas por Agua..... 31

Figura 3-6Unidades condenadoras enfriadas por Aire. 32

Figura3-7Los condensadoresevaporativos 33

Figura 3-8Condensadores evaporativos. 33

Figura 3-9Piping - Condensadores evaporativos. 34

Figura3-10Esquema básico evaporadores 35

Figura 3-11Clasificación de evaporadores 37

Figura 3-12 Coeficientes globales aproximados de transmisión de calor 37

Figura 3-13Evaporadores aleteados. 38

Figura 3-14 Evaporadores de casco y tubo,..... 38

Figura 3-15 Evaporadores de placas. 39

Figura 3-16 Intercambiado 39

Figura 3-17Válvula de expansión. 43

Figura 3-18 Válvulas reguladoras..... 44

Figura 4-1Vista de planta de Túnel de congelamiento..... 85

Figura 4-2Vista de corte de Túnel..... 86

Figura 4-3 Distribución de cajas en Rack..... 86

Figura 4-4. Distribución de rack en cámaras de congelado..... 87

Figura 4-5Tanque acumulador El modelo VA60144 101

LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1Leyes termodinámicas.....	25
Tabla 3-4Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en simple etapa funcionando al 100%.....	69
Tabla 3-5Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en simple etapa funcionando al 50%.....	70
Tabla 3-6Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en simple etapa manteniendo solo las cámaras.....	71
Tabla 3-7Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en doble etapa funcionando al 100%.....	72
Tabla 3-8Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en doble etapa funcionando al 50%..	73
Tabla 3-9Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en doble etapa manteniendo lascámaras.....	74
Tabla 3-10Comparación económica entre un sistema de simple y doble etapa.....	76
Tabla 3-11.Lista de consumidores del sistema con sus respectivas temperaturas de proceso.....	77
Tabla 4-1Dimensiones interiores del túnel en metros.....	88
Tabla 4-2Temperaturas de los diferentes ambientes.....	88
Tabla 4-3Propiedades térmicas de la Caballa.....	89
Tabla 4-4Propiedades físicas de los diferentes paneles aislantes.....	89
Tabla 4-5Requerimientos adicionales.....	89
Tabla 4-6Cargas térmica por techo.....	89
Tabla 4-7 Carga térmica por paredes.....	90
Tabla 4-8Carga total por paredes, techo y piso.....	90
Tabla 4-9Carga térmica por producto.....	90
Tabla 4-10Cargas por ventilación e Iluminación.....	90
Tabla 4-11Carga total por paredes, techo y piso.....	91
Tabla 4-12Cargas térmicas de las diferentes zonas de la planta.....	91
Tabla 4-13Parámetros de diseño del compresor N°1.....	93
Tabla 4-14Posibles alternativas al compresor.....	93
Tabla 4-15Compresores seleccionados.....	94
Tabla 4-16Evaporadores seleccionados.....	95
Tabla 4-17Capacidad del condensador.....	96
Tabla 4-18Condensadores seleccionados.....	97
Tabla 4-19Datos de ingreso para el cálculo del tanque acumulador.....	99
Tabla 4-20Cálculos para el dimensionamiento del tanque acumulador de succión.....	99
Tabla 4-21Dimensiones del tanque acumulador de succión.....	100
Tabla 4-22Diferentes tipos de tanques separadores verticales.....	101
Tabla 4-233Volúmenes de los diferentes equipos.....	103
Tabla 4-24OCHR de compresores.....	104
Tabla 4-25Cálculo del diámetro de tuberías ramales de ingreso y salida de los enfriadores de aceite al tanque termosifón.....	105
Tabla 4-26Diámetros de tuberías de las troncales.....	105
Tabla 4-27- Datos de ingreso para la selección de bombas de amoniaco.....	106

Tabla 4-28	Parámetros de selección de bomba de amoniaco.	107
Tabla 4-29	Datos de ingreso para la selección de bombas de amoniaco.	107
Tabla 5-1.	Costo de la construcción de civil y metálica de la planta.	111
Tabla 5-2.	Costo de instalación de la planta	114
Tabla 5-3	Numero de días que funciona la planta en tres diferentes porcentajes de carga	115
Tabla 5-4	Costo de funcionamiento de la planta en los 3 porcentajes de carga.....	115
Tabla 5-5	Costo del mantenimiento Cuatrimestral y anual.	116
Tabla 5-6.	Costo total de la instalación y funcionamiento de la planta.....	117

PROLOGO

Los estándares internacionales y nacionales de control de calidad de los productos industriales, de los servicios y alimentos, son cada vez más exigentes, en cuanto al uso y conservación de las materias primas y de los productos acabados; se busca que los productos deben llegar a los consumidores en las mejores condiciones de empleabilidad. Cuando de alimentos se trata, los controles de calidad son todavía más exigentes, con la finalidad de ampliar su durabilidad y evitar su deterioro. Para alcanzar esas metas, se debe recurrir a los avances de la ciencia y tecnología, siendo el más importante de ellos, la construcción de las cámaras frigoríficas, las cuales hacen posible la preservación y mantenimiento en buen estado de los alimentos.

El objetivo de la presente investigación es el diseño de una cámara frigorífica que permita la conservación y mantenimiento del pescado. Nos referimos al pescado porque este alimento, debe seguir un minucioso control de calidad, en la cadena de su procesamiento, desde el momento de la pesca, hasta llegar al consumidor, he ahí la gran importancia del presente estudio.

El pescado es el alimento de mayor importancia para el hombre; por ser consumido desde el origen de la humanidad hasta nuestros días, por su elevado contenido de proteínas, vitaminas y minerales, así como por su gran sazón y gusto. Su grasa es rica en ácidos grasos w3, es un valioso alimento y a la vez, de una delicadeza culinaria incomparable. No obstante, la mayor parte de los alimentos que consumimos en nuestra dieta no se encuentran en la forma en que son obtenidos o producidos, sino que deben ser sometidos a diferentes procesamientos con la intención de aumentar su adaptación al consumo humano.

En el caso del pescado, por las circunstancias propias de su captura o producción, su escaso tiempo de duración en estado fresco, así como su estacionalidad, exigen su congelado, como el método más empleado para la conservación, el mismo que luego es transportado para ser utilizado en todas partes del mundo; debido a que con el congelamiento es el que menos modifica sus propiedades culinarias de sabor y olor agradables así como su valor nutritivo.

El valor nutritivo, del pescado engloba dos factores: su contenido en nutrientes y la biodisponibilidad en que se encuentran los nutrientes, expresando este segundo término la eficacia de su utilización por nuestro sistema digestivo y nuestro metabolismo; la porción comestible del pescado oscila entre el 40 y el 70 % del ejemplar y está constituida principalmente por tejido muscular, tejido conectivo y grasa.

Sin duda la clasificación de los pescados más importante en función de su valor nutritivo, es la establecida por su contenido de grasa, diferenciando entre pescados grasos o azules (clupeidos como por ejemplo la sardina) con un contenido de grasa superior al 8%; semigrasos (como el salmón) con un contenido graso entre el 2 y el 7% y magros o blancos (merluza, pleuronéctidos, etc.), con menos del 1% de grasa.

Para poder conservarlo por periodos extensos y no perder el importante valor nutritivo, se ha tenido la necesidad de congelar el pescado, haciéndose urgente y necesario el diseño de un sistema de refrigeración, que permita mantenerlo a una temperatura baja para transportarlo y alcanzar al consumidor, en las mejores condiciones de presentación.

Han sido entre otras, estas buenas razones, las que me han llevado a diseñar una planta para el procesamiento de pescado, cuya construcción, me ha permitido además consolidar mis conocimientos recibidos a lo largo de mi formación universitaria. En el diseño de una planta de congelado de pescado, se debe llevar a cabo una cuidadosa selección de los compresores, evaporadores, condensadores, válvulas y dimensionamiento de las tuberías de acero al carbono. Partiendo del cálculo de la carga térmica, así como su resistencia y durabilidad, selección que requiere de la aplicación rigurosa de los conocimientos recibidos.

El presente estudio consta de 5 capítulos, que detallamos a continuación:

El capítulo 1, es una introducción donde se hace mención a la necesidad de diseñar una planta para congelar pescado, se describe las características del pescado, el procesamiento y las formas de conservar y congelar el pescado.

En el capítulo 2, se presenta el ciclo básico de refrigeración, así como la clasificación de los principales equipos que intervienen en el ciclo. Finalmente se hace mención a los refrigerantes que se puede usar en un sistema de refrigeración y finalmente se explica el balance de carga térmica.

En el capítulo 3, se realiza la selección del sistema de refrigeración a usar, se describe el sistema escogido y se dan los parámetros de diseño.

En el capítulo 4, muestra la metodología seguida para el cálculo y diseño del sistema de refrigeración escogido.

En el capítulo 5 describe los costos implicados en el proyecto de refrigeración, lo cual incluye: costo de instalación, operación y mantenimiento

Para concluir, dejo constancia que las limitaciones que se presenten en el presente estudio son el cálculo de la Carga Térmica del generador de hielo y balsina.

Espero con la presente investigación, no solamente afianzar mis conocimientos adquiridos en mi Alma Mather, la Universidad Nacional de Ingeniería, sino además contribuir al desarrollo de una política alimentaria nacional que haga al Perú, el primer país culinario del mundo, aportando desde este estudio a que el pescado llegue en excelente calidad a la mesa familiar.

Lima Septiembre del 2012

El Autor.

INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes la humanidad ha enfrentado el problema de la alimentación; en los primeros años de existencia del hombre, este observa cómo sus alimentos escasean y perecen rápidamente, sus conocimientos no le permiten procesarlos para que alcancen tiempos mayores de duración, debió ingerirlos inmediatamente como los obtenía.

Pasaron muchos años, durante los que varias generaciones sucumbieron de inanición, para que la humanidad descubriera el uso del fuego, del hielo y los silos para la preservación de sus comidas, comprendiendo que adecuadamente tratadas, estas si era posible ampliar los tiempos de su conservación.

Será a fines del siglo XVII, con el inicio de la llamada revolución industrial, se alcanza los mayores avances en la sistematización del conocimiento y se plasmaron en importantes conquistas tecnológicas como el descubrimiento de la maquina a vapor, cuya aplicación revolucionó la industria, el transporte, el desarrollo de las ciudades, cambió los estilos de vida de la humanidad de entonces.

Estos grandes progresos de la ciencia y la tecnología debieron esperar muchos años para repetirse. A comienzos del siglo XX, se descubre la luz eléctrica que al igual que el vapor alcanzara múltiples aplicaciones, mejorando el alumbrado público y privado, en la industria, en la vida domestica, pero el avance más importante que nos interesa resaltar es su utilización como insumo en la ramificación de otras tecnologías más avanzadas como la refrigeración.

Con el invento de la refrigeración, se abre la posibilidad de poder aplicar su uso en el enfriamiento y conservación de los alimentos, como en otras actividades industriales que el hombre necesite para poder mejorar su calidad de vida. Su gran utilidad ocasionó su empleo masivo, estimulando cada vez más la búsqueda de su perfeccionamiento con el diseño de nuevos modelos acordes a los grandes desafíos tecnológicos propios de las sociedades que vivimos.

Los conocimientos que he recibido durante mi formación universitaria, me han permitido diseñar una planta para el congelamiento de pescado, la misma que permitirá mejorar los tiempos de duración de este alimento tan importante para la mesa familiar, tanto por su calidad proteica y vitamínica así como por su sazón, contribuyendo muy modestamente a la política nacional de hacer de nuestro país una potencia culinaria mundial que desarrollen el turismo a escala nacional.

Tomando como base, la gran importancia alimenticia del pescado se debe diseñar un sistema que permita su congelado y almacenado en las condiciones más adecuadas. El congelado del pescado se hace a través de túneles de congelado, los cuales tienen

una temperatura de -35°C y en el cual se ingresa el producto a una temperatura de 0°C -8°C y después de transcurridas una cierta cantidad de horas (dependiendo de las condiciones de ingreso del producto y de la disposición del túnel) el producto sale congelado, con una temperatura en su interior de -18°C . La función del túnel es bajar rápidamente la temperatura para detener la actividad enzimática y por lo tanto su descomposición.

Los túneles de congelado son una de las tantas formas que existen para congelar el producto, además de este método se emplea el llamado balsina, que permite congelar el producto a través de agua con salmuera, usando un serpentín de tubos. La ventaja que presenta este equipo es que el congelamiento es continuo, ingresa el producto por un lado y sale por el otro, en un intervalo de tiempo menor que en el túnel, pero la desventaja es que el producto sale a una temperatura de -8°C . En el presente informe nos referimos exclusivamente al método de congelado en túneles. Después se los traslada a las cámaras de almacenamiento, las cuales tienen la función principal de mantener el producto a ésta temperatura por largos períodos de tiempo, para luego ser transportadas al consumidor final a través de barcos o en avión.

OBJETIVOS:

- **Diseñar una planta de congelado de pescado de 142TMD y 1700 TM de almacenamiento para conservar el producto bajo los estándares de calidad exigidos por la normativa internacional (HACCP); para lo cual se realizaran los cálculos de refrigeración necesarios y se elegirá el sistema que se ajuste a nuestra necesidad.**
- **Seleccionar los principales componentes del sistema de refrigeración para que la planta cumpla los requerimientos antes mencionados.**
- **Evaluar los costos de su implementación.**

EL CONGELAMIENTO DEL PESCADO

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL PESCADO

Se entiende por pescados, los animales vertebrados marinos o de agua dulce, frescos o conservados por diversos procedimientos.

Hay varias formas de clasificación, una de ellas es según el contenido graso que presentan, si bien esta categorización no es del todo satisfactoria puesto que el contenido graso depende de varios factores como disponibilidad de alimento, temperatura de agua, época del año (más contenido graso en los meses de verano y al comienzo de otoño), variaciones según la especie o estado de maduración sexual; de modo que un pescado eminentemente graso en ciertas ocasiones presenta bajos contenidos grasos en otras ocasiones, como puede ser cuando se ha producido el desove.

Tomando como base lo citado, los pescados se pueden clasificar en 3 grandes tipos:

- ✓ Pescados magros o blanco: con un contenido en grasa inferior al 2%, aportan entre 50-80 kcal/100gr (bacalao, rape, lenguado).
- ✓ Pescados semigrasos: el contenido graso se sitúa entre 2-7%, y el valor energético es de 80-160 kcal/100gr (trucha, gallineta).
- ✓ Pescados grasos o azules: superan el 5% de grasa pudiendo llegar hasta un 28%, y el valor calórico está entre 160-200 kcal/100gr (caballa, sardina, chicharro).

3.2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

El pescado presenta grandes propiedades nutricionales, relacionadas con el contenido de proteínas, la calidad de su grasa y el aporte de minerales y vitaminas.

El contenido de grasa puede ser muy variable. Esto influye a su vez en el valor calórico, de forma que puede ser el doble al consumir un pescado graso. El porcentaje de grasa es inversamente proporcional al contenido acuoso, a más grasa menor contenido en agua. En el pescado encontramos ácidos grasos polisaturados que intervienen en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares, debido a la prevención de la agregación plaquetaria, vasodilatación, etc. Además estos ácidos presentan otras acciones menos conocidas como: disminuir riesgos de las fracturas, presión arterial. También son anticancerígenos y antiinflamatorios. En el pescado podemos encontrar

cantidades significativas de otros ácidos grasos como oleico y palmítico.

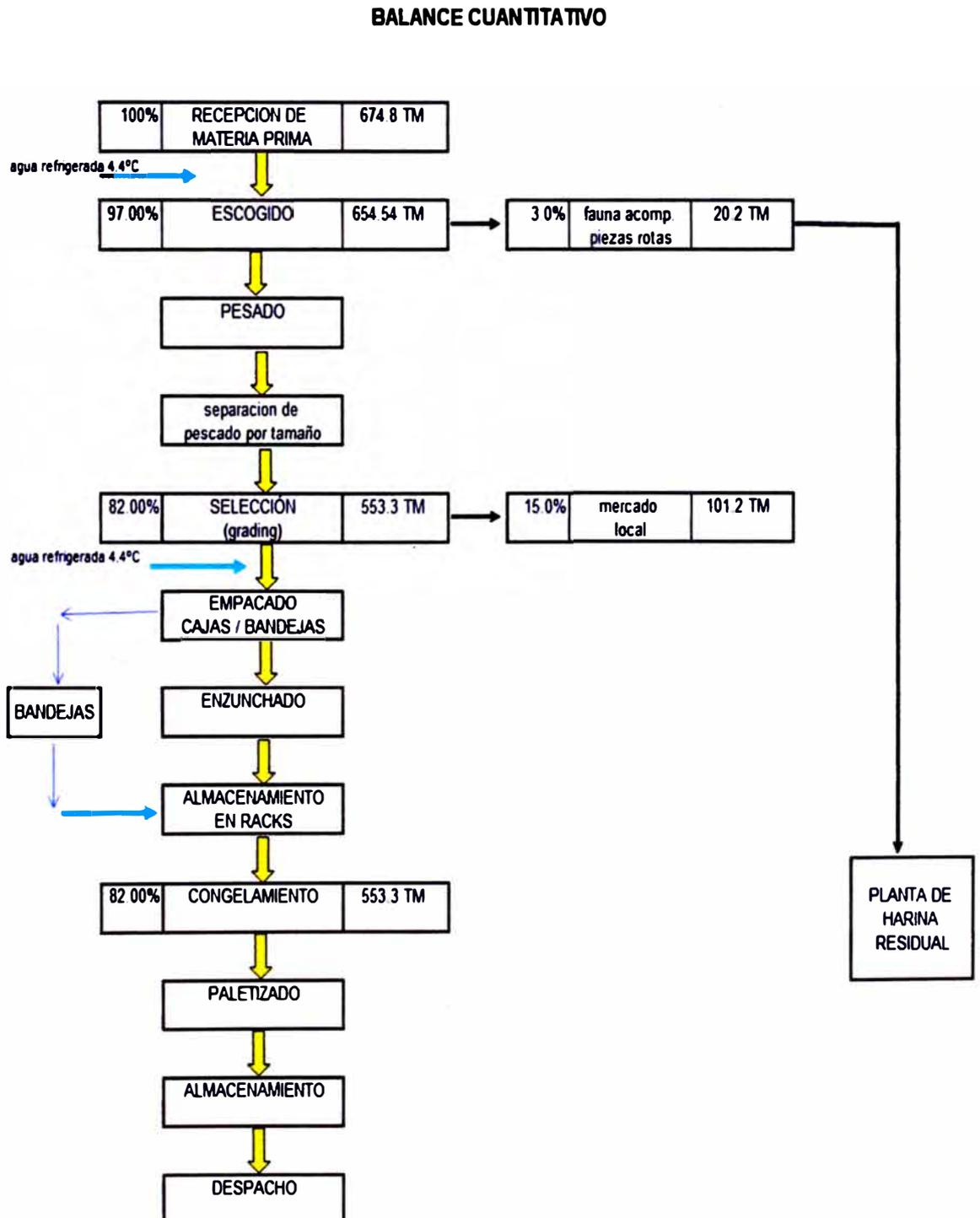
Las proteínas son de alto valor biológico y se sitúan entre 15-20% de la unidad. El contenido proteico es parecido al de la carne, sin embargo el pescado es más digerible porque tiene menos tejido conjuntivo y es menos rico en colágeno, es menos polimerizado.

El contenido de hidratos de carbono en el músculo es prácticamente inapreciable. En cuanto a los minerales, el pescado es fuente principal de yodo en la dieta. También aporta hierro, selenio y zinc, aunque en menor medida que la carne. En cuanto al aporte de calcio, se presenta en pescados pequeños en los que se consume la espina (boquerón) o en pescados enlatados donde la espina se ablanda durante el tratamiento térmico de conservación o semiconservación y se ingiere fácilmente (sardinas, anchoas).

En pescados grasos y en aceites de hígado de pescado destacan las vitaminas liposolubles A y D. Con respecto a las hidrosolubles, sus contenidos varían según la especie. En general, los pescados aportan cantidades significativas de vitamina B12 y en menor cuantía vitaminas: B1, B2. De una forma específica, destaca el contenido en B6 en el atún y el salmón.

3.3. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS DE CONGELADO

3.3.1. Diagrama de flujo congelado



3.3.2. Recepción de materia prima en planta.

La descarga de Jurel y Caballa se realiza a través de una bomba de vacío transvac. El cual utiliza presión de vacío para la succión del pescado de la embarcación e impulsarlo con presión de aire hacia la planta.

Debido al mecanismo de descarga utilizada, el deterioro físico de la materia prima durante el bombeo es mínimo. La relación agua/pescado en el sistema TRANSVAC es de 3 a 1.

Para la descarga del pescado de consumo humano directo se cuenta con un sistema de recirculación de salmuera refrigerada, en nuestro caso se tendrá un caudal de 150 m³/h de agua de pozo considerando una temperatura inicial de 20 °C hasta llegar a una temperatura que oscila entre 0 y 4.4 ° C.

La descarga del pescado es a través de una tubería de HDPE de 16" de diámetro, que descarga el pescado en planta en un desaguador estático para separar el pescado del agua de bombeo, luego del desaguado el pescado es recepcionado en un tanque de recepción en acero inoxidable (bulkfeeder) y el agua de bombeo sigue su curso hacia el desaguador vibratorio para separar los sólidos gruesos que pueda contener.

3.3.3. Escogido Fauna Acompañante

Una vez recepcionado el pescado en el bulkfeeder o tanque pulmón, es transportado por unas rastras hacia una faja transportadora horizontal donde el personal asignado realiza la separación de la fauna acompañante (Ejemplo: Pota, bonito, etc.) la que a través de canaletas será colectada en dinos con cremolada para su disposición final. En esta etapa también se realiza el muestreo de materia prima se monitorea la temperatura del pescado.



Figura3-1 Separación de fauna acompañante

3.3.4. Pesado

La materia prima es llevada por fajas sanitarias hacia la balanza dinámica para el pesado respectivo. La Balanza dinámica consiste en tres partes principales, el Indicador M 2000, una placa de pesaje y un

transportador accionado por motor que transfiere la materia prima a través de la placa de pesaje.



Figura 3-2 Pesado en balanza dinámica

3.3.5. Separación piezas de pescado por tamaños: GRADING

La materia prima una vez pesada, se transporta hacia el sistema de separación de especies por tamaños, esto es llevado a cabo en un clasificador llamado grading. El clasificador es una unidad independiente para clasificar pescado. El pescado llega a la mesa de alimentación desde la cinta transportadora y continúa hacia el transportador de rodillos del clasificador; el pescado se introduce por la mesa y se desliza por el tubo que es lo bastante grande para que el pescado salga a través de él y caiga en la faja transportadora; la materia prima se traslada por el tubo gracias a la rotación y la pendiente, siempre con inyección de agua clorada y fría.



Figura 3-3Grading. Clasificado por tamaños

3.3.6. Selección de pescado en fajas transportadoras.

De acuerdo al porcentaje de especies (jurel y/o caballa) se selecciona por tamaños en las primeras 04 fajas. Si se tiene dos especies del mismo tamaño, una especie se deriva a dos fajas que se encuentra en la parte inferior media de la línea de proceso la que seguirá el flujo para el empaquete de congelado La especie de menor porcentaje y en óptimas condiciones para congelar pasará a dinos con cremolada para ser procesados posteriormente.

Las piezas de pescado que no reúnan las características físico organoléptico para congelado se separan en las fajas de la parte inferior de la sala de proceso en sentido contrario a las fajas para congelado, o fresco, para envasar en cajas con hielo para conservas y

las piezas que no estén aptas para estos destinos son colectados en
dinos con cremolada



Figura 3-4 Selección del producto

3.3.7. Empacado

El empackado se realiza automáticamente a través de las fajas; el pescado ya seleccionado pasa por una balanza la cual es programada para el peso requerido y a su vez va cayendo a una tolva; paralelamente otra faja entrega la caja la que se posesiona debajo de la tolva y se realiza una entrega automático del film cortado ubicándola sobre la caja, seguidamente se abre la tolva del pescado y cae sobre el film, de manera que el pescado no tiene contacto con el cartón sino con el film.



Figura 3-5 Empacado

3.3.8. Enzunchado (solo para cajas de cartón)

Una vez que la caja esté tapada continúa por la faja y la etapa siguiente es el enzunchado automático, que consiste en dos cintas de plástico con sellado térmico y que son colocadas de manera automática en los extremos de la caja.



Figura 3-6 Ensunchado

3.3.9. Almacenamiento previo en racks

Las cajas enzunchada y debidamente rotulada es apilado en los racks en forma continua y automática.

Las bandejas una vez llenadas automáticamente son apiladas a los racks manualmente

Una vez llenos ambos racks son transportados por un montacargas hasta la entrada de la antesala de los túneles donde recibe la carga, otro montacargas que es el que lleva los racks hacia los túneles.

3.3.10. Congelamiento

Los racks con contenido de pescado en cajas son dispuestos en los túneles de congelamiento del tipo estático, donde reciben un shock de frío hasta lograr una temperatura de congelamiento en el centro del producto de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menor, para lograr dicha temperatura los túneles están equipados con serpentines por cuyo interior circula amoniaco como gas refrigerante que absorbe el calor del aire circundante en el interior de los túneles logrando el golpe de frío adecuado para congelar el pescado.

3.3.11. Paletizado

Una vez logrado la temperatura adecuada del producto en los túneles de congelamiento, se retiran los racks con cajas de carton son transportados hasta la zona de paletizado, el cual deberá realizarse

rápidamente, para prevenir la pérdida de frigorías del producto. El paletizado es una operación en la cual se traslada las cajas de los Racks hacia una parihuela o pallets. Estos pallets son envueltos automáticamente con Stretch film y trasladados a las cámaras de almacenamiento.



Figura 3-7 Paletizado

3.3.12. Almacenamiento de producto en cámaras.

Los pallets con el producto se ingresan a las cámaras de almacenamiento las cuales están provistas de Racks, a una temperatura menor o igual $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. El manipuleo se realiza con apiladores eléctricos. El tiempo de almacenamiento para este tipo de producto es de 18 meses.

3.3.13. Despacho de producto

El despacho de producto se realizará en cámaras isotérmicas o contenedores con sistema de frío y que climaticen a una temperatura mínima de -18°C . El movimiento de pallets se realiza con apiladores eléctricos de modo que no se maltrate las cajas y que la operación se realice rápidamente para evitar la pérdida de frigorías. Durante el almacenamiento se prevé que las condiciones de operatividad, infraestructura y de personal sean las adecuadas para mantener las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del producto.

CONCEPTOS DE REFRIGERACIÓN Y SELECCIÓN DEL SISTEMA A USAR

4.1. ANTECEDENTES DE REFRIGERACIÓN

La necesidad del hombre por obtener FRÍO de manera ARTIFICIAL, nace como consecuencia de no poder mantener productos de consumo por largos períodos de tiempo en buen estado. Desde la antigüedad se aplicaron procesos tendientes a mantener la buena calidad del pescado, como el salado, ahumado y el secado; ya entonces se busca la mejor forma de conservación de los alimentos a temperaturas bajas, o al aire libre según el clima.

Hay información sobre el almacenamiento de nieve natural en "neveros" para poder ser utilizado fuera de temporada desde 1,100 A.C. Incluso se menciona el poder aislante de la paja para conservarlo.

A partir del siglo XVII es cuando comienza a practicarse todo un comercio de la nieve en Madrid y otras ciudades de Europa.

4.2. CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

La transferencia de calor de un medio de baja temperatura a uno de alta temperatura requiere de dispositivos especiales llamados refrigeradores; estos son dispositivos cíclicos cuyo fluido de trabajo se denomina refrigerante.

4.2.1. El ciclo de compresión de vapor.

El ciclo de refrigeración empleado con mayor frecuencia es el ciclo de refrigeración por compresión de vapor.

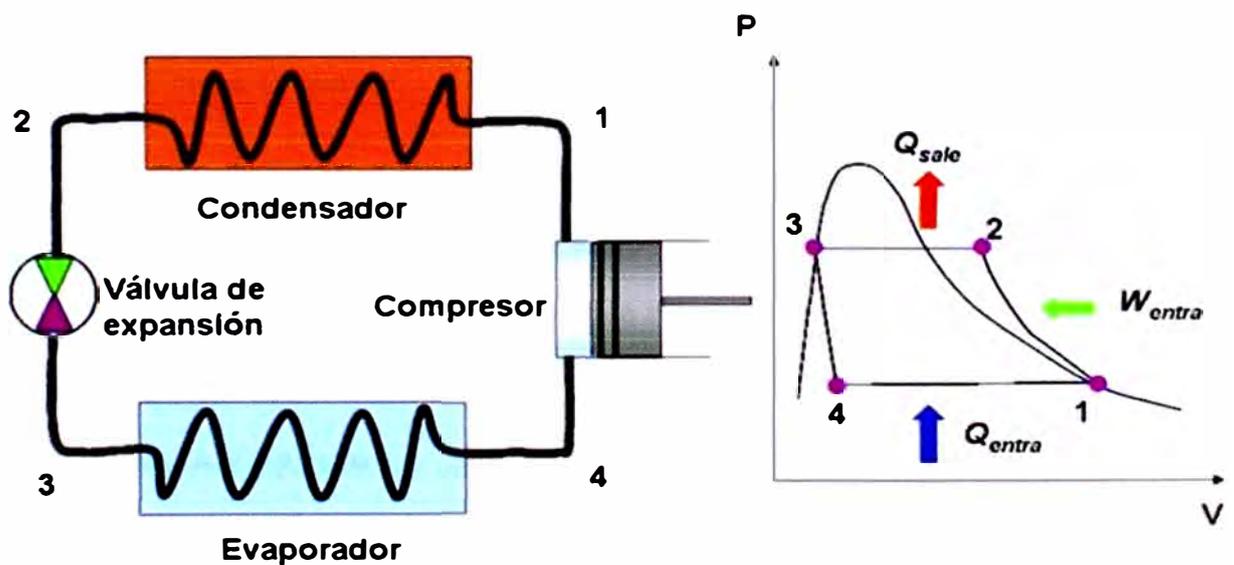


Figura 4-1Ciclo de refrigeración.

Otros diagramas que también sirven para describir el ciclo son las curvas T vs S y P vs h.

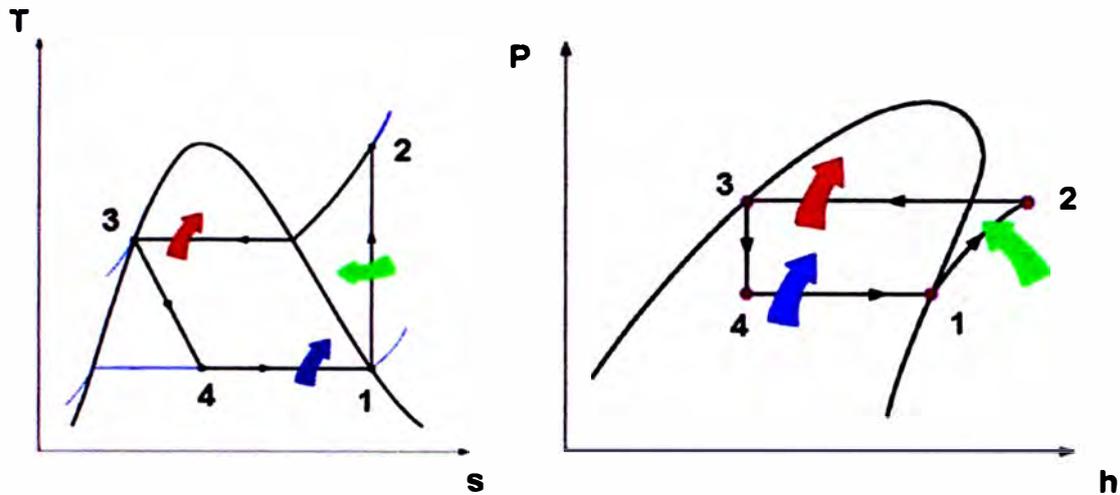


Figura 4-2 Curvas T vs. S y P vs h

En un sistema de compresión de vapor existen cuatro componentes principales que son:

1-1 Compresión. La función principal del compresor es succionar el refrigerante en estado gaseoso que sale del evaporador, para elevar su presión hasta llegar a la de condensación. Esto se puede ver en el diagrama P-H de los puntos 1-2.

1-2 Condensación. El refrigerante en condición de vapor sobrecalentado ingresa al condensador donde es enfriado produciendo el cambio de fase de vapor a líquido, entregando a la atmósfera el calor absorbido. Esto está representado en el diagrama por la línea 2-3.

1-3 Expansión. Luego de que el refrigerante se condensa ingresa al dispositivo de expansión, el cual hace que la presión caiga hasta la de evaporación. Línea de la grafica 3-4.

1-4 Evaporación. En esta etapa, el refrigerante ingresa al evaporador en una mezcla liquido-gas, absorbiendo el calor del medio ambiente el cual provoca el cambio de estado a Gas del refrigerante. En la grafica P-h se representa por la línea 4-1.

En los componentes antes mencionados se cumplen las siguientes leyes termodinámicas:

Componente	Proceso	1ra Ley
Compresor	s=cte.	W= m*(h2-h1)
Condensador	P=const.	QC=m*(h2-h3)
Válvula de expansión	$\Delta s > 0$	h4 = h3
	Wneto=0	
	Qneto=0	
Evaporador	P=const.	QF =m*(h1-h4)

Tabla 4-3 Leyes termodinámicas.

Para el ciclo se obtiene:

$$COP_R = \frac{\dot{Q}_F}{\dot{W}_{neto,e}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \dots\dots\dots(3.1)$$

Donde:

COPR – Coeficiente de operación de refrigeración;

4.3. PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA

4.4. COMPRESORES

Los compresores son máquinas que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión. En esta última característica precisamente, se distinguen de las soplantes y ventiladores que manejan grandes cantidades de fluidos compresibles (aire por ejemplo) sin modificar sensiblemente su presión, con funciones similares a las bombas de fluidos incompresibles.

Un compresor admite gas o vapor a una presión p_1 dada, descargándolo a una presión p_2 superior, Figura 3-1. La energía necesaria para efectuar este trabajo la proporciona un motor eléctrico o una turbina de vapor.

Campo de utilización.- Los compresores alternativos tienen una amplia gama de volúmenes desplazados en el intervalo, $0 \div 1000 \text{ m}^3/\text{h}$, entrando en competencia con los de paletas, tornillo, etc.

4.4.1. Clasificación de los compresores

Un compresor es una máquina que admite un gas, lo comprime y lo descarga a una mayor presión. Los compresores tienen muchas aplicaciones industriales. Por ejemplo, son utilizados en sistemas de refrigeración, aires acondicionados, en la presurización de gases durante la fabricación de plásticos, polímeros y otros químicos.

Los compresores se dividen en dos tipos: los aerodinámicos y desplazamiento positivo, el segundo tipo se divide en los rotativos, los cuales a su vez se dividen en un solo rotor y en dos rotores, en la segunda clasificación encontramos a los del tipo tornillo.

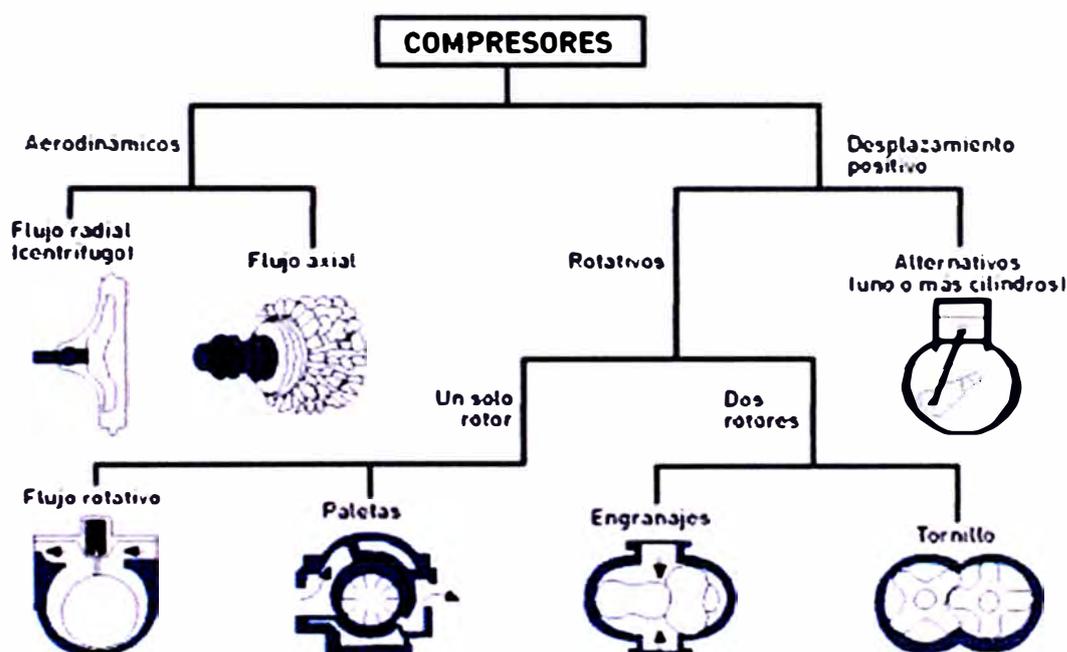


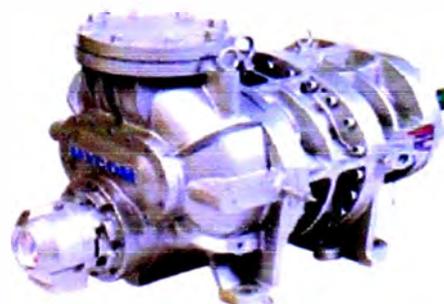
Figura 4-4 Clasificación de compresores

Al clasificarse según el indicio constructivo los compresores volumétricos se subdividen en los de émbolo y de rotor y los de paletas en centrífugos y axiales. Es posible la división de los compresores en grupos de acuerdo con el género de gas que se desplaza, del tipo de transmisión y de la destinación del compresor.

4.4.1.1. Compresores de tornillo

La compresión por rotores paralelos puede producirse también en el sentido axial con el uso de lóbulos en espira a la manera de un tornillo sin fin. Acoplando dos rotores de este tipo, uno convexo y otro cóncavo, y haciéndolos girar en sentidos opuestos se logra desplazar el gas, paralelamente a los dos ejes, entre los lóbulos y la carcasa.

Las revoluciones sucesivas de los lóbulos reducen progresivamente el volumen de gas atrapado y por consiguiente su presión, el gas así comprimido es forzado axialmente por la rotación de los lóbulos helicoidales hasta 1ª descarga.



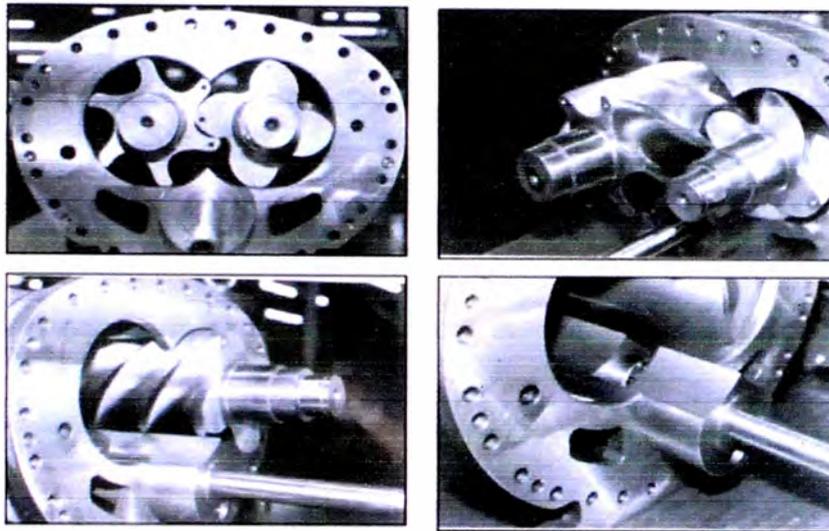


Figura 4-5 Compresor de tornillo

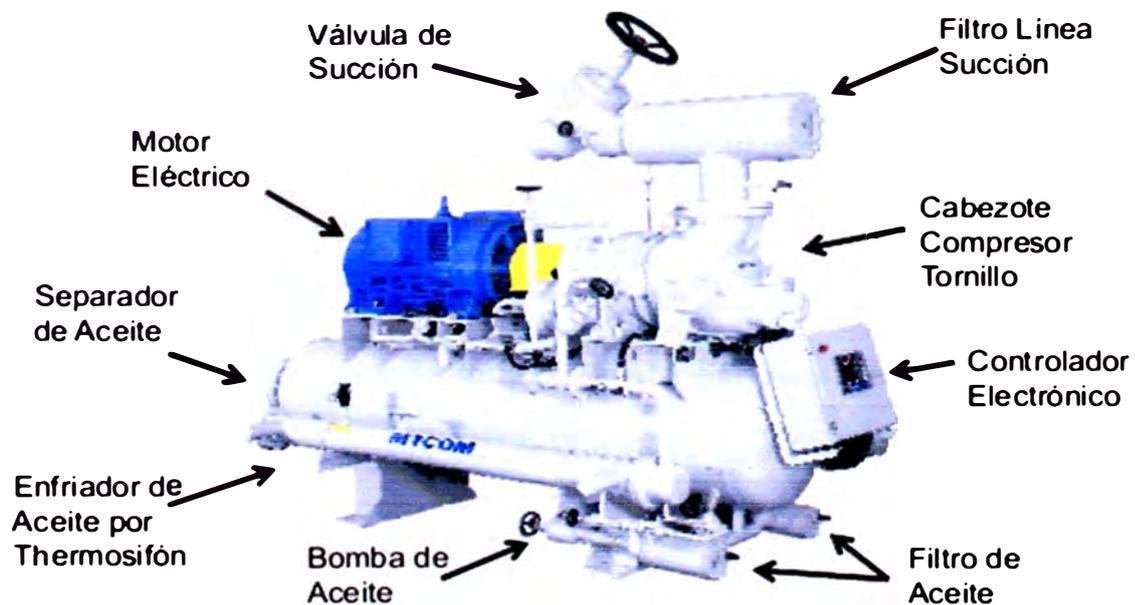


Figura 4-6 Partes de un compresor tornillo

4.5. CONDENSADORES

El condensador en un sistema de refrigeración es un intercambiador de calor que cede el calor del sistema hacia otro medio. Este calor consiste en el

absorbido por el evaporador más el calor proveniente de la energía derivada de la compresión. El refrigerante comprimido por el compresor a alta presión y temperatura ingresa al condensador donde elimina el calor a un medio más frío. Este gas condensa (se vuelve líquido), y deja el condensador para continuar el ciclo. Los condensadores se clasifican por el medio que lo enfría:

4.5.1. Enfriados por agua

Los tipos más comunes de condensadores enfriados por agua son:

- De doble tubería (tubos concéntricos).- En los condensadores de tubos concéntricos se hace circular el agua por la tubería interior y el refrigerante por el exterior, en contracorriente para lograr una mayor eficacia de transmisión. El gran número de juntas y bridas en estos condensadores provoca problemas de mantenimiento, si bien en el pasado eran bastante utilizados.
- De carcasa y tubos.- En los condensadores de carcasa y tubos el agua se hace circular por estos mientras que el refrigerante circula por la carcasa. Si en los tubos se instalan aletas se mejora el intercambio de calor. Estos condensadores suelen ser baratos y necesitan poco mantenimiento.
- De carcasa y serpentín. En los condensadores por carcasa y serpentín, una carcasa contiene un serpentín con aletas, por el que circula el agua. Son más compactos y más baratos que los anteriores.

Casco tubo
 $T_{cond} = T_{agua} + 7^{\circ}\text{C}$



Placas
 $T_{cond} = T_{agua} + 3^{\circ}\text{C}$

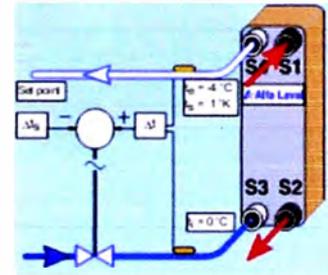


Figura 4-7 Condensadores enfriadas por Agua.

4.5.2. Enfriados por aire

Los condensadores refrigerados por aire pueden ser de placa o de tubos con aletas. Las aletas instaladas en los tubos producen un aumento del área de intercambio en los cambiadores de los compactos. Los condensadores de placa no tienen aletas por lo que es necesaria una mayor área de intercambio, pero sin embargo son más baratos de construir y requieren poco mantenimiento. Ambos tipos de condensadores son los que habitualmente se encuentran en los refrigeradores domésticos.

Los condensadores refrigerados por aire pueden utilizar el movimiento forzado del aire mediante un ventilador, produciendo un aumento del coeficiente de convección en la superficie del condensador.

$$T_{\text{cond}} = T_{\text{amb}} + 15^{\circ}\text{C}$$



Figura 4-8 Unidades condensadoras enfriadas por Aire.

4.5.3. Evaporativos

Utilizan aire y agua como agente refrigerante. El condensador evaporativo es uno de los medios más modernos y ampliamente utilizados por la industria de la refrigeración industrial, en plantas de proceso, debido a su ahorro de energía y que tiene un muy buen rendimiento.

Los condensadores evaporativos se hace circular agua mediante una bomba; desde un depósito en el fondo del condensador se bombea agua y se distribuye en forma de spray sobre los tubos del serpentín junto con un gran caudal de aire. La evaporación del agua requiere la energía correspondiente al calor latente, que se extrae del refrigerante.

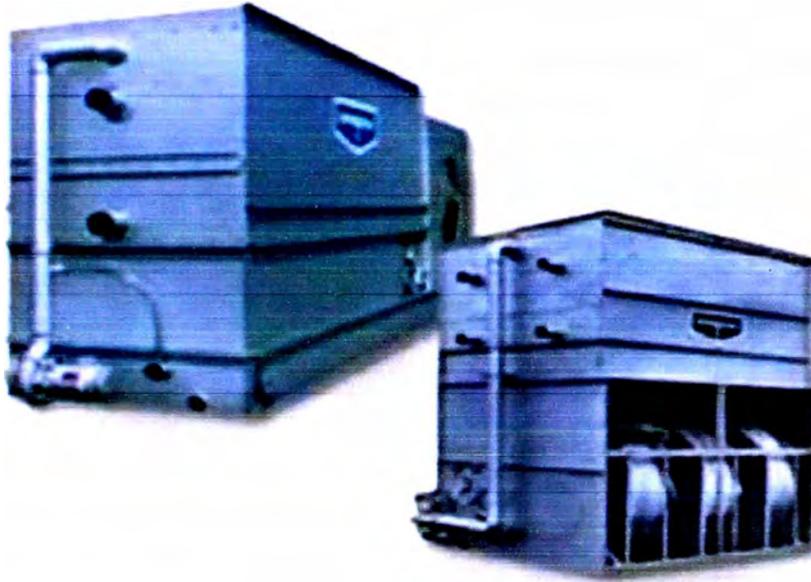


Figura 4-9 Los condensadores evaporativos

$$T_{\text{cond}} = T_{\text{ambiente}} + 5^{\circ}\text{C}$$

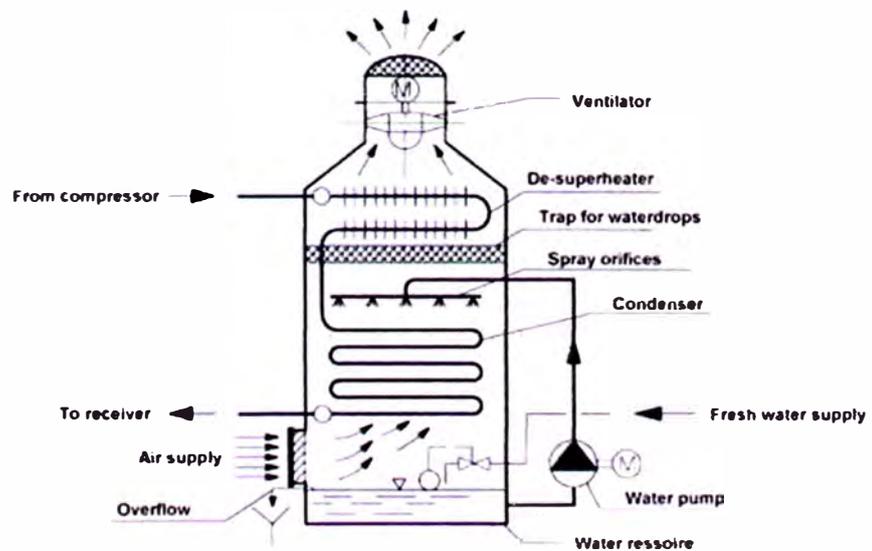


Figura 4-10 Condensadores evaporativos.

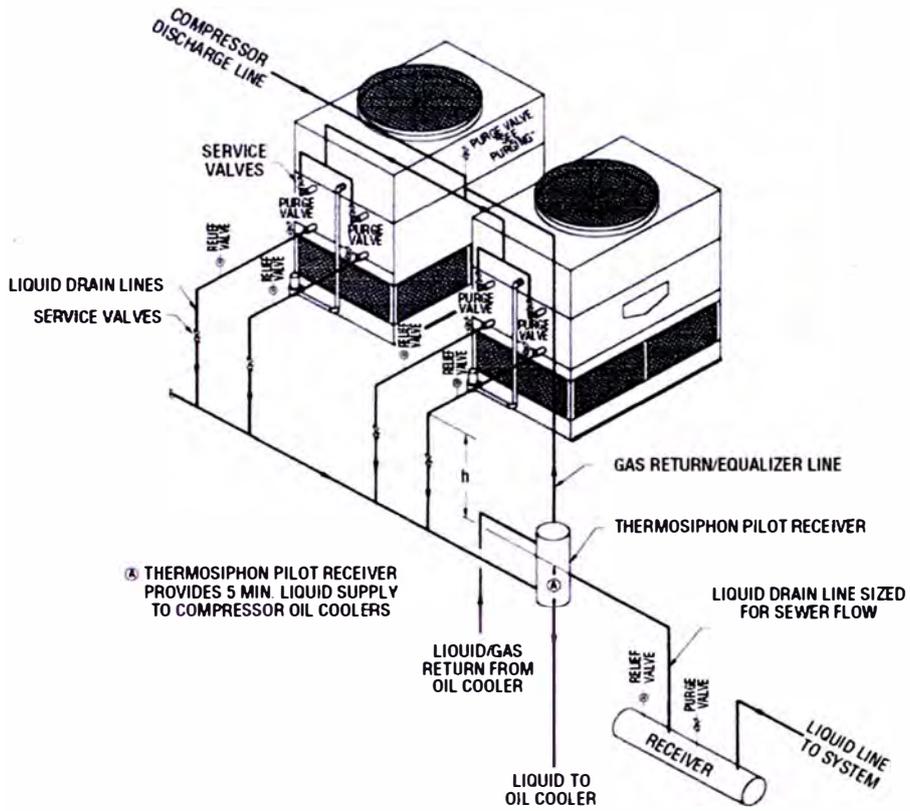


Figura 4-11 Piping - Condensadores evaporativos.

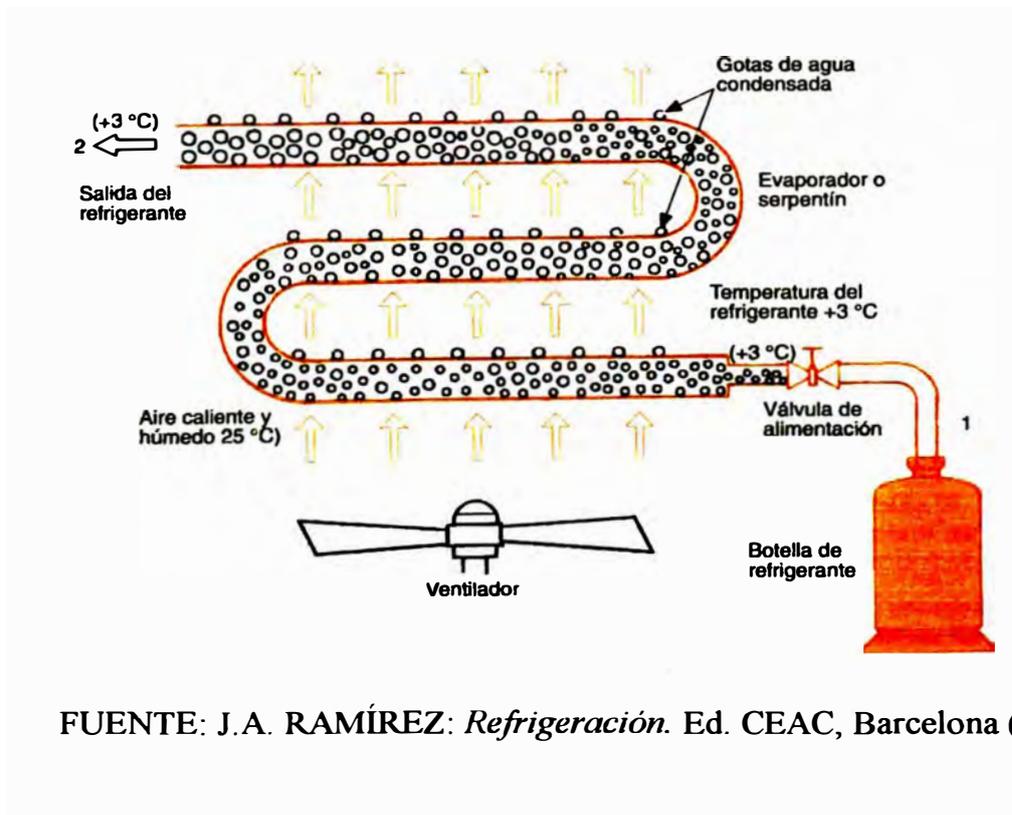
4.6. EVAPORADORES

Son intercambiadores de calor que permiten transmitir el calor del producto al refrigerante, el cual se evapora absorbiendo calor de los alrededores a presión constante. La diferencia entre la entalpía del refrigerante a la entrada y a la salida del evaporador se denomina efecto refrigerante. El flujo de calor ganado por el refrigerante mientras es evaporado en el evaporador viene dado por la ecuación:

$$q_c = m \cdot (H_2 - H_1)$$

Dónde:

- q_c es el flujo del calor intercambiado en el evaporador (kW)
- $H_2 - H_1$ es el efecto refrigerante.



FUENTE: J.A. RAMÍREZ: *Refrigeración*. Ed. CEAC, Barcelona (2000)

Figura 4-12 Esquema básico evaporadores

La siguiente tabla nos da los valores necesarios para calcular la temperatura de evaporación restando de la temperatura del ambiente, para diversos ambientes:

Diferencias de temperatura Aire-Refrigerante		
Temperatura	Uso	Taire – Trefrig
Congelación	Cámaras/túnel	5 a 7 °C
Refrigeración	Baja humedad	11 a 17 °C
Refrigeración	Alta humedad	2 a 4 °C

Tabla 4-2 Diferencias de temperatura aire refrigerante en evaporadores.

4.6.1. Clasificación y tipos

FUENTE: J.A. RAMÍREZ: *Refrigeración*. Ed. CEAC, Barcelona (2000)

Evaporadores	Enfriamiento de líquidos	De inmersión	De serpentín De parrilla Intensivos
		De doble tubo a contracorriente	
		De lluvia	
	Enfriamiento de gases	Multitubulares con calandria	Horizontales Verticales
		Especiales	Con envoltente Con tambor
		Circulación natural	Tubos lisos Tubos aleteados
Congeladores		Circulación forzada	Tubos lisos Tubos aleteados
		Fábricas de hielo Acumuladores de frío	

Figura 4-33 Clasificación de evaporadores

FUENTE: J.A. RAMÍREZ: *Refrigeración*. Ed. CEAC, Barcelona (2000)

Grupo	Tipos		$K \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$
Enfriadores de líquidos	De inmersión	de serpentín	60 a 80 ⁽¹⁾ 200 a 250 ⁽²⁾
		de parrillas intensivos	350 a 400 ⁽²⁾ 500 ²
	Doble tubo a contracorriente		500 a 700
	De lluvia		800 a 1200
	Multitubulares con calandrias	horizontales de exp. seca verticales	400 a 600 800 a 1000 700 a 1200
	Placas eutécticas	agua o salmuera	30 ⁽¹⁾ 80 ⁽²⁾
Enfriadores de gases	Circulación de aire natural	tubos lisos	16 a 20
		tubos aleteados placas eutécticas	6 a 8 5 a 7
	Circulación de aire forzado	tubos lisos tubos aleteados	30 a 40 14 a 20
(1) Líquidos sin agitar. (2) Líquidos agitados mecánicamente.			

Figura 4-44 Coeficientes globales aproximados de transmisión de calor



Ceiling-mounted evaporator
Forced air circulation



$$T_{\text{evap.}} = T_{\text{cuarto}} - 6 \text{ ó } 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

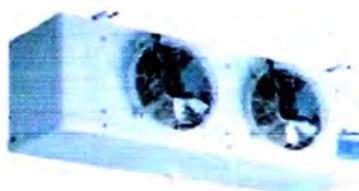


Figura 4-55 Evaporadores aleteados.

$$T_{\text{evap.}} = T_{\text{fluido}} - 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

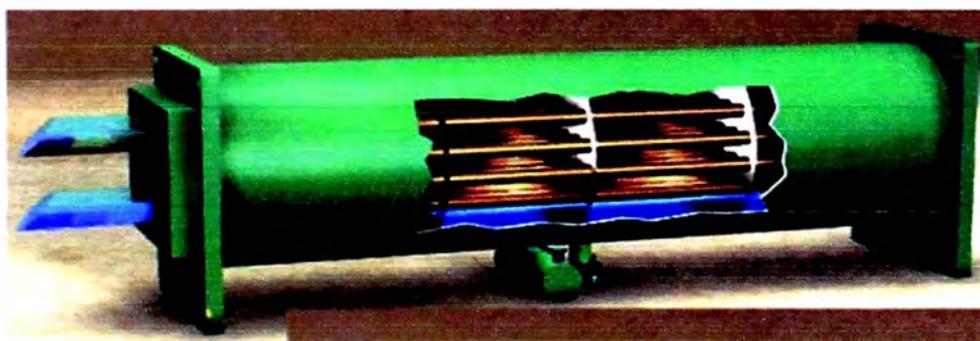


Figura 4-66 Evaporadores de casco y tubo

Plate heat exchanger $T_{\text{evap.}} = T_{\text{fluido}} - 3^{\circ}\text{C}$

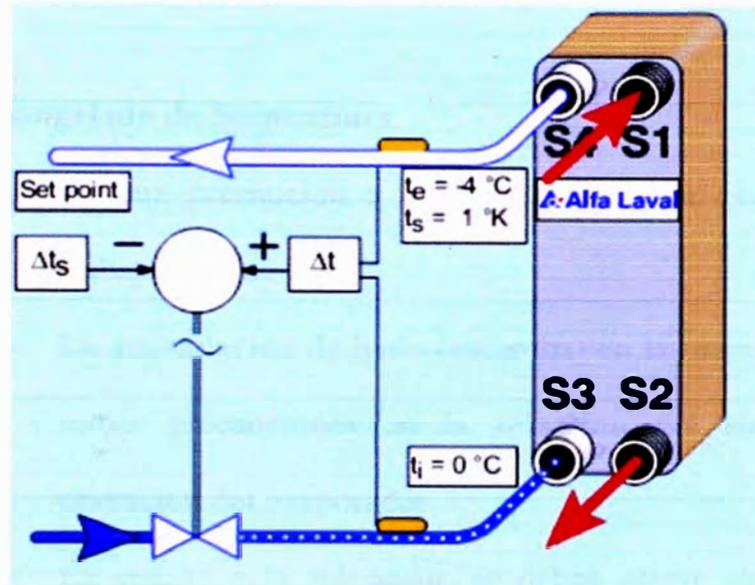


Figura 4-77 Evaporadores de placas.

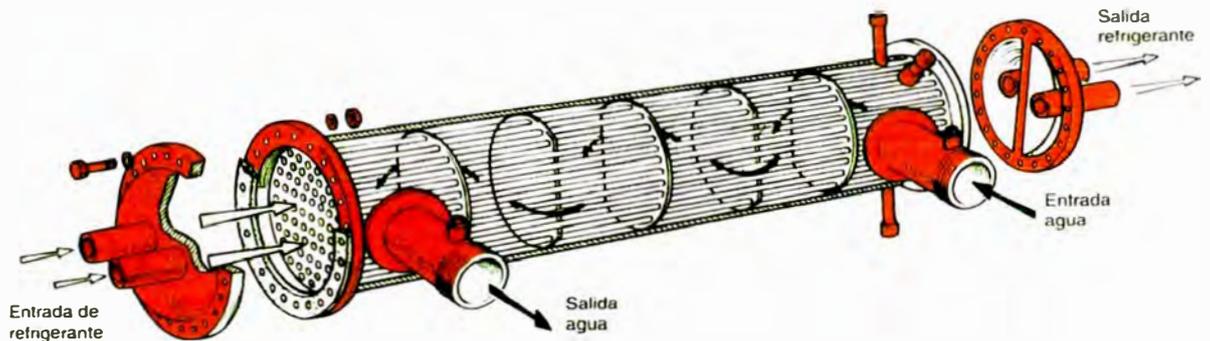


Figura 4-88 Intercambiado

4.6.2. Alimentación de Refrigerante

Se utilizan tres métodos de alimentación:

- Expansión Directa,

- Evaporador Inundado;
- Recirculación de Líquido.

4.6.3. Descongelado de Serpientes

- ✓ Es una precaución a tener en cuenta en evaporadores que trabajan a $T_{ev} < 0^{\circ}\text{C}$.
- ✓ La acumulación de hielo (escarcha) en las superficies obliga a tomar precauciones en la selección del aletado y en la operación del evaporador.
- ✓ En cuanto a la selección: se deben elegir aletados con una separación entre aletas de entre 8 y 12 mm (2 a 3 fin /inch).
- ✓ En cuanto a operación, se debe prever un tiempo diario en que el equipo está fuera de servicio por la operación de descongelado (usualmente 1h a 1,5h dependiendo del método empleado).
- ✓ Puede ser más de una vez al día.

Pudiendo ser:

4.6.3.1. Gas caliente:

Es el método más efectivo. Consiste en introducir vapor de la salida del compresor a la serpentina para calentarla y así desprender la escarcha. La operación se realiza en forma automática y programada según necesidades.

4.6.3.2. Agua:

Se aplican duchas de agua sobre los serpentines.

Inconveniente: agrega humedad a la cámara.

4.7. DISPOSITIVOS DE EXPANSIÓN

En la tecnología de la refrigeración, un dispositivo de expansión es un elemento que disminuye la presión de un fluido pasando de un estado de alta presión y temperatura a uno de menor presión y temperatura. Al producirse la expansión del líquido en un ambiente de menor presión, se evapora parcialmente reduciéndose la temperatura al absorber calor latente de él mismo. A su salida se pretende tener un aerosol, pequeñas gotas de refrigerante en suspensión, que facilite la posterior evaporación.

Son los componentes de un sistema frigorífico que cumplen las funciones de producir y mantener una diferencia de presiones entre el condensador y el evaporador, regula el paso de refrigerante líquido hacia el evaporador en proporción necesaria para compensar la cantidad evaporada como consecuencia del efecto de refrigerar.

4.7.1. Tipos

Son ampliamente empleados en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, siendo los más comunes:

- El tubo capilar: en los refrigeradores domésticos y pequeños sistemas climatizadores.
- La válvula de expansión; manual, termostática (VET), electromecánica y automática.

- El restrictor. Este dispositivo además, y según su tipo, regula el caudal de refrigerante en circulación, adecuándolo a la carga térmica a la que se ve sometido el sistema frigorífico, así como a las temperaturas del medio de trabajo.

4.7.2. Válvulas de expansión

Los dispositivos de expansión, más conocidos como válvulas de expansión, son el cuarto elemento necesario para que funcione el ciclo de compresión de refrigeración. Este dispositivo no es tan visible como el evaporador, el condensador o el compresor. Generalmente, se encuentra como una válvula en la tubería de líquido arriba del evaporador o bien antes de entrar al tanque intermedio.

La válvula de expansión es una de las líneas que dividen los lados de alta y de baja presión del sistema. La válvula de expansión es la responsable de la cantidad debida de refrigerante que entra en el evaporador, ya que el evaporador rinde mejor cuando está lleno de refrigerante líquido hasta el máximo sin que éste salga por la línea succión (aspiración).

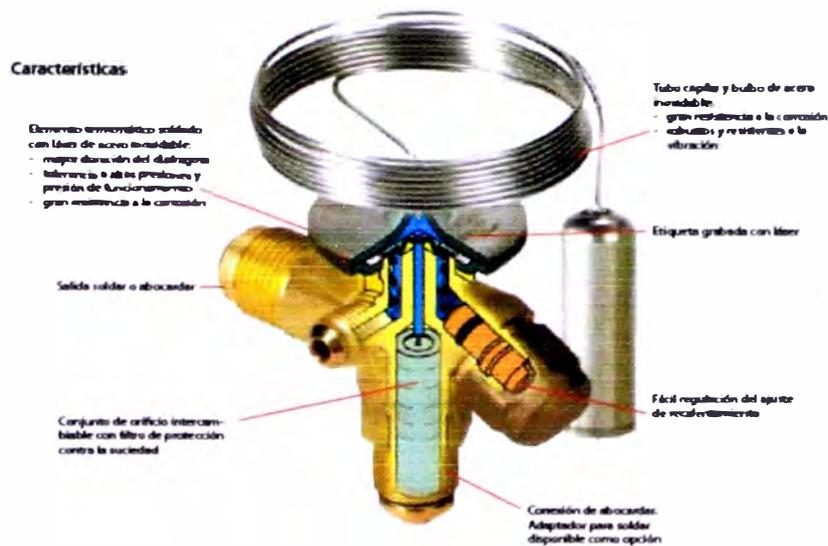


Figura 4-99 Válvula de expansión.

Para la selección de la válvula de expansión sólo es necesario definir la capacidad del evaporador y el tipo de refrigerante.

4.7.3. Válvulas reguladoras de presión y temperatura (PM)

Las válvulas reguladoras pueden ser de vía recta o en ángulo, son normalmente cerradas. Las válvulas Danfoss son fabricadas bajo un estricto control de calidad para los requerimientos de las instalaciones de refrigeración bajo estándares internacionales.

Las válvulas reguladoras están equipadas con sellos especiales entre la abertura y el vástago, el cual se debe reemplazar cuando baja la presión. Es una válvula servoaccionada que se usa para regular presión y temperatura.

Su función depende solo de la presión de control que recibe, ya sea por medio de una válvula piloto o de una presión de control externa.

Las válvulas principales PM (ICS) y sus pilotos se usan para numerosas combinaciones.

- Control de presión
- Control de presión de cárter
- Control de Temperatura
- Control de presión de condensación
- Control de Presión Diferencial
- Control de By-Pass de Gas Caliente Válvulas de sobre flujo.



Figura 4-20 Válvulas reguladoras.

R 717 (NH₃)

Suction vapour capacity
for PM 1 and PM 3

Type	Δp bar	Suction vapour capacity Q _s kW at evaporating temperature t _e °C												
		50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	5	10
PM 5	0.10	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2	4.8	5.4	6.1	6.8	7.5	8.3	9.1	10
	0.15		3.1	3.7	4.3	5	5.8	6.5	7.4	8.2	9.1	10	11	12
	0.20		3.3	4	4.8	5.6	6.5	7.4	8.4	9.4	11	12	13	14
	0.40			4.4	5.7	7	8.4	9.8	11	13	14	16	18	19
	0.60				5.7	7.3	9.1	11	13	15	17	19	21	23
PM 10	0.10	4.4	5.3	6.3	7.3	8.4	9.5	11	12	13	15	16	18	20
	0.15		6.1	7.3	8.6	10	11	13	15	16	18	20	22	24
	0.20		6.5	8	9.6	11	13	15	17	19	21	23	25	28
	0.40			8.7	11	14	17	19	22	25	28	32	35	38
	0.60				11	15	18	22	26	30	33	38	42	46
PM 15	0.10	6.5	7.9	9.3	11	12	14	16	18	20	22	24	27	29
	0.15		9	11	13	15	17	19	22	24	27	30	33	36
	0.20		9.7	12	14	17	19	22	25	28	31	34	37	41
	0.40			13	17	21	25	29	33	37	42	47	52	57
	0.60				17	22	27	33	38	44	50	56	62	68
PM 20	0.10	11	13	16	18	21	24	27	30	33	37	41	45	49
	0.15		16	19	22	25	29	32	36	41	45	50	55	60
	0.20		17	21	24	28	32	37	42	46	52	57	63	69
	0.40			24	30	36	43	49	56	63	71	79	87	96
	0.60				31	39	48	57	66	75	84	94	105	115
PM 25	0.10	19	22	26	30	34	39	44	49	55	60	67	73	80
	0.15		26	31	36	41	47	53	60	66	74	81	89	98
	0.20		29	35	41	47	54	61	68	76	85	93	103	112
	0.40			38	52	62	72	82	93	105	117	130	143	157
	0.60			42	56	69	83	98	110	125	140	156	173	190

The capacities are based on liquid temperature t_l = 25°C ahead of the evaporator.
The table values refer to the evaporator capacity and are tabulated as a function of the evaporating temperature t_e and the pressure drop Δp across the valve. The capacities are based on dry saturated gas ahead of the valve. Under operation with superheated gas ahead of the valve the capacities are reduced by 4% for every 10 K superheat.

Correction factors: When selecting, the evaporator capacity is to be multiplied by a correction factor depending on the liquid temperature ahead of the valve / evaporator. The selection can then be made from the table.

t _l °C	-10	0	10	20	25	30	40	50
R 717 (NH ₃)	0.84	0.88	0.92	0.97	1	1.03	1.09	1.16

Tabla 4-3 Tabla para la selección de válvulas PM.

4.7.4. Válvulas de paso (SVA)

Las SVA son válvulas de cierre en paso recto y en ángulo de operación manual, diseñadas para todas las aplicaciones en instalaciones de refrigeración industrial.

Están diseñadas para proporcionar condiciones de flujo favorables y para facilitar el desmontaje y mantenimiento. El asiento de la válvula asegura un cierre perfecto.

Rango de temperatura: -50/+150°C (-58/+302°F).

Rango de presión: Las válvulas han sido diseñadas para soportar presiones operativas máximas de 40 bar g (580 psi g).

La selección de estas válvulas se hace teniendo en cuenta el diámetro de la tubería en la que se va a colocar la misma, luego de colocar todas

las válvulas en la línea se comprueba que la caída de presión no sea mayor a lo equivalente en caída de temperatura de 1°C.



Figura 4-21 Válvulas de paso SVA.

4.7.5. Válvulas de Seguridad (SFA)

Las válvulas SFA son válvulas de seguridad con paso en ángulo que dependen de la presión de salida, y están especialmente diseñadas para proteger recipientes y otros componentes contra presiones elevadas.

En la válvula está diseñada para cumplir los requisitos de calidad y seguridad requeridos para instalaciones de refrigeración, especificadas por las autoridades internacionales.

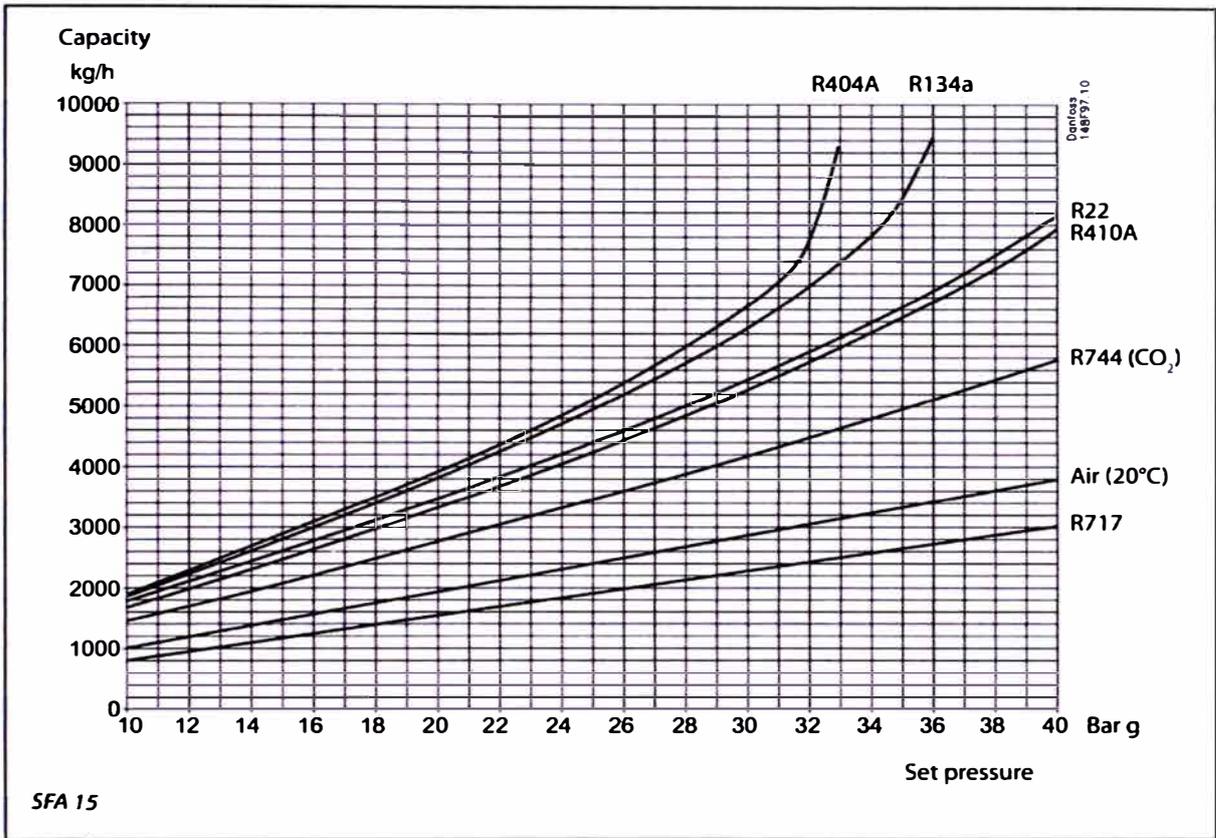
Se recomienda la válvula en plantas de refrigeración como válvula de seguridad. El muelle del cuerpo se cierra herméticamente para evitar fugas.

Se pueden suministrar las válvulas con ajustes de presión entre 10 and 40 bar g.

Cuando la presión aumente por encima de la presión de ajuste, la válvula comenzará a abrir suavemente, para minimizar la salida de refrigerante. Si la presión continua aumentando, la válvula abrirá completamente. La válvula de seguridad estará completamente abierta antes de que la presión sea un 10 % más alta que la presión de ajuste, y estará completamente cerrada cuando la presión este un 10 % por debajo de la presión de ajuste.

Vamos a seleccionar la válvula SFA para el tanque separador vertical de -42°C (Túneles).

La presión a la Temperatura de condensación es 13.5 bar, la presión de apertura de la válvula de seguridad es $13.5 * 1.1 + 1 = 15.85$. Para estas condiciones vemos que la válvula SFA 15 cumple los requerimientos.



Capacity

Set pressure	qm	R22	R134a	R404A	R410A	R717	R744 (CO ₂)	Air (20°C)
SFA 15								
10 bar g	kg/h	1749	1881	1888	1652	779	1424	1003
145 psi g	lb/min	64	69	69	61	29	52	37
15 bar g	kg/h	2592	2793	2842	2459	1135	2072	1462
218 psi g	lb/min	95	103	104	90	42	76	54
20 bar g	kg/h	3471	3804	3883	3305	1492	2747	1922
290 psi g	lb/min	128	140	143	121	55	101	71
25 bar g	kg/h	4409	4921	5101	4248	1853	3441	2381
363 psi g	lb/min	162	181	187	156	68	126	87
30 bar g	kg/h	5437	6269	6659	5250	2227	4163	2841
435 psi g	lb/min	200	230	245	193	82	153	104
35 bar g	kg/h	6633	8370		6450	2608	4936	3301
508 psi g	lb/min	244	308		237	96	181	121
40 bar g	kg/h	8104			7911	2989	5718	3760
580 psi g	lb/min	298			291	110	210	138

Tabla 4-2 Selección de válvulas SFA.

4.7.6. Válvulas Solenoides (EVRA-EVRAT)

Las EVRA son válvulas solenoides de acción directa o servoaccionadas para líneas de líquido, aspiración y gas caliente con amoníaco ó gases fluorados.

Están diseñadas para detener el flujo de refrigerante cuando se requiere o no la demanda de frio, además para evitar migraciones de refrigerante cuando el sistema está detenido

La EVRAT es servoaccionada con apertura asistida, para líneas de líquido, aspiración y gas caliente con amoníaco y refrigerantes fluorados.

La EVRAT está especialmente diseñada para abrir - y permanecer abierta -con una caída de presión de 0 bar. La válvula solenoide EVRAT se utiliza por lo tanto en plantas donde se requieren presiones diferenciales de apertura de 0 bar.

La EVRAT 10, 15 y 20 tienen un husillo para aperturas manuales
Descargar en el arranque.

Rango de Temperatura:

El rango de trabajo de estas válvulas es de - 40°C a 105°C

Selección en función a capacidad, **nunca con el diámetro**

Voltaje y frecuencia: bobina

Se recomienda el uso de filtro antes de la valvula.



Figura 4-22 Válvula solenoide.

4.7.6.1. SELECCION DE EVRA

Para seleccionar una EVRA tenemos que encontrar su ubicación: Líquido, vapor, o gas caliente y su capacidad en KW

Tipo	Capacidad media ¹⁾ [kW]											
	Líquido				Vapor de aspiración				Gas caliente			
	R717	R22	R134a	R404A	R717	R22	R134a	R404A	R717	R22	R134a	R404A
EVRA 3	21.8	4.6	4.3	3.2				6.5	2.1	1.7	1.7	
EVRA/T 10	142.0	30.2	27.8	21.1	9.0	3.4	2.5	3.1	42.6	13.9	11.0	11.3
EVRA/T 15	256.0	54.4	50.1	38.0	16.1	6.2	4.4	5.5	76.7	24.9	19.8	20.3
EVRA/T 20	426.0	90.6	83.5	63.3	26.9	10.3	7.3	9.2	128.0	41.5	32.9	33.9
EVRA 25	947.0	201.0	186.0	141.0	59.7	22.8	16.3	20.4	284.0	92.3	73.2	75.3
EVRA 32	1515.0	322.0	297.0	225.0	95.5	36.5	26.1	32.6	454.0	148.0	117.0	120.0
EVRA 40	2368.0	503.0	464.0	351.0	149.0	57.0	40.8	51.0	710.0	231.0	183.0	188.0

¹⁾ Capacidad nominal de líquido y vapor de aspiración con temperatura de evaporación $t_e = -10^\circ\text{C}$, temperatura de líquido delante de la válvula $t_l = +25^\circ\text{C}$, y caída de presión a través de la válvula $\Delta p = 0.15$ bar.

Capacidad nominal de gas caliente según temperatura de condensación $t_c = +40^\circ\text{C}$, caída de presión a través de la válvula $\Delta p = 0.8$ bar, temperatura gas caliente $t_h = +65^\circ\text{C}$, y subenfriamiento $\Delta t_{\text{sub}} = 4$ K.

Tabla 4-5 Selección de válvulas solenoide en la línea de vapor.

Capacidad de líquido Q_l kW

Tipo	Capacidad de líquido Q _e kW a una caída de presión a través de la válvula Δp bar				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
R 717 (NH₃)					
EVRA 3	17.8	25.1	30.8	35.6	39.8
EVRA/T 10	116.0	164.0	201.0	232.0	259.0
EVRA/T 15	209.0	295.0	362.0	418.0	467.0
EVRA/T 20	348.0	492.0	603.0	696.0	778.0
EVRA 25	773.0	1093.0	1340.0	1547.0	1729.0
EVRA 32	1237.0	1749.0	2144.0	2475.0	2766.0
EVRA 40	1933.0	2734.0	3349.0	3867.0	4322.0

Tabla 4-6 Selección de válvulas solenoide en la línea de líquido.

4.7.6.2. Factores de corrección

Al dimensionar las válvulas, la capacidad de la instalación deberá ser multiplicada por un factor de corrección dependiendo de la temperatura del líquido antes de la válvula de expansión.

Conociendo la capacidad corregida, podrá hacerse la selección mediante la tabla siguiente.

	-10	0	10	20	25	30	40	50
R 717	0.84	0.88	0.92	0.97	1	1.03	1.09	1.16

Tabla 4-7 Factores de corrección.

Tomamos como ejemplo la selección de la válvula de la sala de empaque (capacidad=19,945 Kcal/h, equivalente a 23.19 Kw). Con este valor y asumiendo una pérdida de presión en la válvula de 0.2 bar, seleccionamos la válvula

EVRA 3, que tiene una capacidad de 25.1 Kw. Y cubre nuestro requerimiento.

4.7.7. FILTROS FIA

Los filtros FIA en paso recto ó en ángulo están diseñados para dar condiciones de flujo favorables. El diseño hace que el filtro sea fácil de instalar, y asegura una limpieza e inspección rápida.

Los filtros FIA se utilizan delante de controles automáticos, bombas, compresores, en arranques de plantas y donde se necesite una filtración permanente. El filtro reduce el riesgo de rotura del sistema y reduce la sustitución de los componentes en las instalaciones.

Los filtros FIA están equipados con una malla de acero inoxidable, disponibles con el siguiente tramado: 100, 150, 250 y 500 μ (micras), (US 150, 100, 72, 38 malla).

Líneas de líquido	
Delante de bombas:	500 μ [38 malla]
Después de bombas:	150 μ [100 malla] / 250 μ [72 malla]
Delante de válvulas AKVA	100 μ [150 malla]
Protección de equipos de regulación automáticos general	150 μ [100 malla] / 250 μ [72 malla]
Equipos delicados, reguladores de aspiración de baja temperatura	250 μ [72 malla]
Líneas de aspiración	
Delante de compresores de tornillo	250 μ [72 malla]
Delante de compresores de pistón	150 μ [100 malla]

Tabla 4-8 Selección del número de malla - filtros en la línea de líquido y vapor.

4.7.8. Válvulas check o anti retorno:

Su función principal es evitar el retorno del fluido en la línea

Selección en función a capacidad (Cv), pero generalmente se hace en función al diámetro

Aplicación: descarga, líquido, etc.

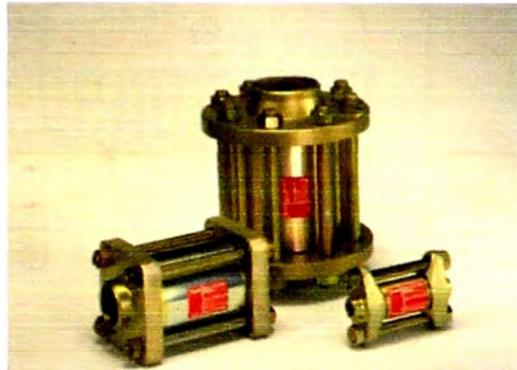


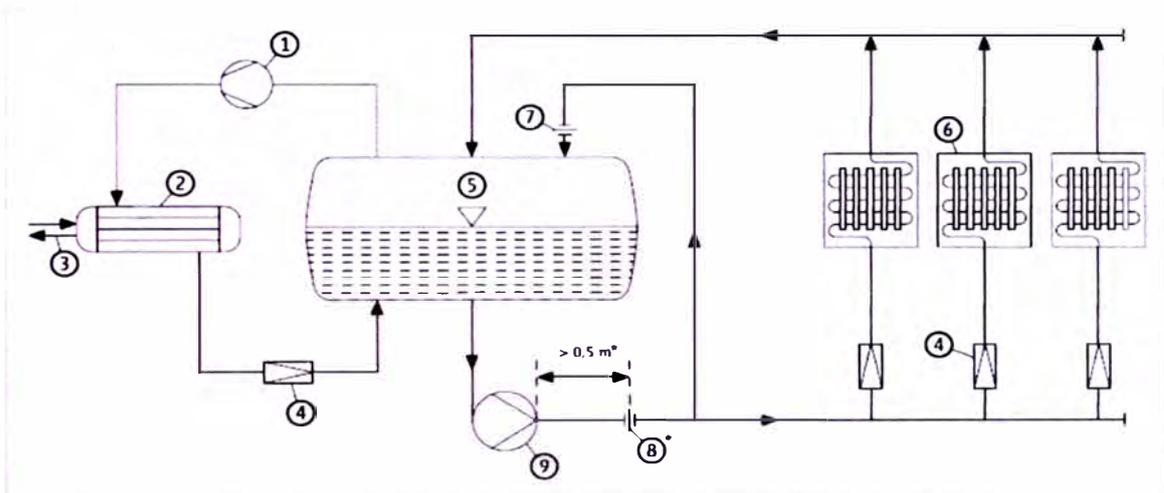
Figura 4-23 Válvula antiretorno.

4.8. BOMBA

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Para lograr esta acción es necesario un aporte de trabajo acorde a la segunda ley de la termodinámica, según la cual el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualan.

La figura muestra un esquema simplificado de una instalación frigorífica industrial con servicio de bombeo. Esta instalación se caracteriza por una bomba que aspira el fluido refrigerante desde un separador central y lo impulsa

hacia los evaporadores. El vapor generado y el líquido sobrante retornan al separador. Compresor, condensador y válvula de expansión forman un segundo circuito.



Instalación frigorífica

- | | | | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------------|
| 1 Compresor | 4 Válvula de expansión | 7 Orificio Q_{min} | * no aplicable si se instala una |
| 2 Condensador | 5 Separador de partículas | 8 Orificio Q_{max} | válvula limitadora de caudal |
| 3 Agua de refrigeración | 6 Evaporador | 9 Bomba HERMETIC | |

Figura 4-24 Instalación frigorífica industrial con servicio de bombeo

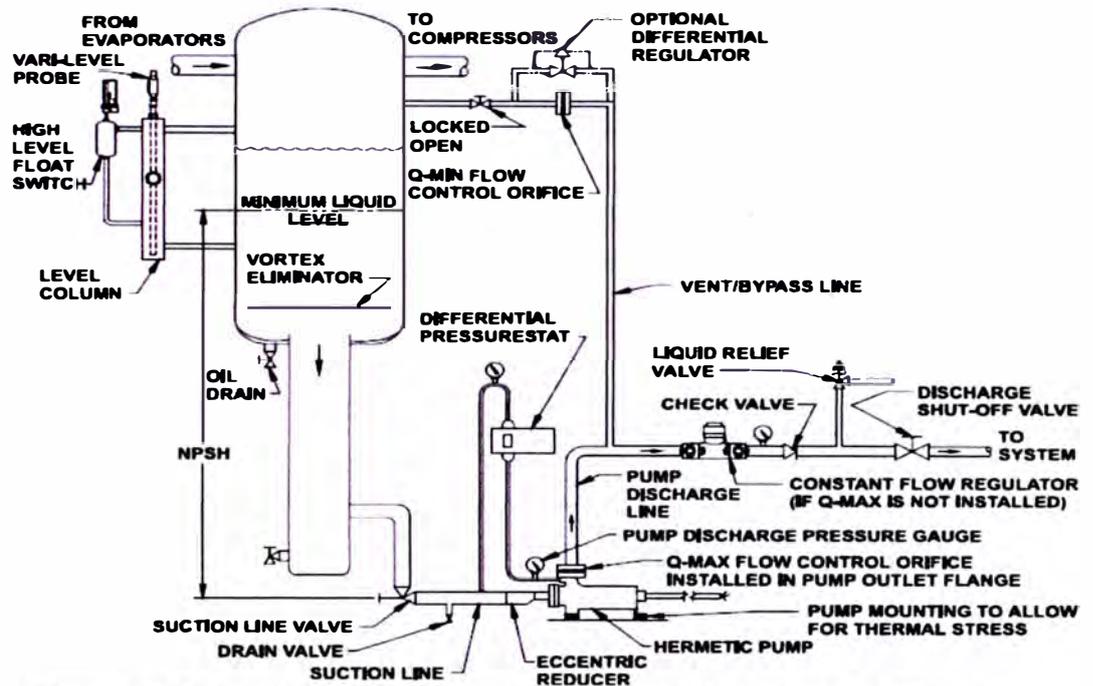


Figura 4-25 Instalación Esquema típico de tuberías, bombas, válvulas

4.9. TANQUES SEPARADORES:

Los tanques s son unidades de almacenamiento, que funcionan con una bomba de refrigerante la cual se encarga de enviar el líquido hacia los evaporadores, sin embargo antes de entrar al evaporador se necesita de expandir el líquido por medio de la válvula reguladora.

Por ejemplo tenemos los tanques del tipo horizontal como se muestra en la figura 3.25, en la parte superior del tanque se conecta la succión del compresor donde debe de extraer todo el vapor de amoníaco y no permitir el paso del líquido.

Los tanques están provistos de una bomba que tiene una capacidad de 5,000 litros/hora. Las bombas son marca frigostrella como la que se muestra en la siguiente figura.

requerir retorno de aceite desde el evaporador, ya que los compresores bombean muy poco aceite al sistema. Pero aún con equipo centrífugo, al paso del tiempo los evaporadores de baja temperatura se contaminan con aceite, que debe recuperarse.

4.9.2. Distribución del gas de transvaporación:

Como regla general, los refrigerantes se introducen en el evaporador expandiendo líquido desde una presión alta. En el proceso de expansión una cantidad significativa de refrigerante se convierte en gas por transvaporación (vaporización por reducción de presión).

Este gas debe introducirse en el evaporador de manera apropiada para que el rendimiento sea satisfactorio. La distribución inadecuada del gas de transvaporación puede causar un arrastre de líquido hacia el compresor, así como daño a los tubos del cambiador por erosión o vibraciones.

4.9.3. Separación de gas y líquido:

El gas de aspiración que sale del evaporador debe estar seco para evitar que dañe al compresor. El diseño debe asignar un espacio de separación adecuado o bien incluir eliminadores de neblina. El arrastre de líquido es una de las principales fuentes de problemas en los sistemas de refrigeración.

4.10. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA.

4.10.1. Transmisión térmica por paredes, techo y suelo \dot{Q}_1

El primer componente de la carga térmica es la energía térmica que penetra en el recinto por la transmisión de calor a través de las paredes, techo y suelo. La ecuación para determinarlo es:

$$\dot{Q}_2 = U * A * dT (W)$$

Donde

dT es $T_0 - T_i$

A es el área exterior de la superficie aislada en m^2

U es el coeficiente global de transmisión en $\frac{W}{(m^2K)}$

T_0 : Temperatura exterior

T_i : Temperatura interior

En caso de elevada transferencia de radiación solar se debe añadir:

$$Q1' = U_i * A * dt' (W)$$

Donde: $dt' = t_i - t_{superficieexterior}$

Puede añadirse un factor de seguridad del 15% al Q_1' .

4.10.2. Carga térmica del producto \dot{Q}_2

El enfriamiento del producto suele representar el mayor porcentaje de las mayor de cargas de refrigeración. Para estimar esta carga hay que tener en cuenta:

- Tiempo del que se dispone para el enfriamiento y/o congelación.
- Cantidad de producto que hay que enfriar en dicho plazo.

- Temperatura a la que hay que enfriar el producto.
- Recipiente en el que se almacena el producto.

Los dos primeros factores se suelen reunir en el concepto de “recepción máxima diaria”, es decir, en la cantidad máxima de producto que la cámara recibirá al cabo del día, \dot{m} .

Para calcular la cantidad de calor que debe extraerse de la cámara debemos conocer las temperaturas de entrada, de enfriamiento y, en caso necesario, de congelación del producto, así como su calor específico.

Para esto disponemos de las siguientes formulas:

a. Sólo enfriamiento:

$$\dot{Q}_2 = \dot{m} * c_p * (T_1 - T_2)$$

b. Enfriamiento y congelación:

$$\dot{Q}_2 = \dot{m} * c_p * (T_1 - T_c) + \dot{m} * L_s + \dot{m} * c_c * (T_c - T_2)$$

Donde:

\dot{Q}_2 = Carga de enfriamiento (J/día)

\dot{m} = Recepción máxima diaria (kg/día)

T_1 = Temperatura de entrada del producto.

T_2 = Temperatura de conservación del producto.

T_c = Temperatura de congelación del producto

L_s = Calor latente de congelación, fusión o solidificación (J/kg)

c_p = Calor específico del producto (J/(kg °C))

c_c = Calor específico del producto congelado

4.10.3. Infiltración de aire \dot{Q}_3

Es un componente muy importante de la carga térmica total. Lo más difícil es calcular la carga térmica extra producida por la entrada de aire de renovación procedente del exterior. No obstante en el caso de la entrada forzada del aire de renovación el cálculo es sencillo. La cantidad introducida de aire de renovación depende del producto almacenado y varía de 1 a 5 veces el volumen total del recinto, en 24 horas. En los recintos pequeños donde no se utilizan ventiladores, la apertura y cierre de las puertas proporcionan una adecuada y natural entrada de aire. En el caso de cámaras de congelación, por supuesto no es forzada.

El aire exterior puede enfriarse por medio de un enfriador de aire especial, aunque normalmente se hace mediante enfriadores de aire normales. Esta carga térmica puede determinarse utilizando la fórmula:

$$\dot{Q}_2 = \dot{m} \cdot dh \quad (\text{W})$$

Dónde:

\dot{m}_{air} : es el caudal másico de aire entrante.

dh : es la diferencia de entalpía entre el aire exterior y el aire en las condiciones del almacenamiento frigorífico.

Es difícil calcular exactamente cuánto aire penetra durante el tiempo en que la puerta permanece abierta. A menudo se utilizan ecuaciones empíricas como:

$$n = \frac{35}{\sqrt{\text{Volumen de la cámara}}}; \text{ para cámaras de baja temperatura,}$$

$$n = \frac{70}{\sqrt{\text{Volumen de la cámara}}}; \text{ para cámaras de refrigeración,}$$

Donde n es el número de veces que en 24 horas se renueva el volumen completo del aire de la cámara. En los casos en que cabe esperar un tráfico intenso, n se multiplica por 2.

Algunos ingenieros asumen, a efectos de cálculo que \dot{Q}_2 es un 10% de la carga térmica total.

Hay otros factores que afectan a esta carga; si las puertas se accionan manualmente o automáticamente; si se utilizan o no cortinas de plástico o cortinas de aire. También depende de la relación entre el volumen de la cámara frigorífica y la superficie total de las puertas

Si la temperatura del aire está por debajo de 0°C resulta difícil poder obtener las entalpías utilizando el diagrama psicrométrico. Como la cantidad de vapor será muy pequeña puede hacerse la aproximación:

$$\Delta h^* \approx h_a \approx c_a T (^{\circ}\text{C}) \approx T (^{\circ}\text{C})$$

es decir, que la entalpía coincide numéricamente con la temperatura en grados Celsius.

Ya que la condensación del agua se produce en los evaporadores, será necesario descongelarlos periódicamente utilizando resistencias eléctricas, cortinas de agua o inyectando gas caliente a los evaporadores.

4.10.4. Cargas térmicas Diversas \dot{Q}_4

Finalmente no se debe pasar por alto la energía térmica adicional como:

- a. **Motores eléctricos..** Los ventiladores situados en los evaporadores generan una cierta cantidad de calor durante su funcionamiento. La determinación exacta de ésta contribución resulta difícil a priori, ya que inicialmente no se conoce cuál equipo se va a instalar, y por tanto cuál será la potencia de dichos ventiladores. Ya que la contribución al total de cargas es pequeña, se suele dar una cifra aproximada, q_v , de 0.145W/m³ al día. Si se conoce o se estima la potencia, solamente habrá que multiplicarla por el tiempo que esté funcionando el ventilador.
- b. **Necesidades por servicio.** Nos referimos aquí a las pérdidas frigoríficas debidas a la iluminación de la cámara, la circulación de personas, la apertura de puertas, condensaciones, desescarche, enfriamiento de los recipientes donde se almacena el producto, etc. Suele estimarse que el total de pérdidas se sitúa entre el 10 y el 25% de las pérdidas por transmisión. Se suele estimar que todas estas pérdidas constituyen alrededor del 15% de las pérdidas por transmisión, enfriamiento y/o congelación y conservación:

- c. **Personal.**-Esta fuente implica pequeñas cantidades de energía puesto que una persona disipa aproximadamente 350 W.
- d. **Iluminación eléctrica.**- esta fuente depende de la intensidad del alumbrado elegido.

$$\dot{Q}_4 = 0.15 (Q_t + Q_e + Q_r)$$

4.11. REFRIGERANTES:

Es un producto químico líquido o gaseoso, fácilmente licuable, que se utiliza como medio transmisor de calor entre otros dos en una máquina térmica.

Los refrigerantes más comunes son:

- ✓ R407C y R410, Es el que más se usa en instalaciones de aire acondicionado y bombas de calor.

R 134a normalmente se usa en pequeñas plantas de refrigeración a causa de entre otras cosas, que calor de evaporación de la cantidad de refrigerante en circulación es relativamente pequeño.

R 404A, Es el refrigerante que se usa en plantas de congelación donde se necesitan más bajas temperaturas. Además de estos refrigerantes fluorados, hay una larga serie de otros que no se ven a menudo hoy: R23, R417, R508A, etc.

Amoniaco NH₃ El amoniaco NH₃ es usado normalmente en grandes plantas de refrigeración. Su punto de ebullición es de -33°C. El amoniaco tiene un olor característico incluso en pequeñas concentraciones con el aire. No arde, pero es explosivo cuando se mezcla con el aire en un porcentaje en volumen de 13-28. Corroe al

cobre y aleaciones de cobre por lo cual no se puede emplear en plantas de amoniaco.

4.12. COMPARACIÓN FISICA Y QUIMICA DE LOS REFRIGERANTES

Dos características importantes de los refrigerantes desde el punto de vista de seguridad son la inflamabilidad y toxicidad. De los refrigerantes nombrados anteriormente, el amoniaco es considerado inflamable en una composición de 16 a 25% en volumen con el aire, en cuanto a los otros son considerados no inflamables. Con respecto a la toxicidad, el R-12 es considerado no tóxico en concentraciones hasta el 20%, por volumen para un período de exposición de menos de dos horas, en cuanto al amoniaco es apuntado como perteneciente al grupo de los refrigerantes perjudiciales o letales en concentraciones de $\frac{1}{2}$ a 1% para exposiciones de $\frac{1}{2}$ h de duración. Los refrigerantes 11, 22 y 502 están en una clase ligeramente más tóxica que el R-12.

El hecho de que el refrigerante se mezcla con el aceite en un sistema, es un factor en su selección. No se espera ninguna reacción química entre el refrigerante y el aceite lubricante del compresor, pero la miscibilidad del aceite y el refrigerante son motivos de preocupación. En compresores alternativos y de tornillo un poco de aceite es arrastrado del compresor por el gas refrigerante de descarga. Este aceite pasa por el condensador y va hacia el evaporador, donde el refrigerante se evapora, dejando al aceite que reducirá la eficiencia de transferencia de calor del evaporador.

Varios procedimientos están disponibles para evitar que el aceite llegue al evaporador. Un separador de aceite localizado en la línea de descarga remueve

el aceite continuamente y retorna al compresor. El R-12 y el aceite son miscibles, el R-22 es parcialmente miscible y el amoníaco no es miscible con el aceite. El aceite en el evaporador de un sistema con R-12 no es tan perjudicial a la transferencia de calor como ocurre en un sistema con amoníaco, donde él se separa. El aceite puede ser drenado de evaporadores de amoníaco, pero en sistemas con R-12 las velocidades en la línea de succión necesitan ser altas para arrastrar el aceite de vuelta al compresor.

La reacción de un refrigerante con el material usado en las tuberías, tanques y compresores en general no influyen en la selección del refrigerante, pero el refrigerante usado frecuentemente determina el material a emplearse en el sistema. Ciertos metales pueden ser atacados por refrigerantes; el amoníaco, por ejemplo, reacciona con el cobre, latón y otras aleaciones de cobre en la presencia de agua, el fierro y acero son por consiguiente usados en sistemas con amoníaco, los halocarbonados pueden reaccionar con zinc, pero no con cobre, aluminio, fierro o acero. Bajo presencia de pequeñas cantidades de agua, sin embargo, los halocarbonados forman ácidos que atacan la mayoría de los metales.

4.13. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA CONGELAR PESCADO.

Selección del sistema de refrigeración a usar.

Determinamos dos puntos importantes en un sistema de refrigeración que son el refrigerante y el número de etapas que va a tener el sistema.

4.13.1. Selección de refrigerante a usar.

En la selección del refrigerante vamos a tener en cuenta el COP:

a. COP (Coeficiente de performance).

Para calcular el COP del sistema se va a tomar como referencia la temperatura de evaporación de las cámaras (-35°C) y calculamos el COP para diversos refrigerantes, obteniendo lo siguiente:

Refrigerante	Tcond.	Pcond. Kpa	Tevp	Pevap. Kpa	Pcond/eva	Rp	h3=h4	h1	h2	Ah14	Ah21- Kj/Kg	COP
R-134A	35	887.5	-35	46.1	19.25	>10	100.9	224.6	320.9	123.7	96.3	1.28
R-717	35	1350.8	-35	64.3	21.01	>10	366.1	1405	1633	1038	228.6	4.54
R-22	35	1355.3	-35	95.8	14.15	>10	243.2	387	458.3	143.8	71.3	2.02
R-404A	35	1623.4	-35	121.1	13.41	>10	104.8	194.5	290.1	89.7	95.6	0.94

Tabla 4-8 Cálculo del COP para diversos refrigerantes.

De la tabla anterior observamos que el mayor COP pertenece al R-717 (amoniaco), el cual nos representa que tiene una mayor eficiencia para generar carga térmica en las condiciones planteadas.

En base a esto se elige como refrigerante al R-717.

b. Selección del número de etapas del sistema: simple o doble etapa.

Sistema de Simple etapa: Un sistema es considerado de simple etapa cuando existe un compresor que succiona en baja y descarga en alta, por lo general la temperatura de succión es la de evaporación del refrigerante. En el caso de los túneles es -42°C y descarga a los condensadores a : 88°C .

En el sistema de doble etapa en cambio existen dos compresores, el primero succiona de la línea de Baja temperatura -42°C y lo descarga

a un tanque intermedio que generalmente es a -10°C , después existen compresores que succionan de este tanque y lo descargan a la línea de ingreso al condensador (Línea de alta).

La diferencia principal que existe entre estos dos sistemas desde el punto de vista de la instalación es:

En el primer caso, el de simple etapa solo va a necesitar un compresor de mayor capacidad que los de doble etapa, que cumpla con las características antes mencionada. Mientras que en el segundo caso se va a necesitar dos compresores de menor capacidad que en el primer caso y un tanque intermedio adicional.

Diferencias del punto de vista económico.

En el caso de simple etapa: los sistemas de baja (Cámara y túneles) pueden funcionar de manera independiente a la sala de procesos y balsina (sistema de alta) ya que cuentan con un compresor independiente .

Encambio en el caso de doble etapa, para que funcione los túneles y cámara será necesario que funcione por lo menos dos compresores uno de alta y el otro de baja, lo cual incrementa el consumo eléctrico.

Por ello a simple vista no se puede determinar cuál de los dos sistemas conviene más, para ello se realiza un estudio económico comparando los consumos eléctricos en simple y doble etapa.

Para definir el número de etapas que va a tener el sistema se debe saber primero la cantidad de días que va a funcionar el sistema en tres diferentes porcentajes de capacidad: al 100% (funcionan todos los consumidores del sistema), 50% (funcionan los túneles al 50%, la cámara de 1000 TM, balsina al 50% y productor de hielo al 100%) y la tercera forma es solo manteniendo las cámaras (los túneles y salas de proceso están inoperativas).

La cantidad de días que funciona el sistema en los diferentes porcentajes de carga es:

N° DIAS		
100%	50%	Solo Cámara
60	100	200

Tabla 4-8 Cálculo Cantidad de días que funciona la cámara en diversos porcentajes de carga.

Conociendo el número de días que va a trabajar la planta y sabiendo que el costo \$/Kw-h es 0.05 se va a poder evaluar que sistema usar.

Luego es necesario conocer cuánto consume la planta en simple y doble etapa funcionando al 100%, 50% y solo manteniendo las cámaras. Para esto vamos a usar la carga térmica de los consumidores y con esto se van a seleccionar los equipos de refrigeración para ambas etapas.

CONSUMO ELECTRICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION EN SIMPLE ETAPA				
PLANTA AL 100% -1700 TM DE CONGELAMIENTO				
	EQUIPOS	ON/OFF	Consumo [Kw]	Total [Kw]
HIGH STAGE -42°C (TUNELES)	Compresor FES 400 GL (400 HP) @ -42°C	1	260	260
	Ventiladores de túnel N°1 (15 TM/batch - 18h)	1	8.7	8.7
	Ventiladores de túnel N°2 (15 TM/batch - 18h)	1	8.7	8.7
	Bomba de amoniaco	1	17.5	17.5
HIGH STAGE -37°C (CAMARAS)	Compresor FES 290 GL (300 HP) @ -37°C	1	191	191
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°1	1	20	20.115
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°2	1	20	20.115
	Bombas de amoniaco	1	9.3	9.3
HIELO	Compresor FES 160 GM (150 HP) @ -37°C	1	112	112
	Motor, bomba de agua y dosificadora de sal del productor de hielo + Silo (25 TM)	1	0.9	0.9
HIGH STAGE -22°C (BALSINA)	Compresor FES 230 GL (300 HP)	1	197	197
	motores electricos Balsina (20Hp)	1	14.9	14.9
	Bomba RSW - 150m3/h de 5°C a 0°C	1	2	2
HIGH STAGE -5°C (SALA DE PROCESO)	Compresor FES 290 GL (400 HP)	1	283	283
	Ventiladores de evaporadores en sala de recepción, distribución, procesos, empaque y despacho (+15°C)	1	1.35	1.35
CONDENSADORES	Motor y bomba de condensador EVAPCO 2xCATC 415	1	37	37.25
	Motor y bomba de condensador EVAPCO CATC 387	1	19	18.625
	Motor y bomba de condensador EVAPCO CATC 387	1	19	18.625
TOTAL Kw/hr				1221.08
TOTAL Kw/DIA				24421.6
TOTAL US\$/DIA				\$ 1,221.08

Tabla 4-1 Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en simple etapa funcionando al 100%.

CONSUMO ELECTRICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION EN SIMPLE ETAPA				
PLANTA AL 50% -1000 TM DE CONGELAMIENTO				
	EQUIPOS	ON/OFF	Consumo [Kw]	Total [Kw]
HIGH STAGE -42°C (TUNELES)	Compresor FES 400 GL (400 HP) @ -42°C	0.5	260	130
	Ventiladores de túnel N°1 (15 TM/batch - 18h)	1.0	8.7	8.7
	Ventiladores de túnel N°2 (15 TM/batch - 18h)	0.0	8.7	0
	Bomba de amoniaco	0.5	17.5	8.75
HIGH STAGE -37°C (CAMARAS)	Compresor FES 290 GL (300 HP) @ -37°C	0.5	191	95.5
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°1 (-30°C)	1.0	20	20.1
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°2 (-30°C)	0.0	20	0
	Bombas de amoniaco	0.5	9.3	4.65
HIELO	Compresor FES 160 GM (150 HP) @ -37°C	1.0	112	112
	Motor, bomba de agua y dosificadora de sal del productor de hielo + Silo (25 TM)	1.0	0.9	0.9
HIGH STAGE -22°C (BALSINA)	Compresor FES 230 GL (300 HP)	1.0	197	197
	motores electricos Balsina (20Hp)	1.0	14.9	14.9
	Bomba RSW - 150m3/h de 5°C a 0°C (248TR)	1.0	2	2
HIGH STAGE -5°C (SALA DE PROCESO)	Compresor FES 290 GL (400 HP)	1.0	283	283
	Ventiladores de evaporadores en sala de recepción, distribución, procesos, empaque y despacho (+15°C)	1.0	1.35	1.35
CONDENSADORES	Motor y bomba de condensador EVAPCO 2xCATC 415	1.0	37	37.25
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	1.0	19	18.625
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	0.0	19	0
TOTAL Kw/hr				934.74
TOTAL Kw/DIA				18694.8
TOTAL US\$/DIA				\$ 934.74

Tabla 4-2 Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en simple etapa funcionando al 50%.

CONSUMO ELECTRICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION EN SIMPLE ETAPA				
PLANTA SOLO CONGELAMIENTO				
	EQUIPOS	ON/OFF	Consumo [Kw]	Total [Kw]
HIGH STAGE -42°C (TUNELES)	Compresor FES 400 GL (400 HP) @ -42°C	0.0	260	0
	Ventiladores de túnel N°1 (15 TM/batch - 18h)	0.0	8.7	0
	Ventiladores de túnel N°2 (15 TM/batch - 18h)	0.0	8.7	0
	Bomba de amoniaco	0.0	17.5	0
HIGH STAGE -37°C (CAMARAS)	Compresor FES 290 GL (300 HP) @ -37°C	1.0	191	191
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°1 (-30°C)	0.0	20	0.0
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°2 (-30°C)	0.0	20	0
	Bombas de amoniaco	0.5	9.3	4.65
HIELO	Compresor FES 160 GM (150 HP) @ -37°C	1.0	112	112
	Motor, bomba de agua y dosificadora de sal del productor de hielo + Silo (25 TM)	1.0	0.9	0.9
HIGH STAGE -22°C (BALSINA)	Compresor FES 230 GL (300 HP)	0.0	197	0
	motores electricos Balsina (20Hp)	0.0	14.9	0
	Bomba RSW - 150m ³ /h de 5°C a 0°C (248TR)	0.0	2	0
HIGH STAGE -5°C (SALA DE PROCESO)	Compresor FES 290 GL (400 HP)	0.0	283	0
	Ventiladores de evaporadores en sala de recepción, distribución, procesos, empaque y despacho (+15°C)	0.0	1.35	0
CONDENSADORES	Motor y bomba de condensador EVAPCO 2xCATC 415	0.5	37	18.625
	Motor y bomba de condensador EVAPCO CATC 387	0.0	19	0
	Motor y bomba de condensador EVAPCO CATC 387	0.0	19	0
TOTAL Kw/hr				327.175
TOTAL Kw/DIA				6543.5
TOTAL US\$/DIA				\$ 327.18

Tabla 4-3 Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en simple etapa manteniendo solo las cámaras.

CONSUMO ELECTRICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION DOBLE ETAPA PLANTA AL 100% -1700 TM DE CONGELAMIENTO				
	EQUIPOS	ON/OFF	Consumo [Kw]	Total [Kw]
HIGH STAGE -42°C (TUNELES)	Compresor FES 340 GL (150 HP) @ -42°C	1	112	112
	Ventiladores de túnel N°1 (15 TM/batch - 18h)	1	8.7	8.7
	Ventiladores de túnel N°2 (15 TM/batch - 18h)	1	8.7	8.7
	Bomba de amoniaco	1	17.5	17.5
HIGH STAGE -37°C (CAMARAS)	Compresor FES 180 GL (75 HP) @ -37°C	1	56	56
	Compresor FES 180 GL (75 HP) @ -37°C	0.5	56	28
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°1 (-30°C)	1	20	20.115
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°2 (-30°C)	1	20	20.115
	Bombas de amoniaco	1	9.3	9.3
HIELO	Compresor FES 160 GM (150 HP) @ -37°C	0.5	56	28
	Motor, bomba de agua y dosificadora de sal del productor de hielo + Silo (25 TM)	1	0.9	0.9
HIGH STAGE -22°C (BALSINA)	Compresor FES 195 GM (100 HP)	1	75	75
	motores electricos Balsina (20Hp)	1	14.9	14.9
	Bomba RSW - 150m ³ /h de 5°C a 0°C (248TR)	1	2	2
HIGH STAGE -5°C (SALA DE PROCESO)	Compresor FES 340 GL (450 HP)	1	335	335
	Compresor FES 340 GL (450 HP)	1	335	335
	Ventiladores de evaporadores en sala de recepción, distribución, procesos, empaque y despacho (+15°C)	1	1.35	1.35
CONDENSADORES	Motor y bomba de condensador EVAPCO 2xCATC 415	1	37	37.25
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	1	19	18.625
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	1	19	18.625
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	1	19	18.625
TOTAL Kw/hr				1165.705
TOTAL Kw/DIA				23314.1
TOTAL US\$/DIA				\$ 1,165.7

Tabla 4-4 Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en doble etapa funcionando al 100%.

CONSUMO ELECTRICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION DOBLE ETAPA				
PLANTA AL 50% -1000 TM DE CONGELAMIENTO				
	EQUIPOS	ON/OFF	Consumo [Kw]	Total [Kw]
HIGH STAGE -42°C (TUNELES)	Compresor FES 340 GL (150 HP) @ -42°C	0.5	112	56
	Ventiladores de túnel N°1 (15 TM/batch - 18h)	1.0	8.7	8.7
	Ventiladores de túnel N°2 (15 TM/batch - 18h)	1.0	8.7	8.7
	Bomba de amoniaco	1.0	17.5	17.5
HIGH STAGE -37°C (CAMARAS)	Compresor FES 180 GL (75 HP) @ -37°C	0.6	56	33.6
	Compresor FES 180 GL (75 HP) @ -37°C	0.0	56	0
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°1 (-30°C)	1.0	20	20.115
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°2 (-30°C)	1.0	20	20.115
	Bombas de amoniaco	1.0	9.3	9.3
HIELO	Compresor FES 180 GL (75 HP) @ -37°C	0.7	56	39.2
	Motor, bomba de agua y dosificadora de sal del productor de hielo + Silo (25 TM)	1.0	0.9	0.9
HIGH STAGE -22°C (BALSINA)	Compresor FES 195 GM (100 HP)	0.5	75	37.5
	motores eléctricos Balsina (20Hp)	1.0	14.9	14.9
	Bomba RSW - 150m3/h de 5°C a 0°C (248TR)	1.0	2	2
HIGH STAGE -5°C (SALA DE PROCESO)	Compresor FES 340 GL (450 HP)	1.0	335	335
	Compresor FES 340 GL (450 HP)	0.8	335	268
	Ventiladores de evaporadores en sala de recepción, distribución, procesos, empaque y despacho (+15°C)	1.0	1.35	1.35
CONDENSADORES	Motor y bomba de condensador EVAPCO 2xCATC 415	1.0	37	37.25
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	1.0	19	18.625
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	1.0	19	18.625
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	1.0	19	18.625
TOTAL Kw/hr				966.005
TOTAL Kw/DIA				19320.1
TOTAL US\$/DIA				\$ 966.01

Tabla 4-5 Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en doble etapa funcionando al 50%.

CONSUMO ELECTRICO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION DOBLE ETAPA				
PLANTA SOLO ALMACENAMIENTO				
	EQUIPOS	ON/OFF	Consumo [Kw]	Total [Kw]
HIGH STAGE -42°C (TUNELES)	Compresor FES 340 GL (150 HP) @ -42°C	0.0	112	0
	Ventiladores de túnel N°1 (15 TM/batch - 18h)	0.0	8.7	0
	Ventiladores de túnel N°2 (15 TM/batch - 18h)	0.0	8.7	0
	Bomba de amoniaco	0.0	17.5	0
HIGH STAGE -37°C (CAMARAS)	Compresor FES 180 GL (75 HP) @ -37°C	1.0	56	56
	Compresor FES 180 GL (75 HP) @ -37°C	0.3	56	16.8
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°1 (-30°C)	1.0	20	20.115
	Ventilador de evaporador en cámara de Materia Prima N°2 (-30°C)	1.0	20	20.115
	Bombas de amoniaco	1.0	9.3	9.3
HIELO	Compresor FES 180 GL (75 HP) @ -37°C	0.7	56	39.2
	Motor, bomba de agua y dosificadora de sal del productor de hielo + Silo (25 TM)	1.0	0.9	0.9
HIGH STAGE -22°C (BALSINA)	Compresor FES 195 GM (100 HP)	0.0	75	0
	motores electricos Balsina (20Hp)	0.0	14.9	0
	Bomba RSW - 150m ³ /h de 5°C a 0°C (248TR)	0.0	2	0
HIGH STAGE -5°C (SALA DE PROCESO)	Compresor FES 340 GL (450 HP)	1.0	335	335
	Compresor FES 340 GL (450 HP)	0.0	335	0
	Ventiladores de evaporadores en sala de recepción, distribución, procesos, empaque y despacho (+15°C)	1.0	1.35	1.35
CONDENSADORES	Motor y bomba de condensador EVAPCO 2xCATC 415	1.0	37	37.25
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	0.0	19	0
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	0.0	19	0
	Motor y bomba de condensador EVAPCOCATC 387	0.0	19	0
TOTAL Kw/hr				536.03
TOTAL Kw/DIA				10720.6
TOTAL US\$/DIA				\$ 536.03

Tabla 4-6 Consumo eléctrico del sistema de refrigeración en doble etapa manteniendo las cámaras.

Calculamos el consumo de los equipos cuando la planta esta al 100% y nos resulta un consumo de 1,221.08 Kw/h, lo cual en un periodo de tiempo de 20 h, de trabajo promedio de la planta, se tiene un consumo de 24,421.6 Kw/dia (Tabla 3.3).

Luego calculamos el consumo de la planta funcionando al 50% obteniendo un consumo de 934.74 Kw/h, lo que equivale a 18,694.8 Kw/dia, en 20h de trabajo (Tabla 3.4)

Calculamos el consumo de la planta funcionando solo las camaras y productor de hielo obtenemos un consumo de 327.175 Kw/h equivalente a 6,543.5 Kw/dia, en 20h de trabajo (Tabla 3.5)

Ahora procedemos a realizar el mismo cálculo para la planta funcionando el doble etapa:

Calculamos el consumo de la planta funcionando al 100% y obtengo un consumo electrico de 1 ,165.71 Kw/h, equivalente a 23,314 Kw/ Dia (Tabla 3.6)

Calculamos el consumo de la planta funcionando al 50% con esto se obtiene un consumo electrico de 966.01 Kw/ h, equivalente a 19,320.1 Kw/ dia, en 20 h de trabajo (Tabla 3.7)

Calculamos el consumo de la planta teniendo en cuenta solo el funcionamiento de las camaras y obteneos un consumo de 536.03 Kw/h equibvalente a 10,720.6 Kw/dia, en 20 h de trabajo (Tabla 3.8).

4.13.2. Consideraciones:

Para realizar estos cálculos se ha tenido en cuenta que el 70 % de la capacidad del segundo compresor de las camaras (FES 180 GL)

abastece al productor de hielo y el 30 % restante abastece las dos camaras juntos con el FES 180GL.

Luego de calcular el consumo eléctrico de la planta al trabajar al 100%, 50% y solo manteniendo las camaras, en simple etapa y en doble etapa, se procede a calcular el costo anual teniendo en cuenta la cantidad de dias que trabaja la misma, se tiene:

Comparación económica				
SISTEMA	COSTO EN US\$/DIA			COSTO ANUAL
	100%	50%	CAMARAS	
SIMPLE ETAPA	\$ 1,221.08	\$ 934.74	\$ 327.1	\$ 232,158.80
DOBLE ETAPA	\$ 1,165.7	\$ 966.00	\$ 536.03	\$ 273,748.00
N° DIAS	60	100	200	
AHORRO				\$ 41,589.20

Tabla 4-7 Comparación económica entre un sistema de simple y doble etapa.

Como vemos al usar un sistema de simple etapa resulta un ahorro de \$ 41,589.20 al año, por lo cual elegimos un sistema de simple etapa para nuestro diseño.

Cabe mencionar que la comparacion ha sido solo teniendo en cuenta el consumo electrico y no el costo de la instalacion ya que el costo de implementar una planta en doble etapa es entre un 30-50% más

costosa que una de simple etapa, por lo cual este punto no lo tomamos en cuenta al momento de hacer la comparacion.

4.14. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN SELECCIONADO.

El sistema tiene como requerimiento congelar 142 TMD y almacenar 1700 TM de pescado y para esto es necesario contar con lo siguiente:

- 02 Túneles de congelamiento de producto de 16.8TM/18h.
- 02 Cámara de almacenamiento de producto congelado de 1000 y 700 TM.
- 01 Sala de procesos, recepción, empaque y despacho.
- 01 Balsina o BrineFreezer para congelamiento de pescado de 6 TM/h de capacidad.
- 01 planta productora de hielo en escamas con capacidad para 25 TM/día.
- 01 sistema RSW en la planta de congelado de pescado para 150 m³/hr.

Los cuales deben tener una temperatura.

Equipo	Taire
Túnel de congelamiento de producto: 16.8 TM/18 h	-35°C
Cámara de almacenamiento de producto congelado de 700 TM	-30°C
Cámara de almacenamiento de producto congelado de 1000 TM	-30°C
Sala de procesos, recepcion, empaque y despacho	+15°C
Balsina para congelamiento de pescado 6 TM/h de capacidad	-15°C
Planta productora de hielo en escamas (25 TM/día)	0°C
Sistema RSW (150 m ³ /h)	0°-5°C

Tabla 4-8. Lista de consumidores del sistema con sus respectivas temperaturas de proceso.

Definido ya el sistema y las temperaturas de evaporación vamos a agrupar los equipos que tengan temperaturas de evaporación que estén en un mismo rango, de la siguiente manera:

- Las cargas del primer sistemas son: dos túneles (Tevp -42°C). Está compuesta por un tanque separador vertical y dos bombas para la recirculación del amoniaco, teniendo una bomba en stand by.
- Las cargas del segundo sistema son las cámaras (Tevp= -37°C), generador de hielo (Tevp -27°C), climatizador de aire en el productor de hielo (Tevp -14°C).El cual consta de un tanque separador vertical y dos bombas de amoniaco. Una en stand By.
- El tercer sistema abastece a la balsina (Tevp= -22°C), sala de procesos, zona de paletizado, sala de empaque, y despacho, todos con una temperatura de evaporación de $+1^{\circ}\text{C}$,y finalmente al chiller con una temperatura de evaporación de -4.5°C . Este sistema es por expansión directa. Cuenta con un tanque intermedio de Tevp= 1°C .

Para entender mejor el funcionamiento del sistema vamos a usar el esquema técnico, ver PLANO N°2.

Después de agrupar los equipos, vamos a explicar el proceso desde el punto de vista del amoniaco:

- El proceso inicia con la succión del compresor N°1 del tanque de -42°C , succión de los compresores N°2 y N°3 del tanque de -37°C , succión del compresor N°4 (-22°C) de la balsina y succión del compresor N°5 del

tanque acumulador del chiller (-4.5°C), los cuales descargan el amoníaco gaseoso a una troncal que se une a los condensadores evaporativos, después de pasar por estos, el amoníaco se encuentra en estado líquido. Luego el amoníaco se dirige al tanque termosifón, cuya función principal es asegurar que exista una reserva de amoníaco para alimentar a los enfriadores de aceite de los compresores. EL tanque termosifón tiene una conexión, la cual por rebose se conecta con el tanque receptor. Esta línea recibe el nombre de "LINEA DE ALTA", porque se encuentra a una presión de aproximadamente 13 bar. Luego de pasar el amoníaco por el tanque receptor, este se expande y alimenta a los tanques de -42°C , -37°C , al tanque buco de la balsina y al tanque acumulador de las zonas del tercer sub sistema (Balsina).

- Luego que el amoníaco se ha expandido e ingresado al tanque acumular de succión, en el caso del tanque de -42°C , existen en la parte inferior del tanque acumulador unas bombas, cuya función principal es enviar el amoníaco a los evaporadores inundados que se encuentran en los túneles, con una tasa de bombeo de 4:1. Parte de este amoníaco se evapora (la 1/4 parte) y retorna al tanque para ser succionado nuevamente por los compresores.
- Luego que el amoníaco se ha expandido e ingresado al tanque acumular de succión, en el caso del tanque de -37°C , existen en la parte inferior del tanque unas bombas, cuya función principal es enviar el amoníaco a

los evaporadores inundados que se encuentran en las cámaras , al generador de hielo y a la cámara de conservación del hielo, con una tasa de bombeo de 4:1. Parte de este amoniaco se evapora (la 1/4 parte) y retorna al tanque para ser succionado nuevamente por los compresores.

- En el caso de la balsina, tiene un tanque horizontal, llamado Buco, al cual ingresa el amoniaco expandido en estado liquido, el cual va hacia el serpentín de tuberías de la balsina, que está en contacto con agua con salmuera, cambia de estado a gaseoso y retorna al mismo tanque, del cual el compresor succiona nuevamente y el ciclo se repite.
- Para alimentar al chiller, sala de procesos, recepción, empaque y despacho se va a usar un tanque acumulador, al cual va a tener una conexión de ingreso de liquido, y otro punto que va a ir directamente a los equipos (chiller, evaporadores de sala de proceso, recepción, empaque y despacho) y que antes de ingresar a los mismos se va a producir la expansión del amoniaco, el retorno del amoniaco en estado gaseoso se va a dar al tanque acumulador, del cual los compresores van a succionar y el ciclo se repite.

4.15. PARÁMETROS DE DISEÑO

Las consideraciones de diseño de la planta de congelado son:

4.15.1. Consideraciones generales de la planta:

- Ubicación geográfica: Pisco
- Temperatura ambiente: 30°C

- humedad relativa: 75%
- Tipo de producto a procesar: Jurel y Caballa.

4.15.2. Requerimientos del proyecto:

a. Consideraciones para los túneles:

Capacidad del túnel: 16.8 TM en cajas noruegas de 20 kg.

Cantidad : 02

Text.: +28 °C

Energía eléctrica disponible: 440 V/Trifásica/60 Hz

El túnel se encuentra dentro de una nave industrial: no considerar radiación solar.

Ting del producto: 8°C

Tsal del producto: -18°C

Para cumplir con el requerimiento de que el producto salga a -18°C el túnel debe tener una temperatura interior de:

Tint. : -35 °C.

Al calcular la temperatura de evaporación del túnel se va a considerar un delta de temperatura=7°C, con lo cual:

Tevp. : -42°C

Recordar que un batch del proceso en los túneles es de 18 h.

b. Consideraciones para el diseño de cámaras:

Capacidad de almacenamiento Cámara N°1: 700 TM

Capacidad de almacenamiento N°2: 1000 TM

Cantidad : 02

$T_{ext.} : +28\text{ }^{\circ}\text{C}$

El producto debe mantenerse a una temperatura menor o igual a -18°C , para esto se debe tener:

$T_{int.} : -30\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{evp.} : -37\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tipo de envase: caja noruega de 20 Kg.

El ingreso diario de producto se lo calcula de la siguiente manera:

- Capacidad de túneles=16.8TM / batch en un día dos túneles producen: 33.6TN
- Capacidad de balsina= 6 ton/h en 18 h de funcionamiento produce: 108 TM de producto.

Sumando lo que producen los túneles y la balsina tenemos: 141.6 TM de ingreso máximo a las cámaras de almacenamiento por día.

La Temperatura ingreso del producto de balsinas es: $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$

c. Productor de hielo en escamas

Capacidad (producción de hielo) : 25 ton/día

Cantidad : 01

$T_{ing\ de\ agua} : +22\text{ }^{\circ}\text{C}$

Espesor de las escamas : 2,5 mm

$T_{evap.} : -27\text{ }^{\circ}\text{C}$

d. Balsina o BrineFreezer:

Capacidad de congelamiento : 6 TM/h

Cantidad : 01

Tevp : -22 °C

T salmuera : -15 °C

Salmuera al: 23 %

Producto : Pescado

Ting del producto : +8 °C

T final del producto : -8 °C

e. Sistema RSW.

El requerimiento del sistema RSW es enfriar agua de +5°C a 0°C, con un caudal de 160m³/h.

4

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Con las consideraciones tomadas en el capítulo 3 se procede a calcular y dimensionar el sistema de refrigeración.

5.1. DIMENSIONAMIENTO DE LOS TÚNELES:

Según requerimiento el túnel debe tener una capacidad de congelamiento de 16.8TM la cual lo vamos a distribuir de la siguiente manera:

- ✓ Numero de Racks: 21
- ✓ Numero de Niveles/ Rack:8
- ✓ Numero de cajas/nivel: 5
- ✓ Tiempo de batch : 18 horas
- ✓ Números de batch/día : 1
- ✓ Peso de Caja Noruega 20 Kg.

Teniendo en cuenta:

- ✓ Tamaño de Bandeja: 0.6x0.4x0.2 m
- ✓ Dimensiones del Rack: 1.25x1.0 x1.98 m
- ✓ Cada rack con producto pesa: 800 Kg,

Con lo considerado líneas arriba y sabiendo que en el túnel se debe colocar una batería evaporadora y una fila de ventiladores se va a tener el siguiente arreglo: ver Figura 4-1. yFigura 4-2. Además se sabe que solo va a tener un nivel de almacenamiento.

De aquí se dimensiona el túnel: 8.4x7.3x3.3m (LxAxH)

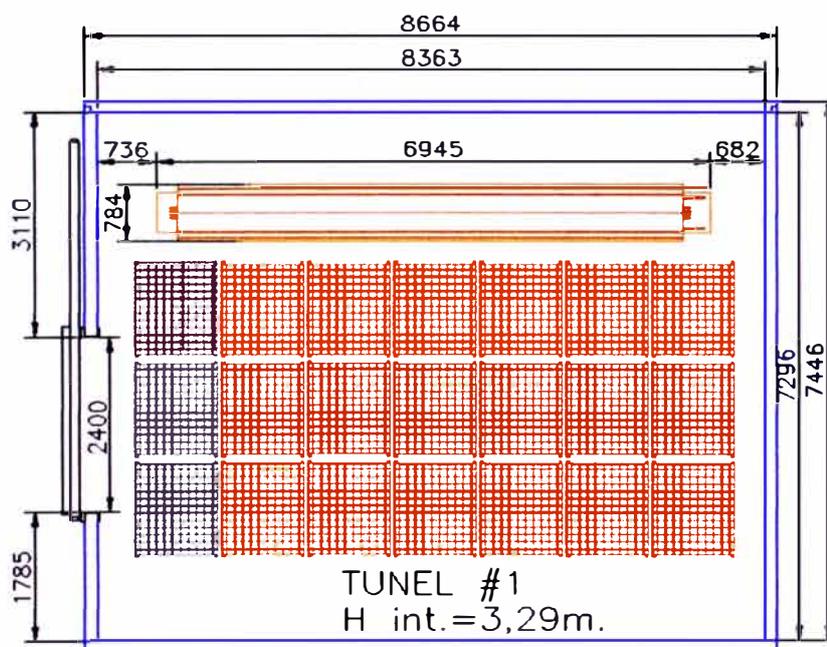


Figura 5-1 Vista de planta de Túnel de congelamiento.

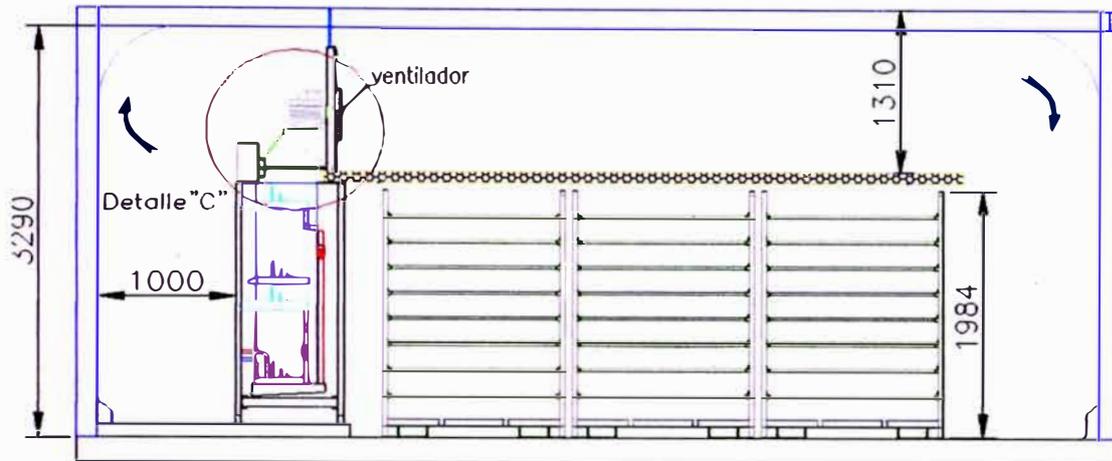


Figura 5-2 Vista de corte de Túnel.

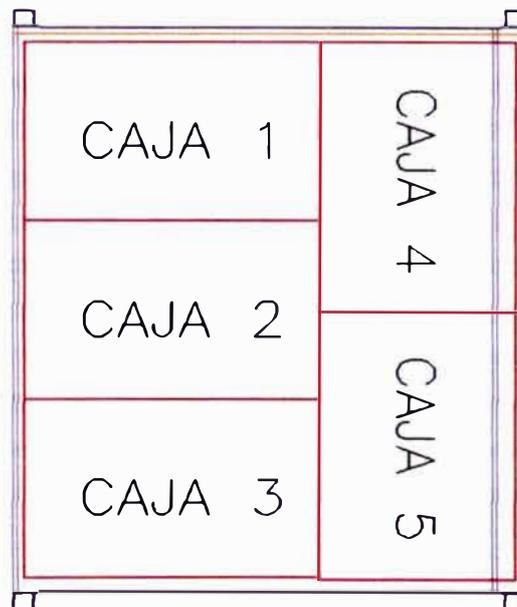


Figura 5-3 Distribución de cajas en Rack.

5.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE ALMACENAMIENTO:

El dimensionamiento de las cámaras consiste en determinar lo siguiente:

- Dimensiones del Pallet: 1x1.2 m
- Capacidad de la cámara: 1000 y 700 TM

- N° Niveles: 5
- Peso por pallet: 1.2 ton
- Espacio mínimo para transito de Montacargas: 3 m.

Para calcular la capacidad de la cámara se multiplica el número de filas por el número de columnas por los 5 niveles y por 1.2 TM de producto que se puede colocar en cada pallet.

Para el caso de la cámara N°1 obtenemos 726 TM.

Con esta información se procede a dimensionar la cámara, la cual tiene las siguientes dimensiones. Ver figura N°4.4:

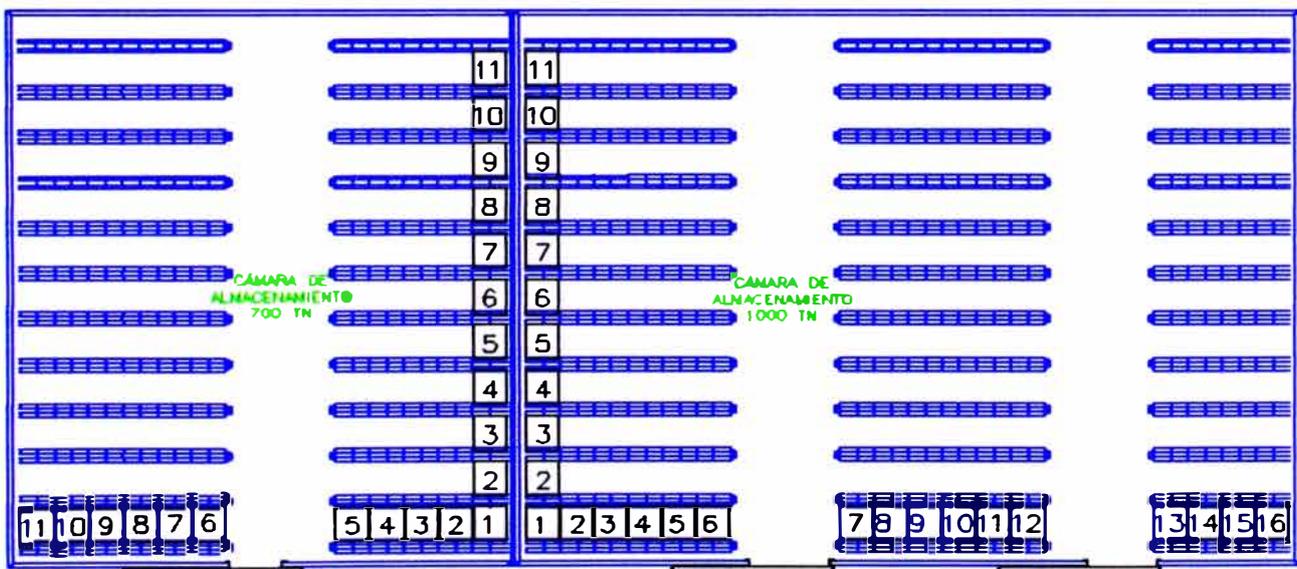


Figura 5-4. Distribución de rack en cámaras de congelado.

5.3. CAPACIDADES DE LA BASINA Y SISTEMA RSW.

Para la selección de la balsina y del generador de hielo se ha trabajado con el catálogo del proveedor, a quien se le ha enviado los requerimientos de la

planta (que figuran en el capítulo3) y se ha obtenido las dimensiones, carga térmica y requerimientos de agua.

5.4. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA.

En base a lo expuesto antes se procede a realizar el cálculo de la carga térmica para los túneles a manera de ejemplo y ya el cálculo de las cámaras y demás solo se indica el valor producto del cálculo

5.4.1. Cálculo de la carga térmica de Túneles:

En base a las consideraciones y requerimientos mencionados vamos a calcular la carga térmica para los túneles, teniendo en cuenta lo siguiente:

Medidas del túnel (m)		
Largo	Ancho	Altura
8.4	7.3	3.3

Tabla 5-1 Dimensiones interiores del túnel en metros.

Temperaturas Necesarias (°C)	
Temperatura del aire interior	-35
Temperatura exterior del ambiente	30
Incremento en el techo	8
Incremento en las paredes	4
Temperatura de ingreso del producto	8
Temperatura de salida del producto	-18

Tabla 5-2 Temperaturas de los diferentes ambientes.

Propiedades Térmicas de la Caballa (MACKEREL)		
Calor específico sobre congelamiento	3.01	kJ/kgx°C
Calor latente	217	kJ/kg
Calor específico debajo de congelamiento	1.65	kJ/kgx°C

Tabla 5-3 Propiedades térmicas de la Caballa.

Paneles Aislantes para paredes y techo			
	k	e	on/off
Poliestireno de 200	0.000037	0.2	0
Poliuretano de 150	0.000026	0.15	1

Tabla 5-4 Propiedades físicas de los diferentes paneles aislantes.

Tiempo de batch	18	horas
Cantidad de producto	16.8	Ton.
Número de ventiladores	5	Und.
Potencia unitaria consumida	7.66	Kw
Potencia Unitaria de lámpara	0.072	Kw
Cantidad de lámparas	5	Und.

Tabla 5-5 Requerimientos adicionales.

5.4.2. Transmisión térmica por paredes, techo y suelo (Q1)

Por Techo		
Área (m2)	61.42	m2
Dif. Temp (°C)	78	°C
"U" Coef. Transmisión	0.000169	
Sub Total	0.76	Kw

Tabla 5-6 Cargas térmica por techo.

Por paredes		
Área	103.62	m ²
Dif. Temp	74	(°C)
"U" Coef. Transmisión	0.000169	
Sub Total	1.21	kW

Tabla 5-7 Carga térmica por paredes.

Por piso		
Sub Total	3.62	kW
Total Q1	5.59	kW

Tabla 5-8 Carga total por paredes, techo y piso.

5.4.3. Carga térmica del producto (Q2)

Para llevarlo a 0 °C	6.24	Kw
Para cambio de fase	56.26	Kw
Para llevarlo a Temp final	7.7	Kw
Total Q2	70.2	Kw

Tabla 5-9 Carga térmica por producto.

5.4.4. Infiltración (Q3)

Debido a que al realizar el congelamiento del producto no se va a producir apertura de la puerta se considera que:

$$Q2=0 \text{ Kw}$$

5.4.5. Cargas Internas Adicionales (Q4)

Por ventiladores	44.26	Kw
Por iluminación	0.36	Kw
Total Q4	44.62	Kw

Tabla 5-10 Cargas por ventilación e Iluminación.

Después sumamos todas las cargas y como factor de seguridad le agregamos un 15%, se tiene:

Carga térmica Total (Q1+Q2+Q3+Q4)			
120.41	Kw	103,552.00	Kcal/hora
138.47	Kw	119,085.00	Kcal/hora

Tabla 5-11 Carga total por paredes, techo y piso.

De igual manera como se cálculo la carga térmica para los túneles se procede a calcular la carga térmica del resto de equipos.

Se obtiene lo siguiente:

Cargas Térmicas (kcal/h)		
Tevap.	Sistema	Carga térmica [Kcal/h]
-42°C/+35°C Bombeo	Túnel N°1 (15 TM/batch - 18h) (-35°C)	119,000
	Túnel N°2 (15 TM/batch - 18h) (-35°C)	119,000
	Sub Total	238,000
-37°C/+35°C Bombeo	Cámara de materia Prima N°1 (700 TM)	105,085
	Cámara de materia Prima N°2 (1000 TM)	130,679
	Productor de hielo + Silo (25 TM)	126,460
	Sub Total	362,224
-22°C/+35°C DX	Balsina (6 TM/h)	400,000
	Sub Total	400,000
-5°C/+35°C DX	Sala de recepción, distribución, procesos, empaque y despacho (+15°C)	206,400
	RSW - 150m ³ /h de 5°C a 0°C (248TR)	752,500
	Zona de residuos (+9°C)	13,000
	Zona de anchovetas (+4°C)	45500
	Sub Total	1,017,400
TOTAL		2,017,624

Tabla 5-12 Cargas térmicas de las diferentes zonas de la planta.

5.5. SELECCIÓN DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS:

5.5.1. Selección de compresor.

Para seleccionar los compresores es necesario tener la siguiente información:

- **Application:** Existen cuatro opciones para la selección del compresor según el tipo de aplicación: **highStage** (compresor que trabaja en alta), **Booster**(compresor que trabaja en Baja), **Swing** (puede trabajar en alta y baja) y con economizador. En nuestro caso se va a seleccionar un compresor "High".
- **OilCooling:** Da las opciones del tipo de enfriamiento que va a tener el compresor, entre ellos tenemos: enfriado por termosifón, inyección de líquido o por agua.
- **Refrigerant:** La selección del refrigerante ya se realizó en el capítulo N°3 y se va a trabajar con el NH₃.
- **OperatingCondition 1:** Describe las condiciones de trabajo al cual los compresores trabajaran.
- **Evap.Temperature:** Temperatura de evaporación del refrigerante -42°C
- **Cond/Inter Temperature:** Temperatura de Condensación 35°C
- **Voltaje:** depende de la ubicación de la planta, en nuestro caso es 440V.
- **Capacity:** se ingresa la capacidad en MKcal/h del compresor.

Luego con esta información vamos a las tablas proporcionadas por GEA FES y seleccionamos el modelo del compresor, así como la potencia de su motor. Se tiene:

Vamos a seleccionar el compresor N°1 de los túneles, la información es la siguiente:

1. Capacidad:	250,000 Kcal/h
2. T _{evp} :	-42°C
3. Tipo de enfriamiento del aceite del compresor:	Por termosifón
4. Voltaje de alimentación/fases:	440/3V
5. Tipo de Arranque:	Softstarter

Tabla 5-13 *Parámetros de diseño del compresor N°1.*

Luego ingresamos los datos a las tablas de GEA FES:

El cual nos muestra dos opciones de compresores a elegir:

Modelo	Capacidad[Kcal/h]
340 GL	210,000.00
400 GL	257,000.00

Tabla 5-14 *Posibles alternativas al compresor.*

Entonces seleccionamos el modelo GEA FES 400 GL, porque cubre los requerimientos del diseño y además presenta un margen.

De esta forma seleccionamos todos los compresores.

Ubicación	Modelo de compresor	Potencia de motor [HP]
Túnel	FES 400 GL	400
Cámaras y productor de hielo	FES 290 GL	300
	FES 160 GM	150
Balsina	FES 230 GL	300
Salas, RSW y zona de residuos	FES 290 GL	400

Tabla 5-15 Compresores seleccionados.

5.5.2. Selección de evaporador

Para mostrar la selección del evaporador vamos a dar como ejemplo el procedimiento que se siguió para seleccionar el evaporador de la cámara N°2

Selección del aparato. Tenemos 3 alternativas para elegir el evaporador: Expansión directa, inundado y glicol.

En nuestro caso se va a usar un evaporador inundado.

Capacidad en Kcal/h. En la cámara dos se van a tener dos evaporadores, por lo cual la capacidad total de la cámara (130,000 Kcal/h) se tiene que dividir entre el número de equipos, con lo cual se obtiene : 65,339.5 Kcal/h.

- T_{evp}. Para las cámaras es -37°C
- T_{cond}. Es +35°C
- Temperatura del aire. -30°C.
- Presión atmosférica. como la planta está ubicada en la costa se tiene que la presión atmosférica 1.013 Bar.

Con esta información se ingresa a las tablas de Guntner y se selecciona el evaporador de la cámara: S MAN 080.1C/310-HL/8PMAN 080.

De igual manera seleccionamos los evaporadores para el resto de las zonas:

EQUIPO	MODELO	Capacidad en Kcal /h
Túnel N°1	GUNTNERGCON/8/32/12/6160/AVV/035050	124 678
Túnel N°2	GUNTNERGCON/8/32/12/6160/AVV/035050	124 678
Cámara de Materia Prima N°1 (500 ton)	GUNTNER 2 x MAN 065.1C/47-HL/6P	54438
Cámara de Materia Prima N°2 (1000 ton)	GUNTNER 2 x S MAN 080.1C/310-HL/8P	66380
Silo de hielo	GUNTNERMAN 046B/27-EL/30P	10 320
Procesos 1	GUNTNER S-AXGBK 045.1B/47-AL.M	40 327
Paletizado	GUNTNER S-AXGBK 045.1B/47-AL.M	40 327
Procesos 2	GUNTNER S-AXGBK 050.1B/44-AL.M	77 558
Sala de empaque	GUNTNER S-AXGBK 045.1A/24-AL.M	19 945
Antecámara	GUNTNERAXGBK 045.1A/27-AL.M	12 639
Despacho	GUNTNER S-AXGBK 045.1A/24-AL.M	19 945

Tabla 5-16Evaporadores seleccionados.

5.5.3. Selección de condensador:

Para la selección de este equipo vamos a necesitar la siguiente:

información:

- Capacidad en Kcal/h.
- T cond.
- Ubicación de la planta (msnm).

Vamos a usar el Tablas de Evapco para la selección del condensador, con las siguientes consideraciones:

1. Capacidad en [Kcal/h]	1,812,880.00
2. T cond.	+35°C
3. Ubicación de la planta (msnm).	0 msnm

Tabla 5-17 Capacidad del condensador.

Para la selección del condensador vamos a tomar en cuenta:

- Capacidad térmica total de los compresores de alta Cc.
- Potencia total de compresores de alta Pc.
- Capacidad del condensador (MBH)=(Cc+Pc)/3
- Refrigerant: El refrigerante seleccionado será el NH3
- SelectionMethod: Se utilizara la opción Total Heat of Rejection para seleccionar el equipo en las unidades MBH
- Total Heat of Rejection: Se introduce la capacidad del equipo requerido.
- CondensingTemp: La temperatura de condensación será de 35°C
- WetBulb: La temperatura del bulbo húmedo tomada para este caso 25°C
- IBCSpecification: Se utilizara la opción IBCCompliantto 1g que significa que este equipo cumplirá la norma IBC cada 1g y 60 libras por pie cuadrado del equipo.

Después de ingresar esta información a tabla de Evapco, se selecciona el siguiente equipo: Condensador EVAPCO 2xCATC 415, de la misma forma se procede a seleccionar los otros condensadores:

Modelo	Capacidad [Kcal/h]
Condensador EVAPCO 2xCATC 415	1,812,880
Condensador EVAPCOCATC 387	845,380
Condensador EVAPCOCATC 387	845,380

Tabla 5-18 Condensadores seleccionados

5.5.4. Selección de tanque separador vertical.

La función principal del tanque separador vertical es permitir que las bombas envíen amoníaco líquido a los evaporadores, haciendo que el amoníaco líquido se encuentre separado del amoníaco en estado gaseoso, el cual va a ser succionado por el compresor.

Para seleccionar el tanque separador vertical se deben tomar en cuenta la temperatura de evaporación y la capacidad del sistema que va a alimentar [Kw].

Para Dimensionar el tanque acumulador de succión vamos a tomar en cuenta lo siguiente:

\dot{Q} : Caudal de succión de compresores.

\dot{A} : Área transversal del tanque.

V: Velocidad máxima permitida sin arrastre de gotas.

H Surge: considera el volumen del evaporador y el 15 % del volumen de tuberías.

H Ballast: considera el caudal de la bomba seleccionada y el tiempo disponible.

t: tiempo disponible.

Pasos a seguir:

Cálculo del área transversal del tanque:

$$A = \frac{\dot{Q}}{(v * 0.8 * 3600)}$$

Cálculo del diámetro del tanque en base al área.

$$D = \sqrt{4 * A / \pi}$$

Re cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{\dot{Q}}{(3600 * A)}$$

Cálculo del surge:

$$Surge = V_{evaporador} + 0.15 * \left(\frac{\pi * D^2 * L}{4} \right)$$

Cálculo del H Surge.

$$H_{surge} = \frac{surge}{A}$$

Cálculo del Ballast

$$Ballast = \frac{\dot{Q}_{bomba} * t}{60}$$

Cálculo del H ballast.

$$H_{ballast} = \frac{ballast * 1.15}{A}$$

En base a las formulas antes mencionadas se procede a calcular las dimensiones del tanque:

Datos de ingreso		
Temperatura de evaporación	-42	°C
Flujo del compresor	1783	m ³ /h
Velocidad recomendada para evitar arrastre de gotas mayores a 0.2 mm	0.8	m/s
Factor de seguridad para la velocidad.	0.8	A dimensional
Volumen de los tubos del evaporador	1.11	m ³
Diámetro de la tubería de succión	0.2	m
Longitud de la tubería de succión	50	m
Flujo de la bomba	9	m ³ /h
Tiempo de flujo disponible	5	minutos

Tabla 5-19 Datos de ingreso para el cálculo del tanque acumulador.

Resultados		
Área del tanque	0.77	m ²
Diámetro	0.99	m
Diámetro real	1.20	m
Área real	1.13	m ²
Velocidad re calculada	0.44	m/s
Surge volumen	1.34	m ³
H surge	1.19	m
Ballast volumen	0.75	m ³
H ballast	0.76	m
Separación recomendada del nivel máximo de liquido al eje de succión	0.60	m
Distancia del eje de succión al final del manto	0.30	m
Distancia del final del manto a la parte más alta del cabezal	0.34	m
Distancia del final del manto a la parte más baja del cabezal	0.34	m

Tabla 5-20 Cálculos para el dimensionamiento del tanque acumulador de succión.

Dimensiones nominales del tanque

De lo mencionado líneas arriba se tiene:

Diámetro=1.2m
Longitud=3.5 m

Para efectos de fabricación vamos a seleccionar un equipo del catalogo de Evapco y seleccionar un modelo.

Diámetro de tablas EVAPCO	1.5	m
Altura seleccionada de tablas de EVAPCO	3.7	m
Volumen aproximado:	6.2	m ³

Tabla 5-21 Dimensiones del tanque acumulador de succión.

El modelo seleccionado es el VA60144, que tiene un diámetro de 60", altura de 144". El detalle de las conexiones las vemos en la Figura N° 4.22.

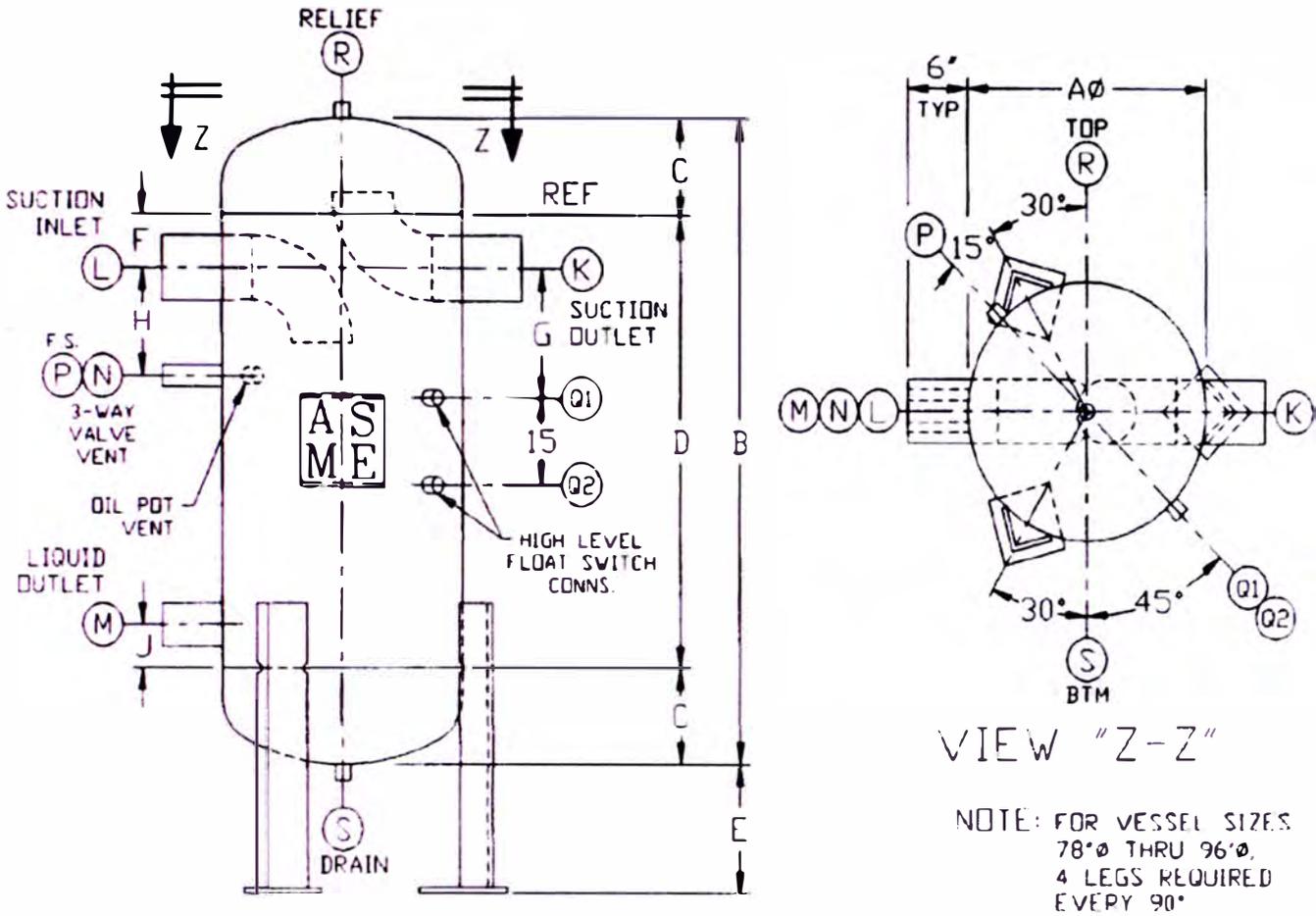


Figura 5-5Tanque acumulador El modelo VA60144

El modelo que es VA60144, que tiene las siguientes dimensiones: 60"x144" (diámetro x altura) . Luego observamos sus dimensiones de las conexiones:

Model No.	Size	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	Weight lbs.
VA1272	12" X 72"	12-3/4	72	5 1/2	61	22	3	21	12	3	2	2	2	3/4	3/4	3/4	1/2	1	325
VA1696	16" X 96"	16	96	6-1/2	83	21	4	22-1/2	15	3	3	3	2	3/4	3/4	3/4	1/2	1	550
VA2096	20" X 96"	20	96	7-1/2	81	24	5	24	18	4	4	4	3	1-1/4	3/4	3/4	1/2	1	650
VA2496	24" X 96"	24	96	8-1/4	79-1/2	24	6	25-1/2	18	4	5	5	3	1-1/4	3/4	3/4	1/2	1	780
VA30120	30" X 120"	30	120	9-1/2	101	30	6	25-1/2	18	4	5	5	3	1-1/4	3/4	3/4	1/2	1	1350
VA36120	36" X 120"	36	120	11	98	30	6	27	20	5	6	6	4	1-1/4	3/4	3/4	1/2	1	1750
VA42120	42" X 120"	42	120	12-1/2	95	30	8	30	24	5	8	8	4	1-1/4	3/4	3/4	1/2	1	2400
VA48120	48" X 120"	48	120	14	92	30	8	30	24	5	8	8	4	1-1/4	3/4	3/4	3/4	1	2500
VA54132	54" X 132"	54	132	15-1/2	101	28	8	30	24	5	8	8	4	1-1/4	3/4	3/4	3/4	1	3250
VA60144	60" X 144"	60	144	17	110	26	10	33	27	5	10	10	4	1-1/4	3/4	3/4	3/4	1	3950
VA66144	66" X 144"	66	144	18-1/2	107	25	10	33	27	5	10	10	4	1-1/4	3/4	3/4	3/4	1	4500
VA72144	72" X 144"	72	144	20	104	23	12	36	30	5	10	12	4	1-1/4	3/4	3/4	1	1	4930
VA78144	78" X 144"	78	144	21-1/2	101	22	12	36	30	5	10	12	4	1-1/4	3/4	3/4	1	1	6950
VA84166	84" X 166"	84	166	23	120	20	12	36	30	5	10	12	4	1-1/4	3/4	3/4	1	1	8330
VA96172	96" X 172"	96	172	26	120	18	12	36	30	5	12	12	4	1-1/4	3/4	3/4	1-1/4	1	10040

BASED ON 0°F SUCTION

Tabla 5-22Diferentes tipos de tanques separadores verticales.

5.5.5. Selección del tanque recibidor.

El tanque recibidor de líquido tiene como función almacenar el refrigerante, en una parada de planta o cuando se haga mantenimiento, de esta forma se evita el tener que recargar por completo el sistema cada vez que ocurra.

Para dimensionar un tanque recibidor se puede considerar un volumen entre el 50-75% del volumen total de refrigerante del sistema.

Para calcular el volumen que debe tener el tanque recibidor de líquido se debe calcular el volumen de refrigerante que existe en los evaporadores, el condensador y en las tuberías. Luego aplicaremos estos valores a la fórmula siguiente:

$$V_R = 2 * (1/3 * V_E + V_{\text{tuberías}} + V_c)$$

Dónde:

- V_R : Volumen del tanque recibidor
- V_e : Volumen del evaporador
- V_c : Volumen del condensador.

Primero calculamos los volúmenes de los principales equipos y tuberías del sistema:

Equipos	Volumen
	(m ³)
Tanque separador horizontal -42 C	6.67
Tanque separador horizontal -37 C	3.29
Chiller	0.07
Tanque Surge Drum	3.19
Termosifón	0.78
batería evaporadora x2	0.55
Evaporadores cámaras X2(1000TM)	0.27
Evaporadores cámaras X 2 (1000TM)	0.18
Condensador 2 x CATC 415	0.56
Condensador 2 x CATC 387	0.42
Generadores de Hielo	0.17
Evaporadores de Media temperatura	0.21
Tuberías	3.7

Tabla 5-233 Volúmenes de los diferentes equipos.

Luego de calcular el volumen de cada elemento del sistema procedemos aplicar la fórmula para calcular el volumen que tendrá el tanque receptor:

Sabiendo:

$$V_e = 0.66 \text{ m}^3$$

$$V_c = 0.99 \text{ m}^3$$

$$V_t = 3.7 \text{ m}^3$$

Se tiene

$$V_r = 9.82 \text{ m}^3$$

5.5.6. Selección de tanque termosifón.

Para el cálculo del tanque termosifón se siguen los siguientes pasos:

- 1.- De las fichas técnicas de los compresores obtenemos las capacidades de enfriamiento de cada compresor (OCHR):

Compresor	Potencia del motor [Hp]	Temperatura [°C]	OCHR@100% [Kcal/h]	
Compresor N°1- 400 GL	350HP	-42.00	143,690.00	
Compresor N°2- 290 GL	300HP	-37.00	108,435.60	
Compresor N°3- 160 GM	150HP	-37.00	59,729.00	
Compresor N°4- 230 GL	300HP	-22.00	83,764.80	
Compresor N°5- 290 GL	400HP	-5.00	79,027.20	
TOTAL			474,646.60	
			1,879,600.54	BTU / h
			31,326.68	BTU / min

Tabla 5-24OCHR de compresores.

2. De la tabla anterior el OCHR total es: 1,879.600 Kcal / h

3. Del Anexo N°4, para R717 se obtiene un tanque de 33,200.00 BTU/h de capacidad, y el modelo es: **VTR2472 Ø 24" x 72"**. Para posición Vertical.

5.5.7. Cálculo de la tubería del termosifón al intercambiador del compresor

Para el cálculo de los diámetros de tuberías vamos a proceder a calcular primero el diámetro de las troncales, teniendo en cuenta el OCHR, cantidad de calor que los compresores requieren para enfriar el aceite, y luego realizamos lo mismo para los ramales de los compresores.

Compresor	OCHR@100% [KBTU/min]	Tubería de Ingreso	Tubería de salida
Compresor N°1- 400 GL	9.48	2 1/2"	3"
Compresor N°2- 290 GL	7.16	2"	2 1/2"
Compresor N°3- 160 GM	3.94	2"	2 1/2"
Compresor N°4- 230 GL	5.53	2 1/2"	3"
Compresor N°5- 290 GL	5.22	2 1/2"	3"
TOTAL	31.33		

Tabla 5-25 Cálculo del diámetro de tuberías ramales de ingreso y salida de los enfriadores de aceite al tanque termosifón.

Para calcular el diámetro de las tuberías troncales de líquido y gas del tanque termosifón a los enfriadores de aceite se utiliza la capacidad total 31.33 KBTU/min. Luego con este valor vamos al ANEXO 3 y obtenemos lo siguiente:

Diámetro tubería de líquido:	4"
Diámetro tubería de Gas:	5"
Diámetro tubería de venteo al Condensador	4"

Tabla 5-26 Diámetros de tuberías de las troncales.

5.5.8. Selección de las bombas de amoníaco

Para seleccionar una bomba de amoníaco se procede de la misma forma que para una bomba de agua: calculamos el ADT y el caudal que debe alimentar, siempre teniendo en cuenta las propiedades del amoníaco en estado líquido.

Selección de las bomba que alimentan a las cámaras y productor de hielo:

Para seleccionar las bombas de amoníaco que van a abastecer a las cámaras debemos tomar en cuenta los siguientes puntos:

Datos de ingreso:	Valor	Unid.
Capacidad frigorífica a alimentar	362,225	Kcal/h
Temperatura de evaporación	-35	°C
Ratio de recirculación	4	a dimensional
Densidad del liquido	685,3	Kg / m ³
Entalpia de liquido	36,88	KJ / kg
Entalpia de vapor	1414,11	KJ / kg
Longitud	80	m
Altura al punto más elevado	15	m

Tabla 5-27- Datos de ingreso para la selección de bombas de amoníaco.

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{(h_{vap} - h_{liquido})} * r$$

Donde:

\dot{m} : Flujo masico en $[\frac{Kg}{h}]$

\dot{Q} : Capacidad frigorifica $[\frac{Kcal}{h}]$

r: tasa de recirculación (4)

h_{vap} : entalpiadevapor

$h_{liquido}$: entalpia de liquido

Luego teniendo esto y la densidad del fluido se obtiene:

Datos de salida		
Caudal de la bomba	6,42	m ³ /h
Total head o TDH	57,75	m

Tabla 5-28 Parámetros de selección de bomba de amoniaco.

Selección de bombas de alimentación a Túneles:

Datos de ingreso:	Valor	Unid.
Capacidad frigorífica de la planta	249400	Kcal/h
Temperatura de evaporación	-41	°C
Ratio de recirculación	4	A dimensional
Densidad del líquido	690,2	Kg / m ³
Entalpia de líquido	19,17	KJ / kg
Entalpia de vapor	1407,76	KJ / kg
Longitud	36	m
Altura al punto más elevado	10	m

Tabla 5-29 Datos de ingreso para la selección de bombas de amoniaco.

De la misma forma se calcula los parámetros de la bomba de amoniaco de los túneles:

Datos de salida		
Caudal de la bomba	4,35	m ³ /h
Total head o TDH	37	m

Tabla 5-30 Parámetros de selección de bomba de amoniaco túneles.

Con estos valores vamos a las tablas de bombas de amoniaco marca Hermetic y vemos que el modelo que cumple con los requisitos es el CAM 2/4, esto para las bombas de túneles y cámaras.

5.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.

Para el presente cálculo se tomó en consideración los siguientes parámetros y formulas:

Capacidad: El tamaño de la tubería debe estar de acuerdo con la capacidad de la instalación.

$$\dot{Q} = \dot{m} * (h_1 - h_2)$$

Donde:

Q: Capacidad Kw

\dot{m} : Flujo del refrigerante Kg/s

$h_1 - h_2$: Diferencia de entalpia Kj/Kg

Caudal: De esta fórmula obtenemos el flujo del refrigeran, lo dividimos entre la densidad y obtenemos el caudal.

$$\dot{q} = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

Donde:

\dot{q} : caudal $[\frac{m^3}{s}]$

ρ : densidad [Kg/m³]

Area:

Y luego aplicando la formula:

$$\dot{q} = v * a$$

Donde:

v: velocidad en m/s

a: área[m²]

Para esto existen velocidades recomendadas en las diferentes líneas. ANEXO N°3

Velocidades Recomendadas del Fluido: Para el dimensionamiento de las tuberías se tomo como base las velocidades recomendadas de la tabla IIAR - 2000 que nos indican las velocidades promedio del refrigerante a diferentes estados termodinámicos, que se presenta de la siguiente manera:

Clasificación de tuberías de refrigeración: La clasificación de tuberías se realizo de la siguiente manera.

Velocidades de Vapor

Líneas de Succión Booster	: 21.8-40.7m/s... máximas
Líneas de Succión HightStage	: 15.8-26.9m/s... máximas
Línea de descarga Booster	15.2-21.3m/s... máximas
Línea de descarga HightStage	11.7-16.3m/s... máximas

Tomando como base esto calculamos los diámetros de las tuberías y se tendrá el esquema técnico. Plano N°2.

5

COSTOS

En el presente capítulo se evaluarán los costos que implican la construcción, montaje de equipos, puesta en marcha y operación de la planta de congelado.

6.1. COSTO DE LA CONSTRUCCION CIVIL Y METALICA:

En este punto se tomara en cuenta el costo de la nave industrial, su cimentaciones y toda la construcción civil y metálica que sea necesaria para la planta de 4400 m².

Teniendo como referencia que el costo de la construcción aproximado es de \$ 200/m²(Este valor se ha obtenido de la experiencia).

Para el caso de las estructuras metálicas consideramos un peso promedio de 40Kg/m² de la estructura y precio por Kg de \$4.00 (Valores obtenidos de la experiencia).

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
1	Construcciones Civiles	m2	4400	\$ 200.00	\$ 880,000.00
2	Fabricación de la estructura metálica	m2	4400	\$ 160.00	\$ 704,000.00
TOTAL					\$ 1'584,000.00

Tabla 6-1. Costo de la construcción de civil y metálica de la planta.

6.2. COSTO DE EQUIPOS Y MONTAJE:

Al determinar el costo de la instalación se ha tomado en cuenta los precios de los principales equipos, tuberías, tableros eléctricos y componentes del sistema de frío.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
1	COMPRESORES				
	FES 400 GL (400 HP) @ -42°C	und.	1	\$ 90,000.00	\$ 90,000.00
	FES 290 GL (300 HP) @ -37°C	und.	1	\$ 81,000.00	\$ 81,000.00
	FES 160 GM (150 HP) @ -37°C	und.	1	\$ 65,000.00	\$ 65,000.00
	FES 230 GL (300 HP)	und.	1	\$ 77,000.00	\$ 77,000.00
	FES 290 GL (400 HP)	und.	1	\$ 82,000.00	\$ 82,000.00
2	EVAPORADORES				
	Bloque evaporador para túnel de 16.8 TM GUNTNER	und.	1	\$ 36,400.00	\$ 36,400.00
	Evaporadores para cámara de congelado marca GUNTNER	und.	2	\$ 6,800.00	\$ 13,600.00
	Evaporador de doble flujo para despacho GUNTNER	und.	1	\$ 4,400.00	\$ 4,400.00
	Evaporador de doble flujo para zona de recepción GUNTNER	und.	1	\$ 3,600.00	\$ 3,600.00
	Evaporador de doble flujo para zona de distribución GUNTNER	und.	1	\$ 9,600.00	\$ 9,600.00
	Evaporador de doble flujo para sala de procesos GUNTNER	und.	2	\$ 4,000.00	\$ 8,000.00
	Evaporador de doble flujo para sala de empaque GUNTNER	und.	1	\$ 3,600.00	\$ 3,600.00
	Evaporador para silo de hielo GUNTNER	und.	2	\$ 1,600.00	\$ 3,200.00
3	CONDENSADORES				
	Condensador EVAPCOCATC 415	und.	2	\$ 81,000.00	\$ 162,000.00
	Condensador EVAPCOCATC 387	und.	2	\$ 71,000.00	\$ 142,000.00

4	TANQUES				
	Tanque cilíndrico vertical para planta de bombeo a -42°C	und.	1	\$ 10,600.00	\$ 10,600.00
	Tanque cilíndrico vertical para planta de bombeo a -37°C	und.	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
	Tanque termosifón para enfriamiento de aceite	und.	1	\$ 4,300.00	\$ 4,300.00
	Tanque receptor de líquido	und.	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
5	VALVULAS				
	Set de válvulas y controles para evaporadores de túneles de 16.8 TM	sist.	1	\$ 8,000.00	\$ 8,000.00
	Set de válvulas y controles para planta de bombeo a -42°C	sist.	1	\$ 9,200.00	\$ 9,200.00
	Set de válvulas y controles para evaporadores de cámara de congelado	sist.	1	\$ 9,800.00	\$ 9,800.00
	Set de válvulas y controles para balsina	sist.	1	\$ 6,700.00	\$ 6,700.00
	Set de válvulas y controles para evaporadores de ambientes de media temperatura	sist.	1	\$ 19,000.00	\$ 19,000.00
	Set de válvulas y controles para tanque receptor y condensadores	sist.	1	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00
	Set de válvulas y controles para sistema RSW	sist.	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
	Set de válvulas y controles para generador de hielo	sist.	1	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
	Set de válvulas y controles para compresores	sist.	1	\$ 1,800.00	\$ 1,800.00
	Termómetros digitales EKC202C	und.	1	\$ 98.00	\$ 98.00
6	VENTILADORES AXIALES				
	Ventiladores axiales para túneles de 16.8TM de congelamiento	Glb.	1	\$ 14,000.00	\$ 14,000.00
7	Sistema RSW				
	Enfriadores de agua de mar del tipo spray chiller de titanio marca Aquaterm	Und.	1	\$ 93,000.00	\$ 93,000.00
8	Generador de hielo				
	Generador de hielo en escamas de 25 ton/día marca	Und.	1	\$ 63,000.00	\$ 63,000.00
	Sistema de extracción en cadena para 50 TM	Und.	1	\$ 53,000.00	\$ 53,000.00
9	Paneles				
	Paneles de poliuretano de 150 mm de espesor	m2	1052	\$ 56.00	\$ 58,912.00
10	Puertas y panelería				

	Puerta corredera manual para baja temperatura marca MTH de 2.8 x 2 m. (WxH)	und.	1	\$ 3,300.00	\$ 3,300.00
	Puerta corredera manual para baja temperatura marca MTH de 2.1 x 3.0 m. (WxH)	und.	1	\$ 3,900.00	\$ 3,900.00
	Puerta seccional de apertura manual de despacho marca MTH de 2.1 x 2.7 m. (WxH)	und.	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
	Puerta corredera Manual para media Temperatura marca MTH de 2.1 x 2.7 m. (WxH)	und.	4	\$ 825.00	\$ 3,300.00
	Puerta batiente Manual para baja Temperatura marca MTH de 1.2 x 2.1 m. (WxH)	und.	1	\$ 2,400.00	\$ 2,400.00
	Válvulas de alivio de presión para cámara, túnel de congelado y silo de hielo	und.	4	\$ 143.75	\$ 575.00
11	Paneles accesorios y montaje Accesorios para montaje de paneles Plancha de poliestireno para aislamiento de piso de cámara y túnele m2 375 Luminarias Montaje de paneles frigoríficos m2. Montaje de puertas und. 7 Montaje de niveladores y encuestos	m2 m2 Glb. m2 Und. Und.	6748 375 1 6748 7 1		\$ 87,000.00
12	Niveladores y encuestos para despacho Niveladores de andén de accionamiento hidráulico para despacho de producto Encuestos para camión para despacho	Und. Und.	1 1	\$ 7,800.00 \$ 1,100.00	\$ 7,800.00 \$ 1,100.00
13	Suministro local Bombas de amoniaco marca HERMETIC para planta de bombeo a -42°C Bombas de amoniaco marca HERMETIC para planta de bombeo a -37°C Cuba de hielo Tablero eléctrico de fuerza y control	Und. Und. Und. Und.	2 2 1 1		\$ 163,000.00
14	Montaje electromecánico del sistema de refrigeración y puesta				

en marcha					
Montaje de equipos	Glb.	1			
Instalación de válvulas y controles	Glb.	1			
Suministro e instalación de tuberías de refrigerante	Sist.	1			
Suministro e instalación de aislamiento térmico	Sist.	1			
Suministro e instalación de cableado eléctrico	Sist.	1			\$ 379,000.00
Suministro e instalación de serpentín para balsina	Sist.	1			
Ingeniería del proyecto	Glb.	1			
Limpieza y pruebas del sistema	Glb.	1			
Puesta en marcha del sistema	Sist.	1			
TOTAL					\$ 1,827,785.00

Tabla 6-2. Costo de instalación de la planta

Nota: Los costos son EXW

6.3. COSTO DE OPERACIÓN:

Los principales costos de operación son: el consumo eléctrico y el mantenimiento, el primero se va a determinar teniendo en cuenta los principales consumos eléctricos de la planta trabajando en los tres diferentes porcentajes de carga: 100%, 50% y operando solo cámaras. (Ver tablas N°3.01, 3.02 y 3.03).

Se debe tener en cuenta que el costo de un Kw-h es de \$ 0.05. Esta tarifa se maneja en la zona.

Teniendo en cuenta los días de funcionamiento (datos del cliente) de la planta en las tres diferentes porcentajes de capacidad el costo \$/KW y el consumo se obtiene:

N° DIAS		
100%	50%	Solo Cámara
60	100	200

Tabla 6-3Numero de días que funciona la planta en tres diferentes porcentajes de carga

SISTEMA	COSTO EN US\$/DIA		
	100%	50%	CAMARAS
SIMPLE ETAPA	1,221.08	934.74	327.1

Tabla 6-4Costo de funcionamiento de la planta en los 3 porcentajes de carga.

Luego multiplicamos uno a uno, el número de días por el costo diario en los tres diferentes porcentajes de carga y los sumamos obteniendo así el costo anual:

$$\text{Costo Anual} = \$ 232,159.80$$

6.4. COSTO DE MANTENIMIENTO:

El proyecto contempla el mantenimiento preventivo de equipos, sistema de refrigeración, sistemas eléctricos-mecánicos y regulación final del sistema.

Se consideran dos mantenimientos, el cuatrimestral y el anual, en ambos casos se coloca el costo al año que involucra cada uno de estos mantenimientos.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
1	Mantenimiento Cuatrimestral Análisis de equipos	Glb.	3		\$ 27,000.00

	Análisis vibracional de compresor tornillo	Und.	5	\$ 9,000.00	
	Materiales Accesorios y consumibles en general	Glb.	1		
2	Mantenimiento Anual	Glb.	1		\$ 17,600.00
	Análisis vibracional de compresor de tornillo	Und.	5		
	Alineamiento laser de compresor de tornillo	Und.	5		
	Materiales Accesorios y consumibles en general	Glb.	1		
TOTAL					\$ 44,600.00

Tabla 6-5 Costo del mantenimiento Cuatrimestral y anual.

6.5. VALOR ACTUAL DEL COSTO DE MANTENIMIENTO Y DE OPERACION:

Teniendo en cuenta que los costos de operación y mantenimiento son periódicos, por lo cual debemos pasar estos costos a valor presente mediante la fórmula:

(Asumiendo que la planta va a tener un periodo útil de 20 años.)

$$Vp = Vf * \left\{ \frac{1 - \left[\frac{1}{(1+r)^t} \right]}{r} \right\}$$

Donde:

Vp: Valor presente

Vf: Valor Futuro

r: Tasa en Dólares 8% anual

t: Periodo (20 años).

Primero calculamos para los costos de operación:

$$\text{Si } V_f = \$ 232,159.80$$

Reemplazando en la formula se tiene:

$$VP = \$ 2'277,477.8$$

Y para los costos de mantenimiento en un periodo de 20 años:

$$\text{Si } V_f = \$ 44,600.00$$

Entonces se tiene:

$$VP = \$ 437,526.0$$

6.6. COSTO TOTAL:

El costo total lo calculamos sumando el costo de instalación más el costo de operación y el costo de mantenimiento, para un periodo de vida estimado de 20 años.

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL	%
1	COSTO DE LA CONSTRUCCION CIVIL Y METALICA	\$ 1'584,000.00	26%
2	COSTO DE EQUIPOS Y MONTAJE	\$ 1,827,785.00	30%
3	COSTO DE OPERACION:	\$ 2,277,477.80	37%
4	COSTO DE MANTENIMIENTO	\$ 437,526.00	7%
TOTAL		\$ 6'126,788.8	

Tabla 6-6. Costo total de la instalación y funcionamiento de la planta.

6

CONCLUSIONES:

1. Se ha diseñado una planta de refrigeración en simple etapa que va a trabajar con amoniaco, para la selección del numero de etapas se tomo en cuenta el ahorro anual de \$ 41,589.2 que tiene la simple versus la doble etapa.
2. El refrigerante usado es el amoniaco, el cual ha sido seleccionado por sus buenas propiedades a baja temperatura y el elevado COP que presenta a las condiciones de trabajo.
3. El costo de implementar la planta, que incluye la construcción civil, metálica, equipos, montaje, costos asociados al mantenimiento y operación para un tiempo estimado de 20 años es de \$ 6'126,788.80. de esto el 37% representa el consumo eléctrico de la planta, el 30% representa el costo de los equipos y su montaje, el 26% el costo de la construcción civil y metálica de la planta y el 7% restante los costos de mantenimiento de la planta.

7

RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda optimizar los sistemas de amoniaco en simple etapa ya que presentan muchas ventajas competitivas.
2. Se recomienda difundir este tipo de tecnología de tal manera que se incremente la construcción de las plantas de congelamiento de pescado, de tal manera que pueda llegar un mejor producto a la mesa del consumidor.
3. Se recomienda que se evalúe bien los temas de seguridad en las plantas industriales debido a que el amoniaco por ser un elemento toxico puede causar la muerte del personal en la planta si no se trata correctamente.
4. Planificar bien la fecha de construcción de la planta ya que lo ideal es que se encuentre operativa en el mes de diciembre, para que en Enero del siguiente año esté disponible para procesar, ya que como se sabe el tiempo que se puede aprovechar estas plantas de congelado es poco, en promedio 60 días al año (esto es tomando al 100% de capacidad).

8

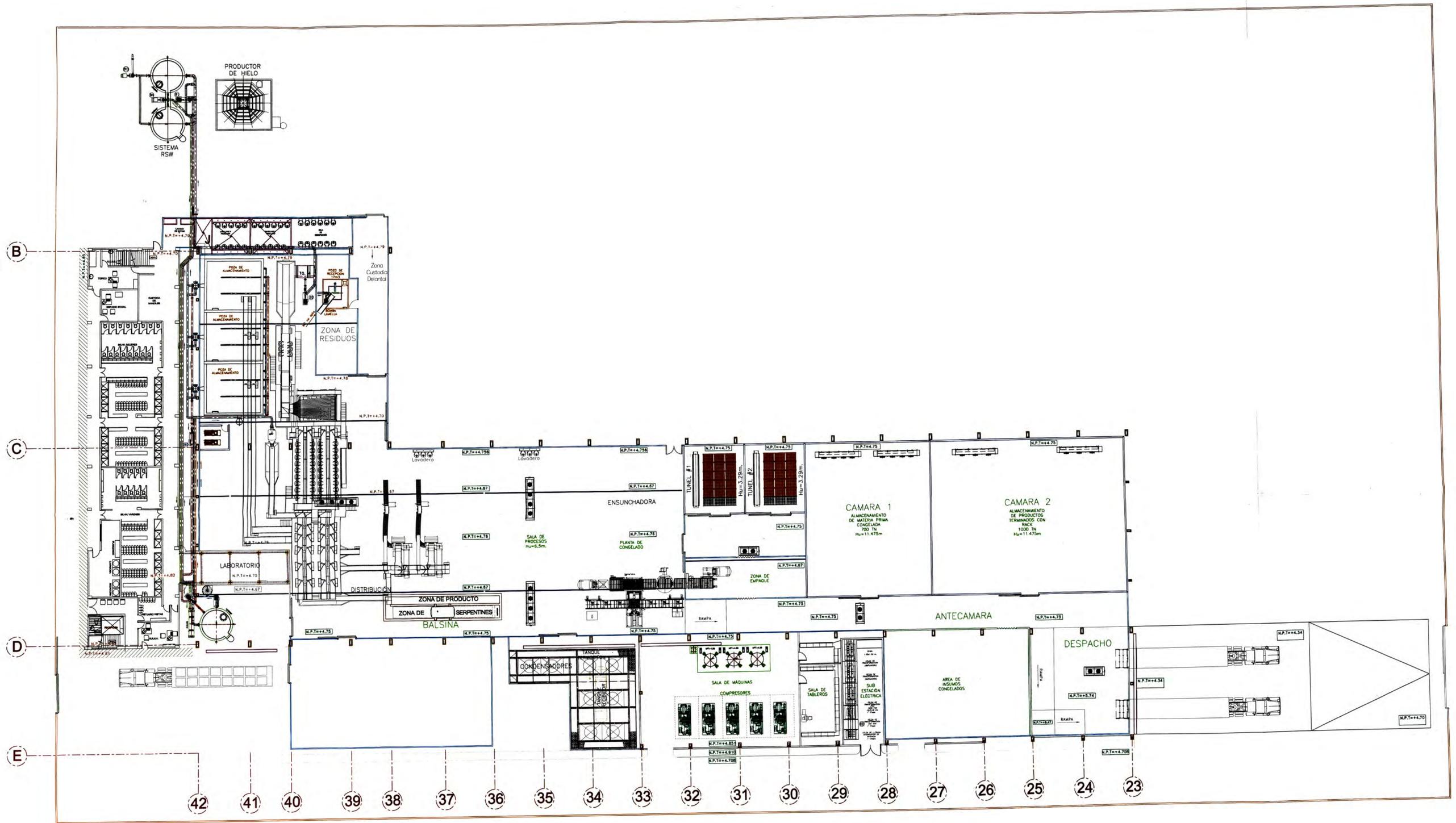
BIBLIOGRAFÍA

1. ASHRAE HANDBOOK; *Fundamentals*; Atlanta, GA: ASHRAE Inc.; 2005.
2. ASHRAE HANDBOOK; *Applications*; Atlanta, GA: ASHRAE Inc.; 2007.
3. PC. Koelet; *Frio Industrial: Fundamentos, diseño y aplicaciones*. A. Madrid Vicente Ediciones. 1ra Edición. Año 1997.
4. Çengel Yunus A. y Boles Michael A.; *Termodinámica*; McGraw-Hill / Interamericana Editores, Cuarta edición; 2003.
5. Portal Web Danfoss; *Catálogos de Productos*; [<http://www.danfoss.com/>](http://www.danfoss.com/). [Consulta: Mayo 2012]
6. Portal Web evapco; *Catálogos de Productos*; [<http://www.evapco.com/>](http://www.evapco.com/). [Consulta: Mayo 2012]
7. Portal Web GEA FES; *Catálogos de Productos*; [<http://www.geafes.com/en-us/Products/Screw-Compressors/Pages/default.aspx>](http://www.geafes.com/en-us/Products/Screw-Compressors/Pages/default.aspx). [Consulta: Mayo 2012]

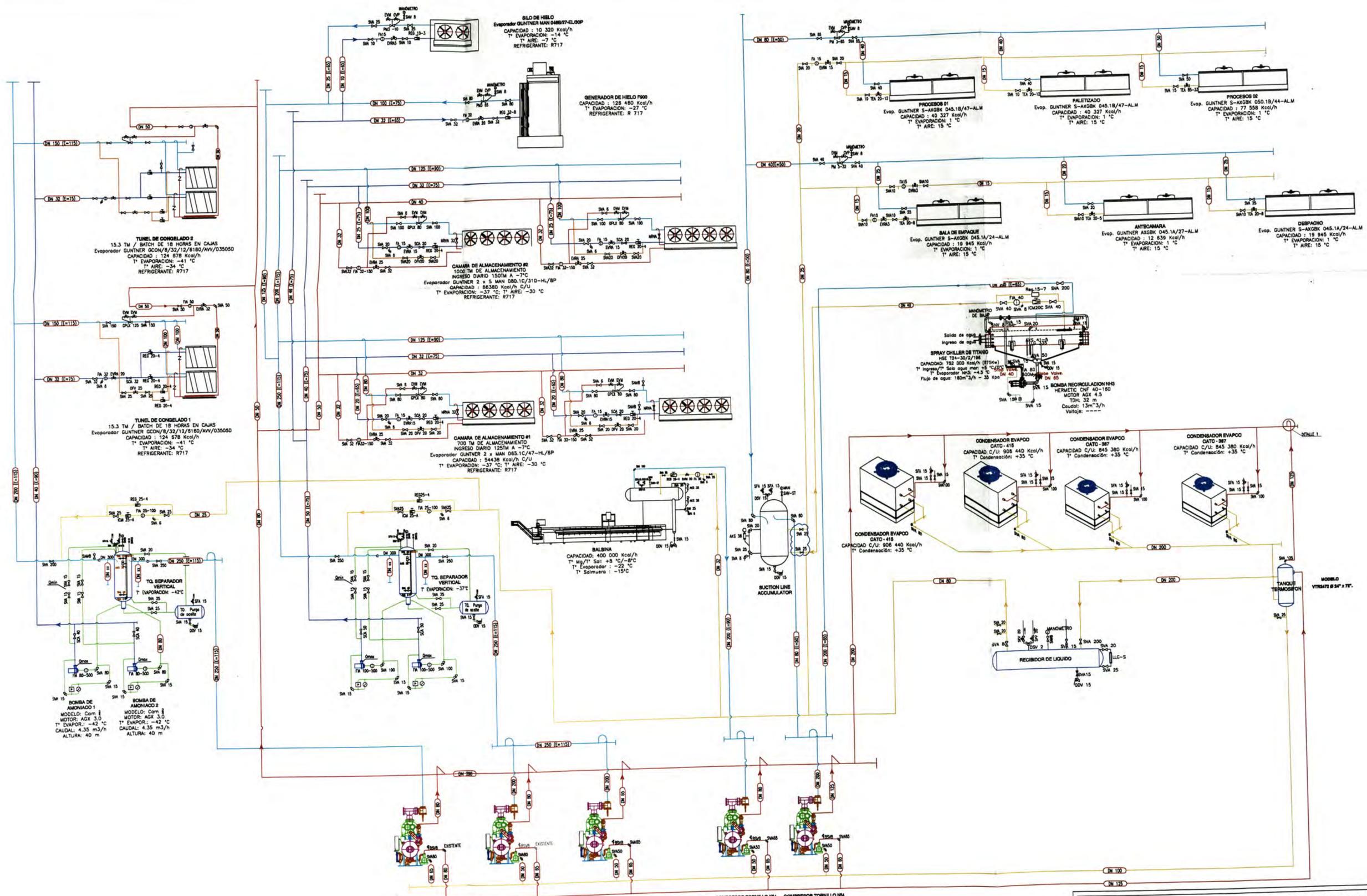
9

PLANOS

1. **Layout principal**
2. **Esquema Técnico del proceso (PI&D)**
3. **Plano de compresor GEA FES**
4. **Plano del productor de Hielo**
5. **Plano del Spray Chiller**
6. **Plano del Tanque Termosifón**
7. **Plano del Tanque Separador vertical (T=-42°C)**
8. **Plano del Tanque Separador vertical (T=-37°C)**
9. **Plano del Tanque receptor de líquido**



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA			
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	INFORME: "DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"		
	PLANO: LAYOUT GENERAL		
	PLANTA DE CONGELADO		APROBADO Ing. Osvaldo Méndez T.
	DISEÑADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	REVISADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	FECHA: Octubre 2012
	DIBUJADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	ESCALA: 1/250	HOJA: 01 DE 09



SIMBOLOGIA DE ACCESORIOS

	VALVULA PRINCIPAL PILOTADA - PM3		VALVULA SOLENOIDE - EVRA
	VALVULA DE PASO MANUAL - SVA		VALVULA DE SEGURIDAD - SFVL
	VALVULA RETENCION		VALVULA DE DRENAJE - ODV
	FILTRO - FIA / FA		VALVULA DOBLE ASIENITO - DSVL
			VALVULA REGULADORA - REG

SIMBOLOGIA DE TUBERIA

	D - DN LINEA DE DESCARGA
	L - DN LINEA DE LIQUIDO
	S - DN LINEA DE SUCCION
	AC - DN ENFRIAMIENTO ACEITE RETORNO
	AF - DN ENFRIAMIENTO ACEITE IDA

- COMPRESOR TORNILLO N°1
GEA FRS 4000L
250 000 Kcal/h
350 HP
-42°C/+35°C
OCHR 143, 980.4 Kcal/h
- COMPRESOR TORNILLO N°2
GEA FRS 2900L
249 000 Kcal/h
300 HP
-37°C/+35°C
OCHR 58, 728.0 Kcal/h
- COMPRESOR TORNILLO N°3
GEA FRS 190 GM
130 000 Kcal/h
150 HP
-22°C/+35°C
OCHR 112342 Kcal/h
- COMPRESOR TORNILLO N°4
GEA FRS 2900L
431 000 Kcal/h
300 HP
-22°C/+35°C
OCHR 83,784.8 Kcal/h
- COMPRESOR TORNILLO N°5
GEA FRS 2900L
1084 000 Kcal/h
400 HP
-5°C/+35°C
OCHR 79,027.2 Kcal/h

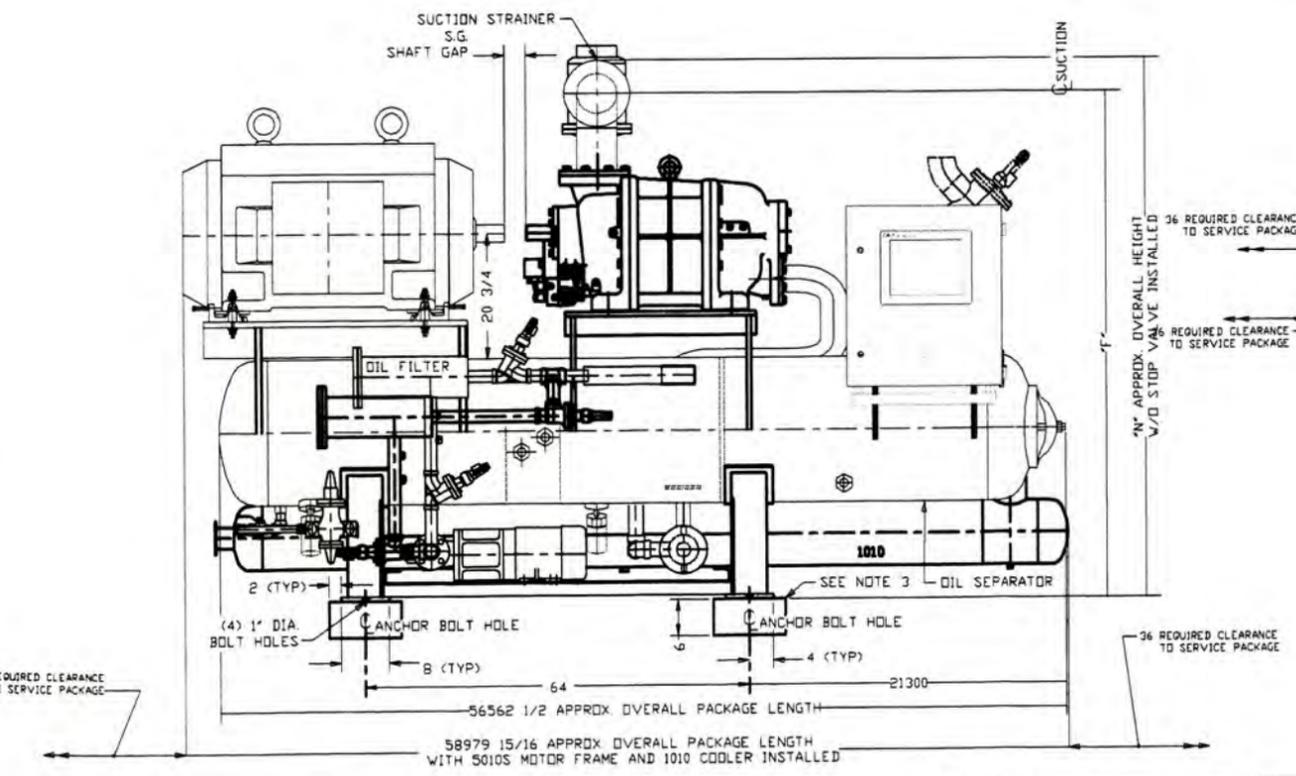
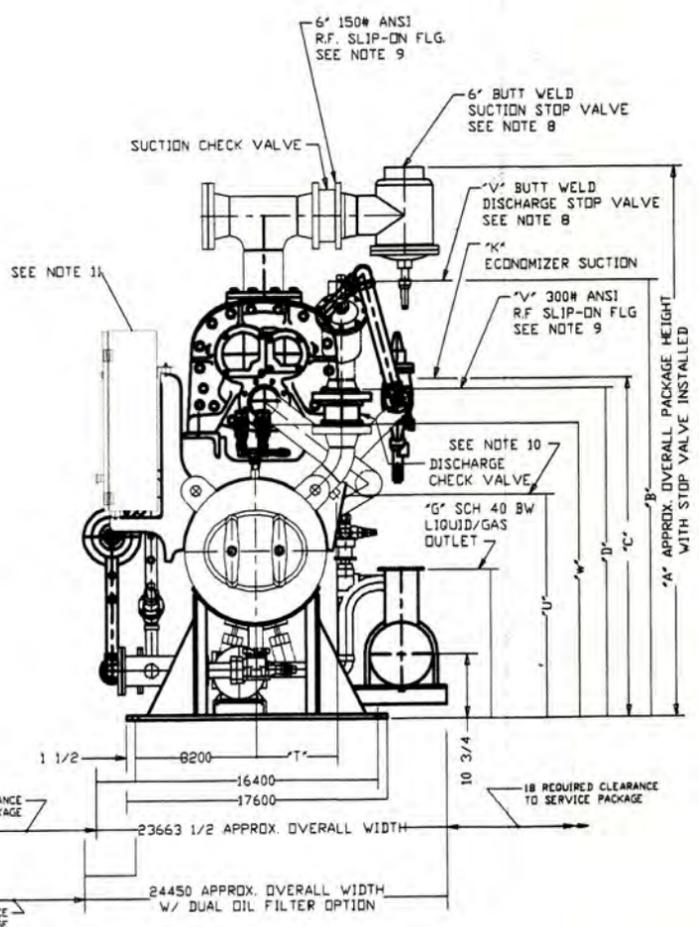
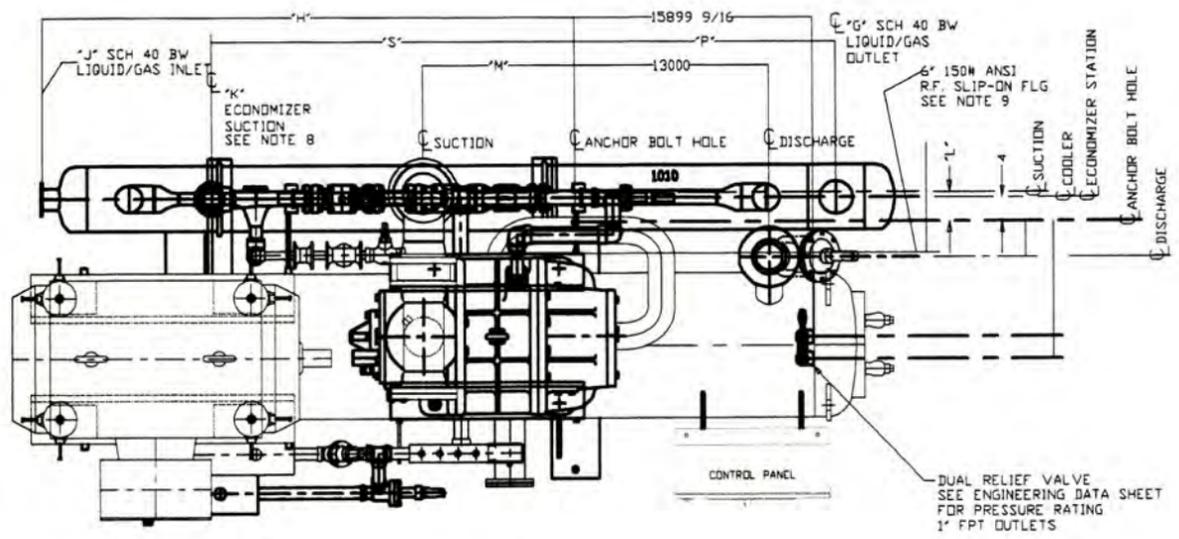
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

INFORME:
"DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"

PLANO:
ESQUEMA TECNICO DEL PROCESO

PLANTA DE CONGELADO		APROBADO: Ing. Oswaldo Morales T.
DISEÑADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	REVISADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	FECHA: Octubre 2012
DIBUJADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	ESCALA: S/ESC.	HOJA: 02 DE 09



- NOTES:
=====
- SUCTION VALVE & STRAINER, DISCHARGE VALVE, RELIEF PIPING & LIQUID PIPING MUST BE COMPLETELY SUPPORTED INDEPENDENTLY OF PACKAGE. COMPRESSOR MATING FLANGES MUST BE IN EXACT ALIGNMENT WITH FACES CONCENTRIC & PARALLEL WHEN ALL CAP SCREWS ARE REMOVED. IF NOT, SERIOUS MECHANICAL DISTORTION MAY OCCUR TO THE COMPRESSOR CASING WITH RESULTING DAMAGE TO THE BEARINGS, SEALS, ETC.
 - PROPER CLEARANCE MUST BE PROVIDED, AS SHOWN, TO SERVICE PACKAGE COMPONENTS WITHOUT INTERFERENCE FROM PIPING, ELECTRICAL CONDUIT, ETC.
 - A LEVEL FLOOR MOUNTING PAD MUST BE PROVIDED BY OTHERS, CAPABLE OF SUPPORTING THE OPERATING WEIGHT OF THE SCREW COMPRESSOR PACKAGE. CARRY FOUNDATION DOWN TO FIRM BEARING, TOP SURFACE MUST BE SMOOTH AND LEVEL. FOUNDATION PADS MAY BE CAST, AND PINNED, ON EXISTING FLOOR IN GOOD CONDITION. USE (4) 3/4"-10 NC HEX HD. BOLTS 2 1/2" LG. WITH FLAT WASHERS AND TAPPED CONCRETE INSERTS, NOT FURNISHED BY FES. REFER TO INSTRUCTION MANUAL FOR ADDITIONAL DETAILS.
 - RELIEF LINE TO BE PIPED TO OUTSIDE ATMOSPHERE PER ANSI/ASHRAE, LATEST VERSION.
 - STANDARD.
 - OPTION.
 - ALL DIMENSIONS INCLUDING THOSE ON FIELD CONNECTED NOZZLES ARE WITHIN ±3/4" TOLERANCE. IT IS RECOMMENDED THAT FIELD PIPING ALLOW FOR SOME PLAY IN FITTING PACKAGE NOZZLES, ESPECIALLY IF FIELD PIPING IS STARTED BEFORE UNIT IS IN PLACE.
 - REMOVE VALVE BONNET/SEAT ASSEMBLY BEFORE WELDING VALVE TO SYSTEM PIPEWORK, OR RAISE VALVE STEM TO FULL OUT POSITION AND COOL VALVE WITH A DAMP RAG, TO AVOID DAMAGE TO VALVE SEAT.
 - CHECK VALVE WILL BE FURNISHED WITH A SLIP-ON FLANGE WHEN OPTIONAL FACTORY INSTALLED SUCTION AND DISCHARGE STOP VALVES ARE NOT PURCHASED, OR IF STOP VALVES ARE SHIPPED LOOSE. FIELD PIPING MUST BE ARRANGED TO ALLOW FOR CHECK VALVE SERVICING.
 - 1" PUMP-OUT CONNECTION PROVIDED ON SEPARATOR DISCHARGE LINE. VALVE SUPPLIED BY OTHERS.
 - REMOVE PANEL SHIPPING BOLTS AFTER SHIPMENT.

MOTOR FRAME	H.P.	S.G.	WEIGHT
326TS	60	3 1/2	530#
364TS	75		620#
365TS	100		680#
404TS	125		930#
405TS	150		1010#
444TS	200		1320#
445TS	250		1530#
	300		
447TS(S)	300		1790#
	350		
	400		
449TS	400		2180#
	450		2240#
	500		2390#
505USS	400		2755#
	450		2760#
	500		2770#
507USS	450		3010#
	500		3020#
5008S	250		2680#
	300		2770#
	350		2820#
	400		2920#
	450		2970#
	500		3100#
5010S	600		3954#

MODEL	APPLICATION	"A"	"F"	"L"	"M"	"N"	"V"	"W"	STD. SHIPPING & OPERATING WEIGHT LESS MOTOR & OPTIONS
180GL	HS/BSTR	89 13/16	81 15/16	4 7/16	28 5/8	87 7/16	3	48 5/16	5300#
230GL	HS/BSTR	91 13/16	83 15/16	4 3/4	25 1/8	89 7/16		48 5/16	5875#
290GL	HS/BSTR	91 13/16	83 15/16	4 3/4	25 1/8	89 7/16		48 5/16	6000#
340GL	HS	91 13/16	83 15/16	4 3/4	25 1/8	89 7/16	4	49 1/8	6000#
340GL	BSTR	91 13/16	83 15/16	4 3/4	25 1/8	89 7/16	4	48 3/4	6000#

180GL THRU 290GL SEP. DISCH. OPTIONS					
DISCH. FLG.	CHECK VALVE	"B"	"D"	"R"	WEIGHT
3" 300#	3"	62 1/16	51 7/16	6 5/16	17#
	2 1/2"	63 3/16	52 9/16		25#
	2"	63 1/16	52 7/16		23#

340GL SEP. DISCH. OPTIONS					
DISCH. FLG.	CHECK VALVE	"B"	"D"	"R"	WEIGHT
4" 300#	4"	71 11/16	53 3/4	5 7/8	17#
	3"	72 7/8	54 15/16		25#
	2 1/2"	72 11/16	54 3/4		23#

ADD FOR MOUNTED STOP VALVES	ADD FOR DUAL OIL FILTER
138#	180#

APPLICATION	OIL COOLER	"E"	"G"	"H"	"J"	"P"	ADD FOR OIL COOLER
HS/BSTR	507	17 3/4	2	76 15/16	1	16 3/16	540#
	607	17 3/4	2	76 15/16	1	16 3/16	640#
	807	20 3/4	3	76 15/16	1 1/2	16 3/4	970#
HS	1007	23 3/4	4	77 15/16	2	17 1/4	1375#
	1010	24 3/4	5	88 11/16	3	43 3/4	1775#

HIGH STAGE APPLICATIONS ONLY ECONOMIZER CONNECTIONS					
MODEL	REFRIG	"K"	"C"	"S"	ADD FOR ECONOMIZER VALVE STATION
180GL	R-717	1 1/2 SW	55 13/16	54	45#
230GL	R-717	2 SW	55 15/16		55#
290GL	R-717	2 SW	55 15/16		75#
340GL	R-717	2 1/2 BW	56 5/8	60 1/4	75#

PUMP OUT CONNECTION		
MODEL	"T"	"U"
180GL	13 3/8	37 9/16
230GL		
290GL		
340GL	13 11/16	37 1/4

PUMP OUT CONNECTION		
MODEL	"T"	"U"
180GL	13 3/8	37 9/16
230GL		
290GL		
340GL	13 11/16	37 1/4

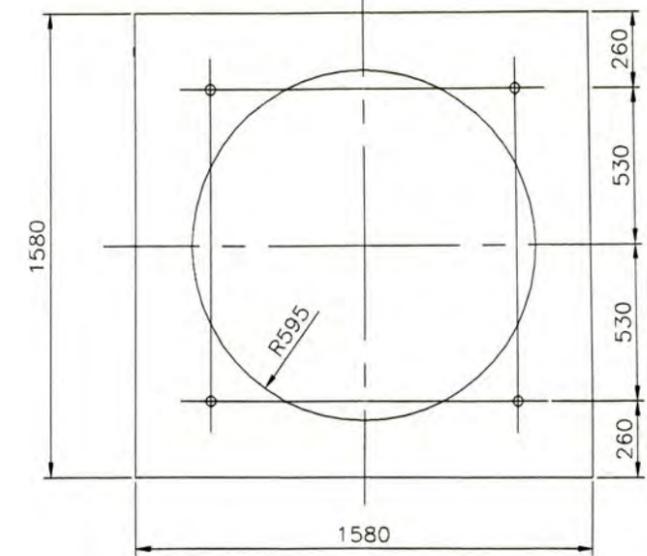
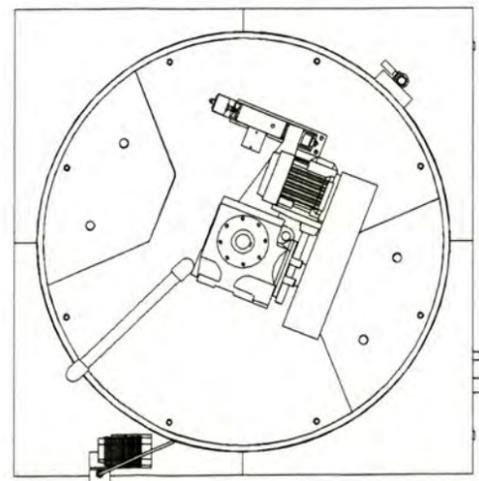
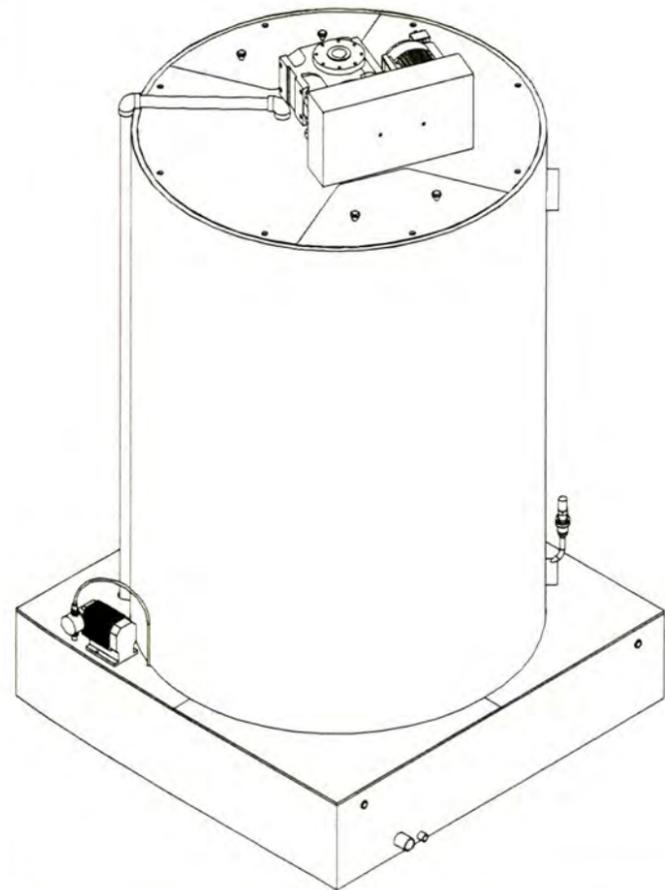
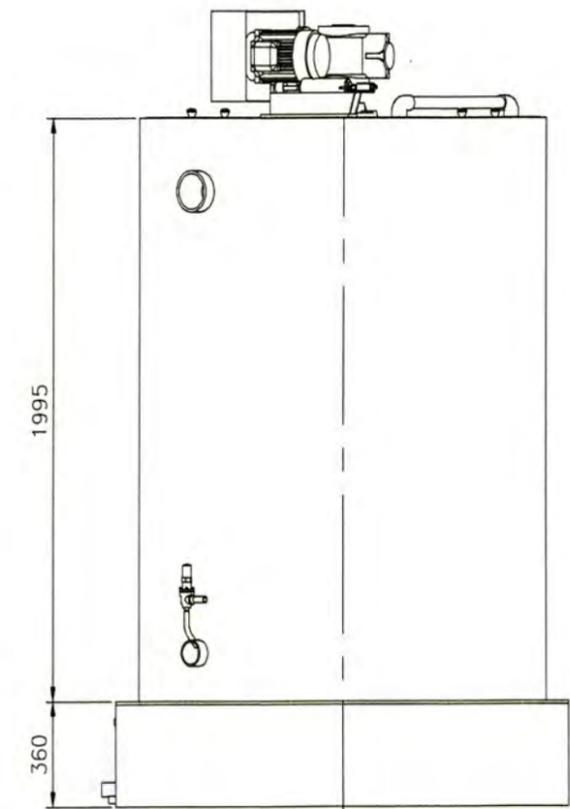
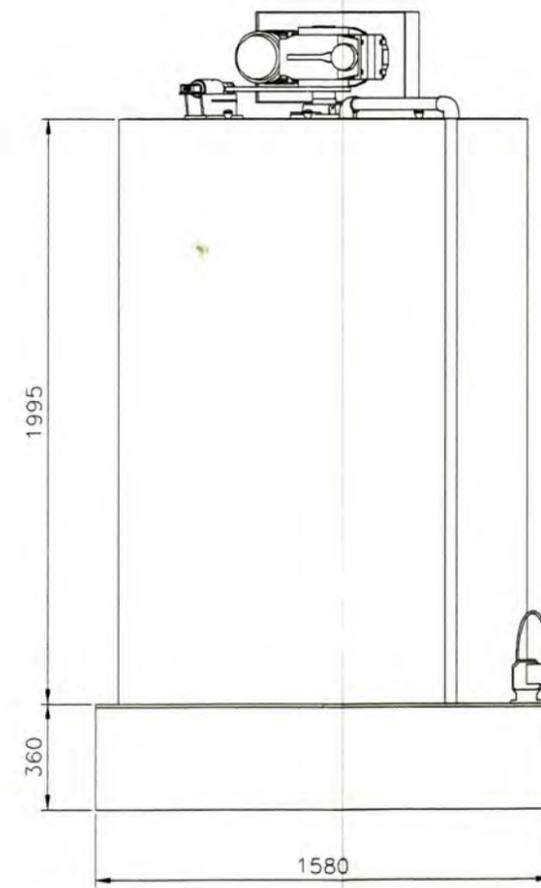
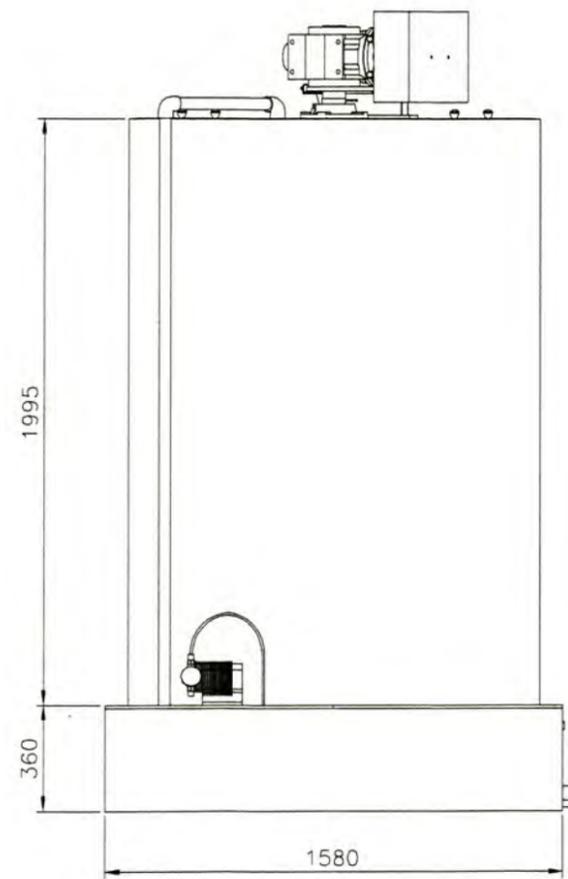
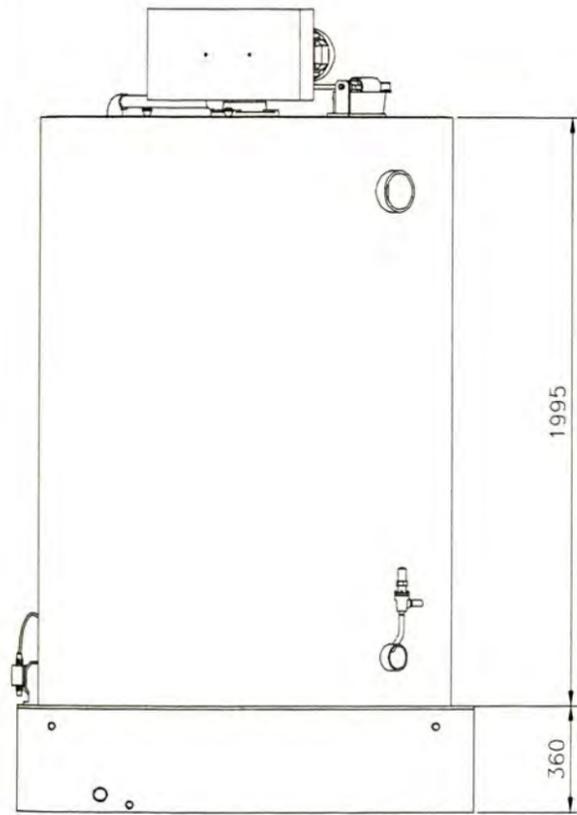
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

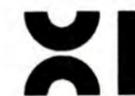
INFORME:
"DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"

PLANO:
COMPRESOR GEA - FES

PLANTA DE CONGELADO		APROBADO: Ing. Orvaldo Morán T.
DISEÑADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	REVISADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	FECHA: Octubre 2012
DIBUJADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	ESCALA: 1/500	HOJA: 03 DE 09



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA
FACULTAD DE
INGENIERIA MECANICA

INFORME:
"DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO
DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"

PLANO:
PRODUCTOR DE HIELO

PLANTA DE CONGELADO

APROBADO:
Ing. Orvaldo Morales T.

DISEÑADO:
JAVIER SANCHEZ MUÑOZ

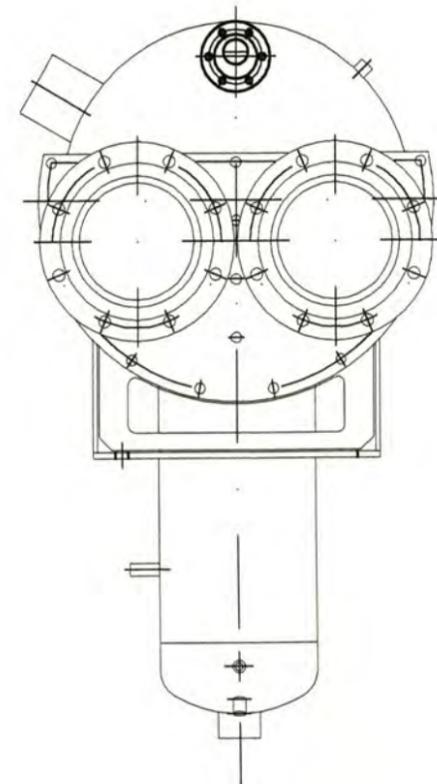
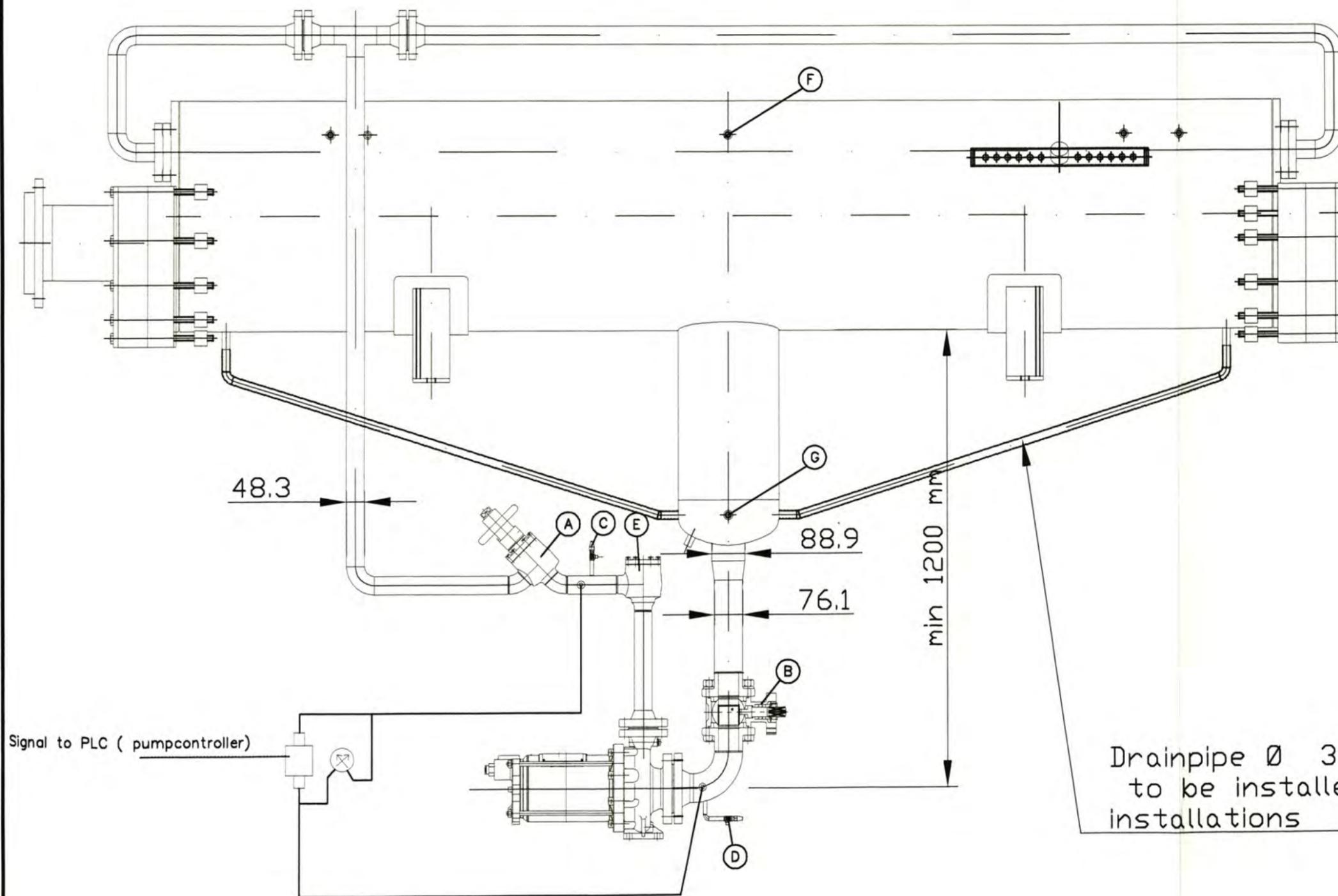
REVISADO:
JAVIER SANCHEZ MUÑOZ

FECHA: Octubre 2012

DIBUJADO:
JAVIER SANCHEZ MUÑOZ

ESCALA: 1/25

HOJA: 04 DE 09



Drainpipe \varnothing 33,4(\varnothing 21,3)
to be installed at ship
installations

- A: DN 40 stopvalve
- B: DN 65 Ball valve
- C: Service valve 10 mm ermeto
- D: Service valve 10 mm ermeto
- E: DN 40 filter (250 my)
- F: DN 15 (21,3 x 3,7) Levelsensor, sightglas, topp connection
- G: DN 25 (33,4 x 4,55) Levelsensor, sightglas, bottom connection

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

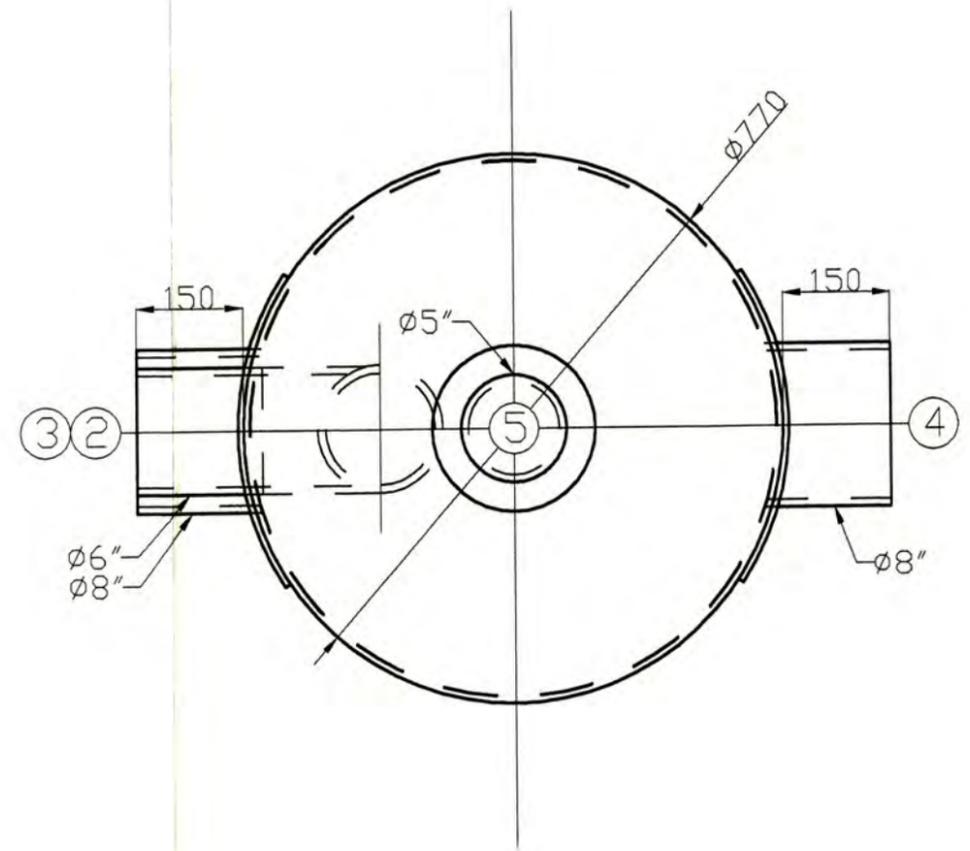
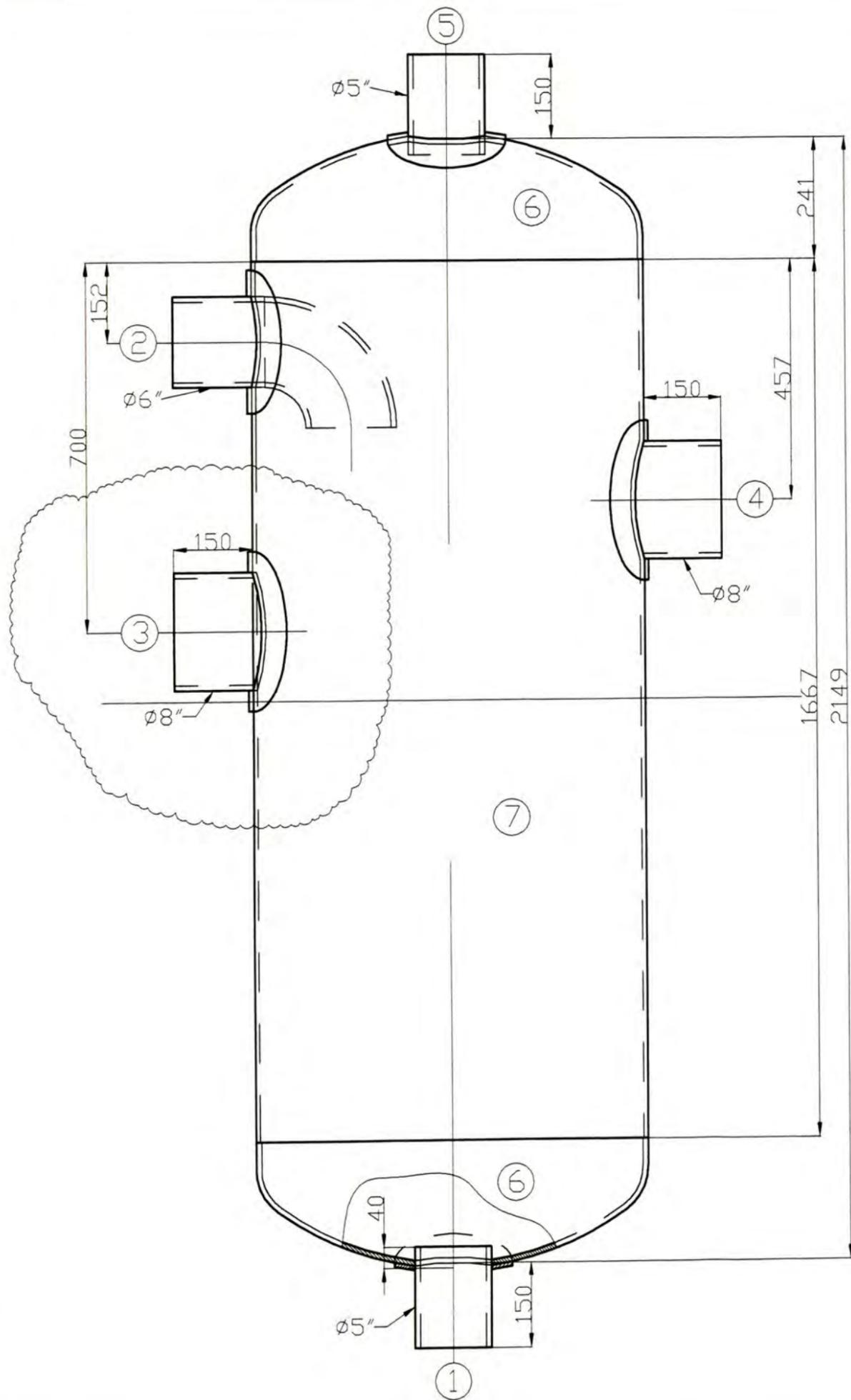


UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA
FACULTAD DE
INGENIERIA MECANICA

INFORME:
"DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO
DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"

PLANO:
SPRAY CHILLER

PLANTA DE CONGELADO		APROBADO: Ing. Osvaldo Morales T.
DISEÑADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	REVISADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	FECHA: Octubre 2012
DIBUJADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	ESCALA: 1 / 12.5	HOJA: 05 DE 09



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

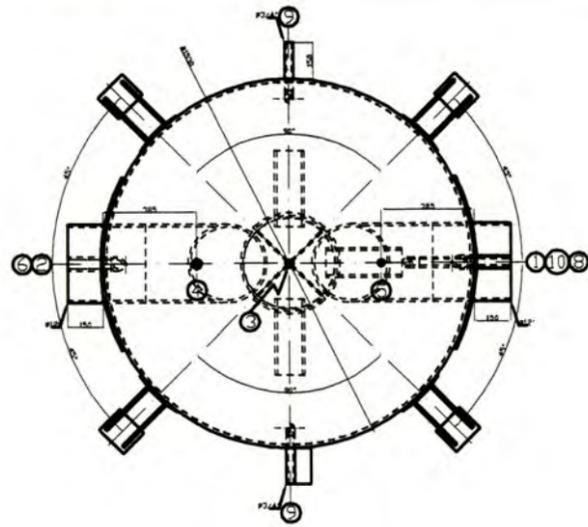


UNIVERSIDAD
 NACIONAL DE
 INGENIERIA
 FACULTAD DE
 INGENIERIA MECANICA

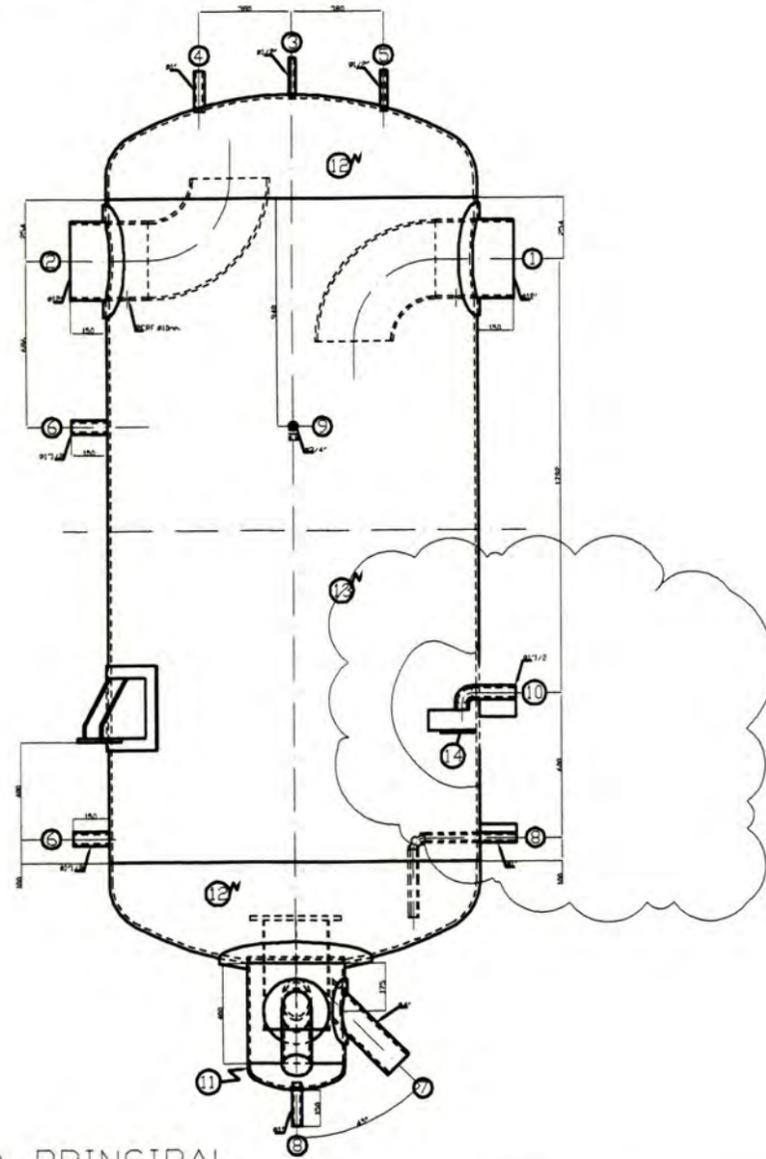
INFORME:
 "DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO
 DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"

PLANO:
 TANQUE TERMOSIFON

PLANTA DE CONGELADO		APROBADO: Ing. Osvaldo Morales T.
DISEÑADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	REVISADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	FECHA: Octubre 2012
DIBUJADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	ESCALA: 1 / 10	HOJA: 06 DE 09

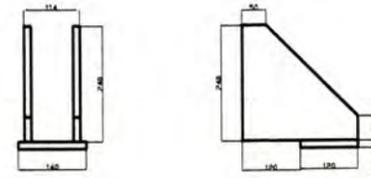


VISTA SUPERIOR
ESC.1/20

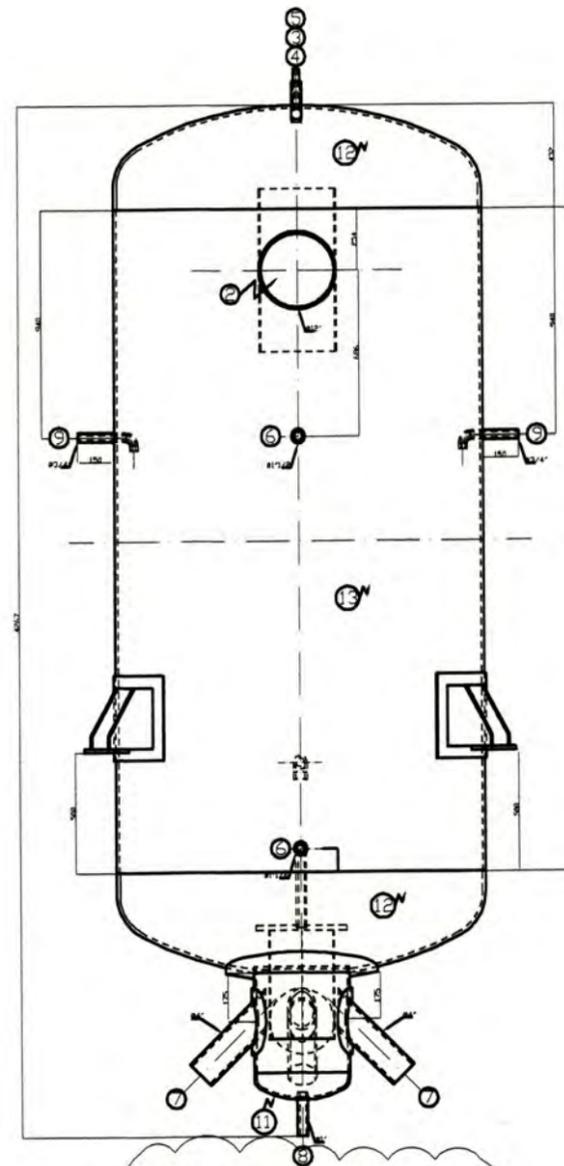


VISTA PRINCIPAL
ESC.1/20

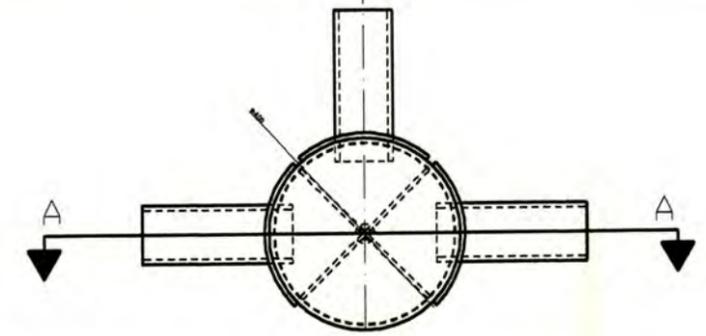
- NOTAS:
1. TODAS LAS MEDIDAS EN mm.
 2. LAS COTAS PRIMAN SOBRE EL DIBUJO
 3. MATERIAL: ASTM A-515 Gr.70
 4. PRESION DE DISEÑO: 17.5 BAR
 5. PRES. DE PRUEBA HIDRAULICA: 24 BAR
 6. PRESION DE TRABAJO: 0,35/16



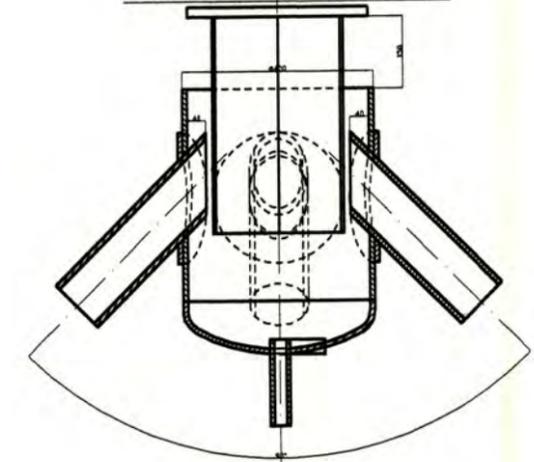
DETALLE DE APOYO
PATAS
ESC.1/10



VISTA LATERAL
IZQUIERDA
ESC.1/20



DETALLE DOMO
VISTA SUPERIOR
ESC.1/10



VISTA PRINCIPAL
DOMO EN CORTE A-A
ESC.1/10

ITEM	DIAMETRO	MATERIAL	DESCRIPCION
14	----	ASTM A-515 Gr.70	Plancha 200 x 200 x 1/4"
13	ø1530	ASTM A-515 Gr.70	MANTO l=2743mm.
12	ø1530	ASTM A-515 Gr.70	CABEZAL esp:14mm.
11	ø400	ASTM A-515 Gr.70	DOMO
10	ø1 1/2"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	ALIMENTACION DE LIQUIDO
9	ø3/4"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	CONTROL DE BOMBA
8	ø1"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	PURGA DE ACEITE
7	ø4"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	SALIDA DE LIQUIDO
6	ø1 1/2"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	SENSOR DE NIVEL
5	ø1/2"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	MANDOMETRO
4	ø1"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	SEGURIDAD
3	ø1/2"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	ALIVIO
2	ø12"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	SUCCION
1	ø12"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	RETORNO HUMEDO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

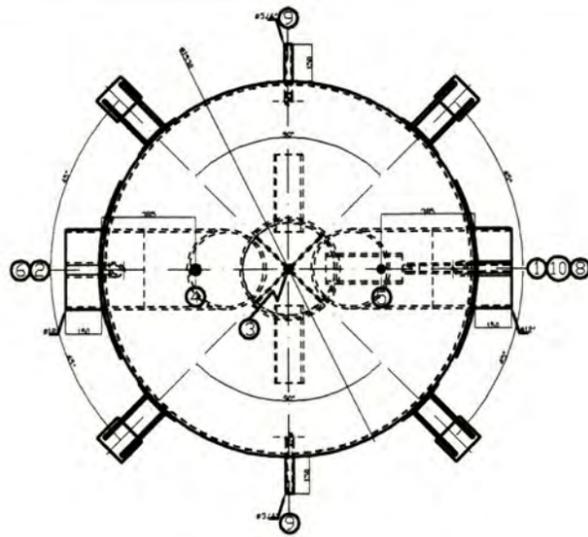


UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA
FACULTAD DE
INGENIERIA MECANICA

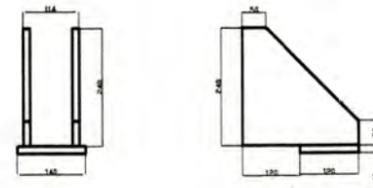
INFORME:
"DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO
DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"

PLANO:
TANQUE SEPARADOR VERTICAL (T=-42°C)

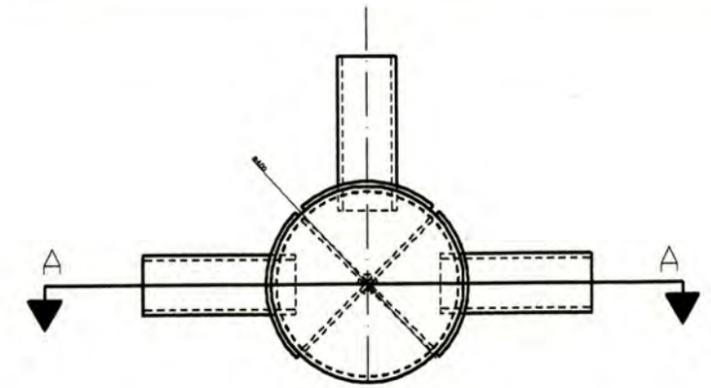
PLANTA DE CONGELADO		APROBADO: Ing. Osvaldo Morales T.
DISEÑADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	REVISADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	FECHA: Octubre 2012
DIBUJADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	ESCALA: INDICADA	HOJA: 07 DE 09



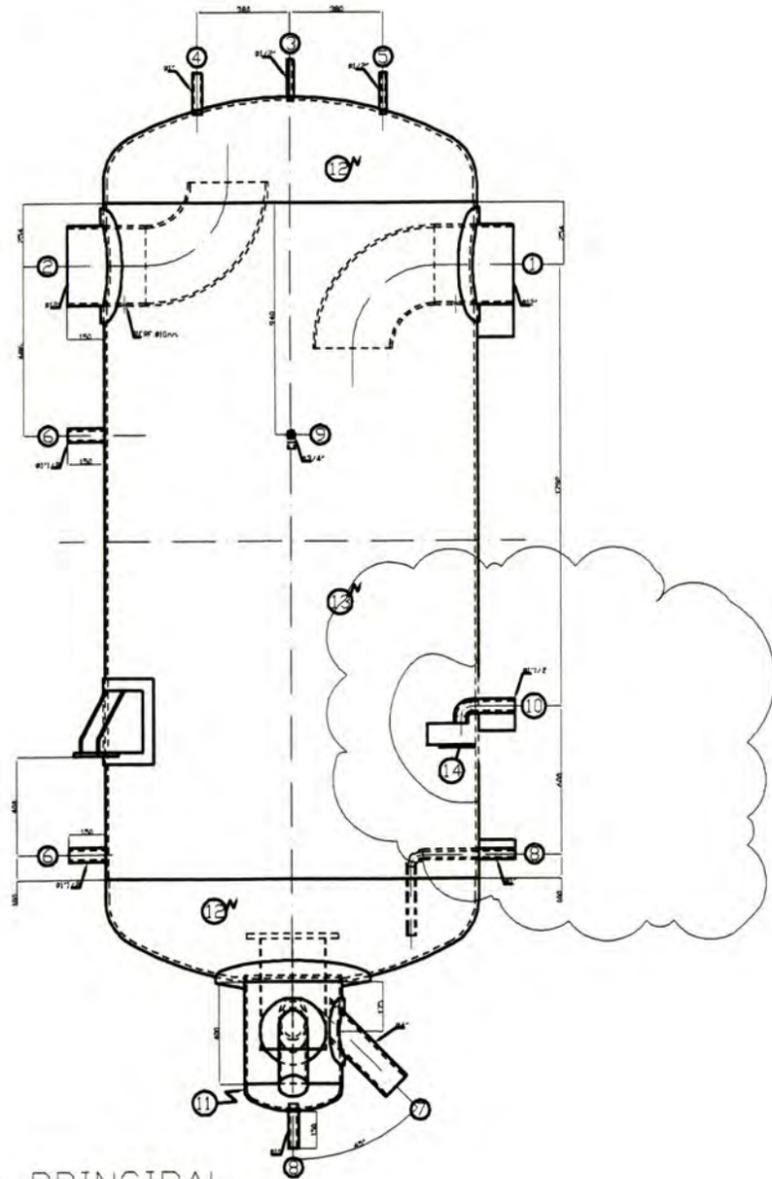
VISTA SUPERIOR
ESC.1/20



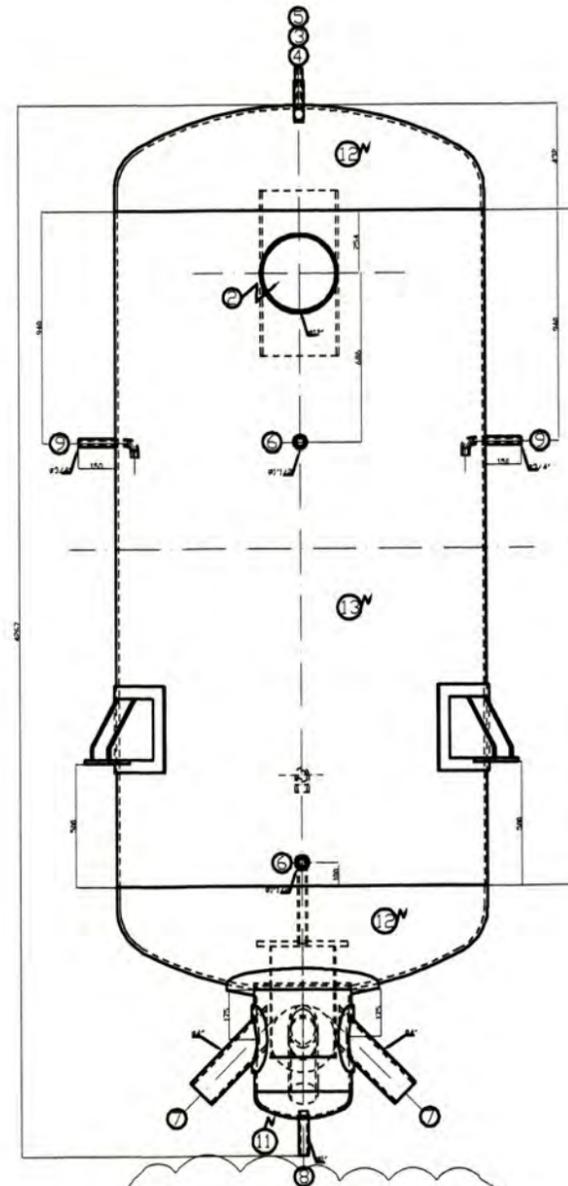
DETALLE DE APOYO
PATAS
ESC.1/10



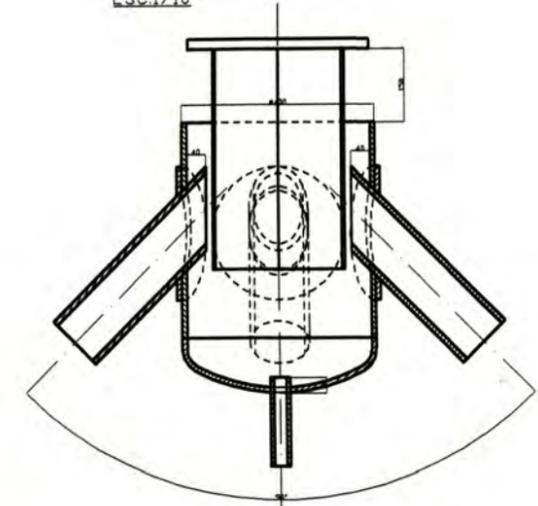
DETALLE DOMO
VISTA SUPERIOR
ESC.1/10



VISTA PRINCIPAL
ESC.1/20



VISTA LATERAL
IZQUIERDA
ESC.1/20



VISTA PRINCIPAL
DOMO EN CORTE A-A
ESC.1/10

NOTAS:
1.TODAS LAS MEDIDAS EN mm.
2.LAS COTAS PRIMAN SOBRE EL DIBUJO
3.MATERIAL ASTM A-515 Gr.70
4.PRESION DE DISEÑO: 17.5BAR
5.PRES. DE PRUEBA HIDRAULICA: 24BAR
6.PRESION DE TRABAJO: -02/16

ITEM	DIAMETRO	MATERIAL	DESCRIPCION
14	----	ASTM A-515 Gr.70	Plancha 200 x 200 x 1/4"
13	ø1530	ASTM A-515 Gr.70	MANTO l=2743mm.
12	ø1530	ASTM A-515 Gr.70	CABEZAL esp:14mm
11	ø400	ASTM A-515 Gr.70	DOMO
10	ø1 1/2	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	ALIMENTACION DE LIQUIDO
9	ø3/4"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	CONTROL DE BOMBA
8	ø1"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	PURGA DE ACEITE
7	ø4"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	SALIDA DE LIQUIDO
6	ø1 1/2	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	SENSOR DE NIVEL
5	ø1 1/2"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	MANOMETRO
4	ø1"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	SEGURIDAD
3	ø1 1/2"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 80	ALIVIO
2	ø12"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	SUCCION
1	ø12"	ASTM A53 A/106 Gr.B Sch 40	RETORNO HUMEDO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
INGENIERIA
FACULTAD DE
INGENIERIA MECANICA

INFORME:
"DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO
DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"

PLANO:
TANQUE SEPARADOR VERTICAL (T=-37°C)

PLANTA DE CONGELADO

AFROBADO:
Ing. Orvaldo Morales T.

DISEÑADO:
JAVIER SANCHEZ MUÑOZ

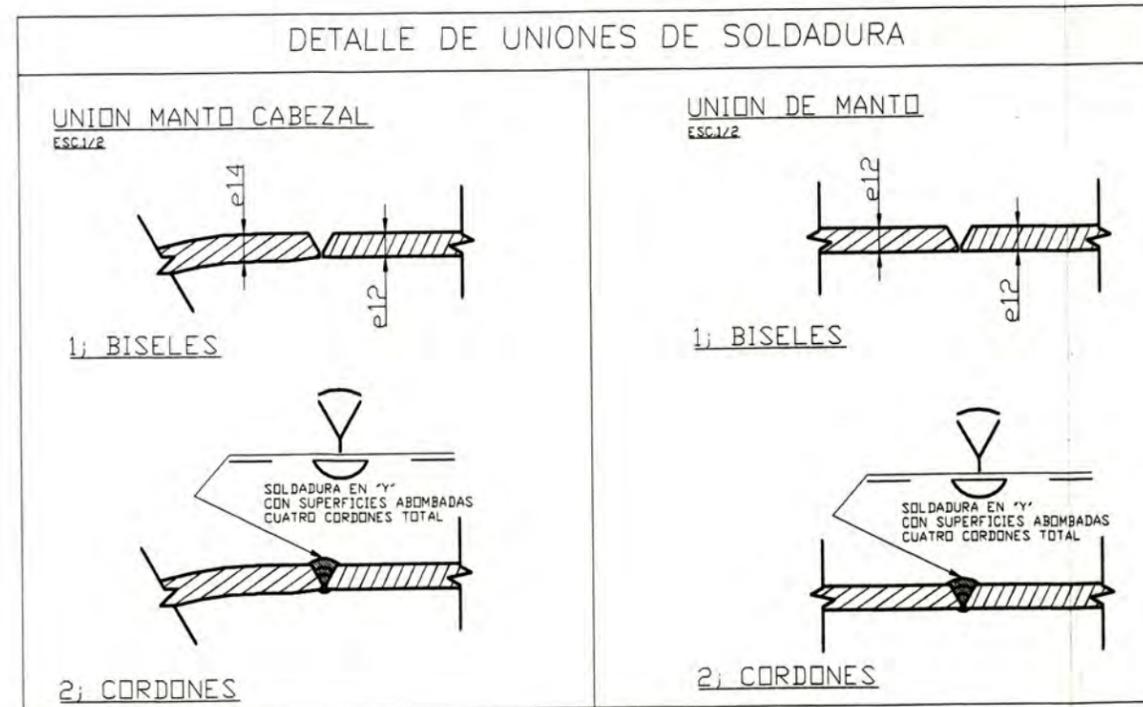
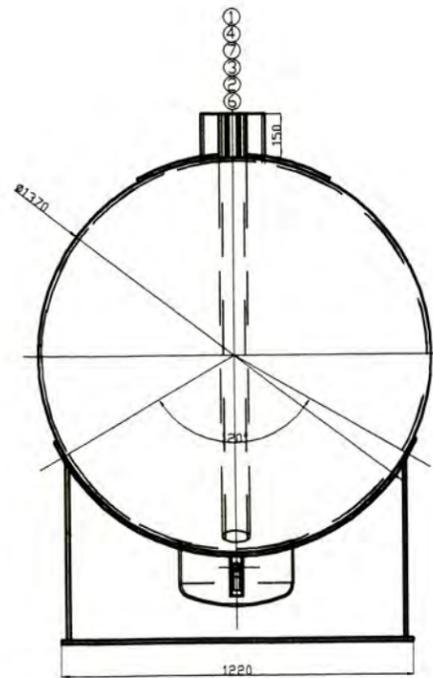
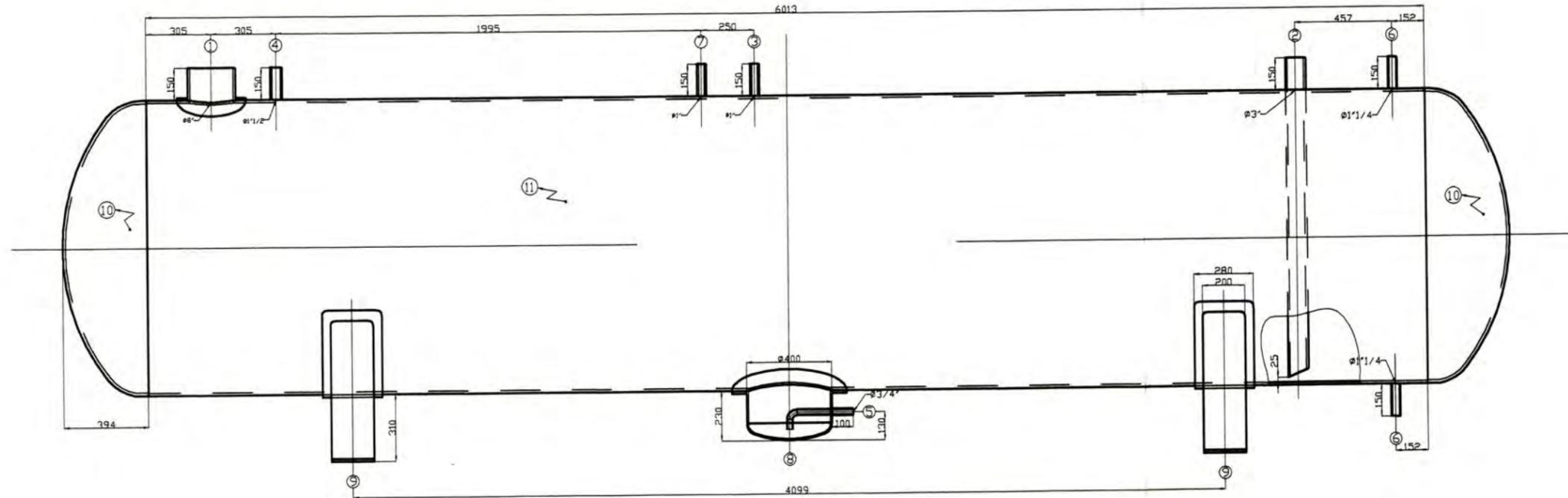
REVISADO:
JAVIER SANCHEZ MUÑOZ

FECHA: Octubre 2012

DIBUJADO:
JAVIER SANCHEZ MUÑOZ

ESCALA: INDICADA

HOJA: 08 DE 09



ITEM	DIAMETRO	MATERIAL	DESCRIPCION
11	ø1370	ASTM A-515 Gr.70	MANTO L=6013
10	ø1370	ASTM A-515 Gr.70	CABEZAL esp.14mm.
9		ASTM A-515 Gr.70	SILLAS
8	ø400	ASTM A-515 Gr.70	DOMO
7	ø1"	ASTM A-106 SCH 80	MANOMETRO
6	ø1 1/4"	ASTM A-106 SCH 80	VISOR DE NIVEL
5	ø3/4"	ASTM A-106 SCH 80	PURGA DE ACEITE
4	ø1 1/2"	ASTM A-106 SCH 40	ALMO DE PRESION
3	ø1"	ASTM A-106 SCH 80	SEGURIDAD
2	ø3"	ASTM A-106 SCH 40	ALIMENTACION DE LIQUIDO
1	ø8"	ASTM A-106 SCH 40	ENTRADA DE LIQUIDO

NOTAS:
 ESPESOR MANTO = 12mm
 ESPESOR CABEZAL = 14 mm
 MATERIAL = ACERO ASTM A 515 Gr.70
 PRESION DE DISEÑO = 18BAR
 PRESION DE TRAB. = 3/16BAR
 PRESION DE PRUEBA = 24BAR

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

INFORME: "DISEÑO DE UNA PLANTA DE CONGELADO DE PESCADO DE 142 TMD Y 1700 TM DE ALMACENAMIENTO"		
PLANO: TANQUE RECIBIDOR DE LIQUIDO		
DISEÑADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	REVISADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	APROBADO: Ing. Osvaldo Morúa T.
DIBUJADO: JAVIER SANCHEZ MUÑOZ	ESCALA: 1/25	FECHA: Octubre 2012 HOJA: 09 DE 09

ANEXOS.

1. Curva Presión Vs Entalpia del amoniaco.
2. Propiedades del amoniaco
3. Límites de velocidad en tuberías recomendada IIAR 2000
4. Tabla de selección del tanque Termosifón
5. Ficha técnica de compresor 1 Cámara (GEA FES 290 GL)
6. Ficha técnica de compresor 2 Cámara (GEA FES 160 GM)
7. Ficha técnica de compresor de balsina (GEA FES 230 GL)
8. Ficha técnica de compresor sala de proceso (GEA FES 290 GL)
9. Ficha técnica de compresor túneles (GEA FES 400 GL)
10. Ficha técnica de Evaporadores de cámara de congelado de 700 TM (MAN 065.1C/47-HL/6P)
11. Ficha técnica de Evaporadores de cámara de congelado de 1000 TM (MAN 080.1C/310-HL/8P)
12. Ficha técnica de Evaporadores de productor de hielo (MAN 046B/27-EL/30P)
13. Ficha técnica de evaporador sala de empaque (S-AXGBK 045.1A 124-AL.M)
14. Ficha técnica de evaporador sala de procesos 2 (S-AXGBK 050.1B/44-AL.M)
15. Ficha técnica de evaporador sala de recepción (S-AXGBK 045.1A/27-AL.M)
16. Ficha técnica de batería evaporadora de túnel de congelado (GCO N/8/32/12.O/6160/AUU/035050)
17. Ficha técnica de Condensador CATC-415
18. Ficha técnica de Condensador CATC-387
19. Ficha técnica de productor de hielo (F900 SBF NH3)
20. Ficha técnica de bombas de amoniaco túneles y cámaras.

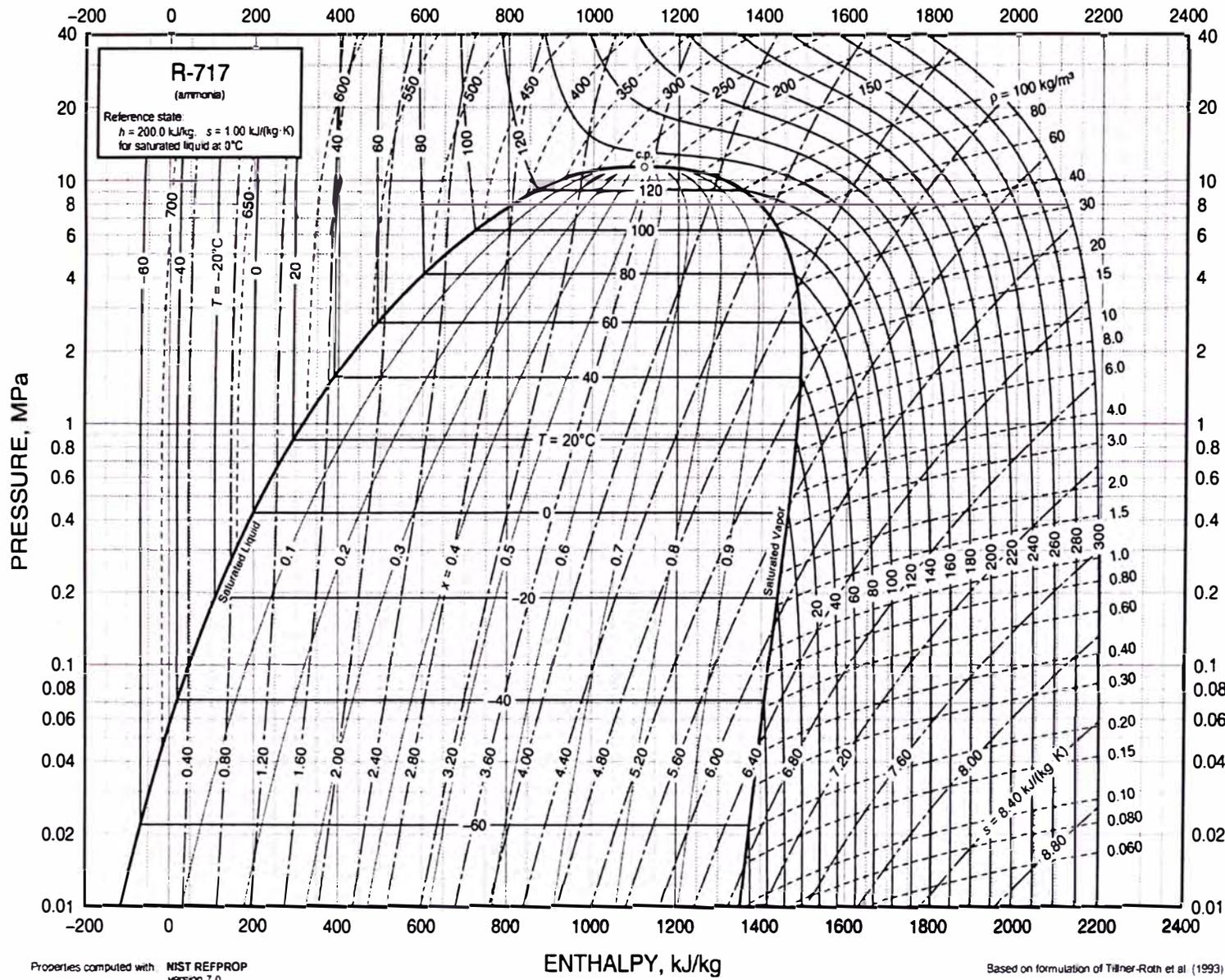


Fig. 16 Pressure-Enthalpy Diagram for Refrigerant 717 (Ammonia)

Refrigerant 717 (Ammonia) Properties of Saturated Liquid and Saturated Vapor

Temp., °C	Pres- sure, MPa	Density, kg/m ³		Volume, m ³ /kg		Enthalpy, kJ/kg		Entropy, kJ/(kg·K)		Specific Heat c _p , kJ/(kg·K)			Velocity of Sound, m/s		Viscosity, μPa·s		Thermal Cond., mW/(m·K)		Surface Tension, mN/m	Temp., °C
		Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor		
-77.65 ^a	0.00609	732.9	15.602	-143.15	1341.23	-0.4716	7.1213	4.202	2.063	1.325	2124	354.1	559.6	6.84	819.0	19.64	62.26	-77.65		
-70.00	0.01094	724.7	9.0079	-110.81	1355.55	-0.3094	6.9088	4.245	2.086	1.327	2051	360.5	475.0	7.03	792.1	19.73	59.10	-70.00		
-60.00	0.02189	713.6	4.7057	-68.06	1373.73	-0.1040	6.6602	4.303	2.125	1.330	1967	368.4	391.3	7.30	757.0	19.93	55.05	-60.00		
-50.00	0.04084	702.1	2.6277	-24.73	1391.19	0.0945	6.4396	4.360	2.178	1.335	1890	375.6	328.9	7.57	722.3	20.24	51.11	-50.00		
-40.00	0.07169	690.2	1.5533	19.17	1407.76	0.2867	6.2425	4.414	2.244	1.342	1816	382.2	281.2	7.86	688.1	20.64	47.26	-40.00		
-38.00	0.07971	687.7	1.4068	28.01	1410.96	0.3245	6.2056	4.424	2.259	1.343	1802	383.4	273.1	7.92	681.4	20.73	46.51	-38.00		
-36.00	0.08845	685.3	1.2765	36.88	1414.11	0.3619	6.1694	4.434	2.275	1.345	1787	384.6	265.3	7.98	674.6	20.83	45.75	-36.00		
-34.00	0.09795	682.8	1.1604	45.77	1417.23	0.3992	6.1339	4.444	2.291	1.347	1773	385.8	257.9	8.03	667.9	20.93	45.00	-34.00		
-33.33 ^b	0.10133	682.0	1.1242	48.76	1418.26	0.4117	6.1221	4.448	2.297	1.348	1768	386.2	255.5	8.05	665.7	20.97	44.75	-33.33		
-32.00	0.10826	680.3	1.0567	54.67	1420.29	0.4362	6.0992	4.455	2.308	1.349	1759	387.0	250.8	8.09	661.3	21.04	44.26	-32.00		
-30.00	0.11943	677.8	0.96396	63.60	1423.31	0.4730	6.0651	4.465	2.326	1.351	1744	388.1	244.1	8.15	654.6	21.15	43.52	-30.00		
-28.00	0.13151	675.3	0.88082	72.55	1426.28	0.5096	6.0317	4.474	2.344	1.353	1730	389.2	237.6	8.21	648.0	21.26	42.78	-28.00		
-26.00	0.14457	672.8	0.80014	81.52	1429.21	0.5460	5.9989	4.484	2.363	1.355	1716	390.2	231.4	8.27	641.5	21.38	42.05	-26.00		
-24.00	0.15864	670.3	0.73896	90.51	1432.08	0.5821	5.9667	4.494	2.383	1.358	1702	391.2	225.5	8.33	634.9	21.51	41.32	-24.00		
-22.00	0.17379	667.7	0.67840	99.52	1434.91	0.6180	5.9351	4.504	2.403	1.360	1687	392.2	219.8	8.39	628.4	21.63	40.60	-22.00		
-20.00	0.19008	665.1	0.62373	108.55	1437.68	0.6538	5.9041	4.514	2.425	1.363	1673	393.2	214.4	8.45	622.0	21.77	39.88	-20.00		
-18.00	0.20756	662.6	0.57428	117.60	1440.39	0.6893	5.8736	4.524	2.446	1.365	1659	394.1	209.2	8.51	615.5	21.90	39.16	-18.00		
-16.00	0.22630	660.0	0.52949	126.67	1443.06	0.7246	5.8437	4.534	2.469	1.368	1645	395.0	204.2	8.57	609.1	22.05	38.45	-16.00		
-14.00	0.24637	657.3	0.48885	135.76	1445.66	0.7597	5.8143	4.543	2.493	1.371	1631	395.8	199.3	8.63	602.8	22.19	37.74	-14.00		
-12.00	0.26782	654.7	0.45192	144.88	1448.21	0.7946	5.7853	4.553	2.517	1.375	1616	396.7	194.7	8.69	596.4	22.35	37.04	-12.00		
-10.00	0.29071	652.1	0.41830	154.01	1450.70	0.8293	5.7569	4.564	2.542	1.378	1602	397.5	190.2	8.75	590.1	22.50	36.34	-10.00		
-8.00	0.31513	649.4	0.38767	163.16	1453.14	0.8638	5.7289	4.574	2.568	1.382	1588	398.2	185.9	8.81	583.9	22.67	35.65	-8.00		
-6.00	0.34114	646.7	0.35970	172.34	1455.51	0.8981	5.7013	4.584	2.594	1.385	1574	398.9	181.7	8.87	577.7	22.83	34.96	-6.00		
-4.00	0.36880	644.0	0.33414	181.54	1457.81	0.9323	5.6741	4.595	2.622	1.389	1559	399.6	177.7	8.93	571.5	23.00	34.27	-4.00		
-2.00	0.39819	641.3	0.31074	190.76	1460.06	0.9662	5.6474	4.606	2.651	1.393	1545	400.2	173.8	8.99	565.3	23.18	33.59	-2.00		
0.00	0.42938	638.6	0.28930	200.00	1462.24	1.0000	5.6210	4.617	2.680	1.398	1531	400.8	170.1	9.06	559.2	23.37	32.91	0.00		
2.00	0.46246	635.8	0.26962	209.27	1464.35	1.0336	5.5951	4.628	2.710	1.402	1516	401.4	166.5	9.12	553.1	23.55	32.24	2.00		
4.00	0.49748	633.1	0.25153	218.55	1466.40	1.0670	5.5695	4.639	2.742	1.407	1502	401.9	162.9	9.18	547.1	23.75	31.57	4.00		
6.00	0.53453	630.3	0.23489	227.87	1468.37	1.1003	5.5442	4.651	2.774	1.412	1487	402.4	159.5	9.24	541.1	23.95	30.91	6.00		
8.00	0.57370	627.5	0.21956	237.20	1470.28	1.1334	5.5192	4.663	2.807	1.417	1473	402.8	156.2	9.30	535.1	24.15	30.24	8.00		
10.00	0.61505	624.6	0.20543	246.57	1472.11	1.1664	5.4946	4.676	2.841	1.422	1458	403.2	153.0	9.36	529.1	24.37	29.59	10.00		
12.00	0.65866	621.8	0.19237	255.95	1473.88	1.1992	5.4703	4.689	2.877	1.428	1443	403.6	149.9	9.43	523.2	24.58	28.94	12.00		
14.00	0.70463	618.9	0.18031	265.37	1475.56	1.2318	5.4463	4.702	2.913	1.434	1429	403.9	146.9	9.49	517.3	24.81	28.29	14.00		
16.00	0.75303	616.0	0.16914	274.81	1477.17	1.2643	5.4226	4.716	2.951	1.440	1414	404.2	144.0	9.55	511.5	25.04	27.65	16.00		
18.00	0.80395	613.1	0.15879	284.28	1478.70	1.2967	5.3991	4.730	2.990	1.446	1399	404.4	141.1	9.61	505.6	25.27	27.01	18.00		
20.00	0.85748	610.2	0.14920	293.78	1480.16	1.3289	5.3759	4.745	3.030	1.453	1384	404.6	138.3	9.68	499.9	25.52	26.38	20.00		
22.00	0.91369	607.2	0.14029	303.31	1481.53	1.3610	5.3529	4.760	3.071	1.460	1370	404.8	135.6	9.74	494.1	25.77	25.75	22.00		
24.00	0.97268	604.3	0.13201	312.87	1482.82	1.3929	5.3301	4.776	3.113	1.468	1355	404.9	133.0	9.80	488.4	26.03	25.12	24.00		
26.00	1.03450	601.3	0.12431	322.47	1484.02	1.4248	5.3076	4.793	3.158	1.475	1340	404.9	130.4	9.87	482.7	26.29	24.50	26.00		
28.00	1.09930	598.2	0.11714	332.09	1485.14	1.4565	5.2853	4.810	3.203	1.484	1324	405.0	127.9	9.93	477.0	26.57	23.89	28.00		
30.00	1.16720	595.2	0.11046	341.76	1486.17	1.4881	5.2631	4.828	3.250	1.492	1309	404.9	125.5	10.00	471.4	26.85	23.28	30.00		
32.00	1.23820	592.1	0.10422	351.45	1487.11	1.5196	5.2412	4.847	3.299	1.501	1294	404.8	123.1	10.06	465.7	27.14	22.67	32.00		
34.00	1.31240	589.0	0.09840	361.19	1487.95	1.5509	5.2194	4.867	3.349	1.510	1279	404.7	120.7	10.13	460.1	27.43	22.07	34.00		
36.00	1.39000	585.8	0.09296	370.96	1488.70	1.5822	5.1978	4.888	3.401	1.520	1263	404.5	118.4	10.19	454.6	27.74	21.47	36.00		
38.00	1.47090	582.6	0.08787	380.78	1489.36	1.6134	5.1763	4.909	3.455	1.530	1248	404.3	116.2	10.26	449.1	28.05	20.88	38.00		
40.00	1.55540	579.4	0.08310	390.64	1489.91	1.6446	5.1549	4.932	3.510	1.541	1232	404.0	114.0	10.33	443.5	28.38	20.29	40.00		
42.00	1.64350	576.2	0.07863	400.54	1490.36	1.6756	5.1337	4.956	3.568	1.553	1216	403.7	111.9	10.39	438.0	28.71	19.71	42.00		
44.00	1.73530	572.9	0.07445	410.48	1490.70	1.7065	5.1126	4.981	3.628	1.565	1201	403.3	109.8	10.46	432.6	29.06	19.13	44.00		
46.00	1.83100	569.6	0.07052	420.48	1490.94	1.7374	5.0915	5.007	3.691	1.577	1185	402.9	107.8	10.53	427.1	29.41	18.56	46.00		
48.00	1.93050	566.3	0.06682	430.52	1491.06	1.7683	5.0706	5.034	3.756	1.591	1169	402.4	105.8	10.60	421.7	29.78	17.99	48.00		
50.00	2.03400	562.9	0.06335	440.62	1491.07	1.7990	5.0497	5.064	3.823	1.605	1153	401.9	103.8	10.67	416.3	30.16	17.43	50.00		
55.00	2.31110	554.2	0.05554	466.10	1490.57	1.8758	4.9977	5.143	4.005	1.643	1112	400.3	99.0	10.86	402.9	31.16	16.04	55.00		
60.00	2.61560	545.2	0.04880	491.97	1489.27	1.9523	4.9458	5.235	4.208	1.687	1070	398.3	94.5	11.05	389.6	32.26	14.69	60.00		
65.00	2.94910	536.0	0.04296	518.26	1487.09	2.0288	4.8939	5.341	4.438	1.739	1028	396.0	90.1	11.25	376.4	33.47	13.37	65.00		
70.00	3.31350	526.3	0.03787	545.04	1483.94	2.1054	4.8415	5.465	4.699	1.799	984	393.3	85.9	11.47	363.2	34.80	12.08	70.00		
75.00	3.71050	516.2	0.03342	572.37	1479.72	2.1823	4.7885	5.610	5.001	1.870	940	390.1	81.9	11.70	350.2	36.30	10.83	75.00		
80.00	4.14200	505.7	0.02951	600.34	1474.31	2.2596	4.7344	5.784	5.355	1.955	895	386.5	78.0	11.95	337.1	38.00	9.61	80.00		
85.00	4.61000	494.5	0.02606	629.04	1467.53	2.3377	4.6789	5.993	5.777	2.058	848	382.5	74.2	12.23	324.1	39.95	8.44	85.00		
90.00	5.11670	482.8	0.02300	658.61	1459.19	2.4168	4.6213	6.250	6.291	2.187	800	377.9	70.5	12.55	311.0					

Límites de velocidad recomendadas IAR 2000

Velocidades de vapor

	Temp saturación	-10	-12	-15	-20	-22	-25	-30	-32	-35	-40	-45	-50	°F
Lineas de succión booster		-23	-24	-28	-29	-30	-32	-34	-36	-37	-40	-43	-46	°C
		4300	4,485	4,763	5,225	5,410	5,688	6,150	6,335	6,613	7,075	7,538	8000	ft/min
		21.8	22.8	24.2	26.5	27.5	28.9	31.3	32.2	33.6	36.0	38.3	40.7	m/seg
Lineas succión compresor	Temp saturación	40	35	32	29	27	23	20	17	14	9	5	0	°F
		4	2	0	-2	-3	-5	-7	-8	-10	-13	-15	-18	°C
		3100	3,375	3,540	3,705	3,815	4,035	4,200	4,365	4,630	4,805	5,025	5300	ft/min
		15.8	17.1	18.0	18.8	19.4	20.6	21.3	22.2	23.0	24.4	25.5	26.9	m/seg
Lineas sobreflujo	Temp saturación	40	30	20	10	0	-5	-10	-15	-20	-30	-40	-50	°F
		4	-1	-7	-12	-18	-21	-23	-26	-29	-34	-40	-46	°C
Horizontales		1500	1,833	2,167	2,500	2,833	3,000	3,167	3,333	3,500	3,833	4,167	4500	ft/min
		7.6	9.3	11.0	12.7	14.4	15.2	16.1	16.9	17.8	19.5	21.2	22.9	m/seg
Verticales		3000	3,667	4,333	5,000	5,667	6,000	6,333	6,667	7,000	7,667	8,333	9000	ft/min
		15.2	18.6	22.0	25.4	28.8	30.5	32.2	33.9	35.6	39.0	42.3	46.7	m/seg
Lineas descarga booster	Temp recalentad	185	180	175	170	165	160	155	150	145	140	130	122	°F
		85	82	79	77	74	71	68	66	63	60	54	50	°C
		3000	3,095	3,190	3,285	3,381	3,476	3,571	3,667	3,762	3,857	4,048	4200	ft/min
		15.2	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.1	18.6	19.1	19.6	20.6	21.3	m/seg
Lineas descarga compresores		248	240	230	220	210	200	190	180	170	165	160	158	°F
		120	118	110	104	99	93	88	82	77	74	71	70	°C
		2300	2,380	2,460	2,580	2,680	2,780	2,880	2,980	3,080	3,130	3,180	3200	ft/min
		11.7	12.1	12.6	13.1	13.6	14.1	14.6	15.1	15.7	15.9	16.2	16.3	m/seg

Velocidades de liquido

	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"	
Drenaje condensador a receptor alta presión	45	55	65	75	85	95	108	116	126	136	146	156	ft/min
	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	m/seg
Drenaje condensador a receptor baja presión	64	78	92	107	121	135	149	163	177	192	208	220	ft/min
	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	m/seg
Alimentación principal desde el receptor	200	206	213	219	225	232	238	245	251	257	264	270	ft/min
	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	m/seg
Alimentación de matriz principal	350	361	372	383	394	405	415	426	437	448	459	470	ft/min
	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	m/seg
Lineas de succión bombas	180	186	193	199	205	212	218	225	231	237	244	250	ft/min
	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	m/seg
Lineas de descarga bombas	325	336	348	359	370	382	393	405	416	427	439	450	ft/min
	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	m/seg

Limites de velocidad recomendadas IIR 2000

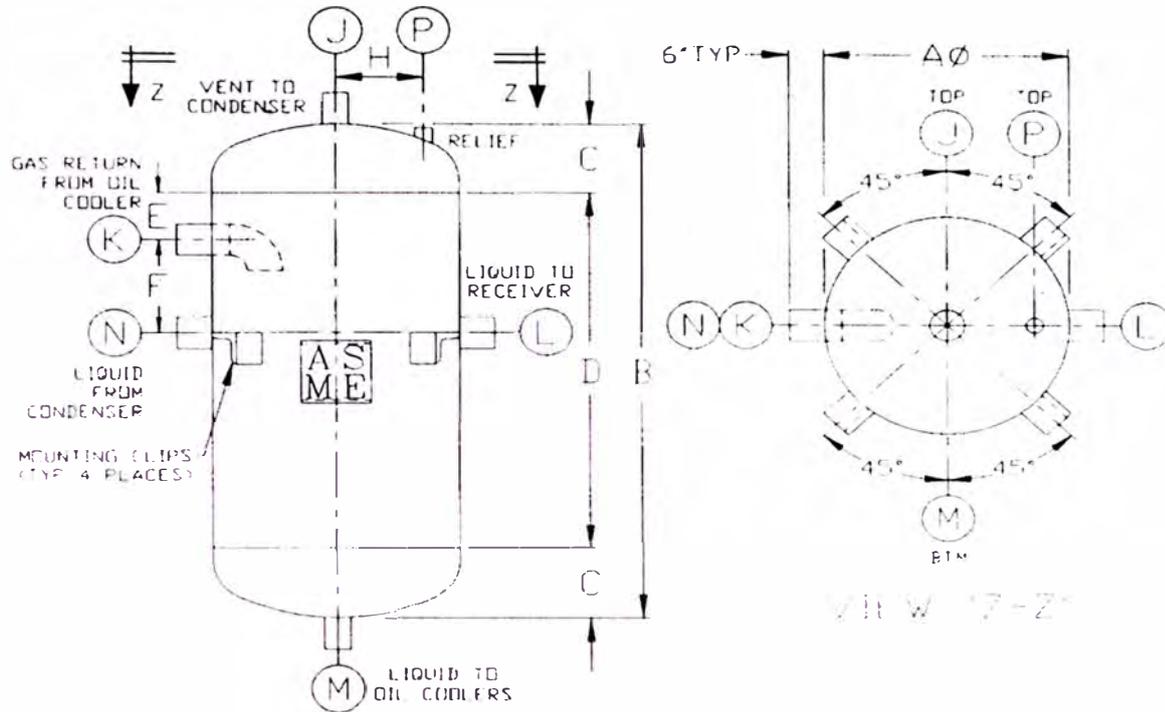
Velocidades de vapor

Lineas de succión booster	Temp saturacion	-10 °F	a	-50 °F
		-23 °C		-46 °C
		4300 ft/min	a	8000 ft/min
		21.8 m/seg		40.7 m/seg
Lineas succión compresor	Temp saturacion	40 °F	a	0 °F
		4 °C		-18 °C
		3100 ft/min	a	5300 ft/min
		15.8 m/seg		28.9 m/seg
Lineas sobreflujo	Temp saturacion	40 °F	a	-50 °F
		4 °C		-46 °C
Horizontales		1500 ft/min	a	4500 ft/min
		7.6 m/seg		22.9 m/seg
Verticales		3000 ft/min	a	5000 ft/min
		15.2 m/seg		45.7 m/seg
Lineas descarga booster	Temp recalentad	185 °F	a	122 °F
		85 °C		50 °C
		3000 ft/min	a	4200 ft/min
		15.2 m/seg		21.3 m/seg
Lineas descarga compresores		248 °F	a	158 °F
		120 °C		70 °C
		2300 ft/min	a	3200 ft/min
		11.7 m/seg		16.3 m/seg

Velocidades de liquido

	1 NPS		12 NPS
Drenaje condensador a receptor alta presion	45 ft/min	a	158 ft/min
	0.2 m/seg		0.8 m/seg
Drenaje condensador a receptor baja presion	64 ft/min	a	220 ft/min
	0.3 m/seg		1.1 m/seg
Alimentación principal desde el receptor	200 ft/min	a	270 ft/min
	1.0 m/seg		1.4 m/seg
Alimentación de matriz principal	350 ft/min	a	470 ft/min
	1.0 m/seg		2.4 m/seg
Lineas de succión bombas	160 ft/min	a	250 ft/min
	0.9 m/seg		1.3 m/seg
Lineas de descarga bombas	325 ft/min	a	450 ft/min
	1.7 m/seg		2.3 m/seg

RVS STD. ASME 250# VERTICAL THERMOSYPHON RECEIVERS



Model No.	Heat of Rejection (BTU/Min.)	Size	A	B	C	D	E	F	H	J	K	L	M	N	P	Weight
VTR0848	1900	8" x 48"	8-5/8	48	4	40	3	6	3	1-1/4	1-1/2	1-1/4	1-1/4	1-1/4	1/2	150
VTR1048	3300	10" x 48"	10-3/4	48	5	38	3	6	4	1-1/2	2	2	1-1/2	2	1/2	210
VTR1248	5000	12" x 48"	12-3/4	48	5-1/2	37	3	6	5	2	2	2	2	2	1/2	250
VTR1272	8800	12" x 72"	12-3/4	72	5-1/2	61	4	8	5	2-1/2	3	2-1/2	2-1/2	2-1/2	1/2	350
VTR1672	14300	16" x 72"	16	72	6-1/2	59	4	9	5	3	4	3	2-1/2	3	1/2	380
VTR2072	18000	20" x 72"	20	72	7-1/2	57	4	10	6	3	4	4	3	4	1/2	590
VTR2472	33200	24" x 72"	24	72	8-1/4	55-1/2	6	12	7	4	5	5	4	5	1/2	710
VTR3084	50800	30" x 84"	30	84	9-1/2	65	6	12	9	5	6	8	4	8	1/2	1030

THERMOSYPHON LINE SIZING								
LINE SIZE	1-1/4	1-1/2	2	2-1/2	3	4	5	6
LIQUID TO OIL COOLER	2.1	3.3	7.7	14.5	24.1	50.6	79.7	227
GAS FROM OIL COOLER	1.4	2.5	5.1	8.0	14.0	24.5	47.0	75.8
VENT TO CONDENSER	1.9	3.4	6.8	10.7	18.7	32.7	62.7	101

CAPACITIES IN 1000 BTU/MIN HEAT OF REJECTION

OPERATING DATA - Condition 1

EVAPORATOR			CONDENSER		
Evap Temperature	-37.0	°C	Cond / Inter Temperature	35.0	°C
Evap Pressure	0.86	kg/cm ² a	Cond / Inter Pressure	13.76	kg/cm ² a
Useful S/Heat	0.0	°C	SubCooling At Cond	0.0	°C
Non-Useful S/Heat	0.0	°C	Condenser HOR	407126.2	kcal/h

SUCTION			DISCHARGE		
Suction Line Loss	0.0	kg/cm ²	Discharge Line Loss	0.0	kg/cm ²
Package Suction Loss	0.01	kg/cm ²	Package Discharge Loss	0.22	kg/cm ²
Saturated Suction Pressure	0.8	kg/cm ² a	Discharge Pressure	14.0	kg/cm ² a
Suction Stop Valve Size	6	in.	Discharge Stop Valve Size	3	in.
Suction Temperature	-37.26	°C	Disch. Temp (100% / min)	90.94/88.44	°C
Mass Flow	974.3	kg/h	Mass Flow	974.3	kg/h
Volume Flow	1323.5	m ³ /h	Volume Flow	117.4	m ³ /h
Theoretical Swept Volume	1557.6	m ³ /h	Min Cond Temp - 24" Dia	12.78	°C

PERFORMANCE DATA

COMPRESSOR			MOTOR		
Capacity	0.243	Mkcal/h	Voltage	N/A	V/PH/Hz
Power	189.9	kW	Motor Size	N/A	HP
Performance Factor	1.49	COP	Frame Size	N/A	
Speed	3550	RPM	Efficiency	N/A	%
Percent of Full Load	100%		Full Load Amps	N/A	Amps
Vi - Fixed	4.8		Starting Type	N/A	

OIL COOLING DATA

Oil Cooling Type	Thermosiphon	Oil Cooling Medium	R-717		
Oil Supply Temp	54.44	°C	Liquid Supply Temp	35.0	°C
Functional Oil Flow	54.5	l/m	OCHR (100%)	108435.6	kcal/h
Injection Oil Flow	56.0	l/m	OCHR (min)	100270.8	kcal/h
Total Oil Flow	110.91	l/m	Oil Cooler Model	807	
Oil Type	FES #1 (85 gal)	Oil Pump Size	22 / 3	l/m/HP	

WARNINGS

None

PROJECT DATA

Project Name		Reference	
Customer Name	New Contact	Prepared By	Javier
Proposal Number		Date	2/23/2012 10:49 AM

Tolerance on compressor performance is +/-5% per ARI 510. The information contained in this program is subject to change without notice. GEA FES, Inc. reserves the right to final verification of all ratings results.

OPERATING DATA - Condition 1					
EVAPORATOR			CONDENSER		
Evap Temperature	-37.0	°C	Cond / Inter Temperature	35.0	°C
Evap Pressure	0.86	kg/cm ^{2a}	Cond / Inter Pressure	13.76	kg/cm ^{2a}
Useful S/Heat	0.0	°C	SubCooling At Cond	0.0	°C
Non-Useful S/Heat	0.0	°C	Condenser HOR	214840.1	kcal/h
SUCTION			DISCHARGE		
Suction Line Loss	0.0	kg/cm ²	Discharge Line Loss	0.0	kg/cm ²
Package Suction Loss	0.0	kg/cm ²	Package Discharge Loss	0.21	kg/cm ²
Saturated Suction Pressure	0.9	kg/cm ^{2a}	Discharge Pressure	14.0	kg/cm ^{2a}
Suction Stop Valve Size	5	in.	Discharge Stop Valve Size	3	in.
Suction Temperature	-37.04	°C	Disch. Temp (100% / min)	90.94/87.94	°C
Mass Flow	506.2	kg/h	Mass Flow	506.2	kg/h
Volume Flow	679.6	m ³ /h	Volume Flow	61.0	m ³ /h
Theoretical Swept Volume	833.2	m ³ /h	Min Cond Temp - 20" Dia	12.78	°C
PERFORMANCE DATA					
COMPRESSOR			MOTOR		
Capacity	0.127	Mkcal/h	Voltage	N/A	V/PH/Hz
Power	102.6	kW	Motor Size	N/A	HP
Performance Factor	1.44	COP	Frame Size	N/A	
Speed	3550	RPM	Efficiency	N/A	%
Percent of Full Load	100%		Full Load Amps	N/A	Amps
Vi - Fixed	4.8		Starting Type	N/A	
OIL COOLING DATA					
Oil Cooling Type	Thermosiphon		Oil Cooling Medium	R-717	
Oil Supply Temp	54.44	°C	Liquid Supply Temp	35.0	°C
Functional Oil Flow	38.2	l/m	OCHR (100%)	59724.0	kcal/h
Injection Oil Flow	22.7	l/m	OCHR (min)	54180.0	kcal/h
Total Oil Flow	60.95	l/m	Oil Cooler Model	805	
Oil Type	FES #1 (30 gal)		Oil Pump Size	Internal / 0	l/m/HP
WARNINGS					
* Only internal oil pump allowed (Engineering Note).					
PROJECT DATA					
Project Name			Reference		
Customer Name	New Contact		Prepared By	Javier	
Proposal Number			Date	2/23/2012 10:52 AM	

Tolerance on compressor performance is +/-5% per ARI 510. The information contained in this program is subject to change without notice. GEA FES, Inc. reserves the right to final verification of all ratings results.

OPERATING DATA - Condition 1					
EVAPORATOR			CONDENSER		
Evap Temperature	-22.0	°C	Cond / Inter Temperature	35.0	°C
Evap Pressure	1.77	kg/cm ² a	Cond / Inter Pressure	13.76	kg/cm ² a
Useful S/Heat	0.0	°C	SubCooling At Cond	0.0	°C
Non-Useful S/Heat	0.0	°C	Condenser HOR	589790.9	kcal/h
SUCTION			DISCHARGE		
Suction Line Loss	0.0	kg/cm ²	Discharge Line Loss	0.0	kg/cm ²
Package Suction Loss	0.02	kg/cm ²	Package Discharge Loss	0.23	kg/cm ²
Saturated Suction Pressure	1.8	kg/cm ² a	Discharge Pressure	14.0	kg/cm ² a
Suction Stop Valve Size	6	in.	Discharge Stop Valve Size	3	in.
Suction Temperature	-22.22	°C	Disch. Temp (100% / min)	90.94/89.44	°C
Mass Flow	1652.0	kg/h	Mass Flow	1652.0	kg/h
Volume Flow	1149.9	m ³ /h	Volume Flow	198.7	m ³ /h
Theoretical Swept Volume	1255.7	m ³ /h	Min Cond Temp - 24" Dia	12.78	°C
PERFORMANCE DATA					
COMPRESSOR			MOTOR		
Capacity	0.422	Mkcal/h	Voltage	N/A	V/PH/Hz
Power	194.9	kW	Motor Size	N/A	HP
Performance Factor	2.52	COP	Frame Size	N/A	
Speed	3550	RPM	Efficiency	N/A	%
Percent of Full Load	100%		Full Load Amps	N/A	Amps
Vi - Fixed	3.6		Starting Type	N/A	
OIL COOLING DATA					
Oil Cooling Type	Thermosiphon		Oil Cooling Medium	R-717	
Oil Supply Temp	54.44	°C	Liquid Supply Temp	35.0	°C
Functional Oil Flow	51.9	l/m	OCHR (100%)	83764.8	kcal/h
Injection Oil Flow	34.1	l/m	OCHR (min)	79531.2	kcal/h
Total Oil Flow	85.55	l/m	Oil Cooler Model	807	
Oil Type	FES #1 (85 gal)		Oil Pump Size	22 / 3	l/m/HP
WARNINGS					
None					
PROJECT DATA					
Project Name			Reference		
Customer Name	New Contact		Prepared By	Javier	
Proposal Number			Date	2/23/2012 10:56 AM	

Tolerance on compressor performance is +/-5% per ARI 510. The information contained in this program is subject to change without notice. GEA FES, Inc. reserves the right to final verification of all ratings results.

OPERATING DATA - Condition 1					
EVAPORATOR			CONDENSER		
Evap Temperature	-5.0	°C	Cond / Inter Temperature	35.0	°C
Evap Pressure	3.62	kg/cm ² a	Cond / Inter Pressure	13.76	kg/cm ² a
Useful S/Heat	0.0	°C	SubCooling At Cond	0.0	°C
Non-Useful S/Heat	0.0	°C	Condenser HOR	1054771.2	kcal/h
SUCTION			DISCHARGE		
Suction Line Loss	0.0	kg/cm ²	Discharge Line Loss	0.0	kg/cm ²
Package Suction Loss	0.03	kg/cm ²	Package Discharge Loss	0.25	kg/cm ²
Saturated Suction Pressure	3.6	kg/cm ² a	Discharge Pressure	14.0	kg/cm ² a
Suction Stop Valve Size	6	in.	Discharge Stop Valve Size	4	in.
Suction Temperature	-5.24	°C	Disch. Temp (100% / min)	83.94/87.44	°C
Mass Flow	3303.9	kg/h	Mass Flow	3303.9	kg/h
Volume Flow	1159.4	m ³ /h	Volume Flow	386.8	m ³ /h
Theoretical Swept Volume	1255.7	m ³ /h	Min Cond Temp - 24" Dia	17.78	°C
PERFORMANCE DATA					
COMPRESSOR			MOTOR		
Capacity	0.86	Mkcal/h	Voltage	N/A	V/PH/Hz
Power	224.8	kW	Motor Size	N/A	HP
Performance Factor	4.46	COP	Frame Size	N/A	
Speed	3550	RPM	Efficiency	N/A	%
Percent of Full Load	100%		Full Load Amps	N/A	Amps
Vi - Fixed	3.0		Starting Type	N/A	
OIL COOLING DATA					
Oil Cooling Type	Thermosiphon		Oil Cooling Medium	R-717	
Oil Supply Temp	54.44	°C	Liquid Supply Temp	35.0	°C
Functional Oil Flow	48.5	l/m	OCHR (100%)	56044.8	kcal/h
Injection Oil Flow	24.2	l/m	OCHR (min)	63957.6	kcal/h
Total Oil Flow	72.68	l/m	Oil Cooler Model	807	
Oil Type	FES #1 (85 gal)		Oil Pump Size	22 / 3	l/m/HP
WARNINGS					
None					
PROJECT DATA					
Project Name			Reference		
Customer Name	New Contact		Prepared By	Javier	
Proposal Number			Date	2/23/2012 11:07 AM	

Tolerance on compressor performance is +/-5% per ARI 510. The information contained in this program is subject to change without notice. GEA FES, Inc. reserves the right to final verification of all ratings results.

OPERATING DATA - Condition 1					
EVAPORATOR			CONDENSER		
Evap Temperature	-42.0	°C	Cond / Inter Temperature	35.0	°C
Evap Pressure	0.65	kg/cm ² a	Cond / Inter Pressure	13.76	kg/cm ² a
Useful S/Heat	0.0	°C	SubCooling At Cond	0.0	°C
Non-Useful S/Heat	0.0	°C	Condenser HOR	458002.4	kcal/h
SUCTION			DISCHARGE		
Suction Line Loss	0.0	kg/cm ²	Discharge Line Loss	0.0	kg/cm ²
Package Suction Loss	0.01	kg/cm ²	Package Discharge Loss	0.21	kg/cm ²
Saturated Suction Pressure	0.6	kg/cm ² a	Discharge Pressure	14.0	kg/cm ² a
Suction Stop Valve Size	8	in.	Discharge Stop Valve Size	5	in.
Suction Temperature	-42.16	°C	Disch. Temp (100% / min)	90.94/87.94	°C
Mass Flow	1026.0	kg/h	Mass Flow	1026.0	kg/h
Volume Flow	1783.3	m ³ /h	Volume Flow	123.6	m ³ /h
Theoretical Swept Volume	2101.0	m ³ /h	Min Cond Temp - 30" Dia	12.78	°C
PERFORMANCE DATA					
COMPRESSOR			MOTOR		
Capacity	0.254	Mkcal/h	Voltage	N/A	V/PH/Hz
Power	236.5	kW	Motor Size	N/A	HP
Performance Factor	1.25	COP	Frame Size	N/A	
Speed	3550	RPM	Efficiency	N/A	%
Percent of Full Load	100%		Full Load Amps	N/A	Amps
Vi - Fixed	5.5		Starting Type	N/A	
OIL COOLING DATA					
Oil Cooling Type	Thermosiphon		Oil Cooling Medium	R-717	
Oil Supply Temp	54.44	°C	Liquid Supply Temp	35.0	°C
Functional Oil Flow	66.2	l/m	OCHR (100%)	143690.4	kcal/h
Injection Oil Flow	80.6	l/m	OCHR (min)	131720.4	kcal/h
Total Oil Flow	146.87	l/m	Oil Cooler Model	807	
Oil Type	FES #1 (150 gal)		Oil Pump Size	30 / 3	l/m/HP
WARNINGS					
None					
PROJECT DATA					
Project Name			Reference		
Customer Name	New Contact		Prepared By	Javier	
Proposal Number			Date	2/23/2012 10:34 AM	

Tolerance on compressor performance is +/-5% per ARI 510. The information contained in this program is subject to change without notice. GEA FES, Inc. reserves the right to final verification of all ratings results.

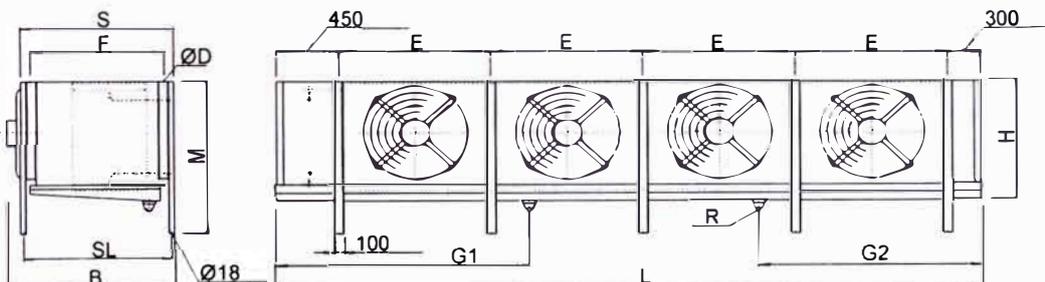
Fecha: 2009-04-08
 Solicitud del:
 Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:

Evaporador inundado MAN 065.1C/47-HL/6P

Capacidad:	63.3 kW	Refrigerante:	NH3 (R717)
Capacidad por dif. de temp.:	9.06 kW/K	Temp. de evaporación:	-37.0 °C
Superficie de reserva:	-0.1 %	Tasa de alimentación (bomba):	4.0
Caudal de aire:	36960 m ³ /h		
Temp. de aire:	-30.0 °C		
Humedad rel.:	95 %		
Presión atmosf.:	1013 mbar		
Ventiladores:	4 Unidad(es) 3~460V 60Hz Y/(--)	Diámetro del ventilador:	650 mm
Datos por motor (datos nominales):		Nivel de presión sonora:	65 dB(A)
Revoluciones:	860 min-1 / (--)	a una distancia de:	1.0 m
Capacidad	0.81 kW, 1/2 hp mecánico		
Corriente:	1.25 A	Tiro de aire:	aprox. 32 m ⁽¹⁾
Caja:	Acero galvanizado, Pintada en polvo	Tubos intercambiador:	Austenitic CrNi steel
Superf. de intercambio:	369.0 m ²	Aletas:	Aluminio
Volumen de tubos:	90 l	Entrada:	3/4" NPS (26.67 mm)
Paso de aleta:	7.00 mm	Colector de aspiración:	2 1/2" NPS (73.03 mm)
Peso vacío:	779 kg ⁽²⁾		
Presión de servicio máxima:	32.0 bar		

Dimensiones:

L =	5654
mm	
B =	831
mm	
H =	1010
mm	
E =	1215
mm	
F =	555
mm	
M =	1241
mm	
S =	790
mm	
SL =	753
mm	
G1 =	2080
mm	
G2 =	1930
mm	
ØD =	18
mm	
R =	
2xG1 1/4	



Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!

Precio unitario	17613.00 USD
Accesorios	
Deshielo por gas caliente de la batería, entrada abajo	0.00 USD
Deshielo por gas caliente de la bandeja	1941.00 USD
Precio total	19554.00 USD

Total (Precio de lista sin IVA, incl. protección de transporte)

19554.00 USD

Tipo de entrega:

Condiciones de pago:

Plazo de entrega:

Validez de la oferta:

¡Nuestras condiciones generales de venta y entrega son válidas!

(1) Distancia a la que todavía se puede medir una velocidad del aire de 0.5 m/s.

(2) Dimensiones y peso pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos

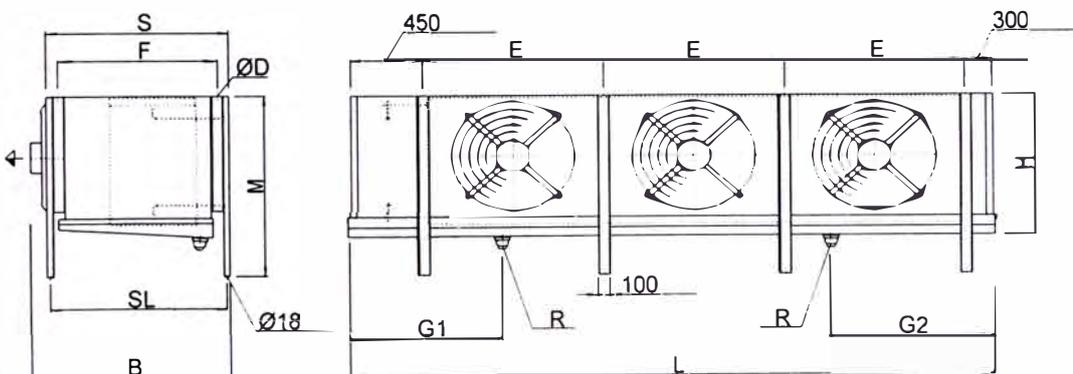
Fecha: 2009-04-13
 Solicitud del:
 Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:

Evaporador inundado S-MAN 080.1C/310-HL/8P

Capacidad:	77.2 kW	Refrigerante:	NH3 (R717)
Capacidad por dif. de temp.:	11.06 kW/K	Temp. de evaporación:	-37.0 °C
Superficie de reserva:	-0.1 %	Tasa de alimentación (bomba):	4.0
Caudal de aire:	57780 m ³ /h		
Temp. de aire:	-30.0 °C		
Humedad rel.:	95 %		
Presión atmosf.:	1013 mbar		
Ventiladores:	3 Unidad(es) 3~460V 60Hz Y/(--)	Diámetro del ventilador:	800 mm
Datos por motor (datos nominales):		Nivel de presión sonora:	70 dB(A)
Revoluciones:	970 min-1 / (--)	a una distancia de:	1.0 m
Capacidad:	1.50 kW, 1 1/2 hp mecánico		
Corriente:	2.50 A	Tiro de aire:	aprox. 45 m ⁽¹⁾
Caja:	Acero galvanizado, Pintada en polvo	Tubos intercambiador:	Austenitic CrNi steel
Superf. de intercambio:	353.1 m ²	Aletas:	Aluminio
Volumen de tubos:	133 l	Entrada:	3/4" NPS (26.67 mm)
Paso de aleta:	10.00 mm	Colector de aspiración:	2 1/2" NPS (73.03 mm)
Peso vacío:	919 kg ⁽²⁾		
Presión de servicio máxima:	32.0 bar		

Dimensiones:

- L = 5611 mm
- B = 1064 mm
- H = 1295 mm
- E = 1615 mm
- F = 755 mm
- M = 1541 mm
- S = 990 mm
- SL = 953 mm
- G1 = 1516 mm
- G2 = 1365 mm
- ØD = 18 mm
- R = 2xG1¼



Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!

(S = Entrada: 3/4" NPS (26.67 mm), Colector de aspiración: 2 1/2" NPS (73.03 mm), Diámetro de distribuidor: 1 1/2" NPS (48.26mm), Colector: 2 1/2" NPS (73.03 mm))

Precio unitario	22930.00 USD
Accesorios	2186.00 USD
Precio total	25116.00 USD
Total (Precio de lista sin IVA, incl. protección de transporte)	25116.00 USD

Tipo de entrega:

Condiciones de pago:

Plazo de entrega:

Validez de la oferta:

¡Nuestras condiciones generales de venta y entrega son válidas!

(1) Distancia a la que todavía se puede medir una velocidad del aire de 0.5 m/s.

(2) Dimensiones y peso pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos



Fecha: 2008-08-22
Solicitud del:
Proyecto:
No. de oferta: 109529
Posición: 10
Responsable: Ricardo Rodríguez Treviño

Evaporador inundado MAN 046B/27-EL/30P

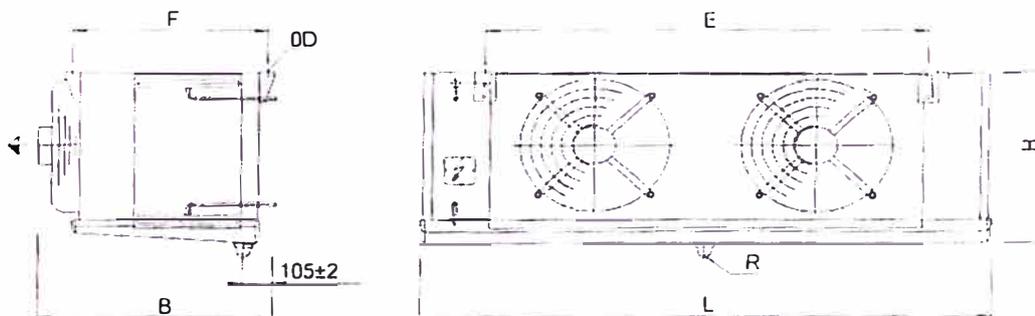
Capacidad:	12.0 kW	Refrigerante:	NH3 (R717)
Capacidad por dif. de temp.:	1.71 kW/K	Temp. de evaporación:	-14.0 °C
Superficie de reserva:	12.6 %	Tasa de alimentación (bomba):	4.0
Caudal de aire:	9200 m ³ /h		
Temp. de aire:	-7.0 °C		
Humedad rel.:	87 %		
Presión atmosf.:	1013 mbar		

Ventiladores:	2 Unidad(es) 3~460V 60Hz Y/(--)	Diámetro del ventilador:	450 mm
Datos por motor (datos nominales):		Nivel de presión sonora:	61 dB(A)
Revoluciones:	1390 min ⁻¹ / (--)	a una distancia de:	1.0 m
Capacidad:	0.41 kW, 1/4 hp mecánico		
Corriente:	0.62 A	Tiro de aire:	aprox. 16 m ⁽¹⁾

Caja:	AlMg3, Pintada en polvo	Tubos intercambiador:	Austenitic CrNi steel
Superf. de intercambio:	67.9 m ²	Aletas:	Aluminio
Volumen de tubos:	19 l	Entrada:	1/2" NPS (21.34 mm)
Paso de aleta:	7.00 mm	Colector de aspiración:	1" NPS (33.40 mm)
Peso vacío:	117 kg ⁽²⁾		
Presión de servicio máxima:	32.0 bar		

Dimensiones:

L = 1996 mm
B = 685 mm
H = 665 mm
E = 1630 mm
F = 550 mm
ØD = 14 x 18 mm
R = G1¼



Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!

(1) Distancia a la que todavía se puede medir una velocidad del aire de 0.5 m/s.

(2) Dimensiones y peso pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos

Fecha: 2008-09-25
 Solicitud del:
 Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:

Evaporador AXGBK 045.1A/24-AL.M

Capacidad:	18.1 kW	Refrigerante:	NH3 (R717)
Capacidad por dif. de temp.:	1.29 kW/K	Temp. de evaporación:	1.0 °C
Superficie de reserva:	25.1 %	Sobrecalentamiento:	10.0 K
Caudal de aire:	6700 m³/h	Temp. de condensación:	35.0 °C
Velocidad del aire:	1.6 m/s	Temp. de subenfriam.:	30.0 °C
Temp. de aire:	15.0 °C	Caudal de masa:	57 kg/h
Humedad rel.:	63 %	Pérdida de presión:	0.68 K
Presión atmosf.:	1013 mbar	Diámetro del ventilador:	450 mm
Condensado:	6.54 kg/h	Nivel de presión sonora:	50 dB(A)
Coef. transf. de calor:	29.39 W/(m²·K)	a una distancia de:	1.0 m
Ventiladores:	2 Unidad(es) 3~460V 60Hz	Tiro de aire:	aprox. 2 x 11 m ⁽¹⁾
Datos por motor (datos nominales):		Tubos intercambiador:	Acero inox. AISI 304L
Revoluciones:	1170 min-1	Aletas:	Aluminio
Capacidad:	0.20 kW, 1/8 hp mecánico	Pérdida pres. en distrib.:	2.1 bar
Corriente:	0.33 A	Aspiración:	1" NPS (33.40 mm)
Caja:	AlMg3, Pintada en polvo, blanco brillante	Entrada:	1/2" NPS (21.34 mm)
Superf. de intercambio:	57.7 m²	Area de paso:	1.2 m²
Volumen de tubos:	10 l		
Paso de aleta:	4.00 mm		
Peso vacío:	147 kg ⁽²⁾		
Presión de trabajo máxima:	32.0 bar		
Dimensiones: ⁽²⁾			
Longitud del aparato:	2488 mm		
Ancho del aparato:	1096 mm		
Altura del aparato:	727 mm		
Número de soportes:	4		

Precio unitario (precio de lista, IVA excluido)		4824.00 USD
Descuento:	43.0 %	2074.32 USD
Total neto (incl. protección de transporte):		2749.68 USD

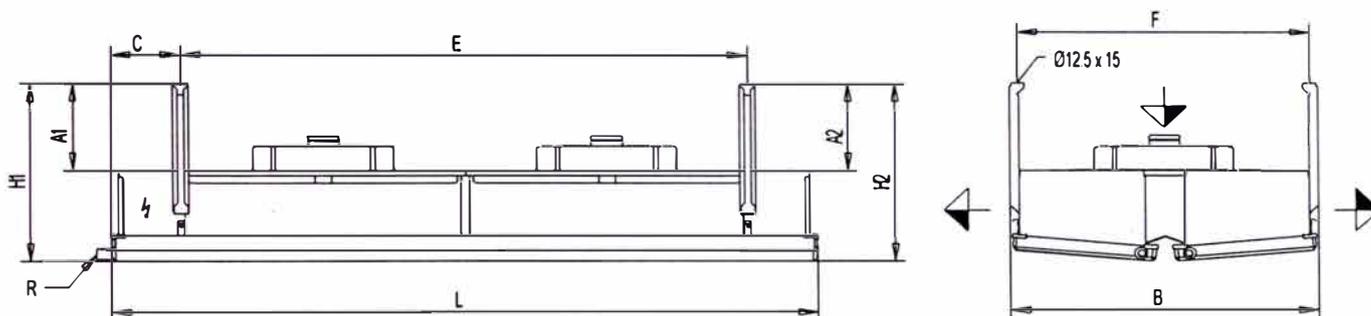
Tipo de entrega:
 Condiciones de pago:
 Plazo de entrega:
 Validez de la oferta:

¡Nuestras condiciones generales de venta y entrega son válidas!

(1) Distancia a la que todavía se puede medir una velocidad del aire de 0.5 m/s.
 (2) Dimensiones y peso pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos

AXGBK 045.1A/24-AL.M

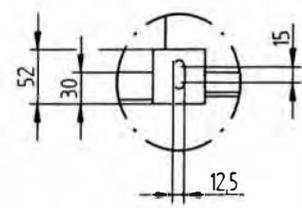
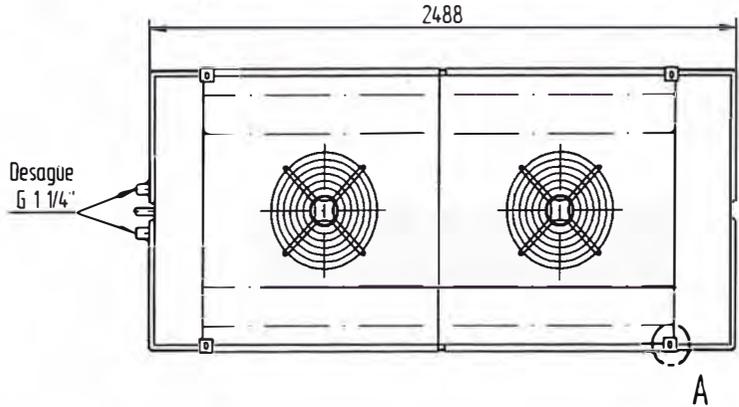
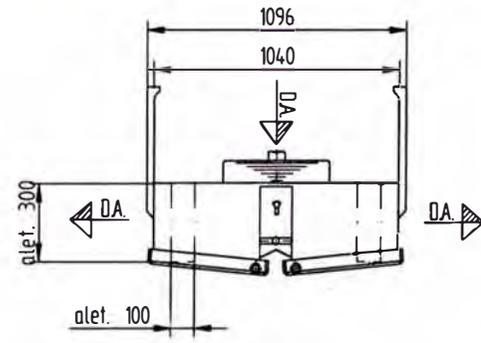
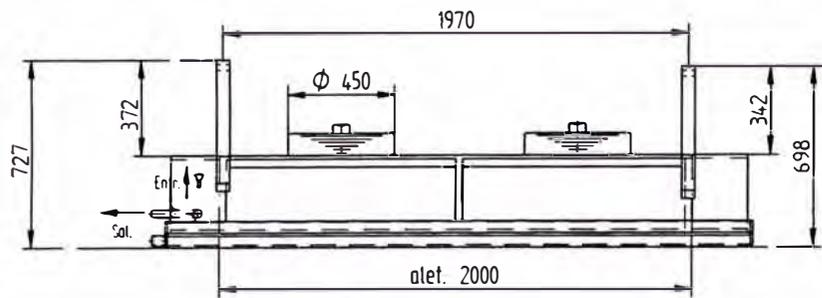
Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:



File: EMFIGBK_1-2_SI.EMF

L =	2488 mm	B =	1096 mm	H1 =	727 mm
H2 =	698 mm	A1 =	372 mm	A2 =	342 mm
E =	2000 mm	C =	248 mm	F =	1040 mm
R =	G1¼				

Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!



A
1:5

Datos técnicos

Tipo de bloque 2 x F/04/06/4.0/2000/A/VV
 Tubos Φ 12 mm Material
 Laminilla Aluminio Carcasa AlMg3, pintura en polvo, blanco brillante
 Distancia entre laminillas 4,0 mm Charola de desague AlMg3, pintura en polvo
 Distancia entre tubos 50 x 25 mm Desague G 2 x 1 1/4" Plástico

No. de circ.	No. de pasadas	No. de distrib.	Distribuidor		Colector de entr.		Colector de sal.		Vol. de tubos	Sup. de int.	Peso vacío	Peso de op.
			Φ x L	Φ (in) Tubo entr.	Φ (in) Tubo entr.	Φ (in) Tubo sal.						
1	12	2 x 2	4 x 800	1/2" NPS	2 x 3/4" NPS	1" NPS	10	57.7	14.7	ca. 157
Gas caliente			Descongelamiento			Eléctrico						
Bloque			Charola			Bloque			Charola			
Entr. Φ (in)	Sal. Φ (in)	Entr. Φ (in)	Sal. Φ (in)	Total kW	St/no x W	V	total kW	St/no x W	V			
xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			
Conexiones en dirección del aire												
Refrigerante						Descongelamiento						
- Izquierdo			- Derecho			- Izquierdo			- Derecho			
Datos técnicos del ventilador												
Φ mm	Tipo de ventilador / Modelo		V/min	kW	A	V	Ph	Hz	Cantidad			
450	S4D450-AD19-18 LE / VT0353U		1170	0.20	0.33	460	3	60	2			

Construcción especial
 - S= Turbuladores por distribución = 5

Es 120	Material	Peso 157 kg ca.
Pos. 60	Cliente	
Cantidad 1		
Modelo	S-AXGBK 045.1A/24-AL.M	
	SALA DE EMPAQUE	
	folder 10	
Descripción	Fecha	Nombre
		Idavila
Aprb.		Sanchez
Dibujo No.	300-0000133402	
Revision	FDH	
Prin. 504080	Orden	106621

QUINER
 Quinter de México SA de CV
 Parque Ind. Sino
 Pochteca N.L. México
 www.quinter.com.mx
 T.M. - 52 - 2145616.00
 Fax - 52 - 2145616.00
 in Arben

Tabla de referencias
 No. de laminas
 100000001 Dm. 35" x 40"
 Tabla de referencias DIN ISO 2732-2
 Malla de protección diseñada a DIN 34

Fecha: 2009-04-13
 Solicitud del:
 Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:

Evaporador S-AXGBK 050.1B/44-AL.M

Capacidad:	90.2 kW	Refrigerante:	NH3 (R717)
Capacidad por dif. de temp.:	6.45 kW/K	Temp. de evaporación:	1.0 °C
Superficie de reserva:	0.1 %	Sobrecalentamiento:	10.0 K
Caudal de aire:	17400 m³/h	Temp. de condensación:	35.0 °C
Velocidad del aire:	1.7 m/s	Temp. de subenfriam.:	30.0 °C
Temp. de aire:	15.0 °C	Caudal de masa:	282 kg/h
Humedad rel.:	63 %	Pérdida de presión:	2.11 K
Presión atmosf.:	1013 mbar		
Condensado:	43.08 kg/h	Diámetro del ventilador:	500 mm
Coef. transf. de calor:	35.53 W/(m²·K)	Nivel de presión sonora: a una distancia de:	60 dB(A) 1.0 m
Ventiladores:	4 Unidad(es) 3~460V 60Hz	Tiro de aire:	aprox. 2 x 17 m ⁽¹⁾
Datos por motor (datos nominales):		Tubos intercambiador:	Acero inox. AISI 304L
Revoluciones:	1130 min ⁻¹	Aletas:	Aluminio
Capacidad:	0.34 kW, 1/4 hp mecánico	Pérdida pres. en distrib.:	0.8 bar
Corriente:	0.8 A	Aspiración:	1 1/4" NPS (42.16 mm)
Caja:	AlMg3, Pintada en polvo, blanco brillante	Entrada:	1/2" NPS (21.34 mm)
Superf. de intercambio:	207.9 m²		
Volumen de tubos:	35 l	Area de paso:	2.9 m²
Paso de aleta:	4.00 mm		
Peso vacío:	376 kg ⁽²⁾		
Presión de trabajo máxima:	32.0 bar		
Dimensiones: ⁽²⁾			
Longitud del aparato:	5288 mm		
Ancho del aparato:	1096 mm		
Altura del aparato:	727 mm		
Número de soportes:	6		

(S = Colector: 2 x 1 1/4" NPS (42.16 mm), torsion strips per distributor: 1)

Precio unitario 12651.00 USD
 Total (Precio de lista sin IVA, incl. protección de transporte) 12651.00 USD

Tipo de entrega:

Condiciones de pago:

Plazo de entrega:

Validez de la oferta:

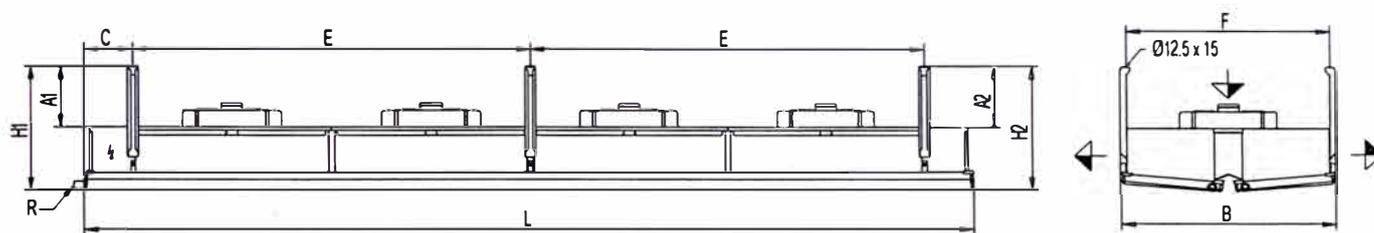
¡Nuestras condiciones generales de venta y entrega son válidas!

(1) Distancia a la que todavía se puede medir una velocidad del aire de 0.5 m/s.

(2) Dimensiones y peso pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos

S-AXGBK 050. 1B/44-AL.M

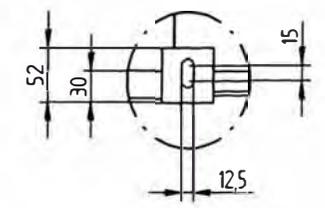
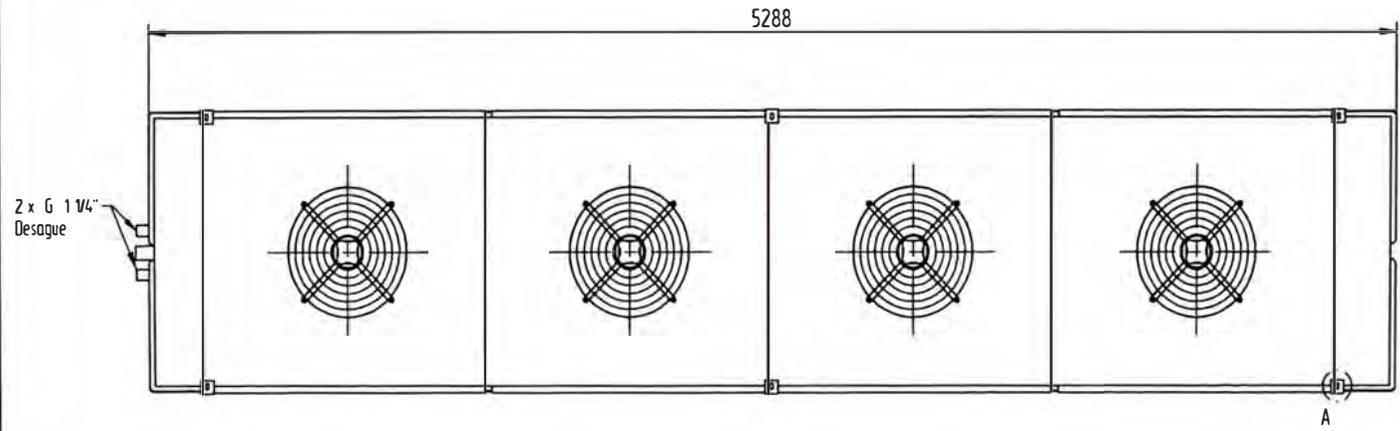
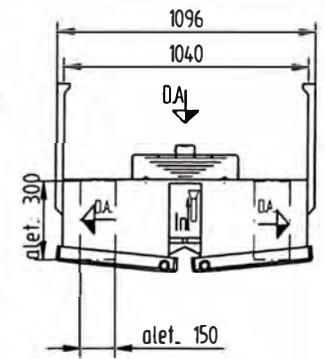
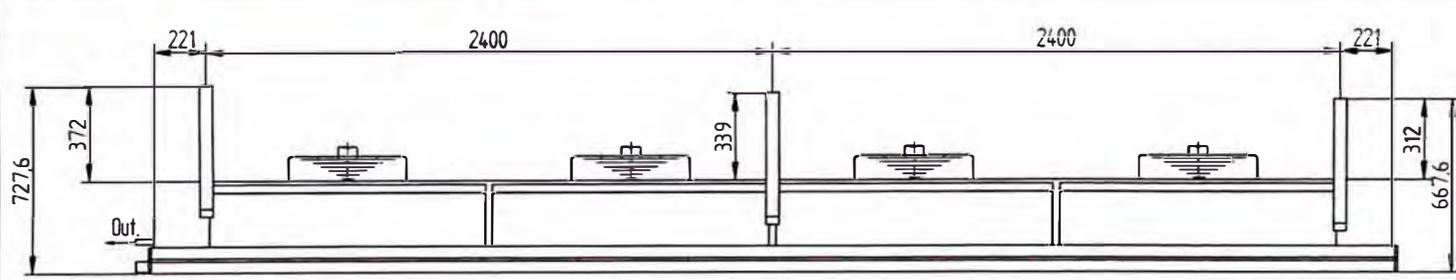
Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:



File: EMFIGBK_1-4_SI.EMF

L =	5288 mm	B =	1096 mm	H1 =	727 mm
H2 =	668 mm	A1 =	372 mm	A2 =	312 mm
E =	2400 mm	C =	248 mm	F =	1040 mm
R =	G1¼				

Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!



Detalle A

Datos técnicos

Tipo de bloque 2 x F/06/06/4.0/4800/ANN
 Tubos \varnothing 12 mm Material AlMg3, pintura en polvo, blanco brillante
 Laminilla Aluminio Carcasa AlMg3, pintura en polvo
 Distancia entre laminillas 4,0 mm Charola de desague G 2 x 1 1/4" Plástico
 Distancia entre tubos 50 x 25 mm Desague G 2 x 1 1/4" Plástico

No. de enf.	No. de pasadas	No. de distrib.	Distribuidor		Colector de entr.		Colector de sal.		Vol. de tubos l	Sup. de int. m ²	Peso vacío kg	Peso de op. kg
			\varnothing x l	\varnothing (in) Tubo entr.	\varnothing (in) Tubo entr.	\varnothing (in) Tubo entr.	\varnothing (in) Tubo sal.					
1	6	2 x 6	4x800	1/2" NPS	xxx	xxx	2x 1NPS	1 1/4" NPS	35	208	376	ca. 410

Gas caliente				Descongelamiento				Eléctrico			
Bloque		Charola		Bloque		Charola		V	total kW	St/no x W	V
Entr. \varnothing (in)	Sal. \varnothing (in)	Entr. \varnothing (in)	Sal. \varnothing (in)	Total kW	St/no x W	V	total kW				
xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Conexiones en dirección del aire											
Refrigerante						Descongelamiento					
- Izquierdo			- Derecho			- Izquierdo			- Derecho		

Datos técnicos del ventilador									
\varnothing mm	Tipo de ventilador / Modelo	l/min	kW	A	V	Ph	Hz	Cantidad	
500	FR050-6DK 4F 3L LE / VTO1187U	1130	0.34	0.80	460	3	60	4	

Construcción especial
 - S=Distribuidor capilares 4,0mm*1,00mm, 800mm
 - S=turbuladores por distribución 3

Es 120	Material	Peso 410 Kg
Pos. 50	Cliente	
Cantidad 1	Modelo	S-AXGBK 050.1B/44-AL.M
		DISTRIBUCIÓN
		foldert10
		Orden No. 300-0000133403
		Revision P01
		Priv 504080 Orden 106621

GUNNER
 Gunner de México SA de CV
 Porque Ind Sino
 Apodaca NL México
 www.gunner.com.mx
 Tel. 52-81815606-06
 FAX 52-81815606-06
 in Arbeit

Tabla de tolerancias:
 Fiebre de laminas IES/A3000R/54-MS
 2010000004
 DIM 3570-D
 Fabricación generales DIM 150 2708-4
 Nota de protección distribuido a DIM 34

Fecha: 2009-04-13
 Solicitud del:
 Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:

Evaporador S-AXGBK 045.1A/27-AL.M

Capacidad:	14.7 kW	Refrigerante:	NH3 (R717)
Capacidad por dif. de temp.:	1.05 kW/K	Temp. de evaporación:	1.0 °C
Superficie de reserva:	0.1 %	Sobrecalentamiento:	10.0 K
Caudal de aire:	7100 m³/h	Temp. de condensación:	35.0 °C
Velocidad del aire:	1.7 m/s	Temp. de subenfriam.:	30.0 °C
Temp. de aire:	15.0 °C	Caudal de masa:	46 kg/h
Humedad rel.:	63 %	Pérdida de presión:	3.32 K
Presión atmosf.:	1013 mbar	Ventiladores:	2 Unidad(es) 3~460V 60Hz
Condensado:	4.34 kg/h	Datos por motor (datos nominales):	
Coef. transf. de calor:	35.20 W/(m²·K)	Revoluciones:	1170 min-1
		Capacidad:	0.20 kW, 1/8 hp mecánico
		Corriente:	0.33 A
		Tiro de aire:	aprox. 2 x 11 m ⁽¹⁾
Caja:	AlMg3, Pintada en polvo, blanco brillante	Diámetro del ventilador:	450 mm
Superf. de intercambio:	34.6 m²	Nivel de presión sonora:	50 dB(A)
Volumen de tubos:	10 l	a una distancia de:	1.0 m
Paso de aleta:	7.00 mm	Tubos intercambiador:	Acero inox. AISI 304L
Peso vacío:	137 kg ⁽²⁾	Aletas:	Aluminio
Presión de trabajo máxima:	32.0 bar	Pérdida pres. en distrib.:	0.8 bar
Dimensiones: ⁽²⁾		Aspiración:	3/4" NPS (26.67 mm)
Longitud del aparato:	2488 mm	Entrada:	1/2" NPS (21.34 mm)
Ancho del aparato:	1096 mm	Area de paso:	1.2 m²
Altura del aparato:	727 mm		
Número de soportes:	4		

(S = torsion strips per distributor: 2)

Precio unitario	4714.00 USD
Total (Precio de lista sin IVA, incl. protección de transporte)	4714.00 USD

Tipo de entrega:

Condiciones de pago:

Plazo de entrega:

Validez de la oferta:

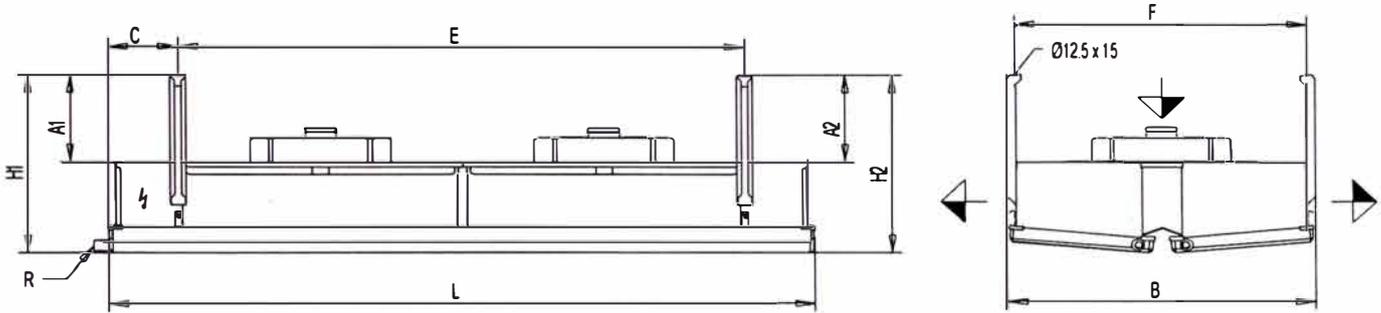
¡Nuestras condiciones generales de venta y entrega son válidas!

(1) Distancia a la que todavía se puede medir una velocidad del aire de 0.5 m/s.

(2) Dimensiones y peso pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos

S-AXGBK 045.1A/27-AL.M

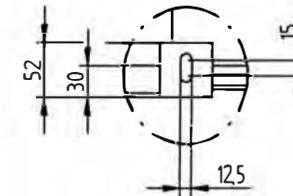
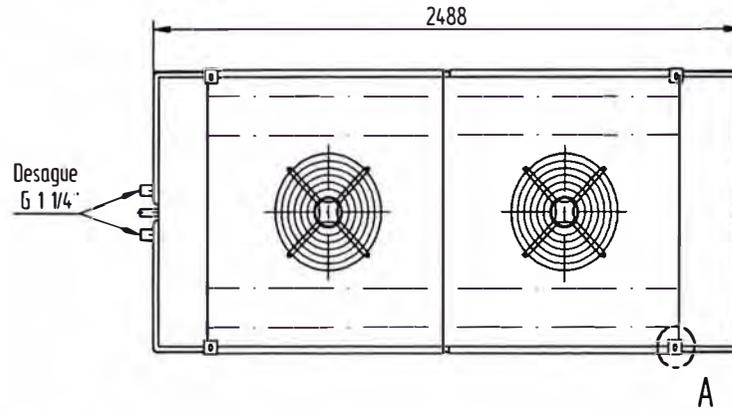
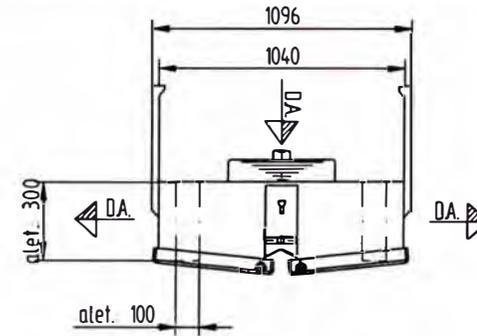
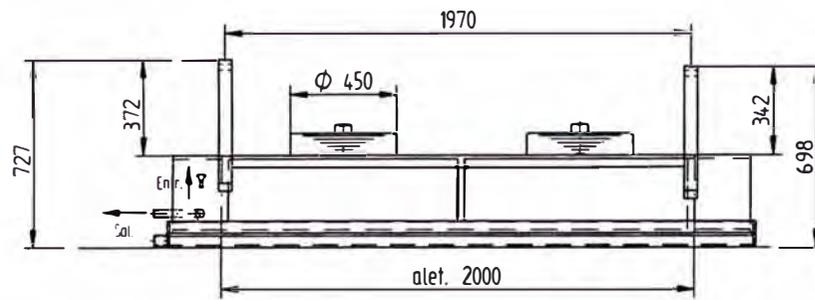
Proyecto:
 No. de oferta:
 Posición:
 Responsable:



File: EMF\GBK_1-2_SI.EMF

L =	2488 mm	B =	1096 mm	H1 =	727 mm
H2 =	698 mm	A1 =	372 mm	A2 =	342 mm
E =	2000 mm	C =	248 mm	F =	1040 mm
R =	G1¼				

Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!



A
15

Datos técnicos

Tipo de bloque 2 x F/04/06/7.0/2000/AVW
 Tubos ϕ 12 mm Material
 Laminilla Aluminio Carcasa AlMg3, pintura en polvo, blanco brillante
 Distancia entre laminillas 7.0 mm Charola de desague AlMg3, pintura en polvo
 Distancia entre tubos 50 x 25 mm Desague G 2 x 1 1/4" Plástico

No de circ.	No. de pasadas	No. de distrib.	Distribuidor		Colector de entr.		Colector de sal.		Vol. de tubos	Sup. de int.	Peso vacio	Peso de op.
			ϕ x L	ϕ (in) Tubo entr.	ϕ (in) Tubo entr.	ϕ (in) Tubo sal.						
1	24	2 x 1	5x800	1/2" NPS	1/2" NPS	1/2" NPS	1/2" NPS	10	34.6	137	ca. 147	

Gas caliente				Descongelamiento		Eléctrico			
Bloque		Charola		Bloque		Charola			
Entr. ϕ (in)	Sal. ϕ (in)	Entr. ϕ (in)	Sal. ϕ (in)	Total kW	St/no x W	V	total kW	St/no x W	V
xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Conexiones en dirección del aire									
Refrigerante					Descongelamiento				
- Izquierdo		- Derecho			- Izquierdo		- Derecho		

Datos técnicos del ventilador									
ϕ mm	Tipo de ventilador / Modelo		l/min	kW	A	V	Ph	Hz	Cantidad
450	S40450-AD19-18 LE / VTO353U		1170	0.20	0.33	460	3	60	2

Construcción especial
 - S= Turbuladores por distribución = 6

Es 120	Material	Peso 14.7 kg ca.
Pos. 30	Cliente	
Cantidad 1		

Modelo	S-AXGBK 045.1A/27-AL.M	
	RECEPCIÓN	
	tolderio	

Descripción	Fecha	Nombre	Dibujo No.		Revisión
			Idavila	300-0000133400	
Dib		Sanchez			FD1
Aprb.					

Proy: 504080 Orden 106621

GUMNER
 Guntner de México SA de CV
 Parque Ind. Siva
 Apodaca NL, México
 www.guntner.com.mx
 Tel. + 52-21815640-00
 Fax. + 52-21815640-00

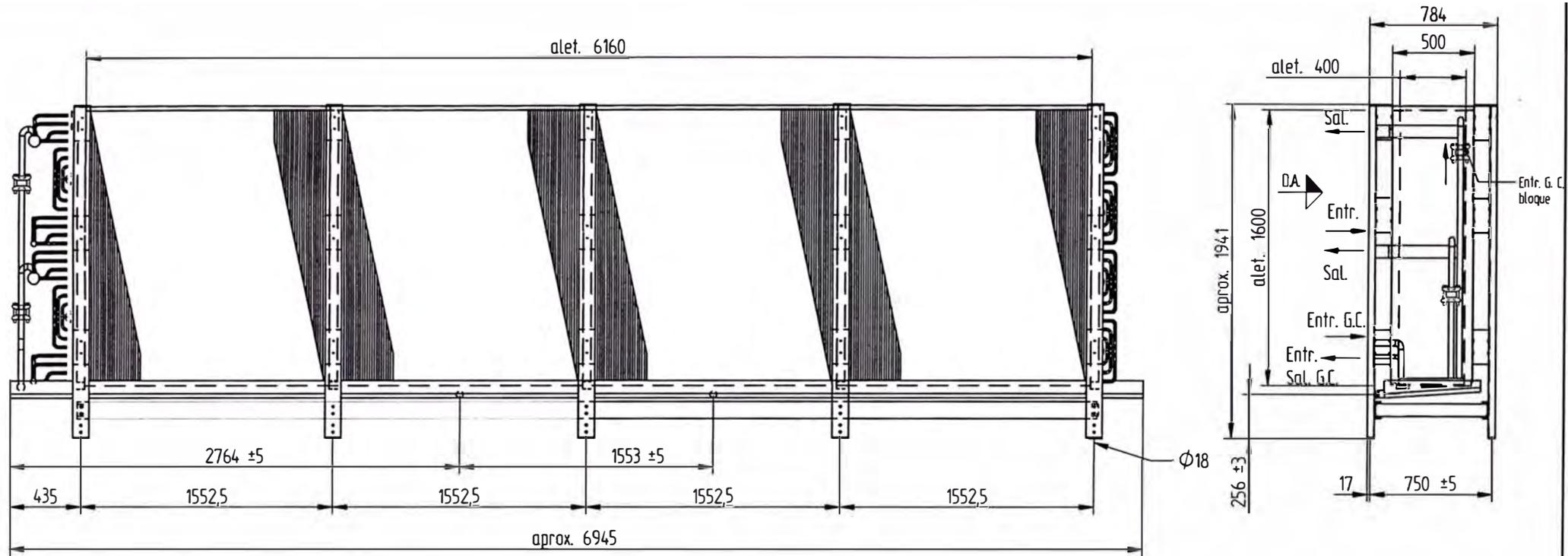
in Arbeit

Tolerancias:
 Fuerzas de laminación: 1E5, 1000/000/194, 195
 soldadura: DIM 35, 70-10
 Tolerancias generales: DIM 15, 27, 34
 Nota de protección desuccion a DIM 34



Solicitud del:
Proyecto:
No. de oferta: 109752
Posición:

Batería evaporadora		GCO N/8/32/12.0/6160/AVV/ /035050	
Capacidad:	145.0 kW	Instalación en:	Caja
Superficie dispon.:	682.0 m ²	Conexiones:	a la derecha
Superficie de reserva:	0.1 %	Disp. de los tubos:	alineado
Condensado:	5.90 kg/h		
Aire	Entrada	Salida	Refrigerante: NH3 (R717)
Caudal:	165500 m ³ /h	164057 m ³ /h	Temp. de evaporación: -41.0 °C
Temperatura:	-33.5 °C	-35.5 °C	Tasa de alimentación (bomba):4.0
Humedad rel.:	95 %	100 %	
Velocidad:	4.6 m/s		Caudal de gas: 612.54 m ³ /h
Pérdida de presión:	171 Pa		Pérdida de presión:0.026 bar / 0.69 K
Volumen de tubos:	276.9 l	Tubos intercambiador:	Austenitic CrNi steel
Paso de aleta:	12.00 mm	Aletas:	Aluminio
Peso vacío:	729.3 kg	Colector:	Austenitic CrNi steel
Longitud aletada:	6160 mm	Bastidor:	Austenitic CrNi steel
Altura aletada:	1600 mm		
Longitud del bastidor:	6260 mm	Circuitos:	2N
Altura del bastidor:	1700 mm	Número de pasos:	4
Profundidad del bastidor:	500 mm	Distribuciones:	2 * 32
Tubos en profundidad:	8		
Presión de servicio máxima:	32.0 bar	Tubos de soporte:	12
Diámetro de distribuidor:	2 x 1 1/2" NPS (48.26 mm)	Colector:	2 x 2 1/2" NPS (73.03 mm)
Entrada:	2 x 3/4" NPS (26.67 mm)	Colector de aspiración:	2 x 2 1/2" NPS (73.03 mm)



Datos técnicos

Tipo de bloque **N/8/32/12.0/6160/A/V/V**
 Tubos Φ 15 mm Material Ac. Inoxidable
 Laminilla Aluminio Marco Ac. Inoxidable
 Distancia entre laminillas 12.0 mm Charola de desague Ac. Inoxidable
 Distancia entre tubos 50 x 50 mm Desague 2x 1 1/4" NPT Ac. Inoxidable

No. de circ.	No. de pasadas	No. de distrib.	Distribuidor		Colector de entr.		Colector de sal		Vol. de tubos	Sup. de int.	Peso vacio	Peso de op.
			Φ x L	Φ (in) Tubo entr.	Φ (in)	Φ (in) Tubo entr.	Φ (in)	Φ (in) Tubo sal				
1	4	2x32	xxx	xxx	2x 1/2" NPS	2x 3/4" NPS	2x 1/2" NPS	2x 2 1/2" NPS	276.9	682	984.5	ca. 1,943

Gas caliente				Descongelamiento			Eléctrico							
Bloque		Charola		Bloque		Charola			Total kW	St/no x W	V	total kW	St/no x W	V
Entr. Φ (in)	Sal. Φ (in)	Entr. Φ (in)	Sal. Φ (in)	Entr. Φ (in)	Sal. Φ (in)	St/no x W	V	total kW						
1" NPS	3/4" NPS	1" NPS	1" NPS	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx				

Conexiones en dirección del aire												
Refrigerante						Descongelamiento						
- Izquierdo			1 Derecho			- Izquierdo			1 Derecho			
Datos técnicos del ventilador												
Φ mm	Tipo de ventilador / Modelo		1/min	kW	A	V	Ph	Hz	Cantidad			
xxx	xxx		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx			

Construcción especial
 -Gas caliente para bandeja y batería.
 -Válvula check.
 -Doble bandeja con 20 mm de aislamiento en acero inoxidable.
 -Patas de apoyo en acero galvanizado. IUS22)

				Es 1125	Material	Peso 1.967 Kg. ca.
				Pos. 10	Cliente	
				Cantidad 1		
				Modelo	GCO N/8/32/12.0/6160/A/V/V	
01	Adecuación de medidas		30/09/2008	Fecha	Nombre	folder10
				Fecha	Nombre	Dibujo No
				Dib.	Idavila	300-0000130881
				Aprb.		01
				Proy		PDM
				Orden		

QUINER
 Guntner de México SA de CV
 Parque Ind. Sinaloa
 Apodaca NL México
 www.guntner.com.mx
 Tel. +52-918-6606-00
 Fax. +52-918-6606-06
 INGENIERIA EN REFRIGERACION Y CLIMA
 in Arbeit

Tabla de tolerancias
 Piezas de lámina
 Soldadura
 Tolerancias generales
 DIN 8570-0
 Tolerancias generales
 DIN ISO 2768-mS
 Nota de protección de acuerdo a DIN 34

Evaporative Condenser Data Sheet



Gordon Struder
 EVAPCO, Inc.
 MD, USA

Equipment Reference:
 Product Type: (CH) CATC Condenser

Selection Criteria

Total Heat of Rejection (MBH): 7,194.000
 Refrigerant: NH3
 Condensing Temp (F): 95.0
 Wet Bulb (F): 80.6

Selection

Qty	Model	Capacity (MBH)	Percent Capacity
2	CATC-415	3,597.000	100.0

All Weights, Dimensions and Technical Data are Shown per Unit

# Fans:	2	Overall Length:	18' 0.000"
# Fan Motors X HP:	(2) X 10.00 (440/3/60)	Overall Width:	7' 4.000"
# Pump Motors X HP:	(1) X 5.00	Overall Height:	12' 6.594"
Air Flow (CFM):	76,572		
Spray Water Flow (gpm):	800	Operating Weight (lbs):	21,160
Evaporated Water Rate (gpm):	5.9	Shipping Weight (lbs):	17,490
Recommended Bleed Rate (gpm):	5.9	Heaviest Section (lbs):	11,600

Pricing

Base Model:

Options Selected:

Detachable Pump Base

Nitrogen Charged Coil(s)

Total Price per Unit, Ex Factory:

329,093 RMB

Number of Units:

x 2

Total Price for Location, Ex Factory:

658,185 RMB

EVAPCO, INC.

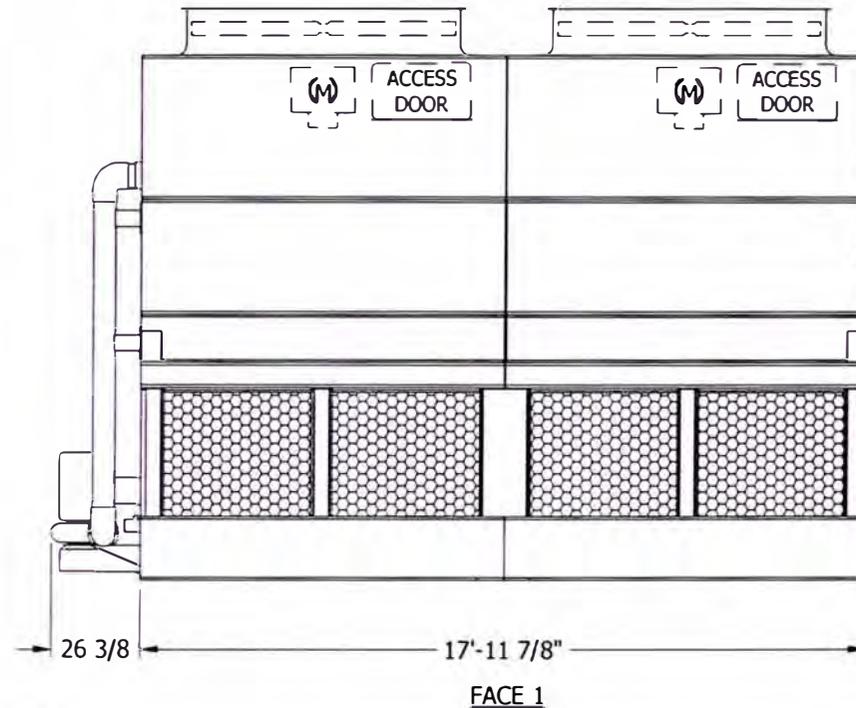
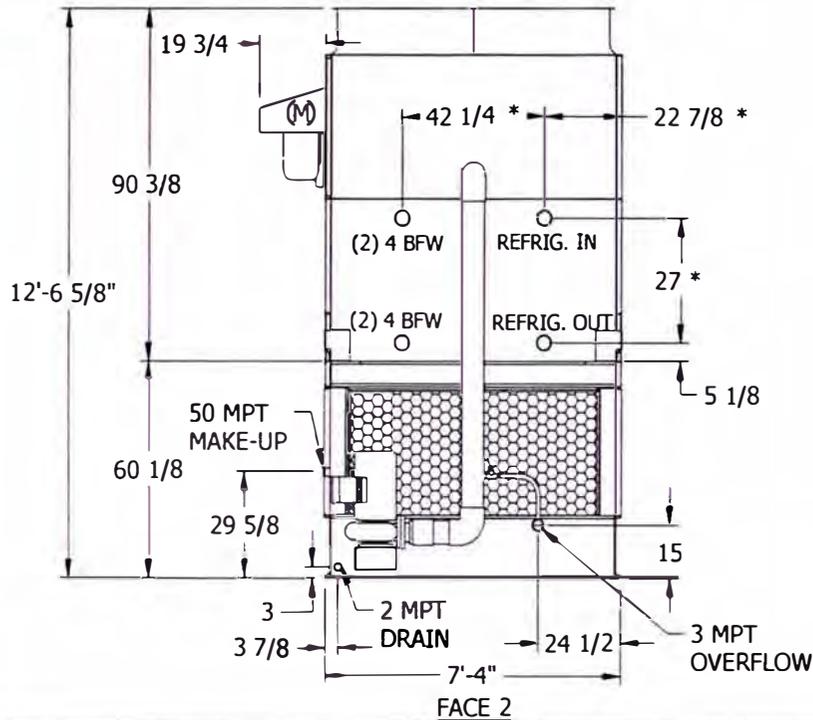
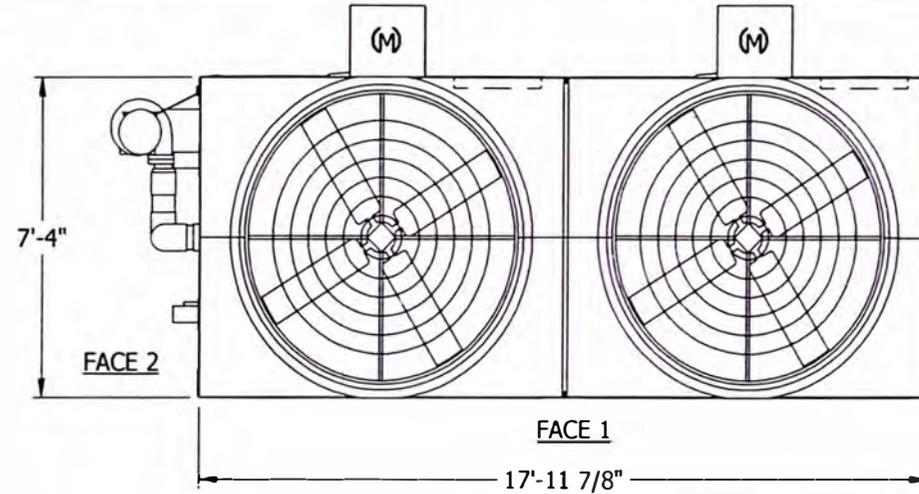


UNIT	EVAPORATIVE CONDENSER	MODEL #	CATC-415	SCALE	NTS	DWG. #	CC2241808-ERA-ST	REV.	-	DATE		SERIAL #	
------	------------------------------	---------	----------	-------	-----	--------	------------------	------	---	------	--	----------	--

NOTES:

1. (M) - FAN MOTOR LOCATION
2. HEAVIEST SECTION IS PLENUM/CASING SECTION
3. MPT DENOTES MALE PIPE THREAD
FPT DENOTES FEMALE PIPE THREAD
BFW DENOTES BEVELED FOR WELDING
4. †UNIT WEIGHT DOES NOT INCLUDE ACCESSORIES (SEE SEPARATE DRAWINGS FOR ACCESSORIES)
5. 3/4" DIA. MOUNTING HOLES. REFER TO RECOMMENDED STEEL SUPPORT DRAWING
6. MAKE-UP WATER PRESSURE-20 psi MIN, 50 psi MAX
7. * - APPROXIMATE DIMENSIONS DO NOT USE FOR PRE-FABRICATION OF CONNECTING PIPING.
8. MAKE-UP IS LOCATED 4 3/4" FROM CONNECTION END

PLAN VIEW



SHIPPING WEIGHT	17,590	lbs. †	OPERATING WEIGHT	21,260	lbs.	HEAVIEST SECTION WEIGHT	11,600	lbs.	NO. OF SHIPPING SECTIONS	2
-----------------	--------	--------	------------------	--------	------	-------------------------	--------	------	--------------------------	---

EVAPCO, INC.

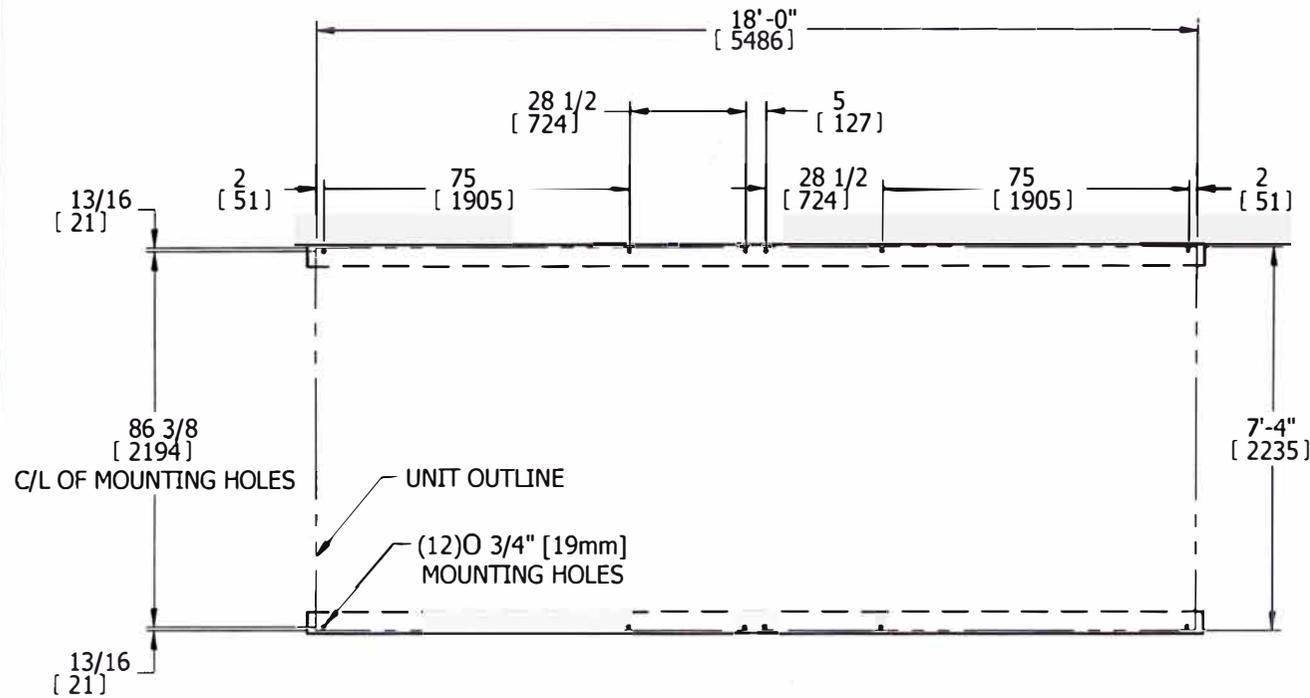


TITLE STEEL SUPPORT CONFIGURATION

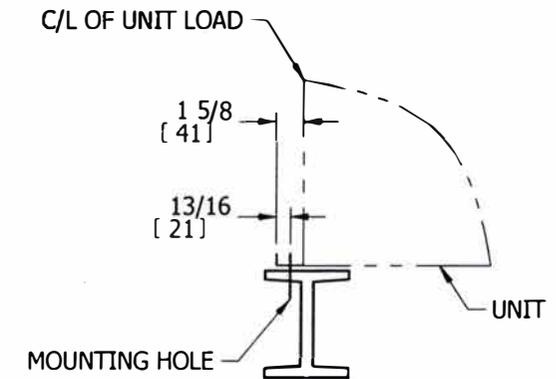
UNIT: 2.24Mx18 INDUCED DRAFT UNITS

DWG. #

SLCC22418-DA



PLAN VIEW



TYPICAL END VIEW

NOTES:

- 1 BEAMS SHOULD BE SIZED IN ACCORDANCE WITH ACCEPTED STRUCTURAL PRACTICES
MAXIMUM DEFLECTION OF BEAM UNDER UNIT TO BE 1/360 OF UNIT LENGTH NOT TO EXCEED 1/2" [13mm]
- 2 DEFLECTION MAY BE CALCULATED BY USING 55% OF THE OPERATING WEIGHT AS
A UNIFORM LOAD ON EACH BEAM SEE CERTIFIED PRINT FOR OPERATING WEIGHT
- 3 SUPPORT BEAMS AND ANCHOR HARDWARE ARE TO BE FURNISHED BY OTHERS
ANCHOR HARDWARE TO BE 5/8" [16mm]
- 4 BEAMS MUST BE LOCATED UNDER THE FULL LENGTH OF THE PAN SECTION
- 5 SUPPORTING BEAM SURFACE MUST BE LEVEL DO NOT LEVEL THE UNIT BY
PLACING SHIMS BETWEEN THE UNIT MOUNTING FLANGE AND THE SUPPORTING BEAM
- 6 ANCHORING ARRANGEMENT SHOWN HAS A MAXIMUM WIND RATING OF 30 PSF [1.44 kPa] ON
CASED VERTICAL SURFACES.
- 7 THE FACTORY RECOMMENDED STEEL SUPPORT CONFIGURATION IS SHOWN
CONSULT THE FACTORY FOR ALTERNATE SUPPORT CONFIGURATIONS
- 8 UNIT SHOULD BE POSITIONED ON STEEL SUCH THAT THE ANCHORING HARDWARE FULLY
PENETRATES THE BEAM'S FLANGE AND CLEARS THE BEAM'S WEB



Gordon Struder
 EVAPCO, Inc.
 MD, USA

Equipment Reference:
 Product Type: (CH) CATC Condenser

Selection Criteria

Total Heat of Rejection (MBH): 3,355.000
 Refrigerant: NH3
 Condensing Temp (F): 95.0
 Wet Bulb (F): 80.6

Selection

Qty	Model	Capacity (MBH)	Percent Capacity
2	CATC-387	3,355.000	100.0

All Weights, Dimensions and Technical Data are Shown per Unit

# Fans:	2	Overall Length:	18' 0.000"
# Fan Motors X HP:	(2) X 10.00 (440/3/60)	Overall Width:	7' 4.000"
# Pump Motors X HP:	(1) X 5.00	Overall Height:	11' 11.094"
Air Flow (CFM):	78,840		
Spray Water Flow (gpm):	800	Operating Weight (lbs):	18,540
Evaporated Water Rate (gpm):	5.5	Shipping Weight (lbs):	15,040
Recommended Bleed Rate (gpm):	5.5	Heaviest Section (lbs):	9,150

Pricing

Base Model:
Options Selected:
 Detachable Pump Base
 Nitrogen Charged Coil(s)
Total Price per Unit, Ex Factory: 303,504 RMB
 Number of Units: x 1
Total Price for Location, Ex Factory: 303,504 RMB

EVAPCO, INC.

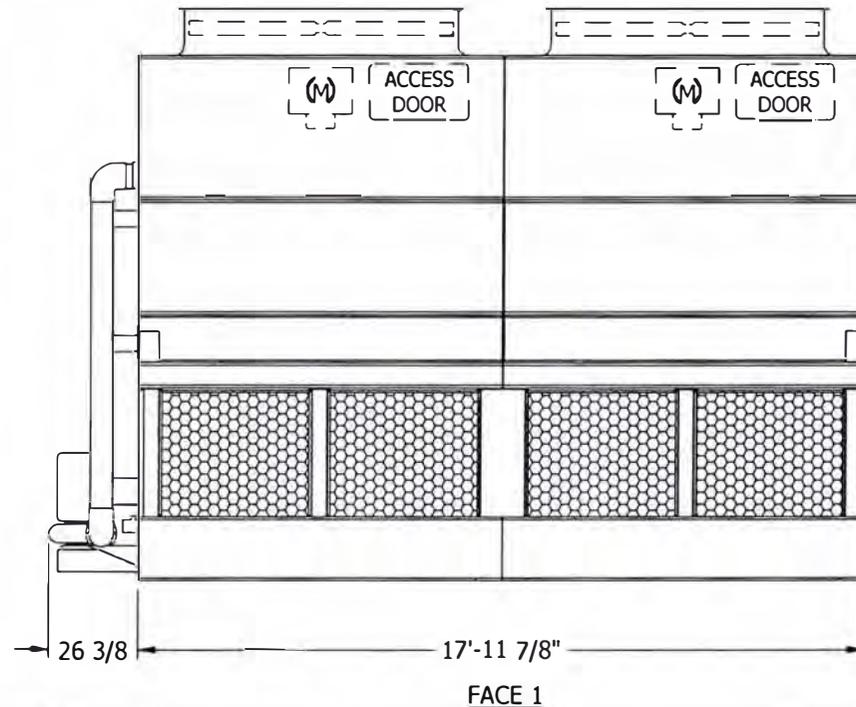
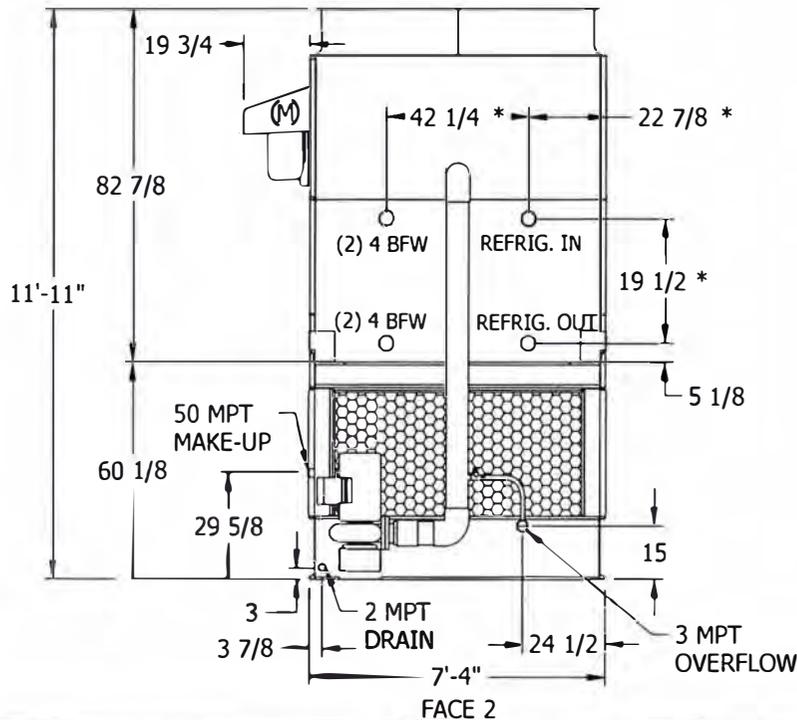
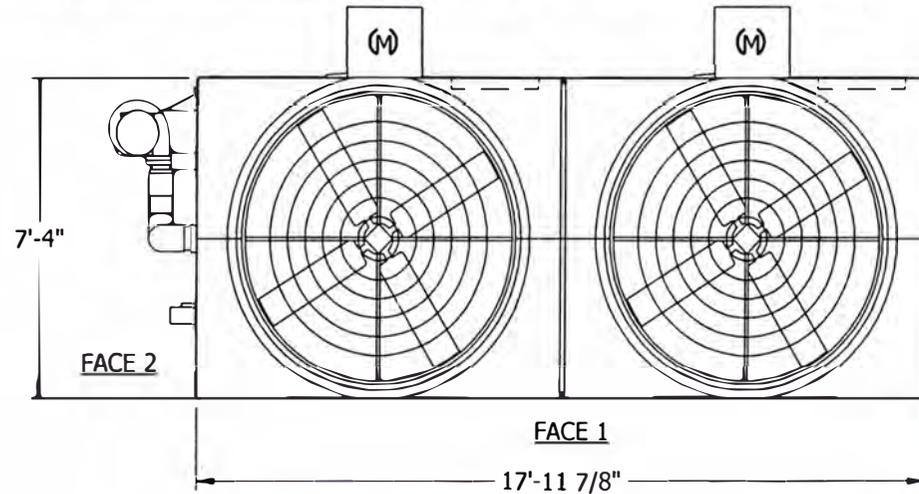


UNIT	EVAPORATIVE CONDENSER	MODEL #	CATC-387	SCALE	NTS	DWG. #	CC2241806-ERA-ST	REV.	-	DATE		SERIAL #	
------	------------------------------	---------	----------	-------	-----	--------	------------------	------	---	------	--	----------	--

NOTES:

1. (M)- FAN MOTOR LOCATION
2. HEAVIEST SECTION IS PLENUM/CASING SECTION
3. MPT DENOTES MALE PIPE THREAD
FPT DENOTES FEMALE PIPE THREAD
BFW DENOTES BEVELD FOR WELDING
4. + UNIT WEIGHT DOES NOT INCLUDE ACCESSORIES (SEE SEPARATE DRAWINGS FOR ACCESSORIES)
5. 3/4" DIA. MOUNTING HOLES. REFER TO RECOMMENDED STEEL SUPPORT DRAWING
6. MAKE-UP WATER PRESSURE-20 psi MIN, 50 psi MAX
7. * - APPROXIMATE DIMENSIONS DO NOT USE FOR PRE-FABRICATION OF CONNECTING PIPING.
8. MAKE-UP IS LOCATED 4 3/4" FROM CONNECTION END

PLAN VIEW



SHIPPING WEIGHT	15,040	lbs. +	OPERATING WEIGHT	18,540	lbs.	HEAVIEST SECTION WEIGHT	9,150	lbs.	NO. OF SHIPPING SECTIONS	2
-----------------	--------	--------	------------------	--------	------	-------------------------	-------	------	--------------------------	---

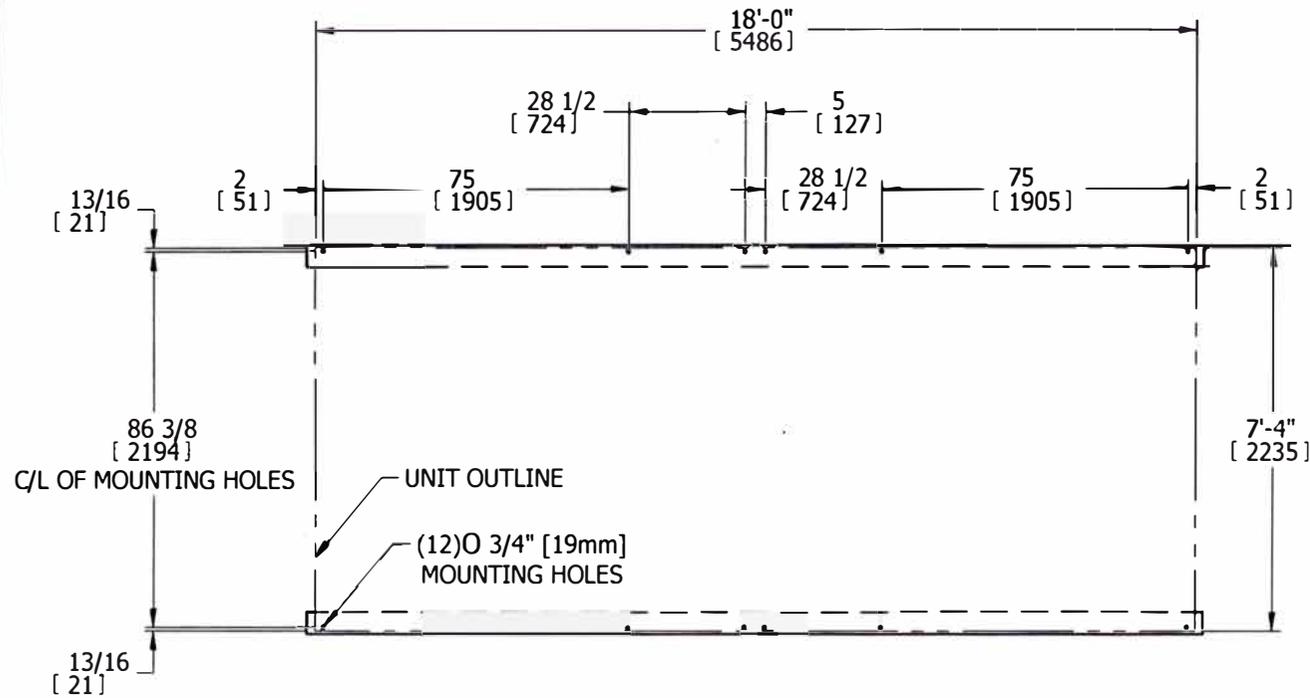
EVAPCO, INC.



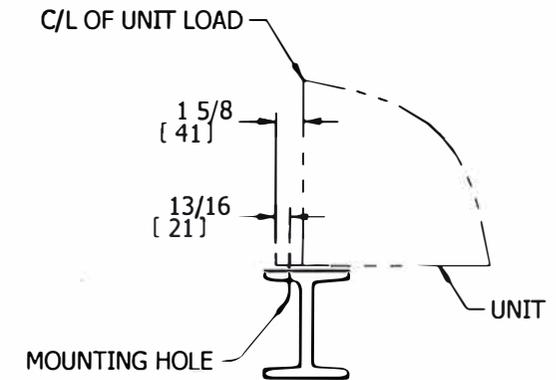
TITLE STEEL SUPPORT CONFIGURATION

UNIT: 2.24Mx18 INDUCED DRAFT UNITS

DWG. # SLCC22418-DA



PLAN VIEW



TYPICAL END VIEW

NOTES:

- 1 BEAMS SHOULD BE SIZED IN ACCORDANCE WITH ACCEPTED STRUCTURAL PRACTICES
MAXIMUM DEFLECTION OF BEAM UNDER UNIT TO BE 1/360 OF UNIT LENGTH NOT TO EXCEED 1/2" [13mm]
- 2 DEFLECTION MAY BE CALCULATED BY USING 55% OF THE OPERATING WEIGHT AS A UNIFORM LOAD ON EACH BEAM SEE CERTIFIED PRINT FOR OPERATING WEIGHT
- 3 SUPPORT BEAMS AND ANCHOR HARDWARE ARE TO BE FURNISHED BY OTHERS
ANCHOR HARDWARE TO BE 5/8" [16mm]
- 4 BEAMS MUST BE LOCATED UNDER THE FULL LENGTH OF THE PAN SECTION
- 5 SUPPORTING BEAM SURFACE MUST BE LEVEL DO NOT LEVEL THE UNIT BY
PLACING SHIMS BETWEEN THE UNIT MOUNTING FLANGE AND THE SUPPORTING BEAM
- 6 ANCHORING ARRANGEMENT SHOWN HAS A MAXIMUM WIND RATING OF 30 PSF [1.44 kPa] ON
CASED VERTICAL SURFACES
- 7 THE FACTORY RECOMMENDED STEEL SUPPORT CONFIGURATION IS SHOWN
CONSULT THE FACTORY FOR ALTERNATE SUPPORT CONFIGURATIONS
- 8 UNIT SHOULD BE POSITIONED ON STEEL SUCH THAT THE ANCHORING HARDWARE FULLY
PENETRATES THE BEAM'S FLANGE AND CLEARS THE BEAM'S WEB

Generador F900 SBF NH3

Condiciones de funcionamiento

Fluido	Carga fluido (aprox.)	Velocidad fresa	Temp. Agua	Producción diaria	Espesor hielo	Temp. Evaporación	Potencia frigorífica	Temp. Cond. Max.
	kg	tr/h	°C	kg/24h	mm	°C	W	°C
R717	100	130	15	30000	1,7	-25	150000	
R717	100	62	15	22000	2,7	-23	110000	

Alimentación del cilindro

Regulador (no suministrado) - Generador utilizado con sistema recirculado

Conexiones eléctricas

Cd.	Descripción	Tensión	Potencia nominal	Amperaje
1	Bomba de agua	230 V - 1 - 50 Hz	1 x 300 W	1 x 1,4 A
1	Motor de Fresa	400 V - 3 - 50 Hz	1 x 550 W	1 x 2,5 A
1	Bomba dosificadora de sal	230 V - 1 - 50 Hz	1 x 50 W	1 x 0,4 A
1	Parada de emergencia	-		
1	Contacto del limitador de esfuerzo	-		

Dimensiones netas

Longitud	1700 mm
Ancho	1660 mm
Altura	2750 mm
Peso neto	2800 kg

Opciones

- Cuadro eléctrico de control.
- Detector de nivel de hielo.
- Mando a distancia.

— **NOTA:** Condiciones de funcionamiento con cilindro libre de aceite (R717).



GENEGLACE s.a.s.

ZAC de la Forêt - 9, rue des
Orfèvres □ 44840 Les Sorinières -

Tél. +33-(0)2-51-19-10-51 Fax +33-(0)2-40-05-73-81

Especificaciones

Generador F900 SBF NH3

INDUSTRIAL TERRESTRE

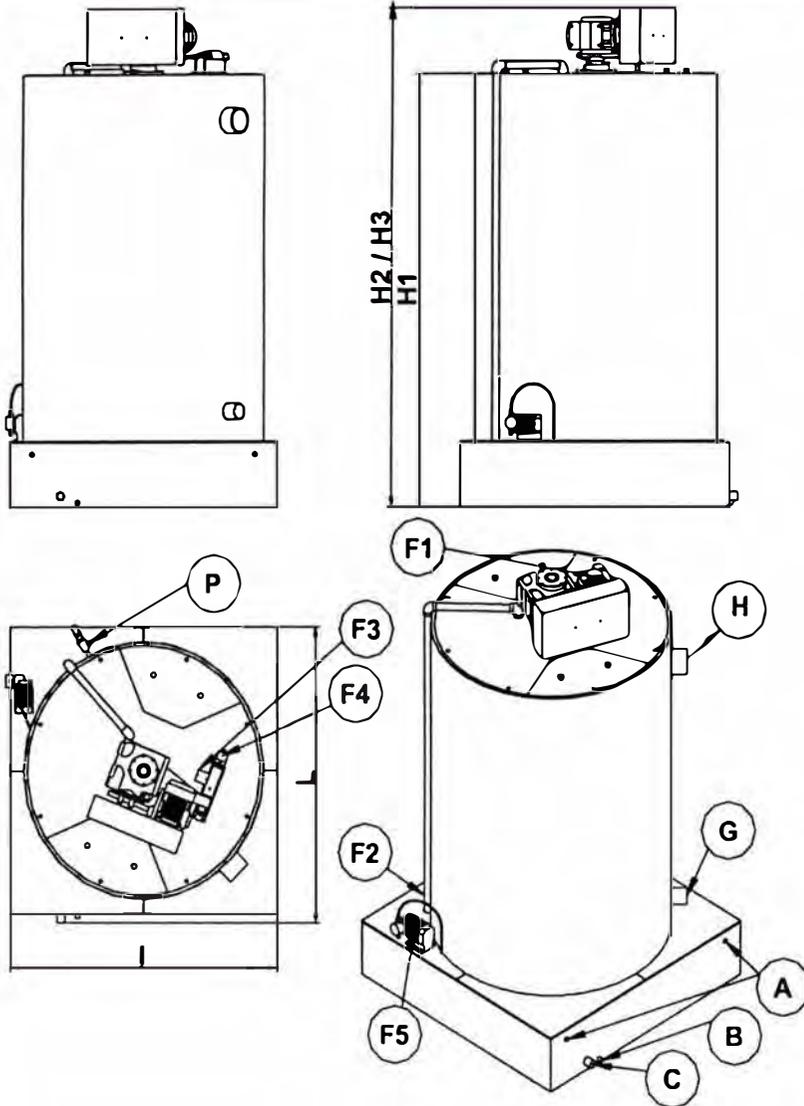
Fecha de edición 13/01/2005

V.0.0

GTD.001E

GENEGLACE puede cambiar este documento sin aviso

Generador F900 SBF NH3



! Espacio mínimo de desmontaje : ver ficha Instalación y Mantenimiento

Conexiones hidráulicas

Ref.	Descripción	Cd.	Conexiones		
			Dimensiones	Tipo	Materio
A	Alimentación de agua del generador	2	10/12 mm	Tubo liso	Latón
B	Rebosadero	1	48,3 x 3,7 mm	Tubo liso	Acero
C	Vaciado	1	3/4 gas	Tapón	Acero

Conexiones frigoríficas

Ref.	Descripción	Cd.	Conexiones		
			Dimensiones	Tipo	Materio
G	Alimentación líquido	1	88,9 x 5,5 mm	Tubo liso	Acero
H	Succión	1	168,3 x 11 mm	Tubo liso	Acero
P	Purga de aceite	1	3/8"	O.D.F.- G	Acero Inoxidable

Conexiones eléctricas

Ref.	Descripción	Cd.	Tensión	Potencia nominal	Amperaje nominal
F1	Motor de Fresa	1	400 V - 3 - 50 Hz	1 x 550 W	1 x 2,5 A
F2	Bomba de agua	1	230 V - 1 - 50 Hz	1 x 300 W	1 x 1,4 A
F3	Contacto del limitador de esfuerzo	1	-		
F4	Parada de emergencia	1	-		
F5	Bomba dosificadora de sal	1	230 V - 1 - 50 Hz	1 x 50 W	1 x 0,4 A

Otras características

Caudal de agua máximo 1380 Vh Presión hidráulica 2 → 4 bar
 Presión de servicio máxima 1,5 MPa (PED 97/23 CE)

Dimensionamiento				Identificación		
Dimensiones	Dimensiones exte	Caja calada	Caja	Ref.	Descripción	Cd.
Longitud	mm	1700	3000			
Ancho	mm	1660	1800			
Altura	mm	2750	2100			
Volumen	m3	7,76	11,34			
Peso neto	kg	2800	2800			
Peso bruto	kg	2800	3150			

Dimensiones	
H1	2350
H2	2750
H3	2750
I	1660
L	1700

* Dimensiones mm



GENEGLACE s.a.s.

ZAC de la Forêt - 9, rue des
 Orfèvres - 44840 Les Sorinières -

Tél. +33-(0)2-51-19-10-51 Fax +33-(0)2-40-05-73-81

GENEGLACE puede cambiar este documento sin aviso

Dimensiones y conexiones

Generador F900 SBF NH3

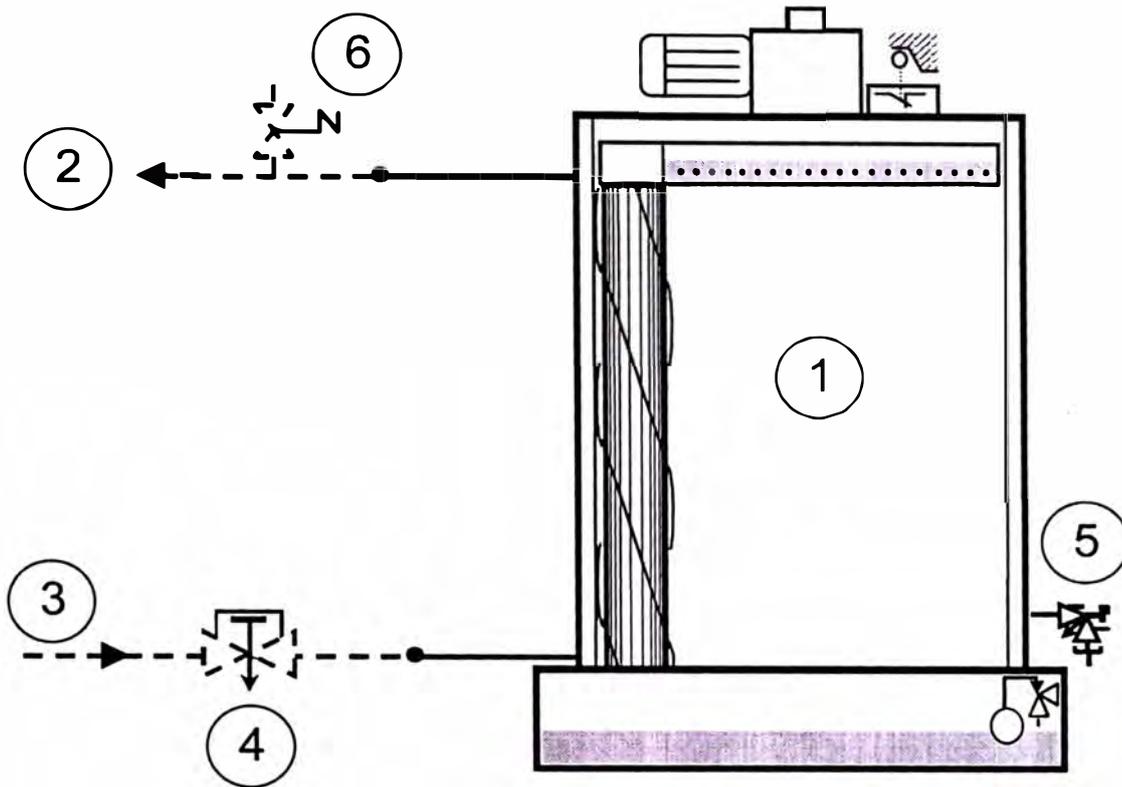
INDUSTRIAL TERRESTRE

Fecha de edición 13/01/2005

V0.0

GTE.001E

Generador F900 SBF NH3



- / Utilización del generador con recirculación por bomba

1 / Generador

2 / Salida fluido

3 / Alimentación liquido BP

4 / Regulador (no suministrado)

5 / Purga de aceite

6 / Valvula de seguridad (no suministrada)

— Conexión frigorífica hecha

- - - A realizar en sitio

● Saldadura

◀◀ Racor Flare

[- Racor con tornillo

≡ Racor a brida



GENEGLACE s.a.s.

ZAC de la Forêt - 9, rue des
Orfèvres 44840 Les Sorinières -

Tél. +33-(0)2-51-19-10-51 Fax +33-(0)2-40-05-73-81

**Esquema frigorífica
Generador F900 SBF NH3**

INDUSTRIAL TERRESTRE

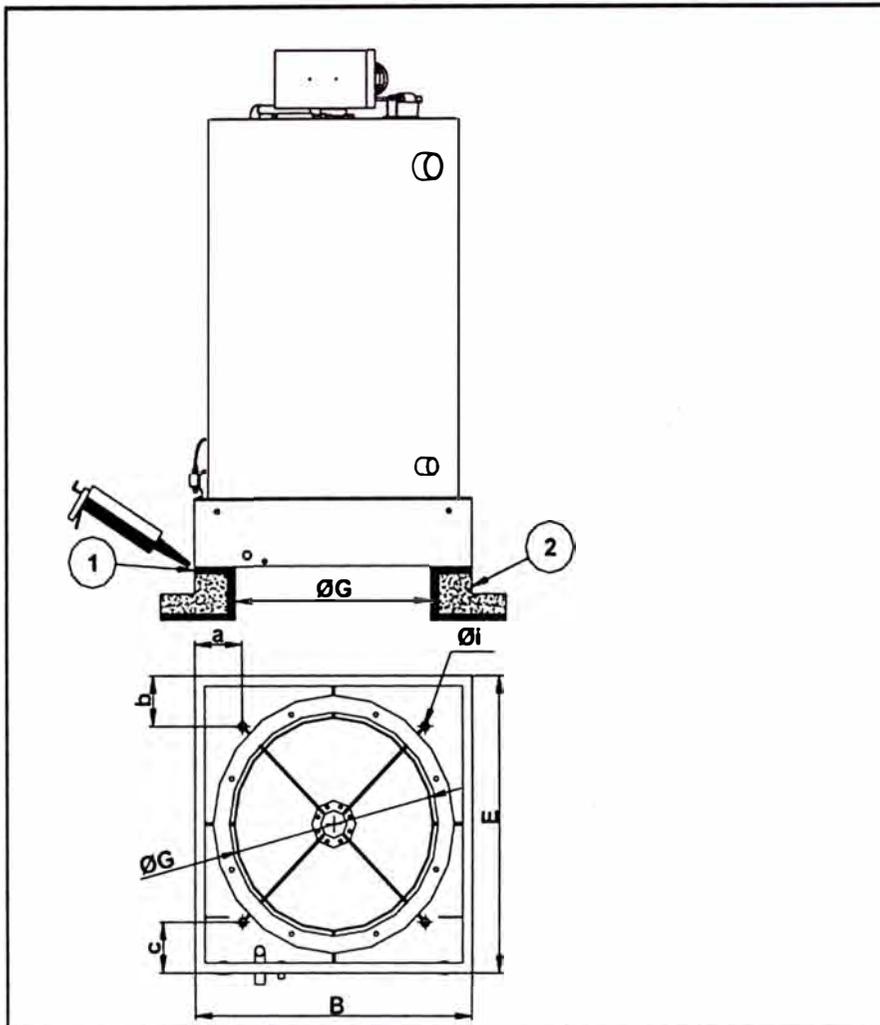
Fecha de edición 13/01/2005

v0.0

GTF.001E

GENEGLACE puede cambiar este documento sin aviso

Instalación



- 1 Junta de estanquidad alrededor de la perforación
- 2 Elevación del piso para evitar entradas fortuitas de agua en el almacenamiento
- D1 Espacio mínimo para desmontaje del motoreductor
- D2 Espacio mínimo para desmontaje de la fresa
- G Tolva
- k Altura de las camisas de fijación de base (Øi)

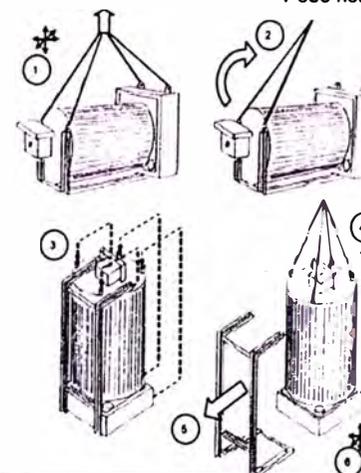
A	500	F	500	a	260
B	1580	G	1200	b	260
C	600	H1	2350	c	260
D	500	H2	2750	i	35
D1	400	H3	2750		
D2	1980	I	1660		
E	1580	L	1700	k	300

* Dimensiones mm

Manutención

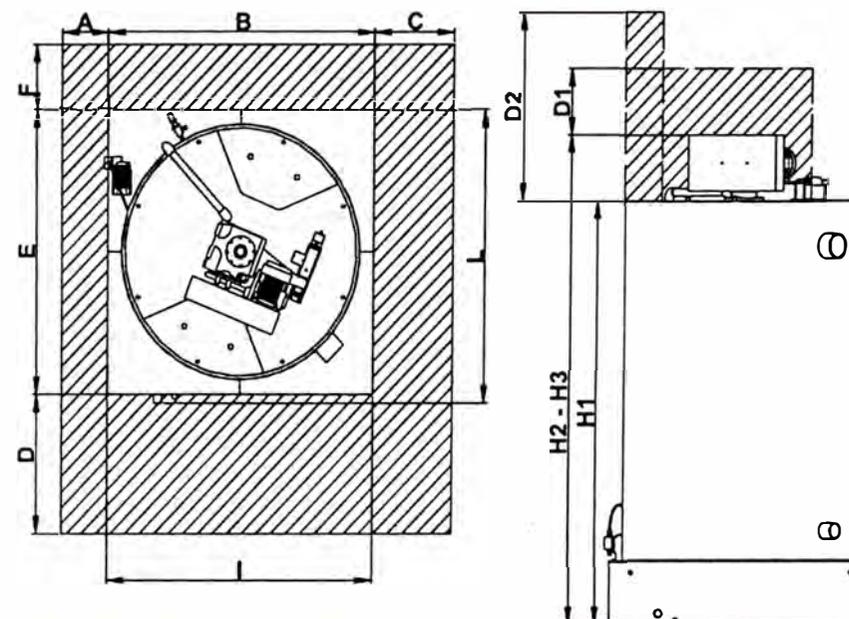
Peso neto 2800 kg

- 1 Mantenimiento en posición horizontal
- 2 Puesta en posición vertical
- 3 Transferencia de los anillos de levantamiento
- 4 Levantamiento
- 5 bastidor de transporte



Espacio mínimo para servicio

Aconsejamos prever bastante espacio alrededor de la máquina para el mantenimiento



GENEGLACE s.a.s.

ZAC de la Forêt - 9, rue des
Orfèvres □ 44840 Les Sorinières -

Tél. +33-(0)2-51-19-10-51 Fax +33-(0)2-40-05-73-81

GENEGLACE puede cambiar este documento sin aviso

Instalación y manutención

Generador F900 SBF NH3

INDUSTRIAL TERRESTRE

Fecha de edición 13/01/2005

V0.0

GTI.001E

Generador F900 SBF NH3

Cilindro

- Cilindro doble pared (acero mecanizado, pulido y cromado)
- Aislamiento exterior del cilindro (sofite de poliestireno)
- Purga de aceite del cilindro
- Revestimiento exterior del aislamiento (hoja de PVC)

Base

- Tapa de base
- Dispositivo de reducción de caudal de agua
- Bomba de agua sumergida
- Racor de vaciado
- Racor de rebosadero
- Grifo flotador de alimentación de agua
- Base inferior (acero metalizado pintado) con aislamiento
- Tubo de conexión dentro de la bomba y del sistema de distribución de agua

Parte giratoria

- arbol central (acero metlizado pintado) montado entre 2 baleros
- Cubeta inferior de recuperación de agua (acero pintado)
- Cubeta superior de distribución de agua (acero pintado)
- Deflector vertical
- Dispositivo regulador de la fresa, conjunto tornillo-tuerca
- Fresa helicoidal (acero metalizado pintado), montada entre 2 rodamientos
- Rasqueta de goma para limitar la zona de riego
- Rebosadero de la cubeta de distribución utilizado tambien para desglaceado

Arrastre de la parte rotativa

- Dispositivo limitador de esfuerzo con rearme manual y boton parada de emergencia
- Reductor con motor y correa

Diversos

- Bomba dosificadora de sal con dos bidones para salmuera

Opciones

- *Cuadro eléctrico de control*
- *Mando a distancia*
- *Detector de nivel de hielo*



GENEGLACE s.a.s.

ZAC de la Forêt - 9, rue des
Orfèvres □ 44840 Les Sorinières -

Tél. +33-(0)2-51-19-10-51

Fax +33-(0)2-40-05-73-81

Limite de suministro
Generador F900 SBF NH3
INDUSTRIAL TERRESTRE

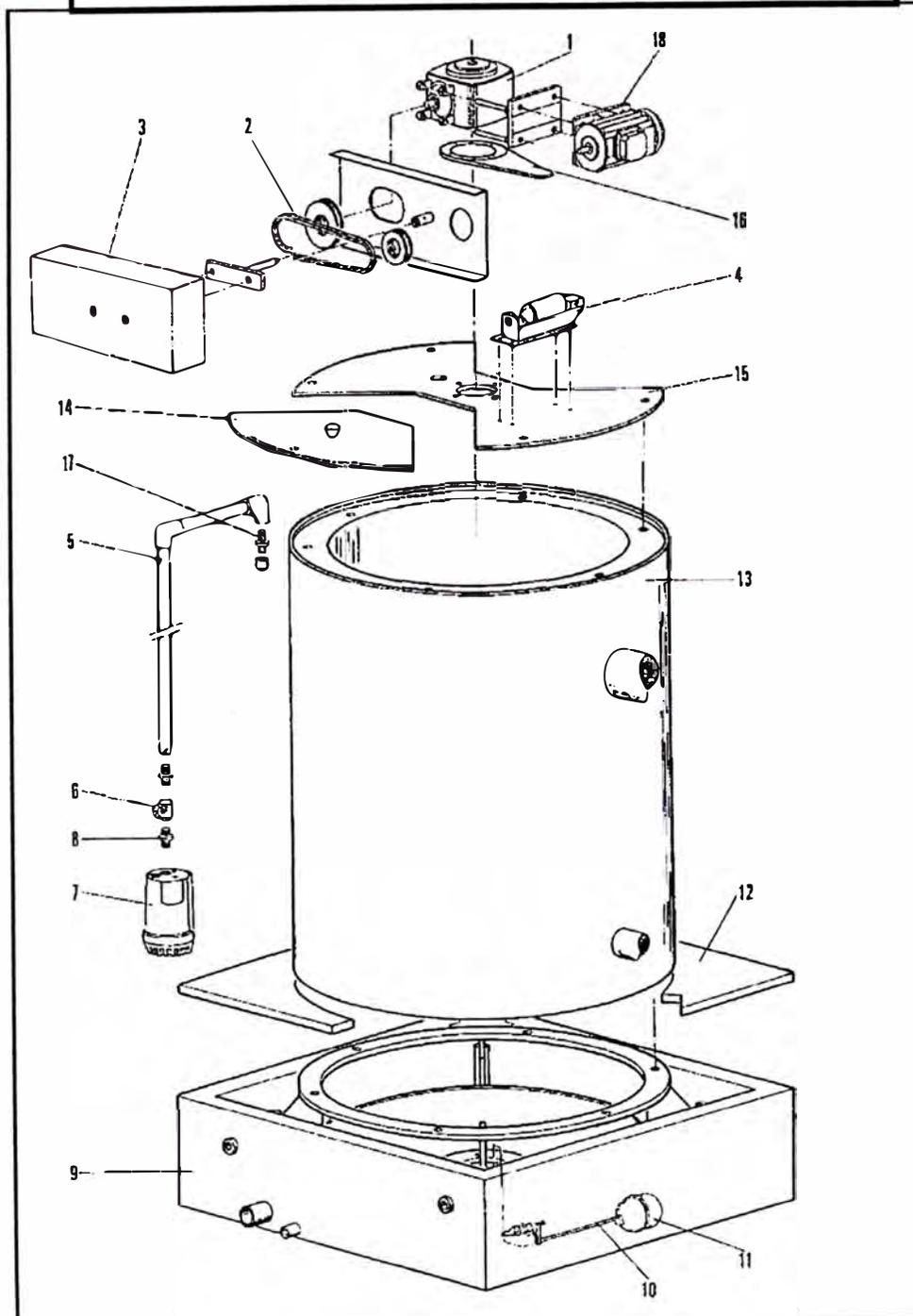
Fecha de edición 13/01/2005

V0.0

GTL.001E

GENEGLACE puede cambiar este documento sin aviso

Generador F900 SBF NH3



Ref.	Descripción	Código F.F.	Cd.	Nota(s)
01	Reductor	02860105	1	
02	Banda		1	A
03	Protección de correa (3 partes)	11929033	1	
04	Limitador de esfuerzo	11929031	1	
05	Tubo de alimentación de agua		1	
06	Valvula de control de caudal	02485009	2	
07	Bomba de agua	02230420	1	B
08	Conexiones	02439171	1	
09	Base	11934009	1	
10	Grifo flotador	22803013	1	D
11	Flotador	22803013	1	D
12	Tapa de base (4 partes)	02934047	1	
13	Cilindro	11913900	1	
14	Trampilla de inspección	11934016	2	D
15	Parte superior	11934016	1	D
16	Brazo de reacción	11929018	1	
17	Contera desmontable		1	
18	Motor de reductor		1	C

Nota(s)

- A Poleas y correas según la velocidad de la fresa : especificar el n° de serie de la máquina
- B Especificar la tensión y la frecuencia
- C Motor : indicar la tensión o el número de la máquina
- D forma parte del kit correspondiente al N° código FF

GENEGLACE s.a.s.

ZAC de la Forêt - 9, rue des
Orfèvres □ 44840 Les Sornières - France

Tél. +33-(0)2-51-19-10-51

Fax +33-(0)2-40-05-73-81

GTV.001E



Despiece

Generador F900 SBF NH3

INDUSTRIAL TERRESTRE

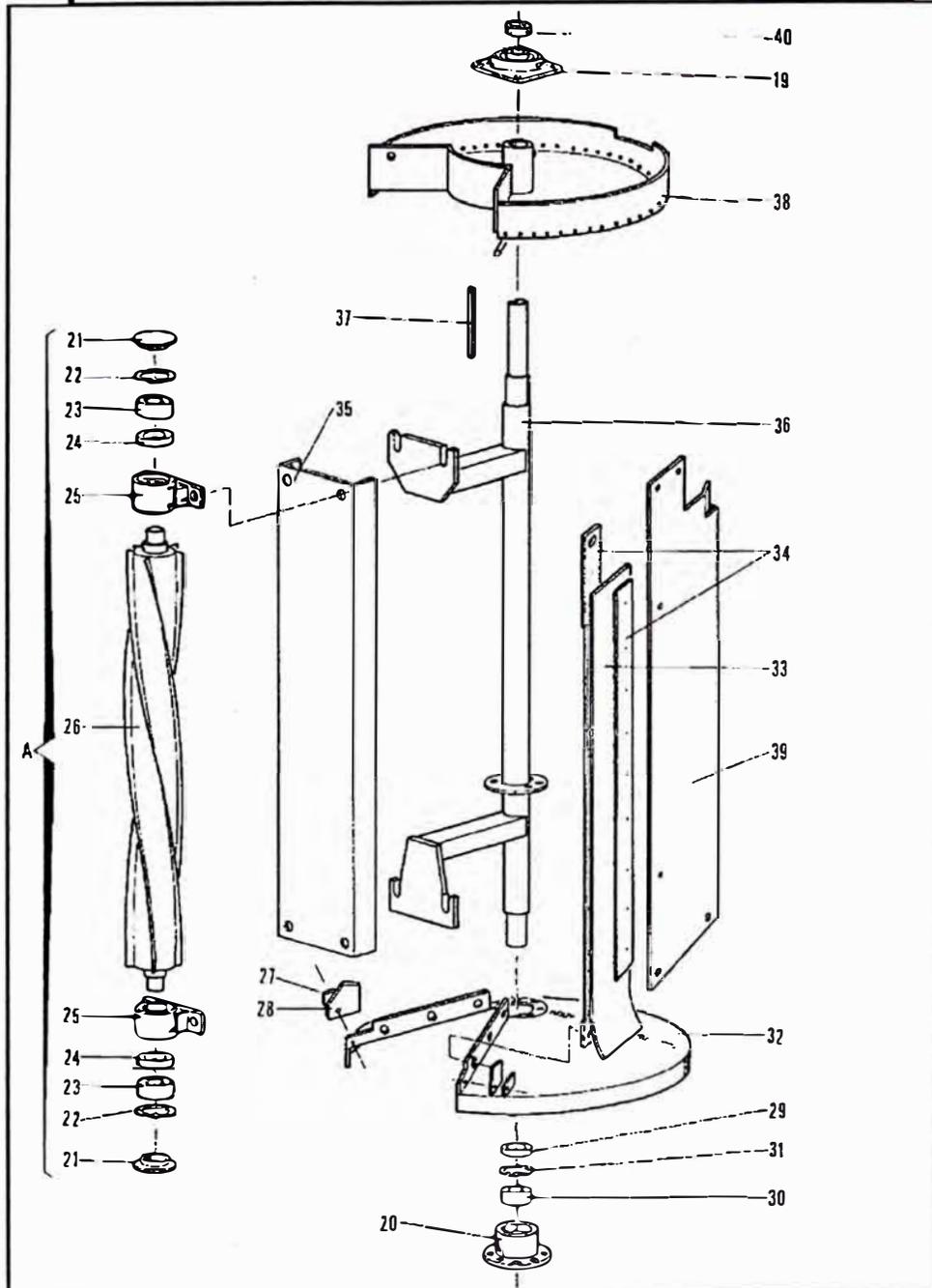
Fecha de edición 13/01/2005 V 0.0

GENEGLACE puede cambiar este documento sin aviso

Página

1/2

Generador F900 SBF NH3



Ref.	Descripción	Codigo F.F.	Cd.	Nota(s)
19	Cojinete superior de arbol	22800058	1	E
20	Cuerpo de rodamiento arbol inferior	11929027	1	
21	Tapa de cojinete fresa	22800061	2	E
22	Anillo elastico	22800061	2	E
23	Rodamiento de fresa	22800061	2	E
24	Junta de estanquidad	22800061	2	E
25	Cuerpo de rodamiento fresa	11929023	2	
26	Fresa	11930005	1	
27	Contraplaca de rasqueta complementaria		2	E
28	Raqueta de goma adicional	02930009	2	E
29	Junta de estanquidad	22800058	1	E
30	Rodamiento inferior de arbol	22800058	1	E
31	Anillo elastico I100	22800058	1	E
32	Cubeta de recuperación	11934039	1	
33	Rasqueta de goma	02930009	2	E
34a	Soporte de la rasqueta delantera	11930008	2	
34b	Soporte de la rasqueta trasera	11930014	2	
35	Deflector central	02930011	1	
36	arbol principal	11934002	1	E
37	Clavija		1	
38	Cubeta de distribución de agua	11934036	1	
39	Deflector lateral delantera y trasera	02934044	1	
40	Distanciador de reductor	11929020	1	

Nota(s)

E forma parte del kit correspondiente al N° codigo FF

GENEGLACE s.a.s.

ZAC de la Forêt - 9, rue des
Orfèvres 44840 Les Sorinières - France

Tél. +33-(0)2-51-19-10-51

Fax +33-(0)2-40-05-73-81

GTV.001E



Despiece

Generador F900 SBF NH3

INDUSTRIAL TERRESTRE

Fecha de edición 13/01/2005

V 0.0

GENEGLACE puede cambiar este documento sin aviso



Pos-Nr. · Item-No.

Drehzahl · Speed · Vitesse
 [1/min]

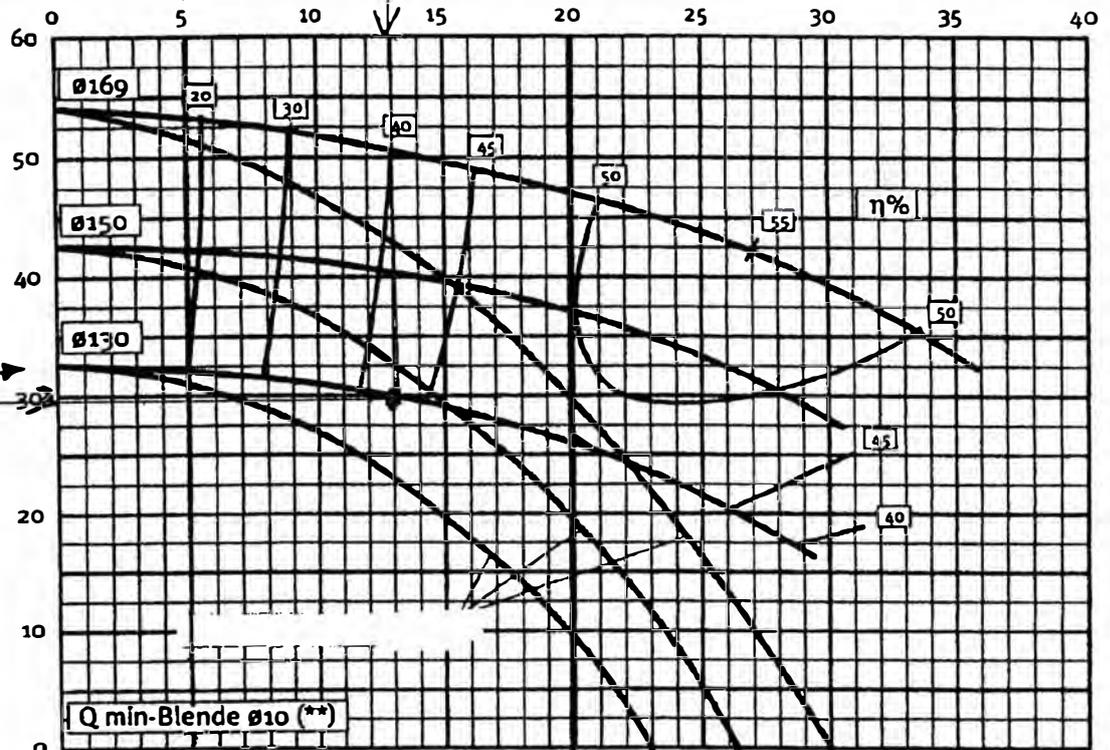
HERMETIC-Pumpe Typ

3500 (60 Hz) 13 m/h

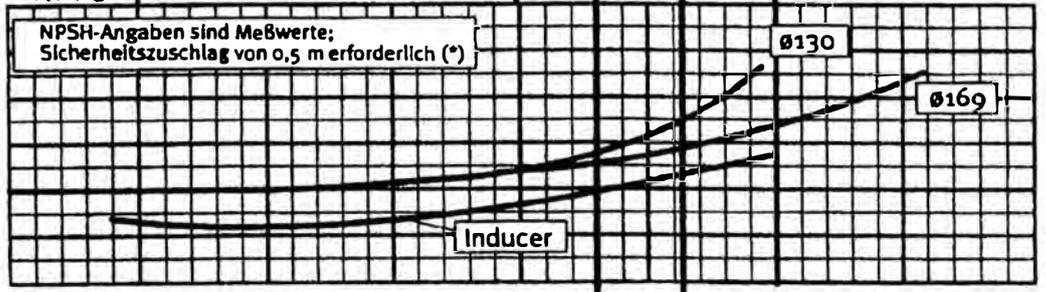
CNF 40-160

Förderhöhe
 Head
 Hauteur
 [m]

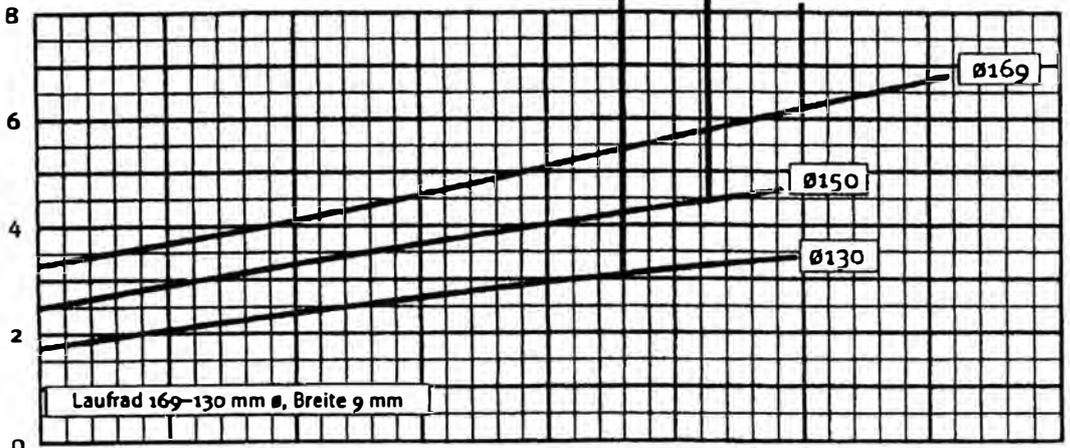
60 Hz



NPSH
 [m]



Leistungsbedarf
 Pump input
 Puiss. absolue
 [kW]



Förderstrom · Capacity · Débit [m³/h]

(*) NPSH-value are measured quantity; safety margin of 0,5 m is required.
 Les indications NPSH sont des valeurs mesurées; coefficient de sécurité de 0,5 m nécessaire.
 (**) orifice / diaphragme

