



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**PROPUESTA DE FABRICACIÓN, ENSAMBLE
Y CÁLCULO DE PARTES DE UN EQUIPO DE
REFRIGERACIÓN-CONGELACIÓN PARA
BOLSAS DE HIELO Y PRODUCTOS VARIOS.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
DÍAZ CRUZ EDUARDO
SALAS CHÁVEZ FABIÁN ALONSO**

ASESOR: ING. ALEJANDRO RODRIGUEZ LORENZANA



MÉXICO

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN
SECRETARÍA ACADÉMICA

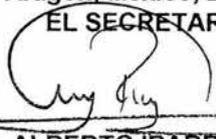
Ing. RAÚL BARRÓN VERA
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 24 de junio del año en curso, por la que se comunica que los alumnos EDUARDO DIAZ CRUZ y FABIAN ALONSO SALAS CHAVEZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, han concluido su trabajo de investigación intitulado "PROPUESTA DE FABRICACIÓN, ENSAMBLE Y CÁLCULO DE PARTES DE UN EQUIPO DE REFRIGERACIÓN-CONGELACIÓN PARA BOLSAS DE HIELO Y PRODUCTOS VARIOS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 25 de junio del 2004

EL SECRETARIO


Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.
C p Interesado.

AIR/c

AGRADECIMIENTO

“A la ley infinita y universal que me ha permitido alcanzar una meta más, a mi Madre por estar conmigo hombro a hombro, A mi abuelo José (QEPD) por enseñarme la honestidad en toda la extensión de la palabra, a mi Padre por mostrarme el camino más que el medio. A mis hermanos por compartir sus enseñanzas en los tiempos solitarios y cambiantes, a Cielo por existir y mostrarse tal como es”.

“A mi asesor Ing. Lorenzana por los consejos y por su disponibilidad para este proyecto, y a Eduardo Díaz Cruz por la paciencia, el empeño y por creer en nuestro compromiso profesional”.

“A mi Universidad que me cobijo y aceptó en sus aulas, le estaré siempre agradecido, a mis maestros y compañeros por colaborar en muchos momentos de continuo aprendizaje...”

Fabián Alonso

AGRADECIMIENTO

"Este trabajo de Tesis se lo quiero dedicar a toda la gente que de alguna u otra manera han formado parte de vida y que se han llevado un pedazo de mi y de mi corazón".

"A mi Papá Ausencio y mi Mamá Ma. Elena. Que especialmente es lo mas hermoso que me ha dado la vida, que gracias a ellos he llegado a ser alguien en el que han inculcado grandes principios, guiándome por el camino de la honestidad, honradez, responsabilidad y respeto; y sobre todo por el amor y apoyo que siempre me han dado sin esperar nada a cambio".

"A mis hermanas, sobrinas y tíos. Julia, Maura, Isela, Erika, Frida, Montserrat, Joaquín, Alberto, Angel que gracias por su apoyo que muchas veces me han brindado y ayudado, y por todas las vivencias que hemos disfrutado juntos".

"A Leticia. Por el tiempo que me ha brindado y su comprensión, por todo el amor que me ha dado en todo este tiempo que ha estado a mi lado y por el giro que le ha dado a mi vida".

"A mis pequeños bebes. Mixtli, Filemon, Gordis, Flaquito, Café, Guerita, Yacobsen, Rojito que forman parte de mi y que vivirán siempre en mi corazón".

"Al Ing. Lorenzana por asesorarnos y guiarnos en este trabajo de tesis".

"A mis maestros. Por todos los conocimientos que me han dado a través de todos estos años y que gracias a su amor por la enseñanza mucha gente hemos sido guiada a través del camino del bien y del conocimiento".

"A mis amigos y compañeros. Gracias por todo lo que vivimos y compartimos en cada uno de los ciclos escolares dentro y fuera de las aulas".

"Por todo, muchas gracias a todos".

Eduardo Díaz Cruz

I JUSTIFICACIÓN	
1.1 Objetivo General.....	1
1.2 Objetivos particulares	
1.3 Campo de Acción	
II ANTECEDENTES DE LA REFRIGERACIÓN	
2.1.Historia de la Refrigeración.....	2
2.2 Refrigeración en la actualidad	
2.3 Definiciones.....	3
2.3.1 Fluidos frigoríficos	
2.4 Ciclo de refrigeración por compresión mecánica.....	4
2.4.1 Ciclo sencillo de la refrigeración por compresión mecánica	
2.4.2 Sistemas frigoríficos de compresión.....	5
2.5 Evaporador.....	6
2.5.1 Tipos de evaporadores	
2.5.1.1 Construcción del serpentín ventilador.....	7
2.5.1.2 Caída de presión y otros factores en el diseño del evaporador	
2.5.1.3 Capacidad del evaporador.....	8
2.5.2 Diferencia de temperatura y deshumidificación	
2.5.2.1 Descongelación de los serpentines.....	9
2.6 El Condensador	
2.7 Capilar ó restrictor de flujo.....	10
2.8 Compresor.....	14
2.8.1 Compresores recíprocos	
2.8.2 Compresores rotatorios	
2.8.3 Compresores centrífugos.....	15
2.8.4 Por compresión mecánica.....	16
2.9 Aplicaciones.....	17
2.10 Accesorios	
2.10.1 Recibidor	
2.10.2 Intercambiador de calor.....	18
2.10.3 Acumuladores de succión.....	19
2.10.4 Separadores de aceite	
2.10.5 Deshidratadores.....	20
2.10.6 Filtros para la línea de succión	
2.10.7 Indicadores de humedad y de líquido	
2.10.8 Manómetros de refrigeración.....	21
2.11 El motor eléctrico.....	22
2.11.1 Motor tipo RSIR	
2.11.2 Motor tipo CSIR.....	23
2.11.3 Motor tipo RSCR	
2.11.4 Motor tipo PSC.....	24
2.11.5 Motor tipo CSR	
2.12 Vacío del sistema.....	25

2.12.1 Presión y vacío	
2.12.2 Unidades de presión y vacío	
2.13 Humedad e impurezas.....	26

III DIAGRAMA DE MOLIÈRE

3.1 Presión.....	27
3.2 Presión atmosférica	
3.3 Calor y temperatura	
3.4 Estados de la materia.....	28
3.5 Unidades de medida de calor	
3.5.1 Formas de calor.....	29
3.5.2 Formas de transmisión de calor.....	30
3.5.2.1 Transmisión por conducción	
3.5.2.1.1 Coeficiente de conductividad térmica	
3.5.2.2 Transmisión por convección.....	31
3.5.2.3 Transmisión por convección	
3.6 Diagrama de Refrigeración	
3.6.1 Diagrama de ciclos	
3.6.1.1 El diagrama presión-entalpía.....	32
Figura 1 Diagrama presión-entalpía para el Refrigerante 12.....	33
Figura 2 Esquema de una gráfica <i>ph</i> mostrando las tres regiones de la gráfica y los cambios de dirección de Fase.....	34
Figura 3 Entalpía específica	

IV REFRIGERANTES

4.1 Clases de refrigerantes.....	35
4.1.1 Refrigerante 22	
4.1.2 Refrigerante 502.....	36
4.1.3 Refrigerante 134 ^a	
<u>Tabla 4.1 Características físicas y termodinámicas de los refrigerantes que sustituyen el refrigerante R-12</u>	37
<u>Tabla 4.2 Propiedades comparativas de diferentes refrigerantes</u>	
4.1.3.1 Reemplazo de Refrigerantes.....	38
4.1.3.2 Refrigerantes alternativos.....	40
4.2 Temperatura de saturación de refrigerantes.....	41
<u>Tabla 4.3 Comparación del efecto de refrigeración</u>	42
4.3 Evaporación de refrigerantes	
4.4 Condensación de refrigerantes.....	43
4.5 Relaciones de refrigerantes y aceites	
4.6 Seguridad en el manejo de gases refrigerantes.....	44
4.6.1 Propiedades seguras	
4.6.2 Toxicidad	
4.6.3 Inflamabilidad y explosividad.	

V CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO	
5.1 Planos del Proyecto.....	46
5.2 Materiales.....	47
5.3 Ensamble.....	50
5.4 Espuma Aislante.....	51
VI CÁLCULO DE PARTES DEL SISTEMA	
6.1 Cálculo de carga térmica.....	53
6.1.1 Gabinete	
6.1.2 Temperatura inicial / final en interior (Δt)(área congelador)	
6.1.2.1 Puertas de congelador	
6.1.3 Temperatura inicial / final en interior (Δt)(área refrigerador)	
6.1.3.1 Puertas de refrigerador	
6.2. Producto a congelar / refrigerar.....	54
6.2.1 Carga adicional	
6.3 Selección del Compresor	
6.4 Selección del Evaporador.....	55
6.5 Selección del Condensador	56
6.6 Selección de Capilar	
VII FUNCIONAMIENTO	
7.1 Selección de Control de Temperatura.....	58
7.2 Ajustes.....	59
7.3 Limitaciones de cargado de producto.....	60
7.3.1 Carga máxima	
7.3.2 Temperatura ambiente recomendada de funcionamiento	
VIII MANTENIMIENTO	
8.1 Al Sistema.....	61
8.1.1.2 Manejo seguro de gases comprimidos cuando se prueban ó limpian sistema de Refrig.....	62
8.1.1.3 Procedimientos recomendados para purgar sistemas contaminados	
8.1.2 Manejo de la tubería de cobre.....	63
IX PROCESOS DE FABRICACIÓN EN SERIE	
9.1 Líneas de producción.....	74
9.1.1 Distribución de la planta.....	75
9.1.2 Diagrama de recorrido o gráfico de trayectoria.....	76
9.2. Ensamblés en línea.....	77
9.2.1 Diagrama de procesos de operaciones	
9.2.2 PERT (Ruta crítica)	
9.2.2.1 Análisis de actividades	
9.2.2.2 Construcción de diagrama de flechas.....	80
9.2.2.3 Tiempo total de fabricación	
9.3 Maquinaria.....	84

X NORMATIVIDAD.....	CD
10.1 Norma SCFI/ECOL-2001/NOM 022	
10.1.1 Eficiencia energética	
10.1.2 Seguridad al usuario	
10.1.3 Eliminación de CFC'S (clorofluorocarbonos)	
CONCLUSIÓN.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS.....	89

CAPITULADO

1. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a las nuevas formas de venta de artículos ó productos que requieran ser refrigerados, cada día aparecen en el mercado numerosas ofertas de equipos *auto contenidos* de diferentes capacidades y usos, los cuales ofrecen un solo campo de acción, es decir: Refrigerar ó Congelar ya que depende de las necesidades del cliente el saber que tipo de equipo necesita y para qué condiciones de funcionamiento desea utilizarlo, tomando esto como punto de partida se desea ofrecer una propuesta de equipo para los dos campos y que éste sea funcional y pueda ser construido de la mejor manera posible.

Tomando como experiencia el hecho de trabajar en una empresa de Refrigeración comercial tanto en el área de Ingeniería del Producto como en Ingeniería de Desarrollo, nos hemos abocado en la idea de que éste equipo pueda ser visto como una alternativa de mercado y una propuesta de Ingeniería.

1.1 Objetivo general.

Diseñar un equipo de refrigeración / Congelación auto-contenido eficaz y económico capaz de cubrir un doble mercado con un solo modelo y contribuir mediante el trabajo de ésta tesis conjunta a corroborar los estudios y aplicarlos en el área de Ingeniería.

1.2 Objetivos particulares

Presentar el trabajo de investigación con referencia al ciclo de refrigeración y los diferentes elementos involucrados en él.

Calcular y diseñar el equipo necesario para lograr mantener en condiciones de venta tanto bolsas de hielo como refresco en varias presentaciones

Presentar de una manera óptima el desarrollo, fabricación y ensamble del equipo, considerando otorgar beneficios en lo que se refiere a:

- *Reducción de costos
- *Innovación
- *Apertura de mercado
- *Durabilidad

Incluir los avances en cuanto a agentes refrigerantes y el programa normativo en el cual está sustentado éste trabajo en pro de la ecología.

1.3. Campo de Acción

Incluirá a la industria refresquera y a la vendedora de bolsas de hielo (punto de venta); en tiendas departamentales, tiendas medianas y pequeñas, bares y restaurantes debido a su alcance para éstos fines. Óptimo para punto de venta, conservador y enfriador.

II ANTECEDENTES DE LA REFRIGERACIÓN

2.1 Historia de la Refrigeración

Durante mucho tiempo se ha adolecido de un deficiente conocimiento de las bajas temperaturas, que solía únicamente limitarse al de los fríos que pueden observarse en la superficie del globo o lo que se producen con mezclas refrigerantes, ya antiguamente conocidas, que permiten descensos de temperatura desde los treinta grados hasta por debajo del cero.

En la segunda mitad del siglo XV, los físicos, utilizando la expansión de los gases comprimidos y los cuerpos liquidables a baja presión, llegaron a obtener, combinando la compresión y el enfriamiento, temperaturas cada vez más bajas. La manera de producir artificialmente el frío fue, desde hace tiempo, la constante preocupación de los científicos:

En 1685, La Hire descubrió las propiedades refrigerantes de la sal de amoníaco; en 1775, Cullen produjo frío por medio de la máquina neumática, en 1811, Lestre consiguió producirlo utilizando el ácido sulfúrico; finalmente, en 1857, Carré de Marsella, construyó una máquina que permitía obtener una reducción constante de la temperatura (hasta -30°C) por evaporación del amoníaco.

El primer medio para la producción del frío fue la fusión del hielo, que se obtenía entonces de las fuentes naturales: la nieve de las montañas y de los glaciares. Los romanos conservaban la nieve y era, al parecer, de esta forma como refrescaban las bebidas de sus banquetes.

En el siglo XVI empezaron a aparecer en Francia las explotaciones del hielo natural, que se almacenaba en invierno en subterráneos para servir, en el verano, para la refrigeración; más adelante, al perfeccionarse los medios de transporte, se recurrió a la explotación directa de los glaciares, que proporcionaban una reserva inagotable de hielo para el consumo estival.

Pero el creador de la industria frigorífica es Charles Tellier, llamado el padre del frío, en 1876 equipó un navío, el frigorífico que transportó carne congelada desde Rouen a Buenos Aires, regresando después a El Havre con un cargamento perfectamente conservado; al año siguiente, y con el mismo éxito, hizo un viaje de ocho meses con un navío mayor, el Paraguay, desde entonces, la industria del frío ha experimentado un incremento constante

2.2 Refrigeración en la actualidad

En la actualidad el hielo se produce industrialmente y se vende para utilizarlo en los refrigeradores, que son recipientes aislados térmicamente, con dos compartimientos; el tabique de separación es conductor, colocándose el hielo en uno de los compartimientos y los productos que hay que enfriar en el otro. Estos productos ceden su calor al hielo, que se funde paulatinamente. Un conducto de evacuación permite retirar el agua de fusión.

También se utiliza, en lugar de hielo, nieve carbónica, por razones de comodidad; ésta presenta, en efecto, la ventaja de sublimarse sin fundirse y, por consiguiente, sin dejar ningún residuo líquido, por lo cual puede ponérsela directamente en contacto con los productos que hay que refrigerar. Es mucho más costosa que el hielo, pero permite refrigeraciones más intensas.

También se han utilizado mezclas refrigerantes, algunas se refieren a continuación:

El termómetro desciende desde:

1.Hielo machacado.....2 partes	
Cloruro de sodio.....1 parte	0 a -20° C
2.Hielo machacado.....1 parte	
Carbonato de sodio...1 parte	0 a -20° C
3.Hielo machacado.....1 parte	
Ácido clorhídrico.....1 parte	0 a -32° C,8
4.Sulfato de sodio.....6 partes	
Nitrato de Amoniaco..5 partes	
Ácido nítrico diluido..4 partes	-10 a -40° C

El frío que produce la expansión del aire comprimido ha sido utilizado en máquinas, abandonadas hoy por su mal rendimiento. La producción de frío, en el momento actual, se obtiene solamente por evaporación de líquidos convenientemente escogidos. El vapor así producido se recoge, se licua de nuevo y así sucesivamente. Los aparatos que realizan este ciclo son los que más adelante se van a exponer con más detalle.

2.3 Definiciones.

La *refrigeración* es la técnica cuya finalidad es rebajar la temperatura de un espacio cerrado, se recurre a ello, principalmente, para la conservación de los alimentos, aunque moderadamente viene también empleándose para bajar, en verano, la temperatura de los locales habitados.

El frío es el medio más adecuado para conservar materias sin alterar su naturaleza. En efecto, contrariamente a lo que sucede con la esterilización por el calor y con la desecación, permite conservar intactas las vitaminas de los alimentos frescos sin alterar su sabor.

Las bajas temperaturas reducen e incluso suprimen la acción y la multiplicación de los microorganismos, pero no los destruyen. El frío estabilizador puede aplicarse tanto a la materia inerte como a la materia viva; permite la inmovilización de la primera, y la suspensión de los fenómenos vitales de la segunda. No se trata de una suspensión definitiva de estos diversos fenómenos, sino simplemente de una fuerte reducción de su actividad, tanto mayor cuanto es más baja la temperatura. De ahí la posibilidad de graduar entre amplios límites la acción del frío, según los resultados que deseen obtenerse.

Generalmente la gente confunde la palabra refrigeración con frío y con enfriamiento; sin embargo, la práctica de Ingeniería de refrigeración, trata casi enteramente con la transmisión de calor. Esta aparentemente paradójica es uno de los conceptos fundamentales que deben ser comprendidos para entender la operación de un sistema de refrigeración

2.3.1 Fluidos Frigoríficos

La cantidad de calor absorbida para vaporizar la unidad de masa de un líquido a su temperatura de ebullición, bajo una presión dada, depende de la naturaleza de la sustancia que se utilice; es lo que se denomina calor latente de vaporización del líquido, a la temperatura y presión dadas.

Fácilmente se comprende que, en igualdad de las restantes condicionantes, un líquido absorberá para vaporizarse tanto más calor cuanto mayor sea su calor latente de vaporización.

Es también necesario que su punto de ebullición sea lo suficientemente bajo para que se vaporice fácilmente; su punto de congelación debe de ser muy bajo, para que no ofrezca ningún peligro de solidificación en los conductos. También es necesario que pueda licuarse bajo una presión no demasiado elevada, que su calor específico en el estado de vapor sea grande, y que su viscosidad en el estado líquido sea pequeña.

Debe de ser igualmente poco costoso, estable, no tóxico, ni corrosivo y disolvente, si es posible, de los aceites de engrase, así como fácilmente detectable en caso de escape en los aparatos.

En éstas condiciones, se comprenden las limitaciones que presenta la elección de un líquido frigorífico; en realidad, se utilizan casi exclusivamente los siguientes compuestos:

El anhídrido carbónico (CO_2), que hierve a -78°C a la presión atmosférica

El cloruro de metilo, que hierve a -23°C

El amoníaco (NH_3), que hierve a -34°C

El anhídrido sulfuroso (SO_2), que hierve a -10°C ;

Compuestos orgánicos clorofluorados, que se conocen con el nombre de freones, y que comprenden los siguientes cuerpos:

CCl_3F , CCl_2F_2 , CClF_3 , CHCl_2F , CHClF_2 , $\text{CCl}_2\text{F}-\text{CClF}_2$

El más empleado es el freón 12 (CCl_2F_2)

También se utilizan, aunque más raramente, el propano y el butano. En las instalaciones importantes se utiliza principalmente el amoníaco, que presenta sin embargo, como inconveniente, el no disolver el aceite (lo que requiere un aparato especial para el circuito completo del aceite) y atacar el cobre y sus aleaciones.

En las instalaciones comerciales, grandes restaurantes, carnicerías, donde la potencia del motor eléctrico es inferior, o todo lo demás igual a 10 HP, los constructores utilizan con preferencia el anhídrido sulfuroso, y el más moderno de los fluidos frigoríficos: el freón.

2.4 Ciclo de Refrigeración por compresión mecánica

La refrigeración continua puede lograrse por diferentes procesos. En la gran mayoría de las aplicaciones y casi exclusivamente en las de pequeño caballaje, el sistema de compresión de vapor, comúnmente llamado ciclo básico de compresión, se usa para el proceso de refrigeración. Sin embargo, se han usado exitosamente sistemas de absorción en diversas aplicaciones.

En equipo mayor se emplean los sistemas centrífugos, que son básicamente una adaptación del ciclo de compresión.

2.4.1 Ciclo sencillo de la Refrigeración por compresión

Existen dos presiones en el sistema de compresión: la de evaporación o baja presión y la de condensación o alta presión. El refrigerante actúa como medio de transporte para mover el calor del

evaporador al condensador donde es despedido a la atmósfera, o en casos de sistemas enfriados por agua, al agua de enfriamiento. Un cambio de estado líquido a vapor y viceversa permite al refrigerante absorber y descargar grandes cantidades de calor en forma eficiente.

El ciclo básico opera en la siguiente forma: el refrigerante líquido a altas presiones es alimentado del recibidor a través de la tubería del líquido, pasando por un filtro secador al instrumento de control que separa el lado de alta presión del sistema del lado de baja presión. Existen varios instrumentos de control que pueden emplearse, aunque en éste caso hablaremos de la válvula de expansión y capítulos adelante del capilar.

La válvula de expansión controla la alimentación del refrigerante líquido al evaporador, y por medio de un pequeño orificio reduce la presión del refrigerante a la de evaporación o baja presión. La reducción de presión en el refrigerante líquido provoca que éste hierva o se vaporice hasta que el refrigerante alcance la temperatura de saturación correspondiente a la de su presión.

Conforme el refrigerante de baja temperatura pasa a través del evaporador, el calor fluye a través de las tuberías del evaporador hacia el refrigerante, haciendo que la acción de ebullición continúe hasta que el refrigerante se encuentra totalmente vaporizado. La válvula de expansión regula el flujo a través del evaporador conforme sea necesario para mantener una diferencia de temperatura determinada a cierto sobrecalentamiento deseado entre la temperatura de evaporación y el vapor que sale del evaporador. Conforme la temperatura del gas que sale del evaporador varía, el bulbo de la válvula de expansión registra ésta variación y actúa para modular la alimentación a través de la válvula de expansión para adaptarse a las nuevas necesidades.

El vapor refrigerante que sale del evaporador viaja a través de la línea de succión hacia la entrada del compresor. El compresor toma el vapor a baja presión y lo comprime aumentando tanto su presión como su temperatura. El vapor caliente y a alta presión es bombeado fuera del compresor a través de la válvula de descarga hacia el condensador. Conforme pasa a través del condensador, el gas a alta presión es enfriado por algún medio externo. En sistemas enfriados por aire, se usa generalmente un ventilador y un condensador aletado. En sistemas enfriados por agua, se emplea generalmente un intercambiador de calor de refrigerante-a-agua.

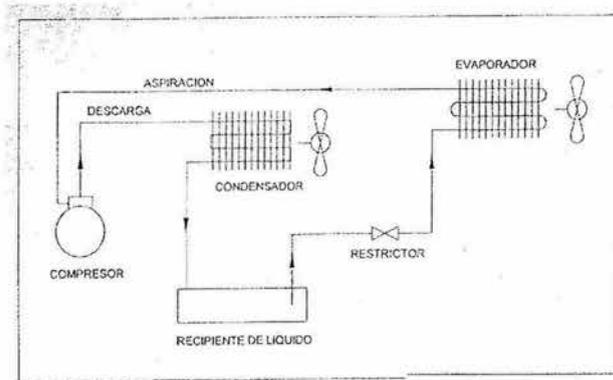
Conforme la temperatura del vapor del refrigerante alcanza la temperatura de saturación correspondiente a la alta presión del condensador, el vapor se condensa y fluye al recibidor, repitiéndose nuevamente el ciclo. El proceso de refrigeración es continuo siempre y cuando funcione el compresor.

2.4.2 Sistemas frigoríficos de compresión

En éstos sistemas el método de extracción de calor del armario frigorífico es el mismo que en los sistemas de absorción, es decir, se basa en un gas que se licua por cesión de calor y que después pasa a un recipiente que está a una presión más baja, lo que provoca la ebullición del líquido, absorbiendo al mismo tiempo calor del entorno exterior.

La diferencia fundamental estriba en que para trasladar el fluido refrigerante por todo el circuito, en éstos sistemas se emplea una bomba que actúa también como compresor, ya que comprime el gas por la retención causada por un elemento restrictor. Este gas comprimido y caliente, después cede calor y

se licua, con lo que puede absorber el calor latente al hervir de la misma forma que en los sistemas de absorción.



CIRCUITO FRIGORÍFICO DE COMPRESIÓN

En la figura anterior vemos como es un circuito frigorífico elemental de compresión. Los gases aspirados por el compresor son comprimidos gracias al freno que produce el elemento restrictor. Al comprimir el gas, aumenta su temperatura, entrando al condensador donde cede al medio exterior el suficiente calor para llegar a su temperatura de condensación y pasar al estado líquido.

El elemento restrictor produce una caída de presión que hace expansionar al líquido dentro del evaporador, entrando en ebullición y robando calor de su entorno. Los gases sobrecalentados llegan al compresor por la tubería de aspiración, cerrando así el ciclo frigorífico.

2.5 El evaporador

El evaporador es la parte del lado de baja presión del sistema de refrigeración en la que el refrigerante líquido hierve o se evapora, absorbiendo el calor a medida que se convierte en vapor. Con ello se logra el objetivo del sistema, la refrigeración.

2.5.1 Tipos de evaporadores

Los evaporadores se fabrican en gran variedad de formas y estilos para satisfacer las necesidades específicas de cada aplicación. El tipo más común es el evaporador de serpentín ventilador o de convección forzada en el que el refrigerante se evapora dentro de tubos con aletas extrayendo el calor del aire que pasa a través del serpentín mediante un ventilador. Sin embargo, en aplicaciones específicas pueden usarse serpentines sin aletas, serpentines de gravedad con flujo de aire por convección natural, superficies de placa lisa, u otros tipos especiales de superficies de placa lisa, u otros tipos especiales de superficie para transferencia de calor.

Los evaporadores de expansión directa son aquellos en los que el refrigerante se alimenta directamente al serpentín de refrigeración a través de un dispositivo de control que es una válvula de expansión o un tubo capilar, absorbiendo el calor directamente a través de las paredes del evaporador, del medio que ha de refrigerarse. En otros tipos de sistemas, pueden utilizarse refrigerantes secundarios tales como agua enfriada o salmuera para la refrigeración del espacio o del producto mientras que el evaporador es enfriador completo de agua tipo paquete diseñado para suministrar agua fría para el acondicionamiento de aire u otras aplicaciones de refrigeración

2.5.1.1 Construcción del serpentín - ventilador

Un serpentín ventilador típico se compone de un serpentín de expansión directa, montado en un gabinete metálico y un ventilador para forzar la circulación del aire. El serpentín se construye normalmente de tubo de cobre, soportado por láminas de metal, con aletas de aluminio sobre la tubería para aumentar la superficie de transferencia de calor.

En caso de que el evaporador sea muy pequeño podrá haber únicamente un circuito continuo en el serpentín, pero a medida que el tamaño es mayor, el incremento de caída de presión a través del circuito más largo hace necesario dividir el evaporador en varios circuitos individuales que se vacían en un cabezal común. Los diversos circuitos se alimentan, normalmente a través de un distribuidor que iguala la alimentación a cada circuito con el fin de mantener elevado la eficiencia del evaporador.

El espacio de las aletas de la tubería del refrigerante variará según la aplicación. Los serpentines para baja temperatura pueden tener pocas como por ejemplo dos aletas por pulgada, mientras que en los serpentines de acondicionamiento de aire pueden tener hasta doce por pulgada o más. En general, si la temperatura del evaporador tiene que bajar a menos de 0°C (32°F), de forma que se produzca acumulación de escarcha, se utilizan generalmente 4 aletas por pulgada o menos, aunque si existen sistemas de descongelación eficaces se utilizan en ciertas ocasiones mayor cantidad de aletas. En las aplicaciones de acondicionamiento de aire raramente constituye un problema la escarcha del serpentín y el límite del espaciado entre aletas se determina por la resistencia del serpentín al flujo de aire.

Dado que la transferencia de calor del serpentín aumenta su eficacia con un aumento en el flujo de la masa de aire que pasa a través de éste, son deseables velocidades altas. Sin embargo, a velocidades superiores de 152-183 metros x minuto, la acumulación de agua en el serpentín procedente de la condensación será arrastrada por la corriente de aire por lo que normalmente no se exceden estas velocidades mientras no se trata de aplicaciones especiales.

2.5.1.2 Caída de Presión y otros factores en el diseño del evaporador

Como se ha indicado previamente, la caída de presión que tiene lugar en el evaporador motiva una pérdida de la capacidad del sistema debida a la presión baja en la salida del evaporador. Esto causa una reducción en la presión de succión, aumentando el volumen específico del gas devuelto al compresor y disminuye el peso del refrigerante bombeado.

Sin embargo, existen otros factores que deben asimismo tomarse en cuenta en el diseño del evaporador. Si la tubería del evaporador es demasiado grande, la velocidad del gas refrigerante puede volverse tan baja que el aceite se acumule en la tubería y no sea devuelto al compresor. El único medio de asegurar satisfactoriamente la circulación del aceite estriba en mantener una adecuada velocidad de

gas. La capacidad de transferencia de calor de la tubería puede asimismo verse grandemente disminuida si la velocidad no es suficientemente para que la refrigerante barra o limpie su pared interna y, la mantenga exenta de una película de aceite.

Los objetivos de la caída de presión baja y la velocidad elevada son directamente opuestos por lo que el diseño final del evaporador debe ser un término medio entre estos dos puntos. Una caída de presión a través del evaporador de .07 a .14 Kg por cm^2 1 a 2 libras por pulgada cuadrada, aproximadamente, es aceptable en la mayoría de las aplicaciones de temperatura alta y media, y de .04 a .07 kilos por cm^2 ($\frac{1}{2}$ a 1 libra por pulgada cuadrada) en evaporadores de baja temperatura.

2.5.1.3 Capacidad del evaporador

Los factores que afectan la capacidad de evaporador son muy similares a los que afectan la capacidad del condensador.

- Área superficial o tamaño del evaporador.
- Diferencia de temperatura entre el refrigerante que se evapora y el medio que se está refrigerando
- Velocidad del gas en los tubos del evaporador. Dentro de la gama comercial normal, a mayor velocidad mayor transferencia de calor.
- La velocidad y flujo sobre la superficie del evaporador del medio que se está refrigerando.
- Material utilizado en la construcción del evaporador.
- El enlace entre las aletas y los tubos es muy importante. Si no existe una unión apretada, la transferencia de calor disminuirá considerablemente.
- Acumulación de escarcha en las aletas del evaporador. El funcionamiento a temperaturas inferiores al punto de congelación con serpentines de tiro forzado producirá la formación de hielo y escarcha en los tubos y aletas. Ello puede provocar la reducción del flujo de aire sobre el evaporador y la disminución de la transferencia de calor
- Tipo del medio que ha de refrigerarse. El calor influye casi cinco veces con mayor efectividad de un líquido al evaporador que de un gas como el aire.
- Punto de saturación del aire que entra. Si la temperatura del evaporador se encuentra por debajo del punto de saturación del aire que entra, tendrá lugar una transferencia de calor latente junto con el sensible.

2.5.2 Diferencia de temperatura deshumidificación

Puesto que para una instalación dada se fijan las características físicas, la variable primaria, como en el caso del condensador, es la diferencia de temperatura entre el refrigerante en evaporación y el medio que se está enfriando, comúnmente llamado DT. Para un serpentín de tiro forzado, entre más frío esté el refrigerante con respecto a la temperatura del aire que entre en el evaporador, mayor será la capacidad del serpentín.

Normalmente se utilizan diferencias de temperaturas de 3°C a 11°C (5°F a 20°F). Pero con fines económicos, la diferencia de temperatura deberá mantenerse tan baja como sea posible, dado que el funcionamiento del compresor será más eficaz a una presión de succión mayor.

La cantidad de humedad condensada del aire está en relación directa a la temperatura del serpentín y, un serpentín que funciona con un diferencial demasiado grande entre la temperatura de evaporación y la temperatura del aire que entra, tenderá a producir una baja humedad en el espacio refrigerado.

En el almacenamiento de verduras, carnes, frutas y otros artículos similares, una humedad reducida motivará una deshidratación excesiva del producto y su deterioro. Para productos almacenados que requieren una humedad relativa muy elevada (el 90% aproximadamente) se recomienda una temperatura de 4° C a 7° C (8° F a 12° F) y para humedades relativas ligeramente menores del 80% una diferencia de temperatura de 7° C a 9° C (12° F a 16° F) es normalmente adecuada.

2.5.2.1 Descongelación de los serpentines.

El hielo y la escarcha se acumularán continuamente en los serpentines que funcionen por debajo de la temperatura de congelación y el flujo de aire a través del serpentín quedará eventualmente bloqueado, a menos que se elimine el hielo. Para permitir un funcionamiento continuo de los sistemas de refrigeración, en donde puede tener lugar un descongelamiento periódico.

En caso de que el aire devuelto al evaporador se encuentre por encima de 0° C (32° F), la descongelación puede llevarse a cabo dejando que el ventilador continúe funcionando mientras que se detiene la marcha del compresor, ya sea durante un período de tiempo previamente establecido o hasta que la temperatura del serpentín suba unos pocos grados sobre 0° C que es la temperatura de fusión del hielo.

Para sistemas de baja temperatura, debe suministrarse una fuente de calor para fundir el hielo. Los sistemas de descongelación eléctricos utilizan bobinas o varillas calefactoras en el evaporador. El agua también es apropiada para la descongelación de sistemas. La descongelación mediante gas caliente es ampliamente utilizada, usando el gas de descarga procedente del compresor desviándolo del condensador y descargándolo directamente en la entrada del evaporador. En los sistemas de descongelación por gas caliente el calor de compresión o alguna fuente de calor almacenado proporciona el calor para descongelación y deben instalarse, en caso necesario, dispositivos de protección adecuados, tales como reevaporadores o acumuladores de succión para evitar que el refrigerante líquido sea devuelto al compresor.

Otros sistemas utilizan una descongelación de ciclo inverso, en la que el flujo de refrigerante se invierte para convertir para convertir el evaporador, temporalmente, en un condensador, hasta que el periodo de descongelación se ha completado. Para evitar la recongelación del condensador fundido en la charola de drenaje del evaporador, se requiere un calefactor en la charola de drenaje.

2.6 El Condensador

Es el aparato mediante el cual un sistema de refrigeración desecha el calor indeseable fuera del sistema, es pues, el dispositivo mediante el cual se transfiere el calor que el vapor del refrigerante sobrecalentado y a alta presión se enfría hasta su condensación al ceder el calor para desecharlo finalmente. Al liberar el calor del sobrecalentamiento es cuando el vapor se transforma al estado líquido.

En esta parte del sistema de refrigeración –el condensado- intervienen tres componentes que integran la unidad de condensación: el compresor que gobierna el volumen por minuto del aire disponible para

el enfriamiento, el recipiente donde se produce la condensación del vapor y desde luego el condensador mismo.

Por principio tres tipos de condensadores que se clasifican según el medio de condensación, así pues, tenemos: condensadores enfriados con aire, condensadores enfriados con agua y condensadores con evaporante o mixtos que hacen el enfriamiento con aire y con agua. Los condensadores enfriados con agua o también llamados de cubierta y serpentín son más pequeños y su instalación es tal que resultan de una estructura compacta. Dentro de éste tipo de condensadores los más usados son los condensadores de tubo en tubo, donde el tubo de circulación del refrigerante es envuelto por uno o más tubos de agua, enrollados en forma de trombón.

Los condensadores enfriados por aire necesitan de equipos auxiliares como ventiladores. Poseen en su estructura tubo y paletas que posibilitan el enfriamiento del vapor, pero que los hacen muy voluminosos o pueden, por lo tanto, utilizarse en grandes instalaciones frigoríficas. Los condensadores evaporantes también funcionan en base a los principios de transferencia de calor por convección, sólo que combinan la capacidad de un líquido evaporante para absorber calor con una corriente de aire que circula en su área circunvecina. Es así que éste tipo de condensador utiliza las ventajas de los otros dos, además de que por usar también tubos doblados normalmente serpentines resultan muy cómodos para sistemas de acondicionamiento de aire como los de los automóviles pequeños.

Igual que con los evaporadores, el condensador es una superficie de transferencia de calor. El calor del vapor refrigerante caliente pasa a través de las paredes del condensador para su condensación. Como resultado de su pérdida de calor hacia el medio condensante, el vapor refrigerante es primero enfriado hasta su saturación y después condensado hasta su fase de estado líquido. Aún cuando la salmuera o algunos refrigerantes de expansión directa se les usa como medios condensantes en aplicaciones de baja temperatura en general, para la gran mayoría de los casos, el medio condensante empleado es aire o agua o una combinación de ambos.

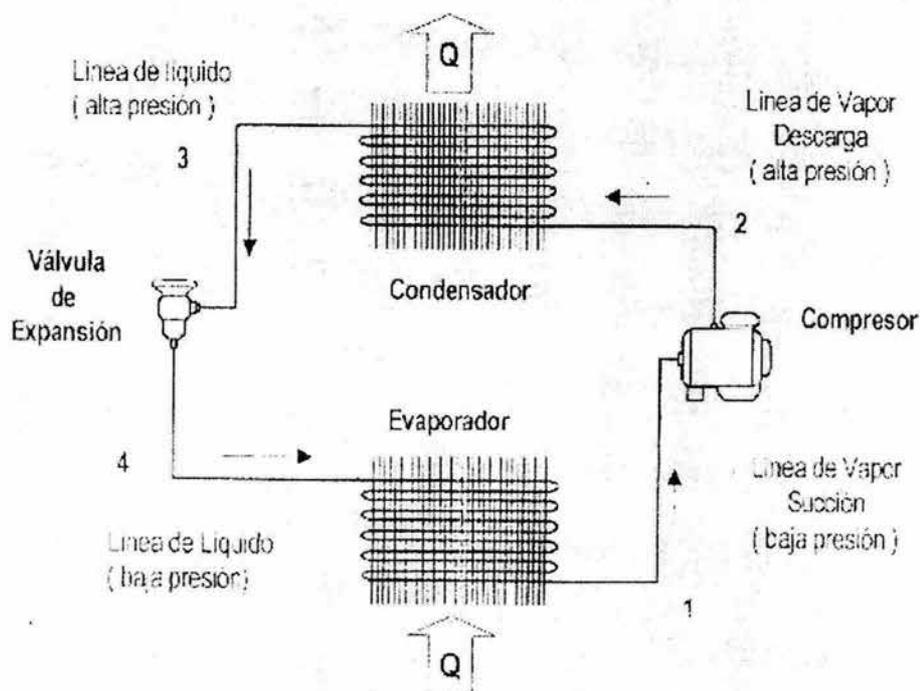
2.7 Capilar o restrictor de flujo

TUBOS CAPILARES

El tubo capilar es el más simple de los controles del flujo refrigerante, consiste de una tubería de longitud fija, de diámetro pequeño, instalada entre el condensador y el evaporador, generalmente se coloca por el lado de la tubería del líquido. Debido a la gran resistencia por fricción que resulta de su longitud y diámetro pequeño y por el efecto del estrangulamiento resultante de la formación gradual de gas en el tubo a medida que la presión del líquido se reduce hasta un valor menor a la presión de saturación, el tubo capilar actúa para restringir o medir el flujo del líquido del condensador al evaporador y también para mantener la diferencia de presión de operación entre éstas dos unidades.

Para cualquier longitud de tubo y diámetro especificado la resistencia del tubo es fija o constante, de modo que la razón del flujo líquido a través del tubo en cualquier instante de tiempo es proporcional al diferencial de presión que se tiene a través del tubo, se mencionó diferencial de presión siendo éste la diferencia entre las presiones vaporizante y condensante del sistema. Debido a que en el sistema el tubo y el compresor están conectados en serie, es evidente que la capacidad del flujo del tubo debe ser necesariamente igual a la capacidad de bombeo del compresor cuando éste último esté funcionando.

En consecuencia, si el sistema funciona con eficiencia y está equilibrado de acuerdo a las condiciones de operación de diseño, la longitud y diámetro interior del tubo deben ser tales que la capacidad de flujo a las presiones de diseño vaporizante y condensante es exactamente igual a la capacidad del compresor a éstas mismas condiciones.



En caso de que la resistencia del tubo sea tal que la capacidad de flujo del tubo sea mayor o menor que la capacidad de bombeo del compresor a las condiciones de diseño, se establecerá un equilibrio entre éstos dos componentes a ciertas condiciones de operación distintas que las condiciones de diseño. Por ejemplo, si la resistencia del tubo es muy grande (tubo muy largo y/o diámetro interior muy pequeño), la capacidad del tubo para pasar refrigerante líquido del condensador al evaporador será menor que la capacidad de bombeo del compresor a las condiciones de diseño, en cuyo caso el evaporador quedará limitado, mientras que líquido en exceso regresará de la parte baja del condensador a la entrada del tubo capilar.

Naturalmente que la limitación en el evaporador traerá como consecuencia una baja en la presión de succión y un aumento en la presión condensante. Ya que ambas condiciones tienden a aumentar la capacidad del flujo de tubo y al mismo tiempo disminuir la capacidad de bombeo del compresor, es evidente que eventualmente se logrará el equilibrio en el sistema en ciertas condiciones de operación

para las cuales la capacidad del tubo y la capacidad del compresor sean exactamente iguales. En éste caso, el punto de equilibrio se tendrá a menor presión de succión y a mayor presión condensante que las presiones de diseño. También, debido a que se reduce la capacidad del compresor a éstas condiciones, la capacidad total del sistema será menor que la capacidad de diseño.

Por otra parte, cuando el tubo no tiene suficiente resistencia (tubo muy corto y /o diámetro interior muy grande), la capacidad de flujo del tubo será mayor que la capacidad de bombeo del compresor a las condiciones de diseño, en cuyo caso se tendrá una sobrealimentación en el evaporador con el peligro de posible regreso de líquido al compresor. Además, no se tendrá un sello líquido en el compresor a la entrada del tubo y, por lo tanto, entrará gas no condensado junto con líquido al tubo. Obviamente, la introducción de calor latente hacia el evaporador en la forma de gas no condensado tendrá el efecto de reducir la capacidad del sistema. Además, debido al exceso de razón de flujo a través del tubo, el compresor no será capaz de reducir la presión en el evaporador hasta el nivel menor deseado.

Para un sistema que use tubo capilar, operará a su máxima eficiencia sólo para ciertas condiciones de operación fijadas. Para otras condiciones de operación la eficiencia del sistema será algo menor a la máxima. Sin embargo, debe indicarse que el tubo capilar es hasta cierto grado auto-compensante y si está debidamente diseñado y aplicado, dará servicio satisfactorio para un rango razonable de condiciones de operación. Normalmente a medida que la carga del sistema aumenta o disminuye, la capacidad del flujo del tubo capilar aumenta o disminuye, respectiva y parcialmente por el cambio de presión condensante que de ordinario producen estos cambios en la carga del sistema y parcialmente también por el cambio de la cantidad de líquido subenfriado que se tiene en el condensador.

La presión condensante se aumentará con el condensador parcialmente lleno de líquido. Al mismo tiempo el líquido al final del condensador estará sujeto a un mayor grado de subenfriamiento, lo cual propiciará la formación de gas en el tubo capilar. Ambas condiciones tienden a aumentar la capacidad de flujo en el tubo aumentándose la capacidad en la tubería del sistema con el aumento de la carga del sistema. Lo inverso, a medida que disminuye la carga del sistema, disminuye la presión condensante y el grado de subenfriamiento, de tal manera que disminuye la capacidad de flujo en el tubo.

El tubo capilar difiere de los otros tipos de control de flujo refrigerante, en que no cierra ni detiene el flujo del líquido hacia el evaporador durante el ciclo de paro. Cuando para el compresor, se igualan las presiones en los lados de alta y baja presión a través del tubo capilar abierto y el residuo del líquido que se tiene en el condensador pasa hacia el evaporador, de presión menor, donde permanece hasta que nuevamente se inicia el ciclo del compresor. Por ésta razón, resulta ser crítica la carga del refrigerante en un sistema de tubo capilar, pues no se tiene tanque receptor entre el condensador y el tubo capilar. Para todos los casos, la carga del refrigerante deberá ser la mínima para satisfacer las necesidades del evaporador y al mismo tiempo mantener un sello líquido en el condensador a la entrada del tubo capilar durante la última parte de la operación del ciclo. Cualquier refrigerante que se exceda de ésta cantidad se regresará al condensador, aumentándose así la presión condensante, la cual a su vez reduce la eficiencia del sistema y tiende a desequilibrar al sistema, aumentando la capacidad del flujo en el tubo.

Si la sobrecarga es suficientemente alta, dará como resultado una sobrecarga en el motor del compresor. Sin embargo es más importante el hecho de que todo el exceso del líquido en el condensador pase al evaporador durante el ciclo de paro. Entrando a la temperatura condensante una cantidad sustancial de líquido causará que se caliente rápidamente el evaporador, causando de ésta

manera deshielo en el evaporador y /o un ciclado corto del compresor. Además, cuando entra una cantidad grande de líquido al evaporador durante el ciclo de paro, se tendrá regreso de líquido al compresor cuando se inicie el arranque del mismo.

Además de su construcción sencilla y bajo costo, el tubo capilar tiene la ventaja adicional de permitir ciertas simplificaciones en el sistema refrigerante, con lo cual se pueden reducir los costos de fabricación. Debido al equilibrio de presiones a través del tubo capilar, en los lados de alta y baja presión durante el ciclo de parada, el compresor arranca en condiciones de “descarga”. Esto permite utilizar para el compresor un motor de bajo par de arranque; de otra manera se necesitaría usar de un motor más caro. Además, la carga refrigerante crítica necesaria en el tubo capilar, es muy pequeña, con lo cual se elimina la necesidad de instalar un tanque receptor. Naturalmente que todos estos conceptos representan ahorro sustancial en el costo del sistema. Debido a esto, los tubos capilares se emplean casi universalmente en todos los tipos de unidades de refrigeración domésticos, tales como refrigeradores, congeladores y enfriadores de cuartos. Muchos de éstos, se usan como pequeñas unidades de paquete comerciales, sobre todo paquetes de acondicionadores de aire.

Los tubos capilares deberán emplearse sólo en aquellos sistemas especialmente diseñados para su uso. Su mejor empleo es para sistemas que tengan carga relativamente constante como en las unidades paquete herméticas de motor-compresor. Específicamente, el tubo capilar no deberá ser usado junto con compresores tipo abierto, debido a que la carga refrigerante en condiciones críticas podrá filtrarse alrededor del sello del eje de un compresor de tipo abierto, con lo cuál lo haría inoperante en un tiempo relativamente corto.

Como regla general, deben también evitarse el uso de tubos capilares en sistemas remotos (cuando el compresor está localizado algo distante del evaporador). Tales sistemas son difícil de cargarlos con exactitud. Además de que se requiere de una gran cantidad de carga de refrigerante para lo largo de las tuberías de líquido y de succión, cuya totalidad se concentra en evaporador durante el ciclo de paro. Por lo menos, se tiene el serio peligro de regreso de líquido al compresor cuando éste inicia su arranque, a menos que se tenga un tanque acumulador adecuado instalado en la tubería de succión. Los condensadores diseñados para usarse con tubos capilares, deberán construirse de tal modo que el líquido drene libremente hacia el condensador por el tubo capilar, a fin de evitar que el líquido quede atrapado en el condensador durante el ciclo de paro, se evaporará y pasará a través del tubo hacia el evaporador en estado de vapor en lugar de hacerlo en estado líquido. La condensación subsecuente de éste vapor en el evaporador agregará innecesariamente calor latente al evaporador reduciéndose así la capacidad del sistema.

Además, el diámetro de los tubos del condensador deberán ser tan pequeños como sea práctico, de modo que una cantidad mínima de líquido en el condensador a la entrada del tubo causará un incremento máximo en la presión condensante y por lo tanto un incremento máximo en la capacidad de flujo en el tubo. En los evaporadores que usan tubos capilares deberán proporcionárseles un depósito para la acumulación del líquido a la salida del evaporador a fin de evitar que el líquido inundado regrese al compresor cuando éste arranque. La función del acumulador es la de retener las oleadas iniciales de líquido proveniente del evaporador cuando arranca el compresor. Para facilitar el regreso del aceite al cárter del cigüeñal del compresor, usualmente el líquido del evaporador entra por el fondo del acumulador, mientras que la succión al compresor se efectúa por la parte superior del mismo.

En casi todos los casos, el mejor funcionamiento se obtiene cuando el tubo capilar se conecta directamente entre el condensador y el evaporador sin intervenir la tubería del líquido. Cuando el condensador y el evaporador están muy separados para tener una conexión directa y práctica ordinariamente se usa otro tipo de control del refrigerante. Es deseable que el tubo capilar quede adherido (soldado) a la tubería de la succión, en algunos tramos, a fin de proporcionar una relación adecuada de transferencia de calor entre ellos para tender a minimizar la formación de gas instantáneo en el tubo capilar, el cual es formado por la expansión gradual del líquido a medida que su presión es reducida, esto reduce seriamente la capacidad del flujo en el tubo capilar. Cuando el tubo capilar no queda adherido a la tubería de succión, el tubo deberá ser suficientemente reducido para compensar la acción estranguladora del vapor en el tubo capilar.

2.8 Compresor

Tipos de compresores

Son tres los tipos de compresores más comúnmente usados en trabajos de refrigeración:

- Recíprocos
- Rotatorios
- Centrífugos

2.8.1. Compresores reciprocantes.

Este tipo de compresor se adapta con refrigerantes que requieran desplazamientos relativamente pequeños y para presiones condensantes relativamente altas. Entre los refrigerantes más usados con este tipo de compresores están el Refrigerante-12, 22, 500 y 717 (amoníaco).

Los compresores reciprocantes pueden ser de acción simple o de acción doble. En los compresores de acción simple, la compresión se efectúa en un solo lado del pistón y sólo una vez en cada vuelta del cigüeñal, mientras que en los compresores de acción doble la compresión del vapor ocurre alternativamente en ambos lados del pistón, de modo que la compresión se efectúa dos veces por cada vuelta del cigüeñal.

2.8.2 Compresores rotatorios.

Los compresores rotatorios de uso común son de tres tipos de diseño general: pistón rodante, paleta rotatoria y lóbulo helicoidal (tomillo).

El tipo de pistón rodante emplea un rodillo de acero cilíndrico el cual gira sobre un eje excéntrico, estando este último montado concéntricamente en un cilindro figura siguiente. Durante cada ciclo de compresión el rodillo cubrirá a lumbreira de descarga, tiempo durante el cual sólo se tendrá vapor de baja presión en el cilindro, el cual es comprimido dentro de éste, para posteriormente descargar vapor de alta presión hacia el espacio que está por encima del nivel del aceite de la carcaza por donde éste pasa hacia la tubería de descarga.

Los compresores tipo paleta emplean una serie de paletas o álabes de las cuales están equidistantes a través de la periferia de un rotor ranurado fig. 2.2. El eje del rotor está montado excéntricamente en un cilindro de acero de tal manera que el rotor caso roza con la pared del cilindro en uno de sus lados, estando separados sólo por una película de aceite. Las paletas se mueven hacia atrás y hacia adelante radialmente sobre las ranuras del rotor a medida que éstas siguen el contorno de la pared del cilindro cuando el rotor está girando.

Las paletas permanecen firmes contra la pared del cilindro por la acción de la fuerza centrífuga desarrollada por el rotor al estar este girando.

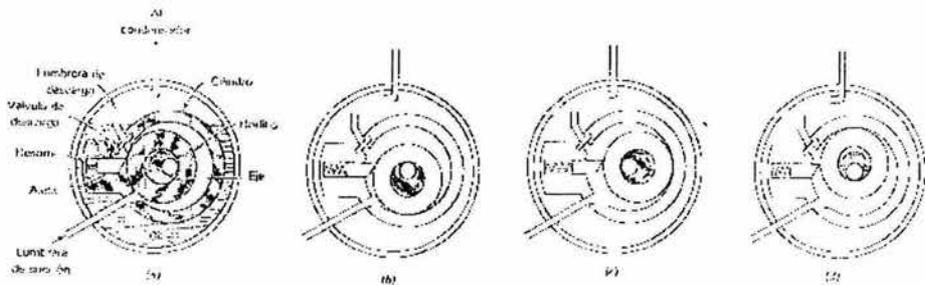
El vapor de la succión es pasado hacia el cilindro a través de las lumbreras de la succión en la pared del cilindro y es atrapado entre las paletas rotatorias. El vapor es comprimido por la reducción de volumen que se tiene como resultado de la rotación de las paletas desde el punto de claro máximo con el rotor hasta el punto de claro mínimo con el rotor. El vapor comprimido es descargado del cilindro a través de las lumbreras localizadas en la pared del cilindro cerca del punto del claro mínimo con el rotor. Las lumbreras de descarga están localizadas de tal manera que permiten la descarga del vapor comprimido en el punto deseado durante el proceso de la compresión.

El compresor rotatorio helicoidal o de tornillo es un compresor de desplazamiento positivo en el cual la compresión se obtiene por el engranamiento de dos rotores ranurados helicoidalmente y colocados dentro de una cubierta cilíndrica equipada con lumbreras adecuadas de entrada y descarga. El rotor principal que es el motriz consiste en una serie de lóbulos (por lo regular cuatro) a lo largo de la longitud del rotor, el cual se engrana con el rotor impulsado similarmente formado por estrías helicoidales (por lo general seis). A medida que giran los rotores, el gas es lanzado hacia la abertura de entrada llenándose el espacio entre el lóbulo del rotor motriz y la estría en el rotor impulsado. A medida que los rotores continúan girando, el gas es movido pasando por la lumbrera de succión y sellando el espacio entre los lóbulos. El gas así atrapado entre los lóbulos es movido axial y radialmente y es comprimido por la reducción directa del volumen a medida que el engranamiento de los lóbulos del compresor reducen progresivamente el espacio ocupado por el gas. Continúa la compresión del gas hasta que el espacio entre los lóbulos se comunica con las lumbreras de descarga en el cilindro y el gas comprimido sale del cilindro a través de dichas lumbreras.

2.8.3 Compresores centrífugos.

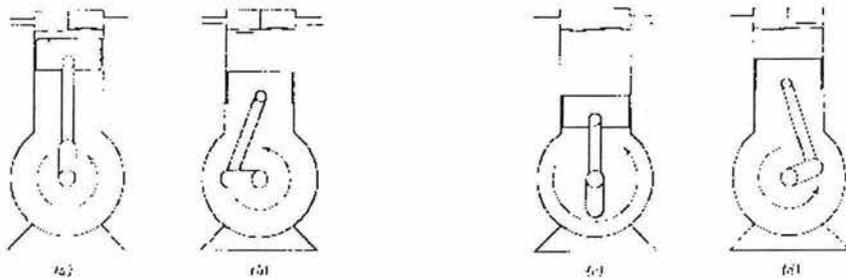
El compresor centrífugo consiste esencialmente de una serie de ruedas impulsoras montadas en un eje de acero contenidas dentro de una carcasa de hierro vaciado. El número de ruedas impulsoras depende bastante de la magnitud de la carga termodinámica que el compresor deba desarrollar durante el proceso de compresión.

Los principios de operación de un compresor centrífugo son similares a los de los ventiladores o bombas centrífugas. El vapor de baja presión y baja velocidad proveniente de la tubería de succión es pasado hacia la cavidad interna o de la rueda impulsora a lo largo de la dirección del eje del rotor. Entrando a la rueda del impulsor el vapor es forzado radialmente hacia fuera y a través de las alabes del impulsor por la acción de la fuerza centrífuga desarrollada por la rotación de la rueda y es descargada en la salida de las álabes hacia la carcasa del compresor a velocidad alta habiendo adquirido el vapor un aumento de temperatura y presión. El vapor de alta presión y alta temperatura es descargado de la periferia de la rueda y es colectado en conductos o pasadizos especialmente diseñados en el cuerpo mismo del compresor, en los cuales se reduce la velocidad del vapor y dirigen a éste hacia la entrada del siguiente impulsor, o en el caso del último paso, lo descargan a una cámara, desde donde el evaporador pasa a la tubería de la descarga hacia el condensador.



2.8.4 Por compresión mecánica

En la figura siguiente se muestra un compresor con el pistón en cuatro posiciones, durante la carrera que efectúa dentro del cilindro. Al moverse el pistón hacia abajo en su carrera de succión, pasa vapor de baja presión, proveniente de la tubería de succión, a través de las válvulas de succión, hacia el cilindro del compresor. En su carrera ascendente del pistón el vapor de baja presión primero es comprimido y después es descargado como vapor de alta presión a través de las válvulas de descarga hacia el cabezal del compresor.



No todo el vapor de alta presión pasará a través de las válvulas de descarga al final de la carrera de compresión. Permanece una cierta cantidad dentro del cilindro en el espacio del claro entre el pistón y la placa de la válvula. El vapor que permanece en el espacio del claro al final de cada carrera de descarga se le llama vapor del claro.

En la figura anterior se muestra un diagrama teórico presión-volumen de un ciclo de compresión teórico.

En el punto A, el pistón está en la parte superior de su carrera, al cual se le conoce como punto muerto superior. Cuando el pistón está en esta posición permanecen cerradas tanto la válvula de succión como la de descarga. La presión alta del vapor contenido en el espacio del claro actúa hacia arriba sobre las válvulas de succión y las mantiene cerradas contra la presión del vapor en tubería de succión.

A medida que el pistón se mueve hacia abajo en la carrera de succión, se expande el vapor de alta presión que se tiene en el espacio del claro. La expansión se efectúa a lo largo de la línea A-B de modo que disminuye la presión en el cilindro a medida que se aumenta el volumen del vapor contenido en el claro. Cuando el pistón llega al punto B, la presión del vapor expandido en el cilindro, es ligeramente menor que la presión del vapor que se tiene en la tubería de succión; con lo cual las válvulas se ven forzadas a abrirse por ser mayor la presión en la tubería de succión que la del vapor de la succión dentro del cilindro empieza cuando las válvulas de succión se abren en el punto B y continua hasta que el pistón llega a la parte inferior de su carrera en el punto C. Durante el tiempo en que el pistón se esta moviendo desde b hasta c el cilindro se llena con vapor de la succión y la presión dentro del cilindro permanece constante e igual a la presión que se tiene en la succión. En el punto C, se cierra la válvula de succión, generalmente por la acción del resorte y empieza la carrera de compresión.

La presión del vapor en el cilindro se aumenta a lo largo de la línea C-D a medida que el pistón se mueve hacia arriba en la carrera de compresión. Al tiempo que el pistón llega a l punto D, la presión en el cilindro ha sido aumentada hasta ser mayor que la presión del vapor en el cabezal del compresor con lo que las válvulas de la descarga se ven forzadas a abrirse pasando por el vapor de alta presión a través de las mismas hacia la tubería de gas caliente. El flujo de vapor a través de las válvulas de descarga continúa hasta que el pistón se desplaza desde D hasta A mientras que la presión en el cilindro permanece constante a la presión de la descarga. Cuando el pistón regresa al punto A, se completa el ciclo de compresión y el cigüeñal del compresor ha girado una vuelta completa.

2.9 Aplicaciones

El compresor se selecciona según el campo de temperaturas a las que se ha de trabajar, y el margen que garantiza el fabricante del compresor. La mayoría de los fabricantes de compresores, dividen el campo de trabajo en varias zonas, siendo las más normales:

LBP	Refrigeradores y congeladores domésticos	-35°C a -10°C
LBP	Refrigeradores y congeladores comerciales	-40°C a -10°C
HMBP	Botelleros y cubiteros	-25°C a +10°C
HBP	Botelleros	-10°C a +10°C
AC	Aire acondicionado	-10°C a +10°C

Seleccionar un compresor fuera de su margen de trabajo normal, puede provocar que el motor y el aceite se quemem, o que le falte potencia para soportar las sobrecargas frigoríficas.

2.10 Accesorios

Cierto número de elementos accesorios se utilizan en los circuitos de refrigeración para fines específicos y su empleo en un sistema concreto depende de la aplicación.

2.10.1 Recibidor

Un recibidor es, básicamente, un tanque de almacenamiento para refrigerante líquido, que se utiliza prácticamente en todas las unidades enfriadas con válvulas de expansión.

El recipiente deberá ser lo suficientemente grande para alojar la carga completa de refrigerante del sistema. Para acumular el refrigerante en el recipiente, éste deberá tener una válvula a la salida. La salida del recipiente debe disponerse de modo que siempre exista refrigerante líquido aun cuando el nivel del tanque receptor pueda variar, con el fin de evitar que pueda penetrar vapor en el conducto de líquido. Por consiguiente, si la salida se encuentra en la parte superior o si se ha colocado a un lado, se utiliza un tubo sumergido que se extiende hasta $\frac{1}{2}$ ", aproximadamente del fondo.

En los sistemas pequeños que utilizan tubos capilares para la alimentación de refrigerante muy reducidos y si la carga de funcionamiento es claramente constante, puede eliminarse el recipiente del sistema con un cuidadoso diseño del evaporador y del condensador. En caso de que el condensador tenga un volumen suficiente para proporcionar un espacio de almacenamiento, no se precisa de un recipiente separado, tal como sucede en las unidades enfriadas por agua con condensador de casco y tubo.

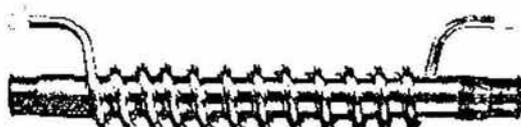
2.10.2 Intercambiadores de calor

Un intercambiador de calor es un dispositivo para transferir calor de un medio a otro. En los sistemas de refrigeración comercial, el término general de intercambiador de calor se emplea para describir un componente que transfiere el calor del refrigerante líquido al gas de succión.

Tal como se ha indicado anteriormente, el intercambiador de calor se utiliza para elevar la temperatura del gas en la succión, con varios fines:

- 1.-Evitar la escarcha o la condensación
- 2.-Sub-enfriar el refrigerante líquido suficientemente para evitar la formación de gas en el conducto de líquido.
- 3.-Para evaporar cualquier refrigerante líquido que salga del evaporador.
- 4.-Para aumentar la capacidad del sistema.

Un intercambiador de calor típico se representa en la figura siguiente. El gas de succión fluye a través del tubo mayor central, mientras que el líquido es conducido a través del tubo pequeño dispuesto en torno del tubo de succión. El vapor de succión frío absorbe el calor del líquido caliente de alta presión mediante el contacto metálico de tubo a tubo. Frecuentemente se disponen aletas internas en la sección de gas de succión para aumentar la transferencia de calor entre el gas de succión y el refrigerante líquido.

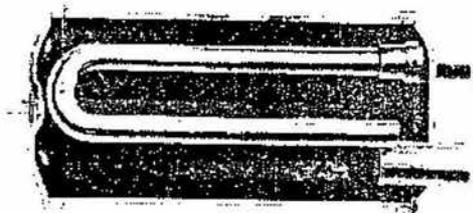


CAMBIADOR DE CALOR ENTRE LA LINEA DE LIQUIDO Y LA DE SUCCION

2.10.3 Acumuladores de succión

Si se permite que el refrigerante líquido inunde el sistema y que vuelva al compresor antes de ser evaporado, puede causar el deterioro del compresor debido al golpeteo de los pistones al tratar de comprimir el refrigerante líquido, la pérdida de aceite del cárter o el gasto excesivo de los cojinetes. Para proteger contra ésta condición a los equipos de enfriamiento utilizados como bombas de calor, refrigeración en camiones, o en cualquier instalación en donde pueda regresar el refrigerante en forma líquida al compresor, se utiliza frecuentemente un acumulador de succión.

La función del acumulador consiste en interceptar el refrigerante líquido antes de que pueda alcanzar el cárter del compresor. Este debe colocarse en la tubería de succión, entre el evaporador y el compresor; debe tener una capacidad lo suficientemente grande para alojar la máxima cantidad de líquido que pudiera producir la inundación. Debe estar equipado o bien con una fuente de calor para evaporar el refrigerante líquido o de un aditamento para regresar el líquido al compresor poco a poco (orificio de retorno). Asimismo debe establecerse un regreso efectivo del aceite para que éste no quede atrapado en el acumulador.



CAMBIADOR DE CALOR ENTRE LA LÍNEA DE LÍQUIDO Y LA DE SUCCIÓN

2.10.4 Separadores de aceite

Aunque los sistemas bien diseñados son efectivos para evitar problemas de retorno del aceite, existen ciertos casos en los que el empleo de separadores de aceite pueden ser necesarios. Estos se requieren con mayor frecuencia en los sistemas de temperatura ultra-baja, con evaporadores inundados, o en otros sistemas en los que se producen problemas de retorno de aceite.

Un separador de aceite es básicamente una cámara de separación para el aceite y el gas de descarga. En un sistema de refrigeración siempre existe alguna cantidad de aceite en circulación y el aceite que abandona el compresor es arrastrado por el gas de descarga caliente, el cual se desplaza a gran velocidad. El separador de aceite, cuando se utiliza se instala en el conducto de descarga entre el compresor y el condensador. Por medio de deflectores y una reducción de la velocidad del gas en la cámara separadora de aceite, la mayor parte del aceite se separa del gas caliente y es devuelto al cárter del compresor mediante una válvula de flotador y tubería de conexión.

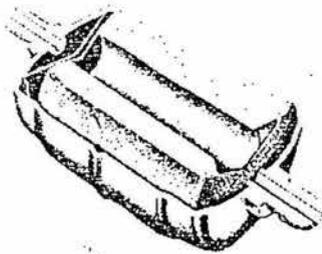
La eficacia de un separador de aceite varía con las condiciones de carga y nunca es eficaz al 100%, aún en condiciones ideales. En caso de que el diseño de un sistema motive el arrastre, un separador de aceite únicamente puede demorar la dificultad de lubricación, pero no subsanarla.

2.10.5 Deshidratadores

La humedad es uno de los enemigos básicos de un sistema de refrigeración y el nivel de humedad debe ser mantenido al mínimo con el fin de evitar alteraciones en el funcionamiento del sistema o el deterioro del compresor. Aún con las más extremas precauciones, la humedad penetrará en un sistema en el momento en que éste se abra para mantenimiento. A menos que el sistema sea evacuado a fondo y vuelto a cargar después de haber estado expuesto a la humedad, el único medio efectivo para eliminar pequeñas cantidades de humedad es el empleo de un deshidratador.

Los deshidratadores o secadores, tal como se denominan comúnmente, están constituidos por una envoltura rellena con un secante o agente de secado, provista de un filtro adecuado en cada extremo. Algunos secadores se han fabricado en forma de un bloque poroso, de modo que el refrigerante se filtra a través de la totalidad del bloque. Los deshidratadores se montan en la línea de líquido, de forma que todo el refrigerante en circulación pasa a través del secador cada vez que circula por el sistema. La mayoría de los secadores están constituidos de modo que puedan desempeñar la doble función de filtro y secador.

Se utilizan muchos agentes de secado diferentes, aunque prácticamente todos los secadores modernos son o bien del tipo desechable o del tipo de elemento recambiable, y se considera buena práctica el desechar el elemento secador utilizado, cada vez que se abre el sistema, y sustituirlo por un nuevo secador o agente secador.



FILTRO DESHIDRATADOR

2.10.6 Filtros para la línea de succión

Con el fin de proteger al compresor de basuras dejadas en el sistema cuando se efectuó su instalación, se utilizan filtros en la línea de succión. Estos filtros están diseñados para su instalación permanente y pueden ser del tipo cerrado o pueden estar equipados con un elemento reemplazable, de modo que el filtro pueda ser cambiado con facilidad en caso de ser necesario.

2.10.7 Indicadores de humedad y de líquido

Un indicador de líquido permite al operario observar el flujo del refrigerante en el sistema. Las burbujas o espumas en el indicador de líquido muestran una escasez de refrigerante o una restricción en la línea de líquido cosas que afectan el funcionamiento del sistema. Los indicadores de líquido se utilizan ampliamente como medios para determinar si el sistema está adecuadamente cargado cuando se añade refrigerante.

Los indicadores de humedad han sido incorporados a los de líquido, tal como se aprecia en la figura siguiente.



INDICADOR DE HUMEDAD

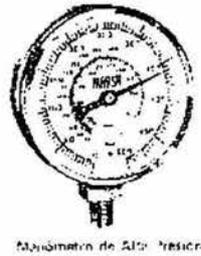
El indicador de humedad proporciona una señal de aviso para el empleado de servicio, en el caso de que la humedad haya penetrado en el sistema, indicando que el deshidratador debe ser cambiado o que de otra forma debe secarse el sistema.

2.10.8 Manómetros de refrigeración

Los manómetros, calibrados en forma especial para su empleo en refrigeración, constituyen la herramienta principal del mecánico de servicio para comprobar el funcionamiento del sistema. Los manómetros para el lado de alta presión del sistema tienen escalas con lecturas desde 0 a 21 Kg./cm.² (0 a 300 lb./plg.²) o para usarse con presiones elevadas, de 0 a 28 Kg./cm.² (0 a 400 Lb./plg.²)

Los manómetros para la parte de baja presión se denominan manómetros compuestos, ya que la escala está graduada para presiones superiores a la presión atmosférica, en Kg./cm.² (lb./plg.²), y para presiones por debajo de la presión atmosférica, en vacío en milímetros (pulgadas) de mercurio.

El manómetro compuesto está calibrado desde 762 milímetros (30 pulgadas) de vacío a presiones que oscilan desde 4 a 11 Kg. /cm.² (57 a 156 Lb./plg.²), según sea el diseño del manómetro. Adicionalmente a las escalas de presión se representan en la carátula del manómetro las temperaturas de saturación equivalentes para los refrigerantes normalmente utilizados.



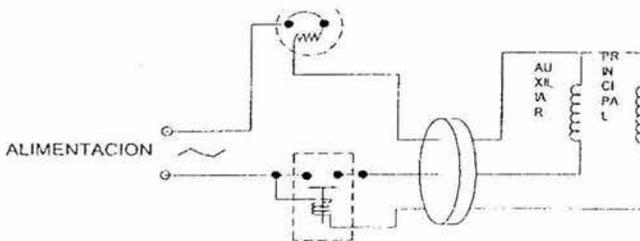
MANÓMETROS DE REFRIGERACIÓN

2.11 El motor eléctrico

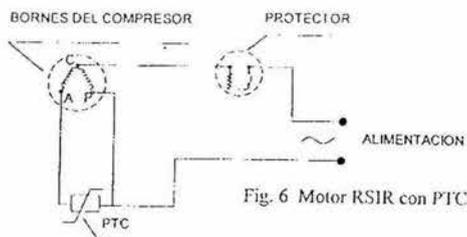
El motor eléctrico de los compresores herméticos de tamaño pequeño y mediano puede ser monofásico y trifásico. Hablaremos sólo de los motores monofásicos, y los cuáles se dividen en cinco clases conocidas por su abreviatura en inglés:

RSIR	Resistense Star-Induction Run
CSIR	Capacitor Star-Induction Run
RSCR	Resistance Star-Capacitor Run
PSC	Permanent Split Capacitor
CSR	Capacitor Star and Run

2.11.1 Motor tipo RSIR



En la figura anterior vemos que el motor tiene dos bobinas, la principal o de marcha, que es la que siempre está conectada, y la auxiliar ó de arranque, que es la que ayuda a la principal a arrancar el compresor. Una vez que el motor llega a revolucionarse, el relé de intensidad o mecánico, desconecta la bobina auxiliar.

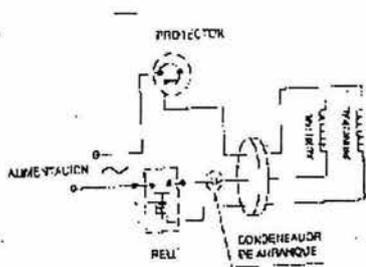


Motor RSIR con PTC

La figura anterior es el esquema del mismo motor RSIR pero, con relé estático tipo PTC (Positive Temperature Coefficient). El PTC es una termistancia que a temperatura normal tiene poca resistencia ohmica y deja pasar la corriente a la bobina auxiliar. Al pasar la corriente por la PTC aumenta su temperatura y cuando llega a unos 120° C, su resistencia ohmica aumenta bruscamente a valores de varios miles de ohmios con lo que sólo deja pasar a la auxiliar una corriente de algún miliamperio, o sea, que prácticamente es como si cortara la línea de ésta bobina, pero ya después de que el motor esté revolucionado.

2.11.2 Motor CSIR

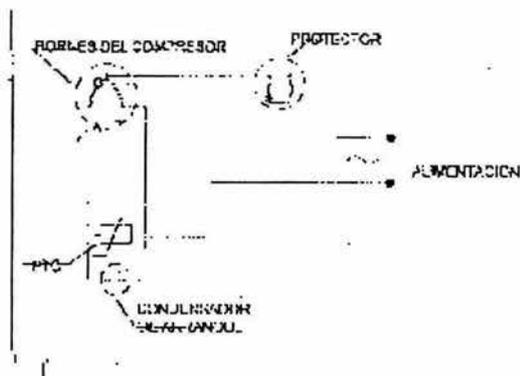
El motor CSIR tiene poco par de arranque. Si se necesita un alto par de arranque es necesario poner un condensador en serie con la bobina auxiliar (siguiente figura). Una vez en marcha el motor el relé desconecta esta bobina y el condensador.



Motor CSIR

2.11.3 Motor tipo RSCR

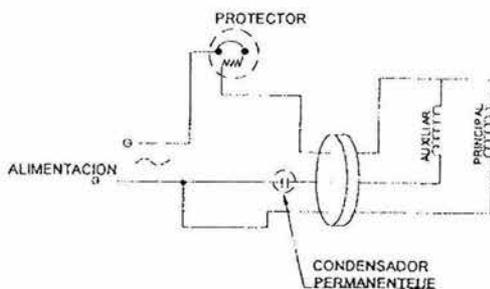
Para disminuir el consumo eléctrico aumentando el rendimiento del motor, existe la solución de éste motor que consiste en añadir un condensador en serie con la auxiliar pero a diferencia del tipo CSIR, éste condensador está en paralelo con la PTC por lo que después del arranque continúa conectado y junto con la bobina auxiliar funcionan permanentemente, con lo que al trabajar las dos bobinas aumenta el rendimiento del motor (siguiente figura). En el momento del arranque se necesita la PTC, porque con sólo el condensador no habría suficiente par de arranque.



Motor RSCR

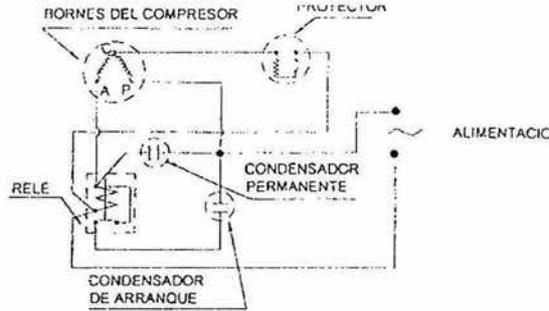
2.11.4 Motor Tipo PSC

A medida que los compresores van aumentando de tamaño, llega un momento en que la bobina principal habría de ser muy dimensionada para poder desarrollar la potencia necesaria. Para que el motor tenga suficiente par, se necesita que trabaje también la bobina auxiliar, para lo cual se conecta un capacitor permanente en serie con la bobina auxiliar (siguiente figura).



2.11.5 Motor tipo CSR

Si un sistema necesita la potencia de un motor PSC, pero al mismo tiempo también es necesario un alto par de arranque, hay que poner un capacitor de arranque en paralelo con el permanente. La capacidad resultante es la idónea para un alto par de arranque, pero una vez que el motor está en funcionamiento, ésta capacidad es excesiva para tener un buen par motor de funcionamiento, por lo que el capacitor de arranque se pone en serie con un relé de tensión para que lo desconecte durante la marcha. La siguiente figura muestra como la bobina del relé está conectada en bornes de la bobina auxiliar, así se asegura que al paso se cierra la línea del capacitor, y al revolucionarse el motor, la tensión inducida en la bobina auxiliar hace actuar al relé desconectando el capacitor.



Motor CSR

2.12 Vacío del sistema

En el sistema frigorífico, el fluido que absorbe el calor en el evaporador, es el gas refrigerante que introducimos en él. El aire es una mezcla de gases que, a las presiones y temperaturas con que el compresor y el condensador suelen trabajar, no se puede licuar, por ello es necesario extraerlo antes de cargar el refrigerante.

2.12.1 Presión y vacío

Hay dos maneras de medir el vacío de un sistema: midiendo la presión residual respecto al vacío absoluto, o bien considerando la presión atmosférica como origen o cero, y a partir de este cero llamarlo vacío, expresándolo en columna de mercurio(Hg).

La presión medida a partir del cero absoluto, se llama presión absoluta, y la medida a partir de la atmosférica se llama presión relativa. De ésta forma el vacío expresado en columna de Hg aumenta a medida que la presión absoluta disminuye.

2.12.2 Unidades de presión y vacío

Actualmente la unidad legal de presión en el sistema Internacional es el Pascal (Pa) que por definición es Newton/m. Esta unidad es demasiado pequeña por lo que en refrigeración se utiliza el bar que es un múltiplo del Pa. La equivalencia entre las principales unidades es:

1 bar= 100.000 Pa
1 bar= 1,0197 Kg/cm ²
1 bar= 0,9869 atmósferas
1 bar= 14,504 lb/plg ²
1 atm= 76 cm de columna de Hg (76 cm. Hg)
1 atm= 29,921 pulg. Hg
1 atm= 1,033 Kg/cm ²

$$1 \text{ Kg/cm}^2 = 14,233 \text{ psi}$$

Cuando se expresa el vacío midiendo la presión absoluta, las unidades pueden ser cualquiera de las citadas. Si se indica el vacío como presión inferior a la atmosférica, es decir como vacío relativo, para transformarlo a presión absoluta se resta del valor de una atmósfera, en la misma unidad con que se da éste vacío, y la diferencia es la presión absoluta, por ejemplo:

-0,75 bars ó 0,75 bars de vacío;
como 1 atmósfera es igual a 1,0133 bars, restaremos
 $1,0133 - 0,75 = 0,2633$ bars absolutos.

Ejemplo:
15,327 pulgadas Hg de vacío, restaremos:
 $29,921 - 15,327 = 14,594$ pulgadas Hg absolutas

La presión residual del sistema antes de cargarlo de gas, ha de ser como máximo 0,2 mm Hg (ó 200 micrones). Esta presión sólo es posible obtenerla con una bomba de vacío y no es posible obtenerlo con un compresor frigorífico.

2.13 Humedad e Impurezas

La humedad residual en un sistema frigorífico es muy peligrosa, pues no solamente puede taponar la salida del capilar o del orificio de la válvula de expansión al formarse la bolita de hielo, sino que también llega a descomponer el refrigerante formando ácidos que atacan las partes metálicas. Sobre todo el problema más grave es el ataque y consecuente disolución, de las paredes de cobre, pues en contacto con el hierro de la mecánica del compresor, se deposita una capa de cobre que puede llegar a agarrar las partes en movimiento.

Los fabricantes de los componentes del sistema frigorífico, suelen venderlos deshidratados, con los que es suficiente un buen vacío y la utilización del deshidratador, para asegurar que no habrá exceso de humedad residual. Si los componentes no están deshidratados, se deben poner en una estufa hasta alcanzar la temperatura de 110° C y después dejarlos enfriar con una corriente suave en un ambiente de aire seco. También se pueden hermetizar con tapones de goma, inyectar a través de ellos aire ó nitrógeno secos, dejando una presión suficientemente alta para que al enfriarse la pieza no descienda esta presión por debajo de la atmosférica.

Las impurezas no metálicas hacen disminuir las prestaciones del sistema frigorífico al ponerse entre las válvulas y su asiento en la placa, provocando fugas entre el lado de baja y de alta del compresor o tapando, en todo o en parte, al capilar u orificio de la válvula de expansión y también, si hay exceso de impureza, pueden obstruir la malla del filtro. Si las impurezas son metálicas es más grave, ya que además de obstruir las partes citadas o provocar fuga de válvulas, al ser absorbidas por la bomba de aceite y pasar al circuito de lubricación pueden rayar e incluso agarrar a las partes en movimiento como el pistón-cilindro, cigüeñal-cojinete, etc. Para limpiar de impurezas los tubos del sistema, se debe hacer con un disolvente que no contenga cloro, por ejemplo el eptano y después de un barrido con aire seco, ponerlo en estufa para eliminar los restos de disolvente y deshidratarlo.

III Diagrama de Molliere

3.1 Presión

Es la fuerza ejercida por unidad de área. Puede describirse como una medida de la intensidad de una fuerza en un punto cualquiera sobre la superficie de contacto. Cuando una fuerza está distribuida uniformemente sobre un área, la presión será la misma sobre cualquier punto de la superficie de contacto y podrá ser calculada dividiendo la fuerza total ejercida entre el área total sobre la cual la fuerza está aplicada. Esta relación queda expresada por la ecuación: $p=F/A$, donde:

p = presión en unidades de F entre unidades de A

F= fuerza total en cualquier unidad de fuerza

A= área total en cualquier unidad de área

Como se indica en la ecuación anterior las presiones están expresadas en unidades de fuerza por unidad de área, y por lo general en libras por pulgada cuadrada (lb/plg²) o en libras por pie cuadrado (lb/pie²).

3.2 Presión atmosférica

La tierra está rodeada de una cubierta de aire atmosférico que se extiende hacia arriba de la superficie de ella hasta una distancia de 50 millas o más. Debido a que éste aire tiene masa y está sujeta a la acción de la gravedad, ésta ejerce una presión que se conoce como presión atmosférica.

Imaginemos una columna de aire de 1 plg² de sección transversal elevándose desde la superficie de la tierra al nivel del mar hasta los límites superiores de la atmósfera, tal columna de aire supuesta tiene una masa que la fuerza gravitacional ejercida a nivel del mar(en la base de la columna) es de 14.696 lb. debido a que ésta fuerza total es ejercida sobre 1 plg², la presión ejercida por la atmósfera a nivel del mar es 14.696 lb/plg², que por lo general se redondea a 14.7 lb/plg². Este es el valor conocido como presión barométrica(atmosférica) normal al nivel del mar y algunas veces referida como presión de una atmósfera.

La presión atmosférica no permanece constante sino que varía algo con la temperatura, humedad y algunas otras condiciones. La presión atmosférica varía también con la altura, disminuyendo su valor a medida que se incrementa la altura.

3.3 Calor y temperatura

El calor es una forma de energía y se manifiesta por el movimiento vibratorio de las moléculas de los cuerpos, de forma que a medida que vamos dando calor va aumentando la velocidad de este movimiento.

La temperatura es la rapidez con que se mueven las moléculas y determina lo que podríamos llamar nivel de energía calorífica del cuerpo. Al ser el calor una forma de energía, no se puede crear ni destruir, solo podemos transferirlo y así cuando se ponen en contacto dos cuerpos cuyas moléculas tienen un diferente nivel de energía, el que tiene mayor nivel o temperatura, cede calor al de menos temperatura hasta que éstas se igualan.

Se entiende por cantidad la suma de la energía de todas las moléculas de un cuerpo, por lo que depende de su temperatura y de la cantidad de moléculas, o lo que es lo mismo de su masa.

Para entender mejor la diferencia entre temperatura y cantidad de calor pondremos el siguiente ejemplo: Tenemos dos recipientes con 1 Kg. de agua cada uno, ambos a la misma temperatura de 30 grados y les añadimos a uno 100 gramos a 80 grados y al otro 500 gramos a 70 grados. Veremos que las temperaturas de ambos recipientes suben y una vez estabilizadas, donde hemos añadido el agua más caliente, su temperatura final es de 34 grados, y en cambio, en el otro recipiente con agua menos caliente alcanza los 43 grados.

Esto se explica porque a pesar de haber añadido en el primer recipiente agua cuya temperatura era 10 grados superior a la otra, como su masa era inferior en 400 gramos, la cantidad total de calor añadida era más baja, por lo que el calor cedido resultaba inferior y así aumentaba menos la temperatura del agua del primer recipiente.

3.4 Estados de la materia

El estado de la materia depende del nivel de energía o temperatura de sus moléculas y se puede presentar en tres formas: sólido, líquido y gaseoso. Un material es sólido cuando la fuerza de atracción entre sus moléculas es superior a la energía cinética debido a su movimiento vibratorio de manera que, la forma y dimensiones del material no varían.

Si a un cuerpo sólido le damos calor, aumenta su temperatura y por lo tanto su energía molecular, hasta que llega un momento en que ésta es superior a la fuerza de atracción que mantiene unidas las moléculas, con lo que toman una cierta separación, cambiando su forma y llenando el recipiente en el que esté introducido el cuerpo, pero sin quedar totalmente libres de la atracción molecular, por lo que no sobrepasarán un nivel o superficie que siempre será horizontal; éste estado se llama líquido y fusión al fenómeno durante el cual hace el cambio.

El estado gaseoso aparece después de aportar suficiente calor a un líquido y al llegar a una temperatura en la que la energía cinética de sus moléculas es tan grande, que vence totalmente a la fuerza que las mantenía todavía juntas y éstas se dispersan libres en todas direcciones, llenando completamente el recipiente que las contiene; el fenómeno que produce éste cambio de estado se llama vaporización. El ejemplo más característico de los tres estados nos lo da el agua, que es el único cuerpo que se puede hallar en la naturaleza en forma sólida (hielo), líquida y gaseosa (humedad del aire).

3.5 Unidades de medida del calor

Las que más se utilizan son: la caloría, que es el calor necesario para aumentar un grado Centígrado, la temperatura de un gramo de agua, o su múltiplo la kilocaloría y la Unidad Térmica Británica, denominada BTU por sus siglas en inglés, que es el calor que hay que añadir a una libra de agua para aumentar un grado Fahrenheit su temperatura.

La relación de conversión de ambas unidades es:

$$1 \text{ Kc} = 3,97 \text{ BTU} \text{ ó } 1 \text{ BTU} = 0,252 \text{ Kc}$$

En el sistema internacional la unidad es el julio y equivale a 0.239 calorías

3.5.1 Formas de calor

Hay tres formas de calor que son: Calor específico, calor sensible y calor latente

Calor específico.-El calor específico de un cuerpo es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de su unidad de masa. El calor específico del agua por definición coincide con la unidad de calor, es decir es 1 caloría / gr / °C, el agua es la materia que tiene el calor específico más alto.

Calor sensible.-El calor sensible es el que se añade o se quita a un cuerpo cuando aumenta o disminuye su temperatura, siendo proporcional a su masa y a la diferencia entre las temperaturas inicial y final.

Esta cantidad de calor será pues:

$$Q=m.Ce(t^1-t^2)$$

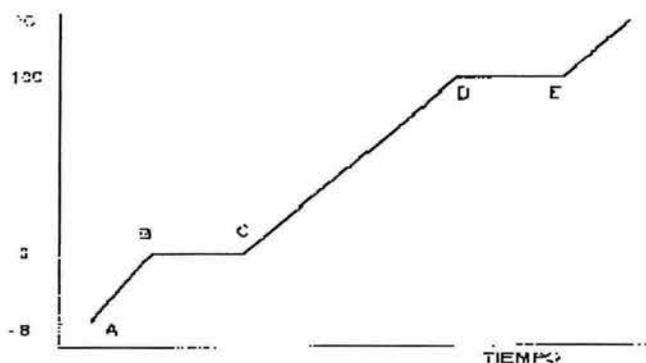
en la que,

m	es la masa del cuerpo
Ce	su calor específico
t ¹ -t ²	temperatures inicial y final

Calor latente.- Llamamos calor latente al necesario para realizar el trabajo del cambio de estado a una temperatura determinada a la unidad de masa de un cuerpo sin que éste calor haga cambiar su temperatura.

Supongamos que tenemos hielo a -8° C y le vamos dando calor hasta subir su temperatura a 0° C, en éste momento y si seguimos calentándolo veremos que empezará a fundirse pero en cambio su temperatura permanecerá invariable hasta que todo el hielo se haya transformado en agua líquida a 0° C. Si continuamos añadiendo suficiente calor, la temperatura del agua irá subiendo hasta llegar a 100° C, instante en el que empezará a hervir sin variar tampoco su temperatura, pasando al estado gaseoso.

Trasladando a una gráfica el proceso explicado, veremos en la figura siguiente que el aumento de la temperatura del hielo hasta 0° C es el segmento AB, el calor necesario para éste aumento es el calor sensible.



El cambio de estado de sólido a líquido es el segmento BC, en el que vemos la temperatura constante a 0° C, siendo el calor aportado el calor latente de fusión.

El tramo CD corresponde al calor sensible necesario para elevar la temperatura del agua formada, desde 0° C hasta 100° C.

La ebullición a 100° C es la recta DE y el calor añadido es el calor latente de ebullición a presión atmosférica, si hiciéramos el proceso partiendo de vapor de agua y substrayéndole calor comprobaríamos que haría el mismo recorrido EA pero los fenómenos descritos se sucederían en orden inverso.

El calor latente de fusión del agua es de 80 cal / gr, y su calor latente de evaporación es 539 cal/gr, a presión atmosférica.

3.5.2 Formas de transmisión de calor

El calor siempre va del cuerpo de más temperatura, o más caliente, al de menos temperatura, éste transporte de calor se puede hacer de tres formas: por conducción, radiación o convección.

3.5.2.1 Transmisión por conducción

Al ponerse en contacto dos cuerpos, las moléculas del que tiene más temperatura le comunican parte de su energía a las moléculas más próximas del otro cuerpo; una vez que se han calentado, transmiten parte de la energía ganada a las contiguas del mismo cuerpo que todavía están a su temperatura original, y así sucesivamente hasta que se iguala toda su masa, dependiendo la temperatura final de la cantidad de calor que le cede el otro cuerpo.

Esta transmisión de calor desde la parte más caliente hasta la menos caliente que se transmite a través del propio cuerpo, se llama conducción.

3.5.2.1.1 Coeficiente de conductividad térmica

Es la velocidad con que el calor se transmite a través de un cuerpo y se define como la cantidad de calor que pasa en una hora (caudal calorífico) por un metro cuadrado de superficie a través de un metro de espesor y por cada grado de salto térmico entre las partes a temperatura diferente.

3.5.2.2 Transmisión por convección

Cuando un fluido, sea líquido o gas, contenido en un recipiente está inmerso en un ambiente de temperatura diferente, hay un transporte de calor de uno a otro que provoca que la temperatura de las moléculas del fluido en contacto con las paredes del recipiente sea diferente de las moléculas del resto de su masa.

Esta diferencia de temperatura provoca a su vez una diferencia de densidades que hace que las partes más densas, o más calientes, hacia lo alto, este movimiento del fluido se llama “convección” y no cesa hasta que toda la masa se pone a la misma temperatura. La convección se llama natural cuando es debida solo a las diferencias de temperatura y generalmente es de velocidad lenta.

Cuando interesa acelerar el transporte de calor, se aumenta la velocidad de la convección de una manera artificial sea con un agitador o por el efecto chimenea, entonces se le denomina convección forzada.

3.5.2.3 Transmisión por radiación

Supongamos un recinto perfectamente aislado térmicamente del exterior y con el vacío absoluto en su interior pero con dos cuerpos a temperaturas desiguales entre sí y ambos diferentes a la temperatura de la pared interior del recinto. Al cabo de cierto tiempo, comprobaremos que las tres temperaturas son iguales, a pesar de que no hay ningún medio que pueda transportar el calor de uno a otro cuerpo ni del exterior a la pared interior.

La explicación es debida a que todos los cuerpos por encima del cero absoluto, emiten una radiación térmica que se transmite en línea recta y que al incidir en otro cuerpo queda absorbida parte de esta energía, el resto es reflejada por el cuerpo. Un ejemplo bien conocido es la energía que recibimos del Sol; éste nos envía su calor mediante los rayos solares que nos llegan hasta la tierra a pesar de tener que atravesar el vacío de los espacios interplanetarios.

3.6 Diagramas de Presión/Entalpía

3.6.1 Diagramas de ciclos

Para un buen conocimiento del ciclo compresión vapor se requiere de un estudio intenso no sólo de los procesos particulares que constituyen el ciclo, sino también de las relaciones que existen entre los diferentes procesos y los efectos que un cambio en cualquiera de los procesos del mismo. Esto se ha simplificado lo suficiente por el uso de gráficas y diagramas sobre los cuales se puede mostrar en forma gráfica todo el ciclo completo.

La representación gráfica del ciclo de refrigeración permite observar simultáneamente todas las consideraciones deseadas en los diferentes cambios que ocurren en la condición del refrigerante durante el ciclo y el efecto que estos cambios produzcan en el ciclo, esto sin necesidad de conservar en la mente todos los valores numéricos involucrados en el problema del ciclo. Los diagramas que con frecuencia se usan en el análisis del ciclo de refrigeración son los de presión-entalpía (ph) y temperaturas-entropía (Ts). De los dos, el de más utilidad es el diagrama presión-entalpía.

3.6.1.1 El diagrama presión-entalpía

En la figura siguiente se muestra el diagrama presión-entalpía del R-12. La condición del refrigerante en cualquier estado termodinámico puede quedar representado por un punto en el diagrama ph . El punto sobre el diagrama ph que represente a la condición del refrigerante para cualquier estado termodinámico en particular puede ser trazado si se conocen dos propiedades cualesquiera del estado del refrigerante. Una vez localizado el punto sobre el diagrama, podrán obtenerse de la gráfica todas las demás propiedades del refrigerante para dicho estado.

Tal como se muestra en el esquema del diagrama ph en la figura 2, la gráfica es dividida en tres áreas separadas una de otra por las líneas de líquido saturado y vapor saturado. El área sobre la gráfica que está en la parte izquierda de la línea de líquido saturado, se le llama región subenfriada. Para cualquier punto en la región subenfriada, el refrigerante está en la fase líquida y su temperatura es menor a la temperatura de saturación correspondiente a su presión. El área que está a la derecha de la línea de vapor saturado es la región de sobrecalentamiento y el refrigerante está en la forma de vapor sobrecalentado.

La sección del diagrama comprendida entre las líneas de líquido saturado y vapor saturado es la región de mezclas y representa el cambio de fase del refrigerante entre las dos líneas de saturación representa a un refrigerante en la forma de mezcla líquido-vapor. La separación entre dos puntos a lo largo de cualquier línea de presión constante, proporcionará lecturas en la escala de entalpía colocada en la parte inferior del diagrama para obtener el calor latente de vaporización del refrigerante a dicha presión.

Las líneas de líquido saturado y vapor saturado no son con exactitud paralelas entre sí porque el calor latente de vaporización del refrigerante varía con la presión a la cual ocurre el cambio de fase. Sobre el diagrama, el cambio de fase de líquido a vapor ocurre en forma progresiva de izquierda a derecha, mientras que el cambio de fase de vapor a fase líquida ocurre de derecha a izquierda. Cerca de la línea de líquido saturado, la mezcla de líquido-vapor es fundamentalmente líquido.

Las líneas de título constante en la fig.3 se extienden desde la parte superior hasta la parte superior hasta la parte baja del diagrama y son casi paralelas a las líneas de líquido saturado y vapor saturado, indicándose en las mismas los porcentajes de vapor en la mezcla en incrementos de 10%. Por ejemplo, un punto cualquiera sobre la línea de título constante más próxima a la línea de líquido saturada, el título de la mezcla líquido-vapor es 10%, lo cual indica que 10% (en masa) de la mezcla es vapor.

En forma análoga, el título en la mezcla en cualquier punto a lo largo de la línea de título constante más próxima a la línea de vapor saturado, el título es 90% y la cantidad de vapor en la mezcla líquido-vapor es 90%. En cualquier punto sobre la línea de líquido saturado el refrigerante será líquido saturado y en cualquier punto a lo largo de la línea de vapor saturado, el refrigerante será vapor saturado. Las líneas horizontales que cruzan el diagrama son líneas de presión constante y, las líneas verticales son líneas de entalpía constante.

Las líneas de temperatura constante en la región subenfriada del diagrama, son casi verticales y paralelas a las líneas de entalpía constante. En la sección del centro, ya que el refrigerante cambia de estado a temperatura y presión constante, las líneas de temperatura constante son paralelas a "y" coinciden con las líneas de presión constante. En la línea de vapor saturado, las líneas de temperatura

constante cambian nuevamente de dirección y en la región de vapor sobrecalentado, bajan bruscamente hasta la parte inferior del diagrama.

Las líneas rectas que se extienden diagonalmente y cruzan casi verticales la región de vapor sobrecalentado, son líneas de entropía constante. Las curvas, que cruzan la región de vapor sobrecalentado, son casi horizontales, representan a la línea de volumen constante. Los valores de cualquiera de las diferentes propiedades del refrigerante, y que son importantes en el ciclo de refrigeración pueden leerse en forma directa en el diagrama ph desde cualquier punto de donde podrá obtenerse el valor de alguna propiedad que resulte ser muy importante para el proceso.

Para simplificar el diagrama, el número de líneas sobre el mismo se redujo al mínimo. Por esta razón, el valor de algunas propiedades del refrigerante que no sean de real interés en algunos puntos del ciclo han sido omitidos del diagrama.

Por ejemplo, los valores de la entropía y del volumen no son de particular interés en la región del líquido y en la región de cambio de fase (sección del centro), por lo tanto, estos valores se omiten en dichas regiones del diagrama.

Debido a que el diagrama ph está basado en 1 lb masa de refrigerante, el volumen dado es el volumen específico, la entalpía está en BTU por libra y la entropía en BTU por libra por grado de temperatura absoluta. Los valores de la entalpía se leen sobre la escala horizontal en la parte inferior del diagrama y los valores de la entropía y el volumen se dan contiguo a las líneas de entropía y volumen respectivamente. Tanto los valores de la entropía como de la entalpía están basados en el punto cero seleccionado en forma arbitraria en 40° F. En la escala vertical al lado izquierdo del diagrama se puede leer la magnitud de la presión en lb/plg^2 abs. Los valores de la temperatura en grados Fahrenheit se encuentran a un lado de las líneas de temperatura constante en las regiones subenfriada y sobrecalentada del diagrama y también junto a las líneas de líquido saturado y vapor saturado.

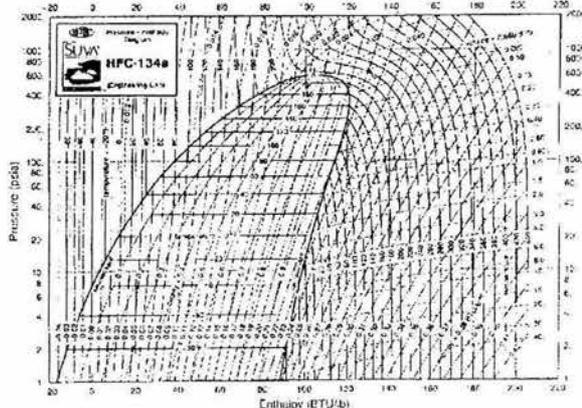


Figura 1 Diagrama presión-entalpía para el Refrigerante 12

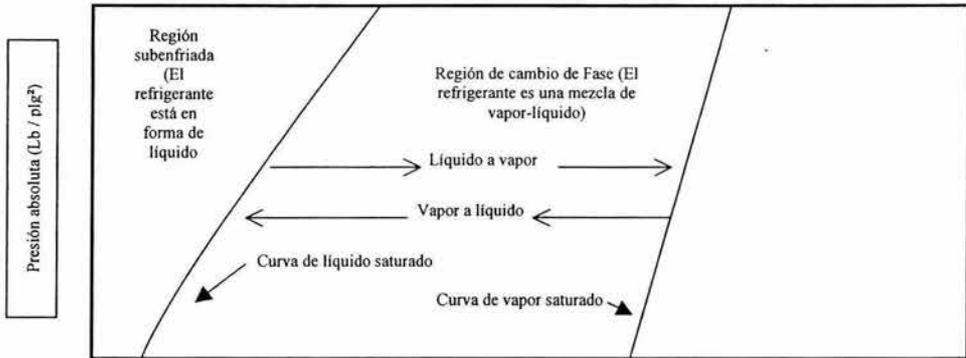


Figura 2

Entalpía Específica (Btu por Lb)

Esquema de una gráfica *ph* mostrando las tres regiones de la gráfica y los cambios de dirección de Fase

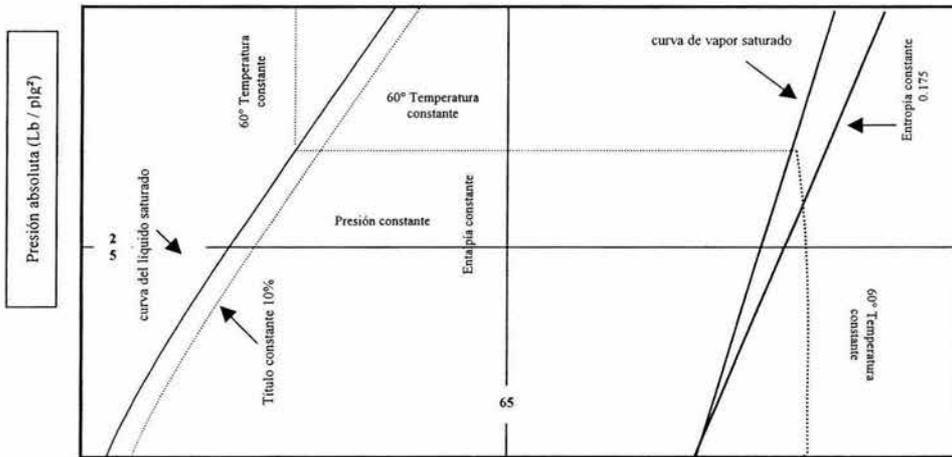


Figura 3

Entalpía específica (Btu por lb)

IV REFRIGERANTES

Una sustancia puede absorber grandes cantidades de calor con un aumento de su calor sensible si la diferencia de temperatura es grande o si el peso de la sustancia es elevado. Sin embargo, en un cambio de estado, una fracción del peso necesario para absorber cierta cantidad de calor sensible, absorberá una cantidad de calor latente equivalente

En la refrigeración mecánica se requiere un proceso que pueda transmitir grandes cantidades de calor económica y eficientemente y que pueda repetirse continuamente. Los procesos de evaporación y condensación de un líquido son por lo tanto los pasos lógicos en el proceso de refrigeración.

Prácticamente cualquier líquido puede ser usado para absorber calor por evaporación. El agua es ideal en muchos aspectos, pero hierve a temperaturas demasiado altas para usarse en operaciones de enfriamiento normales, y se congela a temperaturas demasiado altas para usos en baja temperatura. Un refrigerante debe satisfacer dos importantes requisitos:

- 1) Debe absorber el calor rápidamente a la temperatura requerida por la carga del producto.
- 2) El sistema debe usar el mismo refrigerante constantemente por razones de economía y para enfriamiento continuo.

No existe el refrigerante perfecto, y hay una gran variedad de opiniones sobre cuál es el más apropiado para aplicaciones específicas.

4.1 Clases de refrigerantes

Existen muchos tipos de refrigerantes, a algunos de los cuales se usan comúnmente. En las primeras instalaciones de refrigeración se empleaban por lo general el amoníaco, el bióxido de sulfuro, el propano, el etano y el cloruro metílico, los cuáles aún se usan en muchas aplicaciones. Sin embargo, debido a que éstas sustancias son tóxicas, peligrosas, o tienen características no deseadas, han sido reemplazadas por sustancias creadas especialmente para usarse en refrigeración.

En trabajos a temperaturas extra-bajas, o en instalaciones con grandes compresores centrífugos, se usan refrigerantes especiales, pero para refrigeración comercial normal y para aplicación de aire acondicionado que utilizan compresores de tipo recíprocante, se suman casi exclusivamente los refrigerantes 12,22 y 502. Estos refrigerantes son llamados frecuentemente R-12, R-22 y R-502, y aunque originalmente fueron creados por Dupont como refrigerantes Freon, las numeraciones usadas son ahora comunes en todos los refrigerantes.

4.1.1 Refrigerante R-22

El refrigerante 22 es similar al R-12 en sus características, sin embargo, tiene presiones de saturación mucho más altas que el R-12 para temperaturas equivalentes, tienen un calor latente de evaporación mucho mayor y un volumen específico inferior. Como resultado de lo anterior, para un volumen dado de vapor de refrigerante saturado, el R-22 tiene una capacidad de refrigeración mucho mayor. Este hecho permite el uso de menores desplazamientos en el compresor, resultando en algunos casos compresores más pequeños para obtener resultados comparables a los del R-12. El tamaño y la economía son factores críticos, tales como en unidades paquete, donde el R-12 es comúnmente usado.

Por sus características a bajas temperaturas de evaporación y altos índices de compresión, la temperatura del vapor R-22 en sistemas de un solo paso para alta y mediana temperaturas únicamente, aún cuando es usable en baja temperatura en sistemas de varios pasos cuando la temperatura del vapor es controlada.

4.1.2 Refrigerante R-502

El refrigerante 502 es una mezcla azeotrópica del R-22 y el R-115. Un azeótropo es el nombre científico dado a cierta mezcla de dos compuestos en la cual la mezcla resultante tiene características diferentes a las de sus componentes y que puede evaporarse y condensarse sin cambiar su composición. En la mayoría de sus características físicas el R-502 es similar al R-12 y el del R-22, su vapor es mucho más pesado, o sea que su volumen específico es menor. Por lo tanto, para cierto desplazamiento del compresor, su capacidad de refrigeración es comparable a la del R-22 y en bajas temperaturas es generalmente mayor. Así como con el R-22 puede usarse un compresor con menor desplazamiento para obtener resultados equivalentes al R-12, el R-502 es recomendado para usos en bajas temperaturas, y también para todas las aplicaciones de un solo paso donde la temperatura de evaporación sea inferior a -17.8°C (0°F).

También es muy satisfactorio su uso en sistemas de doble paso y en aplicaciones para temperaturas extrabajas, y se está volviendo sumamente común para usos en temperatura mediana

4.1.3 Refrigerante R134a

Los refrigerantes a base de hidrofluorocarbonos (HFC'S) como el HFC134A no contiene cloro y consecuentemente tienen un potencial de agotamiento del ozono de cero. Esto hace de los refrigerantes de tipo HFC la opción más prometedora para el uso a largo plazo de enfriadores. El HFC 134^a no está sujeto a ningún programa legislativo de eliminación paulatina que se aplique por el protocolo de Montreal.

La única preocupación ambiental que reporta el HFC134a es su relativo potencial de recalentamiento global (que es de 550 en comparación con el dióxido de carbono tomando como una base de 1). No obstante esto no puede convertirse en un asunto legislado, toda vez que los refrigerantes con respecto al recalentamiento global, pueden ser evaluados por el impacto total equivalente de recalentamiento (Total Equivalent Warming Impact, por sus siglas en inglés TEWI). Este índice combina el impacto total de emisiones directas y emisiones indirectas de CO₂ emitido en la generación de energía para accionar el enfriador; entre más eficiente sea el enfriador, menor será el nivel de CO₂ y por ende será menor el efecto indirecto de recalentamiento global.

A medida que se diseñen nuevos equipos para operar a base de HFC134a, su eficiencia mejorará, lo cual se traducirá en un factor TEJÍ bajo para máquinas a base del refrigerante alternativo. Por lo anterior el refrigerante R-134^a (HFC-134^a), ha sido introducido, como un reemplazo de los clorofluorocarbonos (CFC'S) en muchas aplicaciones. La estabilidad de los CFC'S, aunado a su contenido de cloro han sido relacionados con el deterioro de la capa de ozono, como resultado de lo anterior se planea detener la producción de CFC'S e introducir alternativas ambientales aceptables como el hidrofluorocarbono HFC-134^a o mejor conocido como refrigerante marca Suva-134^a de E.I. Dupont de Nemours & Co.Inc, que al igual otros fabricantes con sus marcas propias lanzan al mercado mundial este nuevo refrigerante alternativo como Genetron-134^a, de la empresa Alliedsignal, Inc. etc.

El refrigerante HFC-134^a no es inflamable y no es explosivo; sin embargo, las mezclas con gases inflamables o líquidos pueden convertirlo en inflamable y deberán manejarse con precaución; no deberá exponerse a flamas abiertas o elementos de calentamiento eléctrico, se ha mostrado que es combustible a presiones tan bajas como 5.5 psig a 177°C cuando se mezclan con el aire a concentraciones generalmente mayores a 60% en volumen de aire. Este tipo de refrigerantes no deben ser mezclados con el aire para pruebas de fugas, en general no se debe permitir que estén presentes con altas concentraciones de aire arriba de la presión atmosférica.

TABLA 4.1. Características físicas y termodinámicas de los refrigerantes que sustituyen al refrigerante R-12

Propiedades	R-134a	R-401a	R-401B	R-409A	R-12
Reemplaza	R-12	R-12	R-12	R-12	N/A
Fórmula química/composición	CH ₂ FCF ₂	R22/R152A/R124 53/13/34%	R22/R152A/R124 61/11/28%	R22/R152A/R124 60/15/25 %	CCl ₂ F ₂
Peso molecular	102.03	94.4	92.8	97.45	120.93
Punto de ebullición a 1 atmósfera °F (°C)	-15.7 (-26.5)	-27.3 (-33.0)	-30.4 (-34.7)	-29.6 (-34.2)	-21.62 (-29.79)
Densidad del líquido a 77°F (25°C), lb/ft ³ (Kg/m ³)	75.02 (1210)	74.5 (1194)	74.4 (1193)	76 (1217)	81.84 (1311)
Presión de vapor saturado a 77°F (25°C), psia (kPa)	96 (661.9)	112.1 (772.9)	118.8 (819.2)	116.3 (801.6)	94.6 (652.1)
Calor específico del líquido a 77°F (25°C), Btu/lb°F (kJ/kg°K)	0.339 (1.42)	0.310 (1.3)	0.310 (1.3)	N/A	0.232 (0.971)
Calor específico de vapor a 1 atm a 77°F (25°C), Btu/lb°F (kJ/kg°K)	0.204 (0.854)	0.176 (0.737)	0.173 (0.724)	N/A (0.0697)	0.145 (0.617)
Conductividad térmica del líquido saturado a 77°F (25°C), Btu/hr.ft°F (W/m°K)	0.0478 (0.0824)	0.0517 (0.09)	0.0517 (0.09)	N/A 0.0697	0.0405 (0.0743)
Conductividad térmica del vapor a 1 atm (101.3 kPa), Btu/hr.ft°F (W/m°K)	0.00836 (0.0145)	0.00688 (0.0119)	0.00688 (0.00119)	N/A	0.00557 (0.00958)
Temperatura crítica °F (°C)	213.9 (101.1)	226 (108)	223 (106)	224.6 (107)	233.6 (112)
Presión crítica, psia (kPa)	588.9 (4060)	668 (4604)	679 (4682)	667.2 (4600)	596.9 (4116)
AEL/TLV, 8 ó 12 horas TWA, ppm	1000	1000	1000	1000	1000
ODP, CFC-12=1	0	0.03	0.035	0.05	1
GWP, CO ₂ = 1	1300	973	1062	1288	8500

TABLA 4.2 PROPIEDADES COMPARATIVAS DE DIFERENTES REFRIGERANTES

PROPIEDADES COMPARATIVAS	SISTEMA METRICO				SISTEMA INGLES			
	Unidades	R-12	R-22	R-502	Unidades	R-12	R-22	R-502
Presión de saturación a 21°C (70°F)	Kg/cm ²	4.94	8.54	9.60	PSIG	70.2	121.4	136.5

Punto de ebullición a 1.034 kg/cm ² (14.7 PSIA)	°C	-29.78	-40.78	-45.61	°F	-21.6	-41.4	-50.1
Densidad del líquido a 21°C (70°F)	Gm/cm ²	1.32	1.21	1.26	lb/pie ³	82.7	75.5	78.6
Solubilidad en agua a 25.6°C	ppm	93	1.300	560	ppm	93	1.300	560
Solubilidad en agua a -40°C (40°F)	ppm	1.7	120	40	ppm	1.7	120	40

4.1.3.1 Reemplazo de Refrigerantes

La implantación del Protocolo de Montreal en México, tendrá como resultado la restricción en el suministro de los refrigerantes usados comúnmente en unidades de aire acondicionado y refrigeración (CFC-11 y CFC-12), el protocolo según, según su revisión en Londres, detendrá totalmente la producción de los CFC'S en el año 2000 en países desarrollados y diez años después en países en vías de desarrollo.

México se comprometió a eliminar por etapas la producción y la importación de CFC'S para el año 2000 siempre y cuando se le provea con la tecnología y el financiamiento de los países desarrollados, se permitirán los suministros de CFC'S reciclados para reparar el inventario de equipo disponible después de la fecha de la eliminación de la producción. Sin embargo, nadie puede predecir si los suministros de CFC'S disponibles a nivel mundial, serán racionados para cubrir exactamente la demanda de todas las solicitudes de reparación del equipo restante. Por lo tanto, es posible que el déficit ó el suministro errático de CFC'S podría afectar seriamente la operación de unidades de aire acondicionado y refrigeración existentes.

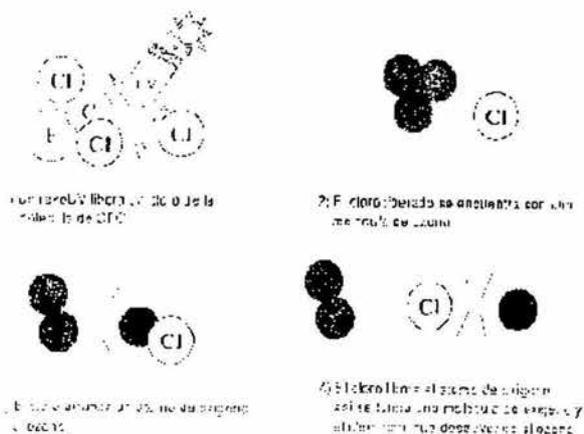
Debido a que se ha vuelto una parte esencial en nuestra vida no siempre apreciamos la importancia de la refrigeración, ésta se ha convertido en primordial en muchas actividades humanas, como son el transporte, el almacenamiento de alimentos, material médico y en muchos procesos industriales, a su vez el aire acondicionado fijo y móvil es de primera necesidad en regiones de climas extremos para muchas personas en todo el mundo.

El desarrollo de la refrigeración se debe principalmente a los gases fluorados llamados clorofluorocarbonos (CFC'S como son el R-11, R-12, R-502, etc.), éstos refrigerantes desarrollados hace 60 años reemplazaron al amoníaco y a otros hidrocarburos gracias a sus propiedades únicas como: baja toxicidad, no inflamabilidad, no son corrosivos y tienen una excelente compatibilidad con otros materiales; además los CFC'S ofrecen y ofrecen propiedades termodinámicas y físicas, que los hacen ideales para muchos usos como agentes espumantes en la manufactura de aislantes, empaques, agentes limpiadores de metal y de componentes electrónicos por nombrar algunas, así como las aplicaciones en la refrigeración y el aire acondicionado.

Nada de lo que se mencionó anteriormente ha cambiado ¿entonces por qué es necesaria la eliminación de los CFC'S y HCFC'S? La razón es que ahora se conoce ampliamente que éstos compuestos, debido a su estabilidad y a su contenido de cloro deterioran la capa de ozono. Debido a su composición los CFC'S y HCF'S no se desintegran, ni causan contaminación en la baja atmósfera ó troposfera, sin embargo, éstos gases son llevados íntegramente al nivel de la capa de ozono donde se descomponen bajo el efecto de la luz solar, la forma por la cual destruye el ozono es bastante sencilla: La radiación UV (ultra violeta) arranca el cloro de una molécula de clorofluorocarbono (CFC), éste a tomo de cloro,

al combinarse con una molécula de ozono la destruye, para luego combinarse con otras moléculas de ozono y eliminarlas. El proceso es altamente dañino, ya que en promedio un átomo de cloro es capaz de destruir hasta 100,000 moléculas de ozono, éste proceso se detiene finalmente cuando éste átomo de cloro se mezcla con algún compuesto químico que lo neutraliza.

En la figura siguiente se muestra el proceso de destrucción del ozono por el refrigerante R-11 (CCl_3F)



Los halones, con una estructura semejante a la de los CFC, pero que contienen átomos de bromo en vez de cloro, son aún más dañinos, los halones se usan principalmente como extintores de incendios y destruyen más ozono que los CFC. Las concentraciones de halones, si bien muy pequeñas, se duplican en la atmósfera cada cinco años; también están aumentando con rapidez los CFC, las concentraciones de CFC-11 y CFC-12 se duplican cada diecisiete años y el CFC-13 se duplica cada seis años.

Las sustancias químicas más peligrosas tienen una vida muy larga, por ejemplo el CFC-11 dura en la atmósfera un promedio aproximado de setenta y cuatro años, el CFC-12 tiene una vida media de ciento once años, el CFC-13 permanece durante unos noventa años, esto les da tiempo suficiente para ascender a la estratosfera y permanecer ahí, destruyendo la capa de ozono.

Otros compuestos de cloro y bromo, como el tetracloruro de carbono, el metil cloroformo y el bromuro de metilo, también son dañinos para la capa de ozono, el tetracloruro de carbono se utiliza para combatir incendios y para los pesticidas, la limpieza en seco y los fumigantes para cereales, el metil cloroformo muy usado para la limpieza de metales, no es tan perjudicial, pero igualmente representa una amenaza ya que en la estratosfera se duplicaría cada diez años. Los óxidos nitrosos, liberados por los fertilizantes nitrogenados y por la quema de combustibles fósiles, destruyen el ozono y tienen una larga vida, pero sólo llegan a la estratosfera en proporciones muy pequeñas; además, algunas de las nuevas sustancias desarrolladas para servir como sustitutos provisionales a los CFC, también están destruyendo la capa de ozono, pero en menor grado que los CFC.

4.1.3.2 Refrigerantes Alternativos

Los CFC'S y HCF'S están siendo reemplazados por refrigerantes llamados alternativos ó ecológicos, éste nuevo tipo de refrigerantes llamados HCF'S, nombrados por sus marcas propias de los fabricantes, como por ejemplo Dupont primero desarrollo el Freon™ y ahora lanza al mercado el refrigerante conocido como Suva™, con mejores propiedades ambientales, éstos refrigerantes no contienen cloro y pueden ser utilizados en todas las aplicaciones de los CFC'S con un alto grado de seguridad.

Los fabricantes de compuestos refrigerantes tales como Allied Chemical ICI, Dupont y Elf Asochem, continúan con sus investigaciones sobre refrigerantes alternativos, no obstante, la transición del suo de refrigerantes a base CFC a los que utilizan CFC ó HFC no es nada fácil. Todavía se deben usar los elementos básicos combinados para crear nuevos compuestos ó mezclas de nuevos compuestos.

La imagen muestra una tabla periódica de los elementos con una leyenda que clasifica los elementos en categorías de uso para refrigerantes. La leyenda indica:

- Elementos que forman compuestos sólidos a las temperaturas usadas para refrigeración (gris claro).
- Elementos que son tóxicos ó inestables (gris medio).
- Elementos que se han sombreado de gris oscuro tienden a formar compuestos que son inestables, a base de elementos artificiales hechos por el hombre ó sumamente raros en estado natural (gris oscuro).
- Elementos que no reaccionan y sus puntos de ebullición son demasiado bajos para ser usados en aplicaciones refrigerantes (negro).

La figura anterior muestra la tabla periódica de los elementos, que son básicos para los componentes de los compuestos refrigerantes, sin embargo, las alternativas de dónde escoger son limitadas. Los elementos marcados con color gris claro forman compuestos que son sólidos a las temperaturas usadas para refrigeración. Los elementos con color gris medio son tóxicos ó inestables, los elementos que se han sombreado de gris oscuro tienden a formar compuestos que son inestables, a base de elementos artificiales hechos por el hombre ó sumamente raros en estado natural; aquellos elementos marcados con color negro no reaccionan y sus puntos de ebullición son demasiado bajos para ser usados en aplicaciones refrigerantes. Esto deja a los elementos básicos de cloro y bromo (que no se llevan con el ozono), hidrógeno, flúor, azufre, carbón, nitrógeno y oxígeno; actualmente se deben eliminar el cloro y el bromo ya que están considerados como catalizadores en la destrucción de la capa de ozono.

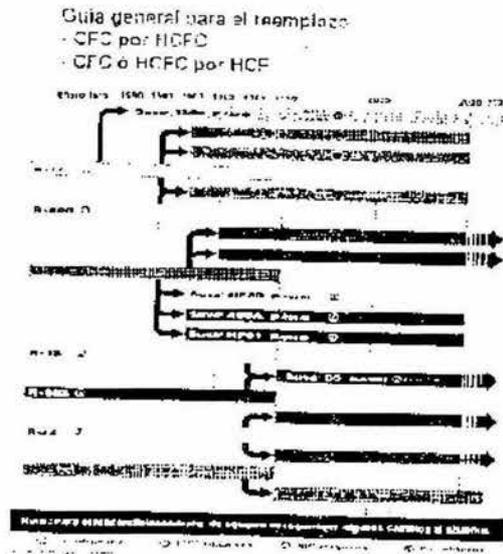
En consecuencia las opciones de elementos parecen ser limitadas, sin embargo, los investigadores en el área de los refrigerantes han venido explorando opciones creativas respecto de los requerimientos de refrigerantes del futuro. Los actuales ofrecimientos de éstas soluciones son una mezcla de dos o tres refrigerantes actuales y mezclas azeotrópicas que son una combinación de refrigerantes que se comportan como solo un componente. Las aplicaciones de mezclas y combinaciones azeotrópicas continúan en tanto se idean y desarrollan nuevas soluciones.

La aplicación de mezclas puede ser muy limitada en aplicaciones para enfriadores debido a cambios en la composición bajo los distintos requerimientos de presión de los enfriadores a base de refrigerantes. Si ocurriera una fuga, la composición de la mezcla podría cambiar, dejando una mezcla que contiene una proporción más alta del componente con la presión de vapor más baja, el refrigerante que quede puede ser inflamable, haciendo de su desecho una tarea difícil si no es que peligroso. Los refrigerantes azeotrópicos en aplicaciones muy probablemente no serán reemplazados automáticos a los

refrigerantes CFC ó CFC debido a las diferencias de presión y características de desempeño que no correspondan a lo especificado.

Durante medio siglo, las sustancias químicas más perjudiciales para la capa de ozono fueron consideradas milagrosas, de una utilidad incomparable para la industria y los consumidores e inocuas para los seres humanos y el medio ambiente. Inertes, muy estables, no inflamables, ni venenosas, fáciles de almacenar y baratos de producir, los clorofluorocarbonos (CFC) parecían ideales para el mundo moderno. No sorprende, entonces que su uso se haya generalizado más y más; inventados casi por casualidad en 1928, se les usó inicialmente como líquido frigorígeno en los refrigeradores. A partir de 1950, han sido usados como gases propulsores en los aerosoles, la revolución informática permitió que se usaran como solventes de gran eficacia, debido a que pueden limpiar los circuitos delicados sin dañar sus bases de plástico, así como la revolución de la comida, los utilizó para dar cohesión al material alveolar de los vasos y recipientes desechables.

La mayor parte de los CFC producidos en el mundo se utilizan en refrigeradores, congeladores, acondicionadores de aire, aerosoles y plásticos expansibles, que tienen múltiples usos en la construcción, la industria automotriz y la fabricación de envases, la limpieza y funciones similares. La figura siguiente presenta las alternativas posibles de reemplazo de refrigerantes contaminantes (CFC) por refrigerantes ecológicos (CFC y HFC), así como también los tiempos para los países desarrollados (principales fabricantes) para su eliminación total, así como la entrada de los nuevos refrigerantes ecológicos.



4.2 Temperatura de saturación de refrigerantes

A temperaturas normales, los tres refrigerantes anteriormente mencionados pueden existir únicamente en la forma de gas, a menos que se sometan a altas presiones, puesto que sus puntos de ebullición a la presión atmosférica son muy inferiores a -17.8°C (0°F); por ésta razón, los refrigerantes siempre se

almacenan y se transportan en tanques de presión especiales. Siempre que un refrigerante en forma de líquido o vapor, se encuentre presente en un sistema cerrado, sin la influencia de presiones externas, el refrigerante se evaporará o condensará dependiendo de la temperatura exterior, hasta que la temperatura que corresponde a la presión de saturación y la temperatura exterior se igualen y no exista transmisión de calor.

Un descenso en la temperatura exterior permitirá flujo de calor del refrigerante hacia el exterior causando condensación y disminución de presión. Un aumento en la temperatura exterior causará flujo de calor hacia el refrigerante, dando lugar a la evaporación y al aumento de presión.

TABLA 4.3 COMPARACIÓN DEL EFECTO DE REFRIGERACIÓN

CONDICIONES DE OPERACIÓN	Temperatura de evaporación	-29° C	-20° F					
	Temperatura de condensación	43° C	110° F					
	Temperatura del líquido subenfriado	-17.8° C	0° C					
	Temperatura del gas de retorno	18.3° C	65° F					
PROPIEDADES COMPARATIVAS	SISTEMA METRICO			SISTEMA INGLES				
	Unidades	R-12	R-22	R-502	Unidades	R-12	R-22	R-502
Presión de evaporación	Kg/cm ²	0.042	0.072	0.109	PSIG	0.6	10.2	15.5
Presión de condensación	Kg/cm ²	9.56	15.89	17.30	PSIG	136	226	246
Índice de compresión		9.9	9.7	8.6		9.9	9.7	8.6
Volumen específico del gas de retorno	Cm ³ /gm	4.85	0.405	0.266	BTU/Lb	53.7	73.03	48.7
Efecto de refrigeración	Kcal/kilo	96.7	131.5	87.7	Btu/pie ³	17.8	28.9	29.3

4.3 Evaporación de refrigerantes

Supongamos que el refrigerante en un sistema de refrigeración tiene su temperatura equilibrada con la temperatura exterior. Si en vez de cambiar la temperatura exterior, se disminuye la presión del sistema, se reducirá su punto de saturación, por lo que la temperatura del refrigerante líquido se encontrará por encima de su punto de ebullición y comenzará éste a hervir violentamente absorbiendo calor del proceso y gasificándose conforme se produce el cambio de estado.

Ahora fluirá el calor del exterior hacia el sistema debido a la baja temperatura del refrigerante, continuará hasta que la temperatura exterior se reduzca a la temperatura de saturación del refrigerante, o hasta que la presión del sistema aumente nuevamente a la presión de saturación equivalente a la temperatura exterior. Si existe un medio, como un compresor, para substraer el vapor del refrigerante para que no aumente la presión mientras que el refrigerante está siendo inyectado en el sistema, podrá haber una refrigeración continua. Básicamente este es el proceso que tiene lugar en el evaporador en un sistema de refrigeración.

4.4 Condensación de refrigerantes

Una vez más debemos suponer que el refrigerante se encuentra dentro de un sistema de refrigeración con su temperatura igualada a la temperatura exterior. Si se introduce gas refrigerante caliente en el sistema, la presión en el sistema de refrigeración se eleva aumentando el punto de saturación.

Conforme el calor del evaporador caliente que entra en el sistema es transferido al refrigerante líquido y a las paredes del sistema, la temperatura del vapor refrigerante se reduce hasta su temperatura de condensación y principia la condensación. El calor originado por el calor latente de condensación fluye del sistema hacia el exterior hasta que la presión en el sistema se reduce a la presión de saturación equivalente a la temperatura exterior. Si existe algún medio, tal como un compresor, para mantener una alimentación de gas refrigerante caliente en alta presión, mientras que al mismo tiempo el refrigerante líquido es sustraído, ocurrirá una condensación continua. Este es básicamente el proceso que tiene lugar en el condensador de un sistema de refrigeración.

4.5 Relaciones de refrigerantes y aceites

En compresores reciprocantes, el aceite y el refrigerante se mezclan continuamente. Los aceites de refrigeración son solubles en refrigerante líquido, y, a temperaturas normales en una cámara, se mezclan completamente. La capacidad de un refrigerante líquido para mezclarse con aceite se llama miscibilidad, y se dice que el refrigerante es miscible con el aceite.

El aceite que circula en un sistema de refrigeración puede ser expuesto tanto a muy altas como a muy bajas temperaturas. Debido a la naturaleza crítica de la lubricación bajo estas condiciones y al daño que pueden causar en el sistema la cera y otras impurezas del aceite, únicamente pueden usarse aceites altamente refinados y especialmente preparados para refrigeración. En general, los aceites con base nafténica son más solubles en refrigerantes que los aceites con base parafínica. Sin embargo, para muy bajas temperaturas, aún los aceites de base nafténica pierden solubilidad y se separan del refrigerante, formando dos capas. Esta separación no afecta necesariamente la capacidad lubricativa del aceite, pero puede crear problemas por falta de lubricación en las diferentes partes del sistema que lo requieren.

Puesto que el aceite debe pasar por los cilindros de los compresores para lubricarlos, siempre circula una pequeña cantidad de aceite con el refrigerante, el aceite y el gas refrigerante no se mezclan fácilmente, y el aceite sólo puede circular correctamente a través del sistema si las velocidades del gas son suficientemente altas para barrer el aceite. Si las velocidades no son suficientemente altas, el aceite se estacionará en la parte inferior de los tubos disminuyendo la transmisión de calor y posiblemente causando una falta de aceite en el compresor. Conforme se reducen las temperaturas de evaporación, éste problema se vuelve más crítico puesto que la viscosidad del aceite aumenta con el descenso de la temperatura. Por éstas razones, es esencial un diseño correcto de la tubería del sistema de refrigeración para obtener un retorno de aceite satisfactorio.

Una de las características básicas de una mezcla de refrigerante y aceite en un sistema cerrado es el hecho de que el refrigerante es acarreado por el aceite y dicho refrigerante se evaporará y emigrará a través del sistema hasta llegar al cárter aún cuando no exista diferencia de presiones para causar el movimiento; al llegar al cárter, el refrigerante se condensará e forma de líquido y ésta emigración continuará hasta que el aceite se encuentre saturado con refrigerante líquido.

Excesivo refrigerante en el cárter del compresor puede dar por resultado una espuma violenta en ebullición, expulsando fuera del cárter todo el aceite y causando problemas de lubricación, por lo tanto deben tenerse precauciones para prevenir la acumulación de excesivo refrigerante líquido en el compresor. El R-22 y el R-502 son mucho menos solubles en aceite que el R-12 y por ésta razón, el diseño y la conexión correcta de las tuberías para éstos dos refrigerantes es mucho más crítica con respecto al retorno del aceite.

4.6 Seguridad en el manejo de gases refrigerantes

4.6.1 Propiedades seguras

Las propiedades seguras de un refrigerante son de especial importancia en la selección del mismo. Es por ésta razón que algunos fluidos que de otro modo son altamente deseables como refrigerantes, tienen uso limitado como tales. Los más importantes de éstos son: el amoníaco y algunos del grupo de los hidrocarburos.

Para tener uso apropiado como refrigerante, un fluido deberá ser químicamente inerte hasta el grado de no ser inflamable, no explosivo y no tóxico, tanto en su estado puro como cuando están mezclados con el aire en cierta proporción; además, el fluido no deberá reaccionar desfavorablemente con el aceite lubricante o con cualquier otro material normalmente usado en la construcción del equipo de refrigeración. No deberá reaccionar desfavorablemente con la humedad, la cual, no obstante a pesar de las precauciones rigurosas que se tienen, se presenta en cierto grado este problema en todos los sistemas de refrigeración.

Además es deseable que el fluido sea de tal naturaleza que no contamine en forma alguna a los productos alimenticios o a algunos otros productos almacenados en caso de que se tuviera alguna fuga en el sistema.

4.6.2 Toxicidad

Debido a que todos los fluidos no son otra cosa que aire tóxico, en el sentido de que pueden causar sofocación cuando se tienen en concentraciones suficientemente altas que evitan tener el oxígeno necesario para sustentar la vida, la toxicidad es un término relativo el cual tiene significado sólo cuando se especifica el grado de concentración y el tiempo de exposición requeridos para producir efectos nocivos.

4.6.3 Inflamabilidad y explosividad

Con respecto a la inflamabilidad y explosividad, casi todos los refrigerantes de uso común no son inflamables ni explosivos. Una notable excepción es el amoníaco y la serie de hidrocarburos. El amoníaco es ligeramente inflamable y explosivo cuando se mezcla en determinadas proporciones con el aire. Sin embargo, con las debidas precauciones puede despreciarse el peligro involucrado con el uso del amoníaco.

Por otra parte, la serie de los hidrocarburos son altamente inflamables y explosivos, y deben usarse como refrigerantes para algunas aplicaciones especiales y bajo la vigilancia de personal experimentado. Debido a sus excelentes propiedades térmicas de la serie de los hidrocarburos, frecuentemente se usan en aplicaciones de temperaturas muy bajas. En dichas instalaciones, el peligro

en que se incurre se hace mínimo por el hecho de que el equipo está constantemente atendido por personal con experiencia en el uso y manejo de materiales explosivos e inflamables.

La American Estándar Safety Code for Mechanical Refrigeration da detalles de las condiciones y circunstancias bajo las cuales pueden ser usados con seguridad varios de los refrigerantes. Muchos de los códigos locales y ordenanzas que regulan el equipo de refrigeración están basadas en éste código, el cual está mancomunadamente patrocinado por la ASHRAE y el asa. El grado de peligro en que se incurre con el uso refrigerantes tóxicos depende de varios factores, tales como la cantidad de refrigerante usado con relación al tamaño del espacio dentro del cual se pueden tener fugas del refrigerante, el tipo de ocupación, de si se tengan flamas o fuego y de si el personal experimentado tenga la obligación de atender el equipo.

Por ejemplo, si se tiene una cantidad muy pequeña de refrigerante altamente tóxico, representará poco peligro si se le usa en espacios relativamente grandes en donde es posible que en el caso de tener fugas, la concentración no llegue a un nivel de peligro. Además, el peligro inherente en el uso de refrigerantes tóxicos algunas veces es mitigado por el hecho de que los refrigerantes tóxicos (incluyendo productos de descomposición) despiden olores muy peculiares que tienden a dar aviso de su presencia. Entonces, los refrigerantes tóxicos generalmente son peligrosos para el caso de niños o de personas que por razones de enfermedad o confinamiento son incapaces de escapar de los humos. Actualmente, el amoníaco es el único refrigerante tóxico el cual es muy usado limitándose su uso a plantas paquete, fábricas de hielo y en almacenes fríos muy grandes los cuales son manejados por personal experimentado.

V CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

5.1 Planos del Proyecto

En éste capítulo se incluirán la lista de Ensamblajes principales los cuáles dentro de las órdenes de producción serán las *listas maestras* de las cuáles se genera la producción en serie, se han separado en 21 importantes ya que incluyen los rubros de: Gabinetes, puertas, sistema, soportes; entre otros. Estos planos se encuentran soportados en material adicional capturados en CD en formato del programa AutoCad por lo que la finalidad de éste capítulo es detallar la forma de *enlazarlo* a Hojas de producción definidas y claro está con capacidad de Revisiones.

Se detalla para ésta lista de *Ensamblajes* los códigos correspondientes con la letra E y la nomenclatura de números consecutivos y el número siguiente del guión denota piezas con el mismo nombre diferente sentido de ensamblaje.

Así mismo también se ha elaborado una lista maestra de los planos que aquí se mencionan que también incluyen Listas de piezas de Manufactura y de Materiales complementos, éstas listas se incluirán al final del trabajo de tesis y sus respectivos planos se anexan en el CD adjunto. Se muestran en éste capítulo los dos elementos principales: Ensamblajes y Materiales de compra.

No.	Ensamblajes	Descripción	No. PIEZAS
1	E0001-0	Ensamble soporte de base	3
2	E0002-0	Ensamble de base	1
3	E0003-0	Ensamble estructura gabinete interior	1
4	E0004-0	Ensamble de puerta corrediza izquierda	1
5	E0004-1	Ensamble de puerta corrediza derecha	1
6	E0005-0	Ensamble de paquete de cristal	2
7	E0006-0	Ensamble de tope para puertas	1
8	E0007-0	Ensamble de sello de puerta	1
9	E0008-0	Ensamble general	1
10	E0009-0	Ensamble de refrigerador	1
11	E0010-0	Ensamble sistema de refrigeracion	1
12	E0011-0	Ensamble de puerta solida izquierda	1
13	E0011-1	Ensamble de puerta solida derecha	1
14	E0012-0	Ensamble de charola	1
15	E0013-0	Ensamble de gabinete	1
16	E0014-0	Ensamble de base condensador	1
17	E0015-0	Ensamble de gabinete exterior	1
18	E0016-0	Ensamble de gabinete interior-estructura	1
19	E0017-0	Ensamble de tapa exterior	2
20	E0017-1	Ensamble de tapa interior	2
21	E0018-0	Ensamble gabinete interior-evaporador	1

5.2 Materiales

En éste punto indicaremos al igual que el punto anterior *una lista maestra* pero ahora de los materiales que no pueden ser manufacturados debido al alto costo de fabricación que implicaría por lo que se denotan como de *Compra* y que están incluidos en los planos de ensamble junto con los materiales Manufacturados internamente y que no requieren más que de ordenes tales como: Corte, seccionamiento y uniones.

Se detalla para ésta lista de *Compra* los códigos correspondientes con la letra C y la nomenclatura de números consecutivos y el número siguiente del guión denotapiezas con el mismo nombre diferente sentido de ensamble

No. Plano	Material	Cantidad	U.M.
C0001-0	Condensador Estático	1	pz
C0002-0	Bisagra	4	pz
C0003-0	Cremallera	8	pz
C0004-0	Deslizador	4	pz
C0005-0	Larguero superior izquierdo de puerta abatible	1	pz
C0005-1	Larguero inferior izquierdo de puerta abatible	1	pz
C0005-2	Larguero superior derecho de puerta abatible	1	pz
C0005-3	Larguero inferior derecho de puerta abatible	1	pz
C0006-0	Cabezal de puerta abatible	4	pz
C0007-0	Mensula	24	pz
C0008-0	Parrilla	8	pz
C0009-0	Perfil grapa gabinete (vertical)	2	pz
C0009-1	Perfil grapa gabinete (horizontal)	2	pz
C0010-0	Perfil breaker (vertical)	4	pz
C0010-1	Perfil breaker (horizontal)	4	pz
C0011-0	Perfil complemento inferior izquierdo	1	pz
C0011-1	Perfil complemento inferior derecho	1	pz
C0011-2	Perfil complemento superior	2	pz
C0011-3	Perfil complemento lateral	2	pz
C0012-0	Perfil lateral jaladera	2	pz
C0013-0	Perfil poste para cremallera	1	pz
C0014-0	Perfil grapa lateral	2	pz
C0014-1	Perfil grapa horizontal	1	pz
C0015-0	Cristal templado reflectivo	4	pz
C0015-1	Vidrio normal flotado	2	pz
C0016-0	Perfil amortiguador	1	pz
C0017-0	Perfil sello de puerta	1	pz

C0018-0	Perfil hule sello	1	pz
C0019-0	Eje superior de torsión	2	pz
C0019-1	Eje inferior de torsión	2	pz
C0020-0	Perfil marco inferior horizontal	2	pz
C0020-1	Perfil marco inferior vertical	2	pz
C0021-0	Perfil tope	1	pz
C0022-0	Perfil soporte de tope	1	pz
C0023-0	Esquinero de nylon derecho	2	pz
C0023-1	Esquinero de nylon izquierdo	2	pz
C0024-0	Varilla de torsión	2	pz
C0025-0	Sello magnetico	2	pz
C0026-0	Jaladera de puerta abatible	2	pz
C0027-0	Angulo para puerta	8	pz
C0028-0	Panel rejilla	2	pz
C0029-0	Arnes de unidad	1	pz
C0030-0	Arnes electrico	1	pz
C0031-0	Protector de aspa	3	pz
C0032-0	Acumulador de 1 1/8"Ø x 264 mm long.	1	pz
C0033-0	Balastro T-8 2x50 watts	1	pz
C0034-0	Base omega T-8	4	pz
C0035-0	Bostik	0.806	kg
C0036-0	Catalizador	0.034	kg
C0037-0	Cincho de nylon de 360 mm	1	pz
C0038-0	Cinta autoadherible de 1" x 10 mm x 10 mt.	9.704	mt
C0039-0	Cinta canela	34.328	mt
C0040-0	Cinta de aluminio de 2 1/2"	33	mt
C0041-0	Cinta de poliuretano exp. 1/4"	1.672	mt
C0042-0	Cinta masking tape	37.494	mt
C0043-0	Compresor embraco NJ2152	1	pz
C0044-0	Cubo de poliestireno de 29x60x60 mm	8	pz
C0044-1	Cubo de poliestireno de 34x44x44 mm	12	pz
C0044-2	Cubo de poliestireno de 44x44x44 mm	64	pz
C0044-3	Deshidratador TXH9-15	1	pz
C0045-0	Espuma de silicon de 1/4" x 3/16"	10.52	mt
C0046-0	Isoceanato	7.22	kg
C0047-0	Manguera de 1/2"Ø	2.3	mt
C0048-0	Motor tipo esqueleto de 25 watts	3	pz
C0049-0	Pija autorroscante #8 x 1/2"	125	pz
C0049-1	Pija autorroscante #8 x 3/4"	18	pz

C0049-2	Pija autorroscante 1/4 x 3/4"	24	pz
C0049-3	Pija tipo ahuja pavonada negra #8 x 3/4"	16	pz
C0050-0	Poliol	5.755	kg
C0051-0	Protector de aspa	3	pz
C0052-0	Remache AM-44 de 1/8"	5	pz
C0052-1	Remache AM-46 de 1/8"	8	pz
C0052-2	Remache AM-64	26	pz
C0052-3	Remache AM-68 de 1/8"	6	pz
C0052-4	Remache tubular de acero 1/8" x 11/32"Ø	16	pz
C0053-0	Roldana de presión de 1/4"	10	pz
C0053-1	Roldana plana de 1/4"	16	pz
C0053-2	Roldana de nylon de 1/4"	2	pz
C0054-0	Soldadura de Fe 6013		
C0055-0	Termostato 1134 kit 077B7136	1	pz
C0056-0	Tornillo #6 x 1/2"Ø	2	pz
C0056-1	Tornillo c/hex. Autorr. 1/4" x 1"	12	pz
C0056-2	Tornillo de 1/2" x 1 1/2"	4	pz
C0056-3	Tornillo de 5/16"Ø x 1 1/2"	12	pz
C0056-4	Tornillo c/hex. Autorroscante 10-32 x 3/8"	2	pz
C0056-5	Tornillo c/hexagonal 1/4" x 3/4"	6	pz
C0057-0	Tubo de Cu de 1/2"Ø	0.066	mt
C0057-1	Tubo de Cu de 5/8"Ø	29.569	mt
C0057-2	Tubo capilar de 0.54 x 14"	1	pz
C0058-0	Tubo fluorescente T-8 25 watts	2	pz
C0059-0	Tuerca hembra 5.05 mm x 13/16"	2	pz
C0059-1	Tuerca hexagonal de 1/4"	6	pz
C0060-0	P.T.R. 1" X 1" X 6 mts.	4	tr
C0061-0	Lámina Pintro cal. 26	56.798	kg
C0061-1	Lámina Pintro cal. 24	10.689	kg
C0061-2	Lámina Pintro cal. 22	18.702	kg
C0061-3	Lámina Pintro cal. 20	4.205	kg
C0062-4	Lámina Galvanizada cal. 26	9.421	kg
C0062-5	Lámina Galvanizada cal. 22	1.341	kg
C0062-6	Lámina Galvanizada cal. 20	0.854	kg
C0062-7	Lámina Galvanizada cal. 16	0.05	hj
C0062-8	Lámina Bonderizada cal. 22	3.928	kg
C0062-9	Lámina Bonderizada cal. 18	0.2095	hj
C0062-10	Lámina Bonderizada cal. 16	0.078	hj
C0062-11	Lámina Bonderizada cal. 14	0.111	hj

C0062-12	Lámina Bonderizada cal. 12	0.249	hj
C0062-13	Lámina Negra cal. 14	0.141	hj

5.3 Ensamble

Una vez generadas las listas maestras de producción tenemos la información necesaria para llevar a cabo la producción en serie de nuestro producto el cuál debido a lo costoso que ocasionaría un error en el Ensamble que se generaría en un lote de producción con un error semi ó permanente el cuál produciría Retrabajos ó rechazos en Calidad y finalmente retrasos en la entrega del lote.

Es por ésta razón por lo que en la mayoría de las Industrias transformadoras ó por lo menos en la mayoría se estila una *corrida piloto* que no necesariamente provoca retrasos en los pedidos ó en las cadenas del ensamble, ya que ésta se puede “producir” una vez terminado el prototipo base y que se complementa con pruebas funcionales iniciales para validar el diseño.

Es tarea de los Departamentos de Producción así como de los Diseñadores el llevar a cabo ésta labor para tener la certeza del Ensamble correcto y de las posibles mejoras que se pueden generar una vez terminado el ó los prototipos, en éste paso del ensamble piloto se certifican tolerancias, se prueban materiales de compra y se generan reportes de funcionamiento en éste caso de abatimiento de temperatura ya que la razón principal y fuente de diseño de éste equipo es una: Refrigeración y conservación.

Los ensambles presentados han sido creados considerando dos principales cualidades: su poca complicidad y su bajo porcentaje de errores, ya que al ilustrarlos se han anotado informaciones a la vista del operador para su rápida ubicación y que se familiarice rápidamente con las partes del sistema que desconozca.

Estos planos se anexan en éste capítulo para una identificación de los números y su secuencia de armado en la línea, así mismo éstos mismos planos los encontraremos en el CD adjunto a ésta tesis para una consulta más óptima.

5.4 Espuma Aislante

La espuma aislante, es una mezcla reactiva en la cual intervienen dos componentes, el Polioliol (RUBITHERM WS 18008) y el Isocianato (RUBINATE 5005). Esta mezcla al contacto con el medio ambiente reacciona, transformándose en una especie de espuma con cualidades de aislamiento térmico, acústico y de resistencia ignífuga alcanzando la calificación de M-3.

La aplicación de espuma rígida de Poliuretano tiene un elevado poder termoaislante.

Esta aplicación se hace mediante dos componentes líquidos de alta reactividad, que mediante un equipo especial, se mezclan entre sí y proyectan pulverizados a alta presión sobre la superficie a tratar. El calor generado en la reacción, produce la vaporización espontánea del agente espumante que hace que la mezcla inicial aumente hasta 35 veces su volumen, adquiriendo en pocos segundos su configuración definitiva.

El operador deberá ajustar su equipo de manera tal que el material reciba en el calefactor primario una temperatura de 45° – 50° C y en las mangueras temperaturas del orden de 25° - 30° para asegurar que la reactividad y el atomizado sean adecuados para el proceso.

La densidad aplicada dependerá de las condiciones de aplicación, pudiendo variar generalmente entre 36 y 40kg/m³.

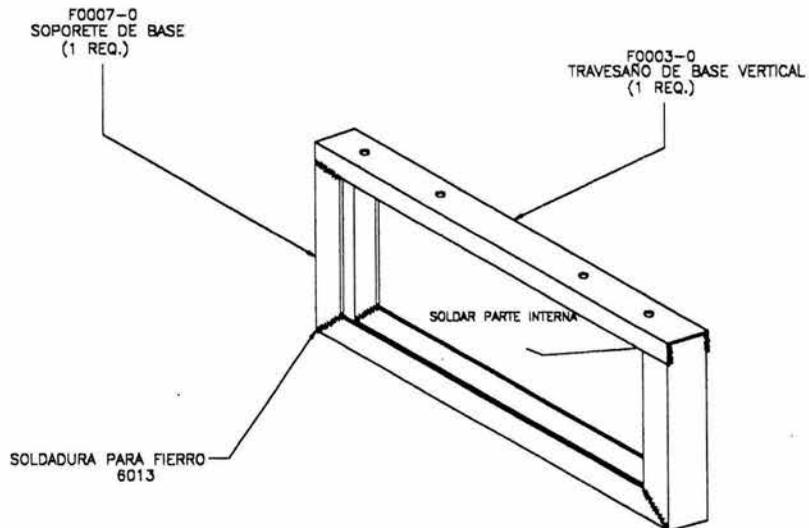
CARACTERISTICAS FISICAS	POLIOL	ISOCIANATO
Color	Amarillento	Marrón claro
Viscosidad cps, 25°C	230+20	200+50
Peso específico g/cm ³ , 25°C	1.18	1.23
Temperatura almacén, °C	20	25

El Poliuretano se puede aplicar en cualquier tipo de superficie tanto horizontal, vertical o inclinada y con cualquier tipo de forma. Entre sus propiedades técnicas cabe destacar:

- **Elevado poder termoaislante:** Posee el más bajo nivel de conductividad térmica de los materiales aislantes conocidos.
- Impermeabilidad a l a agua: Al ser una espuma plástica rígida, sin juntas en toda la superficie tratada.
- Autoadherencia: Se adhiere a todo tipo de material usado en la construcción.
- Ligereza de peso: Por su baja densidad y elevado poder aislante se consigue una relación peso/aislamiento más bajo que con cualquier otro tipo de material.
- Rapidez de aplicación: Por su aplicación a pistola, en forma de pintura, se obtienen rendimientos tales que en ningún caso supone la interrupción del ritmo normal de una obra o construcción.
- Duración indefinida: Su gran resistencia al envejecimiento, lo convierten en un material extraordinariamente perdurable en el tiempo.

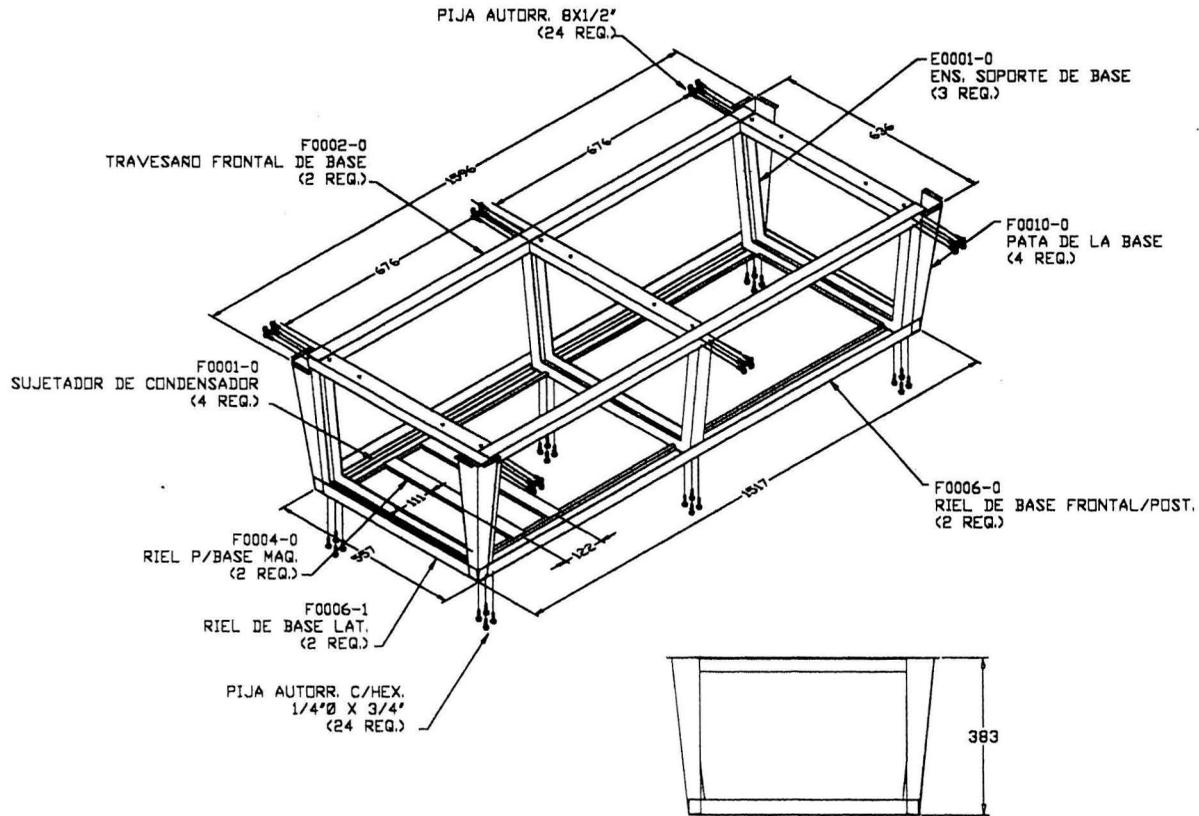
Su aplicación es recomendable en cubiertas exteriores de naves industriales evitando posibles goteras por condensación y reforzando de paso las uniones entre las placas y elementos de la estructura.

En cámaras de muros exteriores y cámaras interiores de viviendas, confiriendo impermeabilidad frente a la humedad exterior, sellando la uniones de cada marco en todo el contorno del muro, evitando el tránsito de calorías y la formación de humedades por condensación así como amortiguando los efectos de los ruidos exteriores.

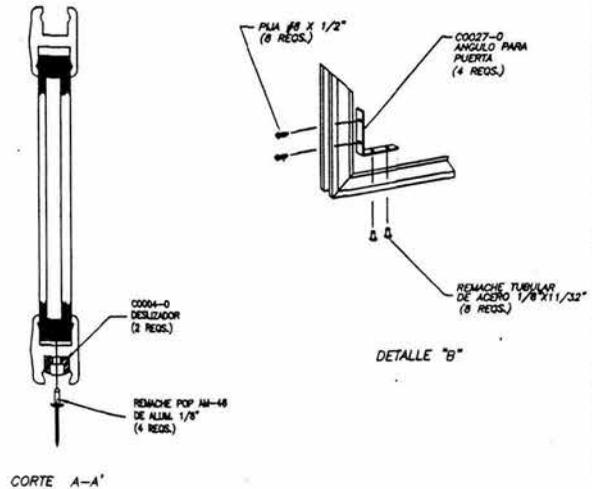
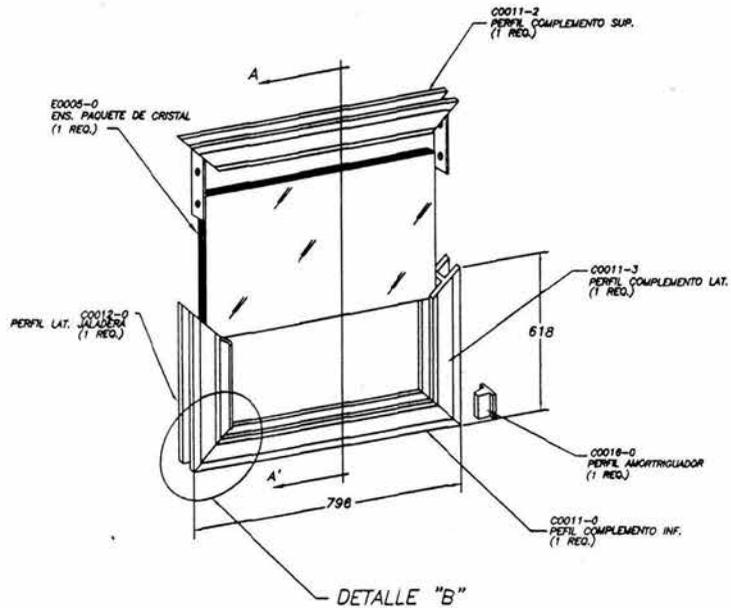


NOTA: PULIR UNIONES DE SOLDADURA

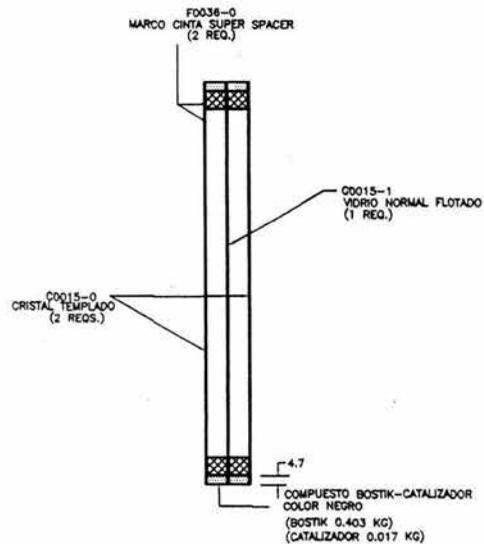
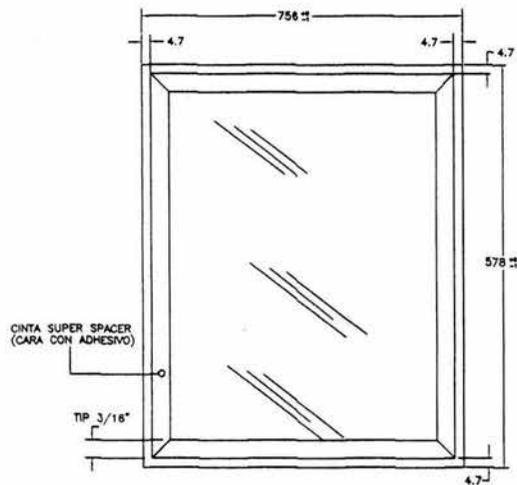
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 ENS. SOPORTE DE BASE	
ESCALA 1	SW	ACOTI	MM
MATERIAL 1 VER DESPIECE		ACABADO 1 NATURAL	
TOLERANCIAS NO DIMENSIONES		ACABADO 1 NATURAL	
ANGULARES ± 0.05			
LINEALES ± 0.0			
FECHA 14/DEC/82	DIBUJO 1	OMAZ CRUZ E.	NO DE DIBUJO 1 E0001-0



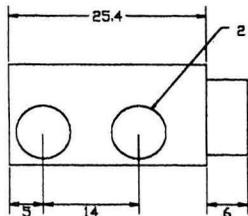
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO I ENSAMBLE DE BASE	
ESCALA I 1:1	ADOSH mm	MATERIAL I VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.07 LINEALES ± 0.0		ACABADO I COLOR NEGRO	
FECHA: 14/DIC/82	DIBUJO I DIAZ CRUZ E.	No DE DIBUJO E0012-0	



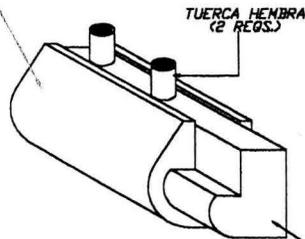
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENS. DE PUERTA CORREDIZA IZQUIERDA	
ESCALA : SW	ACOT. mm	MATERIAL :	VER DESPIECE
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS	ANGULARES ± 0.07	ACABADO :	VER DESPIECE
LINEALES ± 0.1		FECHA :	03/AGO/03
		DESENHO :	DAZ G.
		NO DE DIBUJO :	E0004-0



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENS. DE PAQUETE DE CRISTAL	
ESCALA : SIN	ADOT : mm	MATERIAL : VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES $\pm 0.0^\circ$ LINEALES ± 0.5		ACABADO : VER DESPIECE	
FECHA: 03/ABO/03	DIBUJO : DIAZ C.	NO DE DIBUJO : E0005-0	

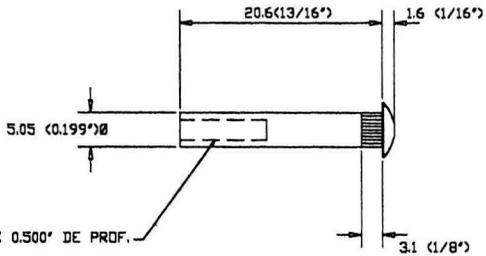


C0022-0
PERFIL SOPORTE DE TOPE
(1 REQ.)



TUERCA HEMBRA
(2 REQS.)

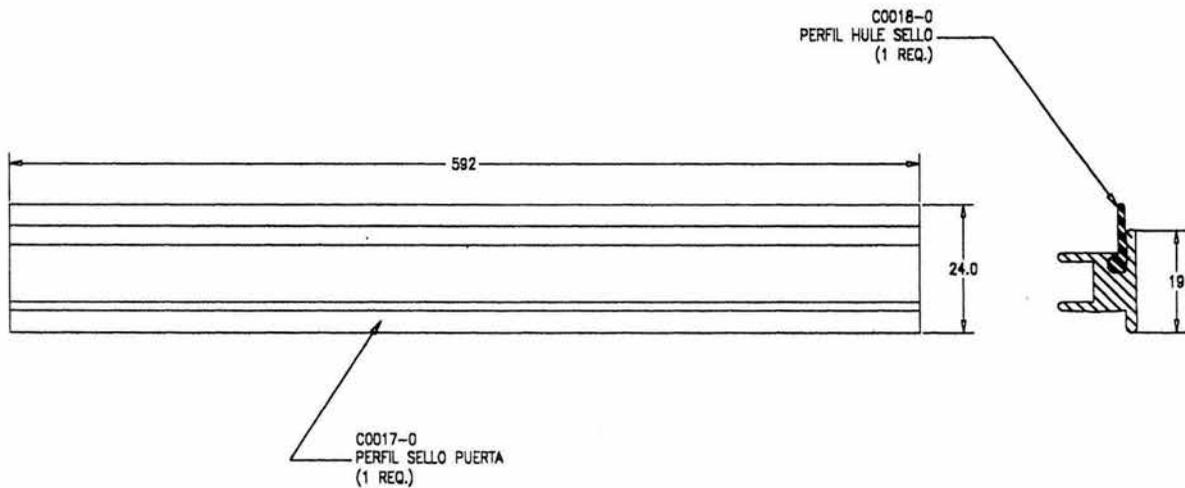
C0021-0
PERFIL TOPE
(1 REQ.)



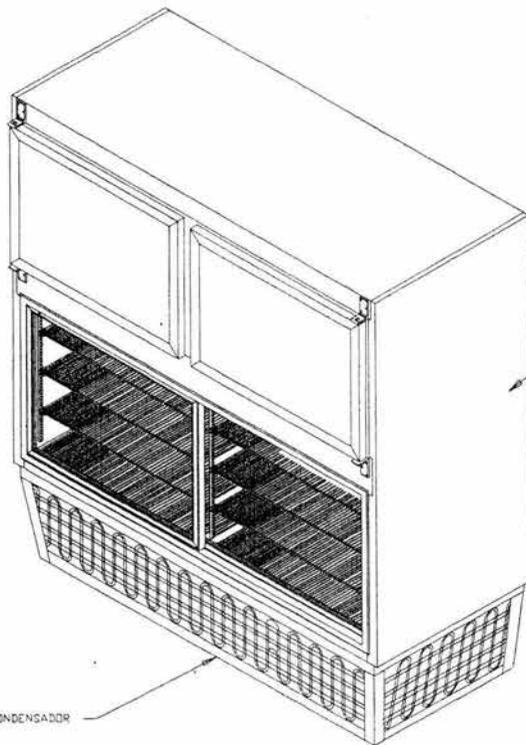
CUERDA DE 5/32" Ø X 30 NSF. X 0.500" DE PROF.

TUERCA HEMBRA

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENS. TOPE P/PUERTAS	
ESCALA : SIN	ADOTI mm	MATERIAL : VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO : VER DESPIECE	
ANGULARES ± 0.07			
LINEALES ± 0.5			
FECHA : 31/SEPT/03	DIBUJO : DAZ CRUZ E.	No DE DIBUJO : E0006-0	



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENS. DE SELLO DE PUERTA	
ESCALA : SIN	ADOT. MM	MATERIAL : VER DESPIECE	
TOLERANCIAS Y DESVIACIONES ANGULARES $\pm 0.5^\circ$ LINEALES ± 0.5		ACABADO : VER DESPIECE	
FECHA : 18/AUG/03	DIBUJO : DAZ C.	No DE DIBUJO : E0007-0	

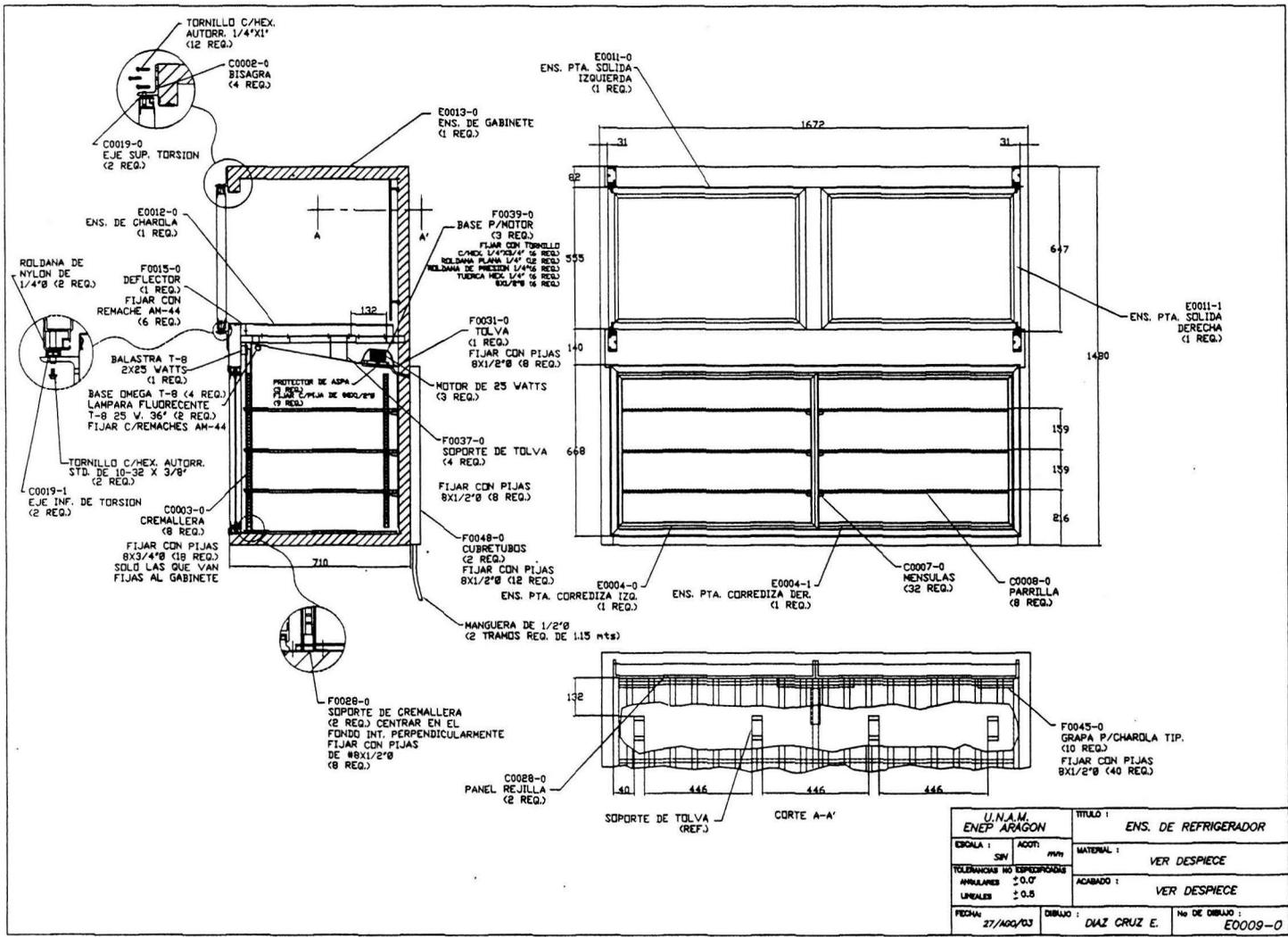


E0009-0
ENSAMBLE DE REFRIGERADOR
(1 REQ.)

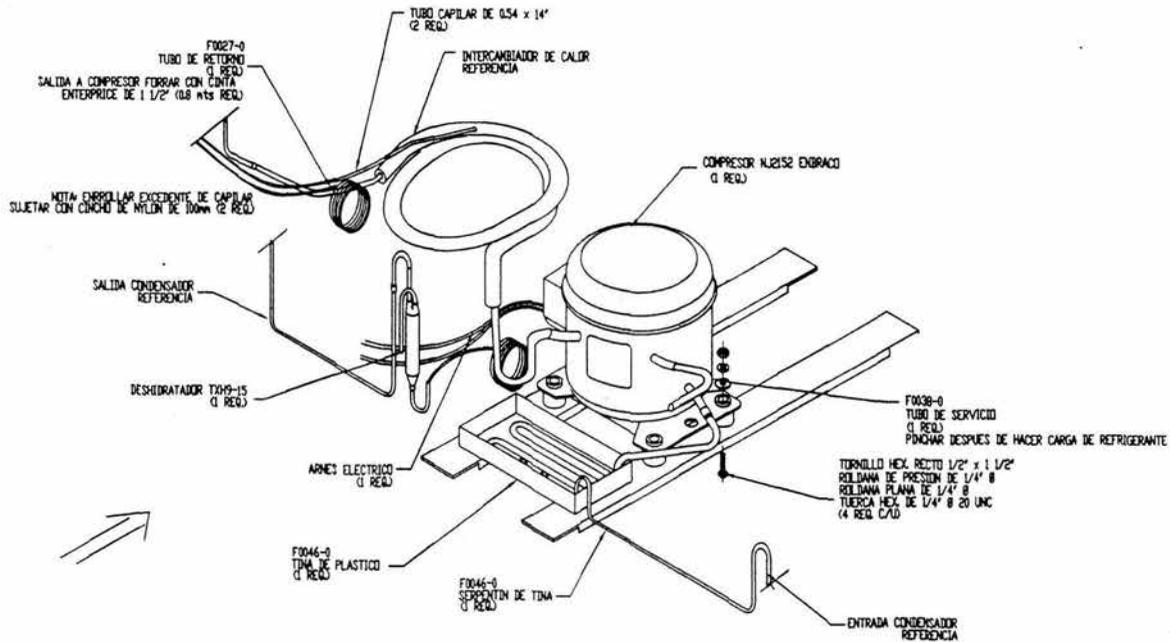
E0014-0
ENSAMBLE DE BASE-CONDENSADOR
(1 REQ.)

NOTA: FIJAR BASE A GABINETE CON
TORNILLOS DE 5/16"Ø X 1 1/2" (12 REQ.)

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENSAMBLE GENERAL	
ESCALA : 50M	ACOT. mm	MATERIAL :	VER DESPIECE
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.0°		ACABADO :	VER DESPIECE
LINEALES ± 0.0			
FECHA 18/AGO/03	DIBUJO :	SALAS CHAVEZ	NO DE DIBUJO E0008-0



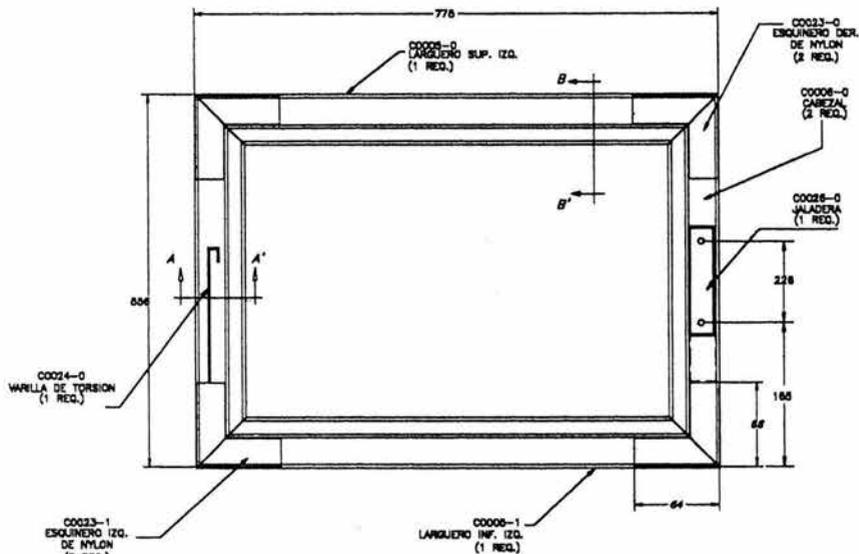
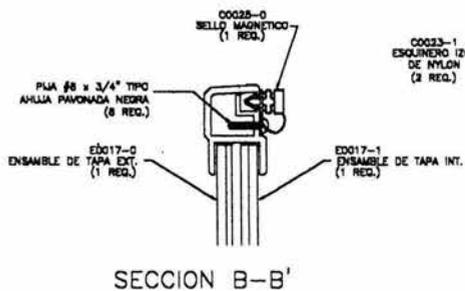
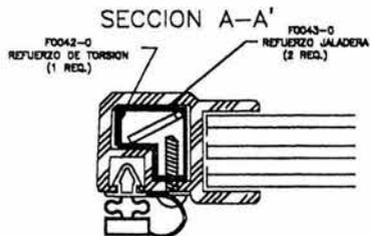
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 ENS. DE REFRIGERADOR	
ESCALA 1: SV	ACOT. mm	MATERIAL 1 VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO 1 VER DESPIECE	
ANGULARES ±0.0°			
LINEALES ±0.5			
FECHA: 27/AOQ/03	DIBUJO: DAZ CRUZ E.	No DE DIBUJO: E0009-0	



NOTAS

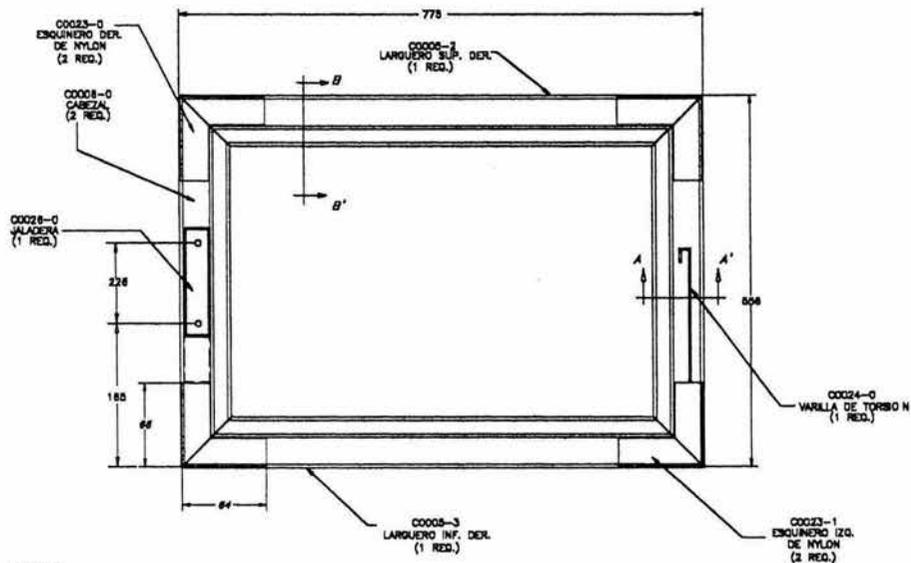
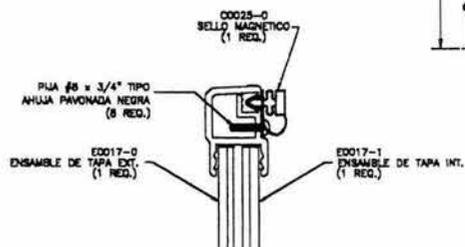
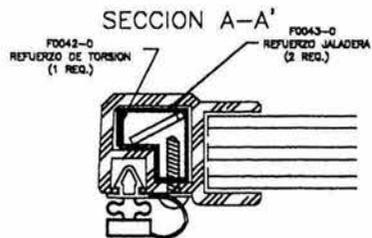
- 1- EN TODAS LAS UNIONES "COBRE-COBRE" APLICAR SOLDADURA B04P-3 (CSJ. DE PLATA) SIN FUNDENTE.
- 2- EN TODAS LAS UNIONES "ACERO-COBRE" APLICAR SOLDADURA B04P-26 (COJ. DE PLATA) CON FUNDENTE MAGNIFLOR TIPO TIANVS 340.
- 3- REFRIGERANTE SUVA T3M 0.250 KG APROX. DEPENDIENDO BALANCEO ASI COMO LA LONGITUD DEL CAPILAR QUE QUEDARA EXCEDIDA 4" PARA ENSAMBLE.

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO I SISTEMA DE REFRIGERACION	
ESCALA 1	ACOT: 1/16"	MATERIAL 1	VER DESPIECE
SIN	1/16"	ACABADO 1	VER DESPIECE
TOLERANCIAS EN DIMENSIONES			
ANGULARES 2.00'			
LINIALES 2.0			
FECHA 26/04/03	DISEÑO 1	FABIAN SALAS	Nº DE DISEÑO 1 E0010-0



NOTA: UNIR AMBAS TAPAS CON CINTA DE DOBLE ADHESIVO

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO I ENS. PUERTA SOLIDA 470.	
ESCALA 1/32V	ADDT/ mm	MATERIAL I VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.07 LINEALES ± 0.5		ACABADO I VER DESPIECE	
FECHA: 21/SEPT/03	DESENJO I FABIAN SALAS	No DE DISEÑO I E0011-0	

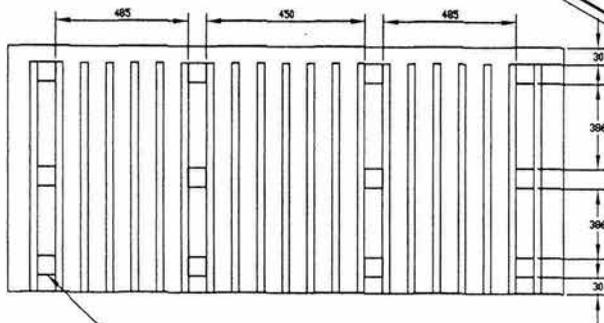


NOTA: UNIR AMBAS TAPAS CON CINTA DE DOBLE ADHESIVO

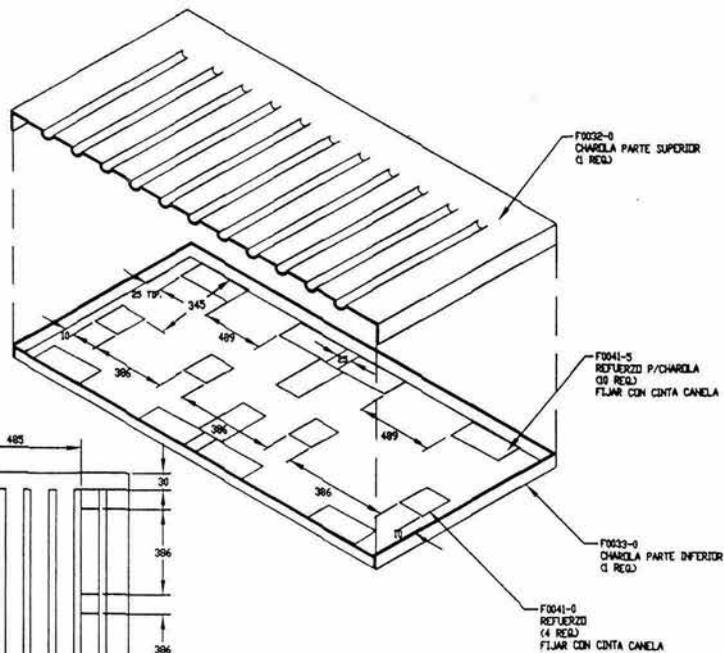
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENS. PUERTA SOLIDA DIER.	
ESCALA : 3/4"	ADDT: m/m	MATERIAL : VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.0° LINEALES ± 0.5		ACABADO : VER DESPIECE	
FECHA: 31/SEPT/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : E0011-1	

NOTAS: UNIR AMBAS TAPAS Y FIJARLAS
CON CINTA MASKING TAPE EN TODO
EL PERIMETRO

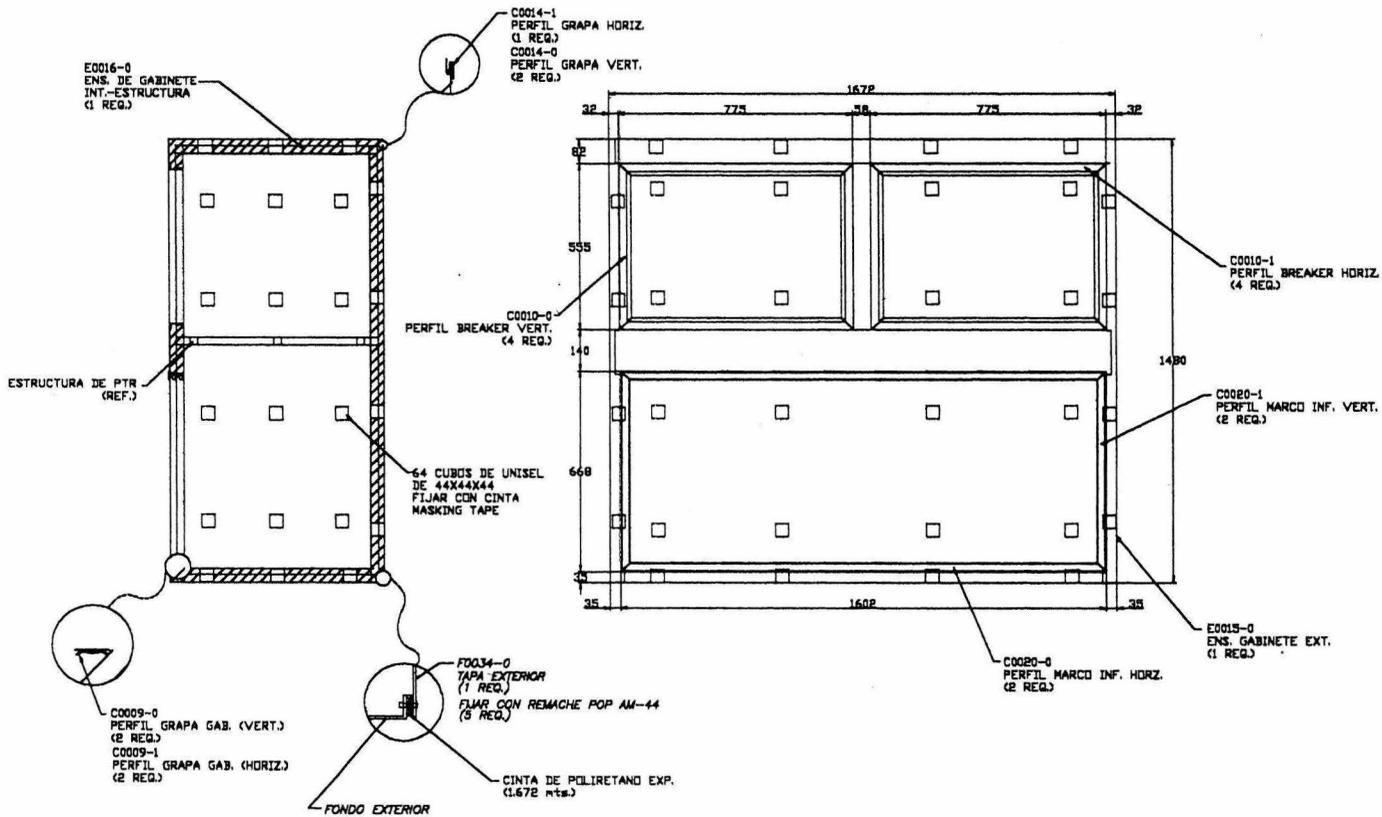
ESPUMA DE POLIURETANO DE 38 KG/M³ 1.472 KG
ISOCEANATO 36X
POLIOL: 44X



12 CUBOS DE UNISEL
DE 34X44X44
PEGAR CON CINTA MASKING TAPE
EN LA TAPA SUPERIOR



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO: ENS. DE CHAROLA	
ESCALA: 1/1	ACOT: mm	MATERIAL: VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.5° LINEALES ± 1		ACABADO: VER DESPIECE	
FECHA: 03/SEP/03	DIBUJO: FABIAN SALAS	No DE DIBUJO: E0012-0	

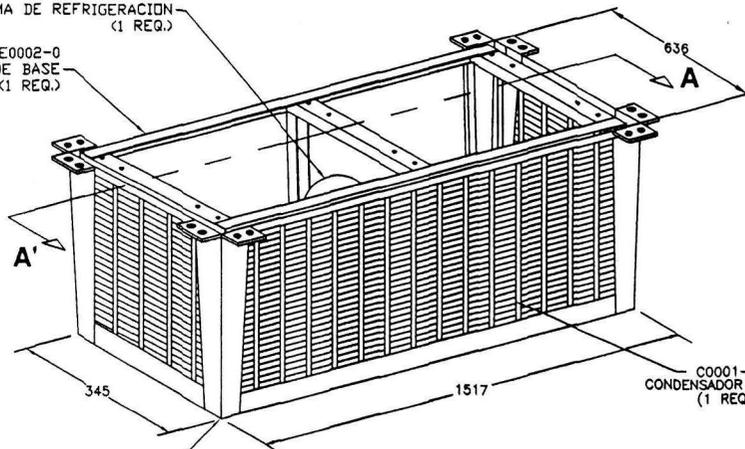


NOTAS: ESPUMA DE POLIURETANO DE 38 KG/M 11.605 KG
 ISOCEANATO 36X
 POLIOL: 44X

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO: ENS. DE GABINETE	
ESCALA:	ADOT:	MATERIAL:	VER DESPIECE
ANILLAGES MILIMETROS	± 0.07	ACABADO:	VER DESPIECE
LINEALES	± 0.5	FECHA:	13/SEPT/03
FECHA:	13/SEPT/03	DISEÑO:	DAZ CRUZ E.
		No DE DISEÑO:	E00131-0

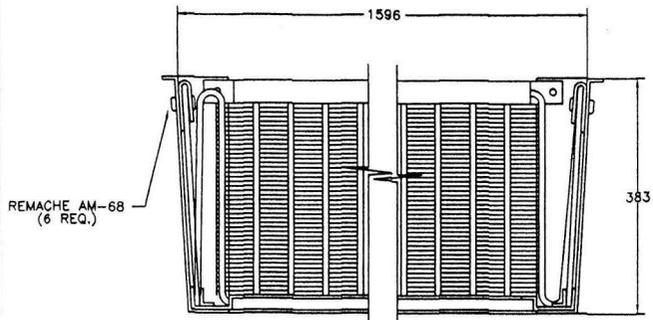
E0010-0
ENSAMBLE DE SISTEMA DE REFRIGERACION
(1 REQ.)

E0002-0
ENSAMBLE DE BASE
(1 REQ.)



C0001-0
CONDENSADOR ESTATICO
(1 REQ.)

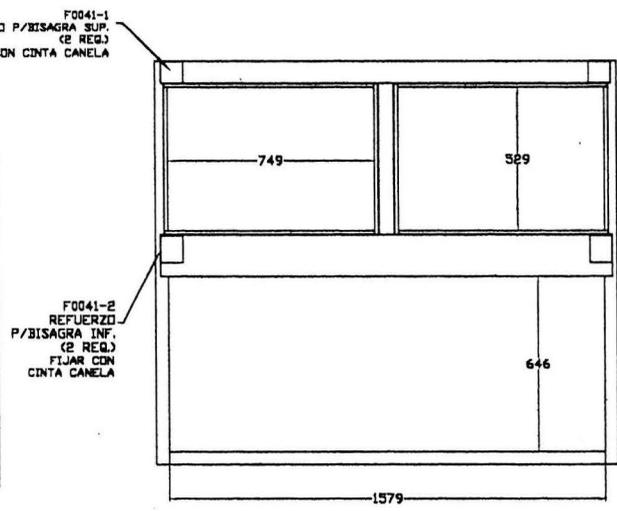
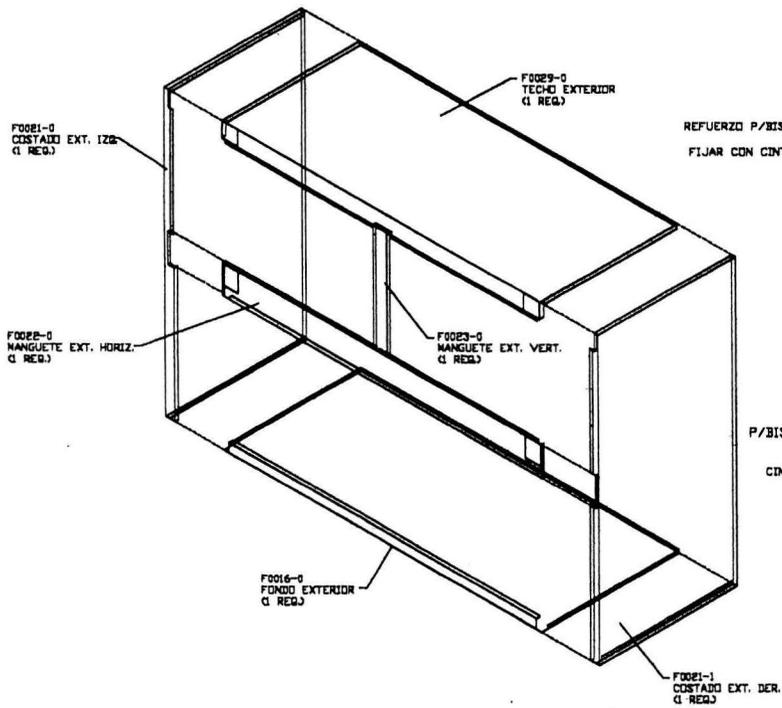
E0002-0
ENS. DE BASE
(1 REQ.)



REMACHE AM-68
(6 REQ.)

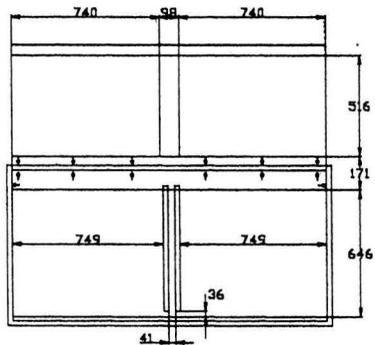
CORTE A - A'

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENSAMBLE DE BASE CONDENSADOR	
ESCALA :	ACOT.:	MATERIAL :	VER DESPIECE
SIN	MM	ACABADO :	COLOR NEGRO
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS			
ANGULARES	± 0.07		
LINEALES	± 0.5		
FECHA :	DIBUJO :	No DE DIBUJO :	
07/SEPT/03	FABIAN SALAS	E0014-0	

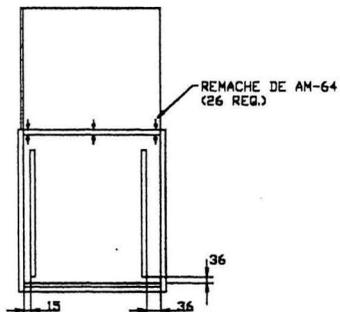


NOTA: CHANGUEAR EN UNION ENTRE PIEZAS

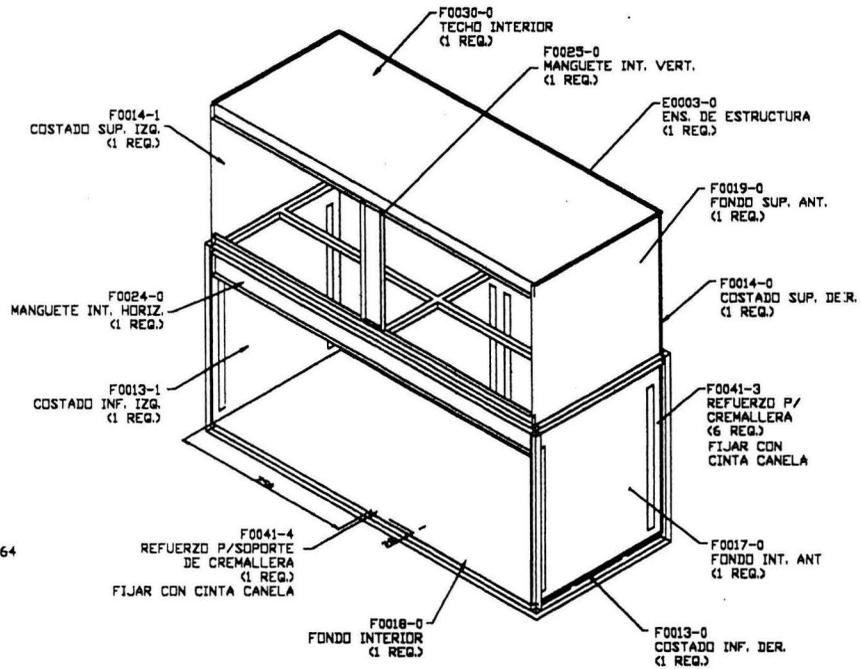
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO I ENS. DE GABINETE	
DISEÑA I DIN		MATERIAL I VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.0° LINEALES ± 0.5		ACABADO I VER DESPIECE	
FECHA I 16/SEPT/03	DIBUJO I DIAZ CRUZ E.	No DE DIBUJO I EDO15-0	



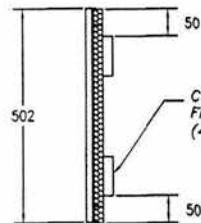
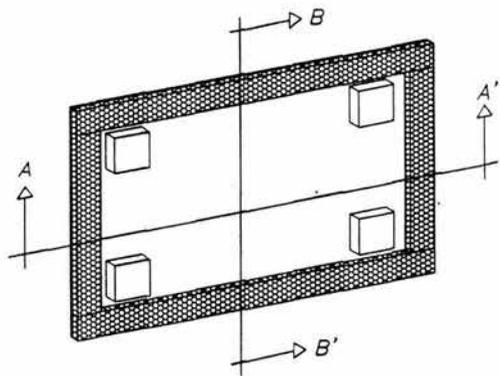
PARTE FRONTAL →



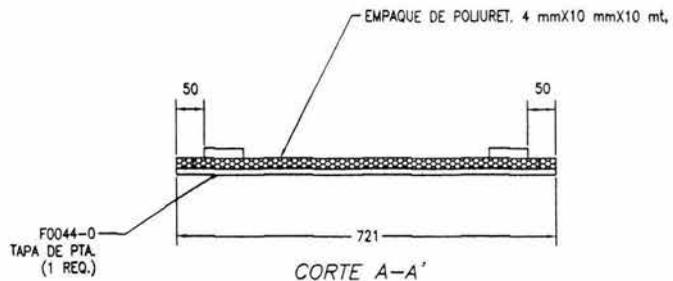
NOTA: CHANGUEAR TODAS LAS UNIONES ENTRE PIEZAS DE LAMINA



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO: ENSAMBLE DE GABINETE INTERIOR - ESTRUCTURA	
ESCALA: 1/8"	ACOT: mm	MATERIAL: VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO: VER DESPIECE	
ANGULARES ± 0.07			
LINIALES ± 0.5			
FECHA: 21/SEPT/03	DIBUJO: FABIAN SALAS	NO DE DIBUJO: E00119-0	

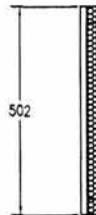
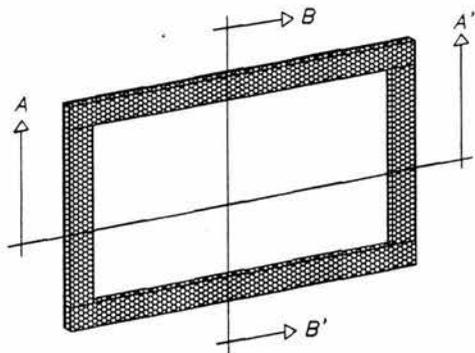


CORTE B-B'

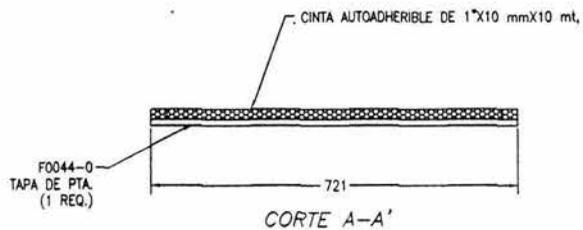


CORTE A-A'

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENSAMBLE DE TAPA EXT.	
ESCALA : 50V	ACOT: mm	MATERIAL : VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ENROSCADAS ANGULARES ± 0.07 LINEALES ± 0.5		ACABADO : VER DESPIECE	
FECHA: 19/04/83	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : E0017-0	



CORTE B-B'



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENSAMBLE DE TAPA INT.	
ESCALA :	SIN ACOT. PUNT.	MATERIAL : VER DESPIECE	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO : VER DESPIECE	
ANGULARES $\pm 0.0'$			
LINEALES ± 0.5			
FECHA: 18/04/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : E0017-1	

F0026-0
EVAPORADOR
(1 REQ.)

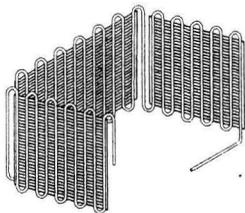
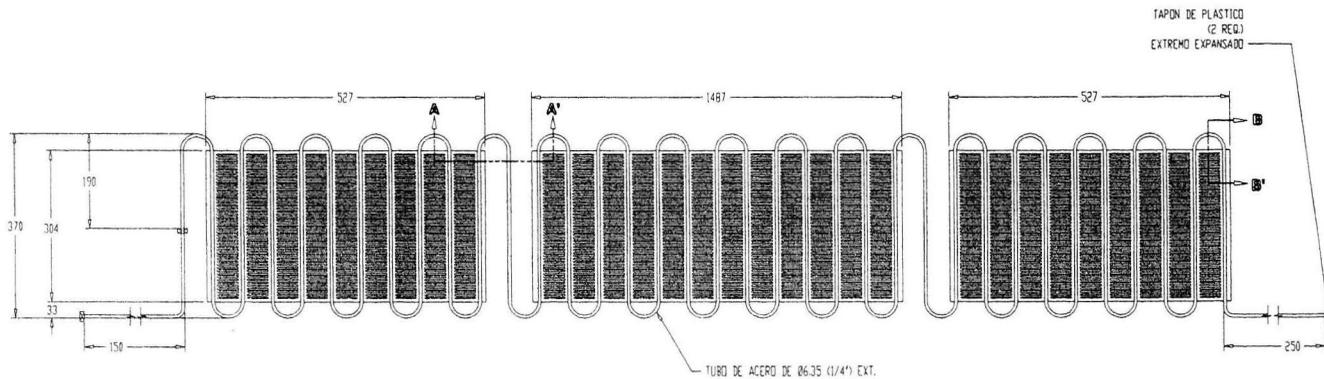
CUBO DE POLIESTIRENO
8X50X50 mm
(2 REQ.)

REFUERZO P/SOPORTE
(SOLO REF.)

FIJAR EVAPORADOR CON CINTA
DE ALUMINIO DE 2' (33 mts. REQ.)

E0016-0
ENS. DE GAB. INTERIOR-
ESTRUCTURA (REF.)

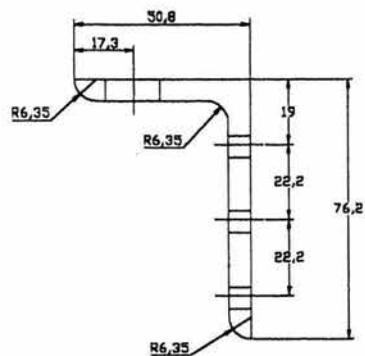
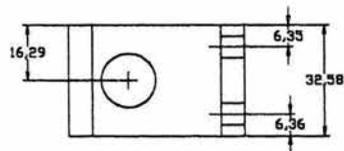
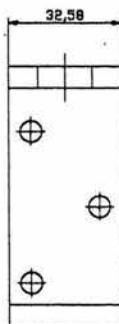
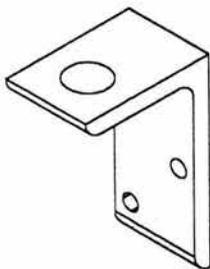
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENSAMBLE DE GABINETE INTERIOR - ESTRUCTURA	
ESCALA : SNV	ADOT: mm	MATERIAL :	VER DESPIECE
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.17		ACABADO :	VER DESPIECE
LINEALES ± 0.5			
FECHA: 21/ENE/03	DESENHO: FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : E0018-0	



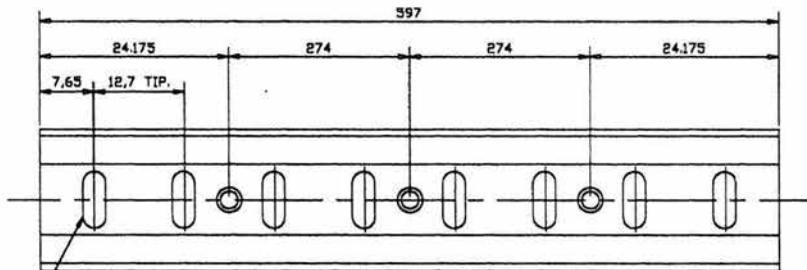
NOTAS:

- 1.- LOS MATERIALES Y EL PROCESO DE FABRICACION DE TODOS LOS COMPONENTES DEBERAN SER COMPATIBLES CON EL USO DE REFRIGERANTE R-134a.
- 2.- IDENTIFICADO PARA R-134a.
- 3.- TAPON DE PLASTICO COMPATIBLE CON R-134a.

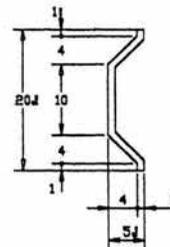
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO :	CONDENSADOR ESTATICO
ESCALA :	ACOT:	MATERIAL :	INDICADO
mm	SIN	ACABADO :	ESMALTE NEGRO
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS			
ANGULARES	± 1.0'		
LINEALES	± 2.0		
FECHA:	DIBUJO :	No DE DIBUJO :	
07/SEPT/03	FABIAN SALAS	C0001-0	



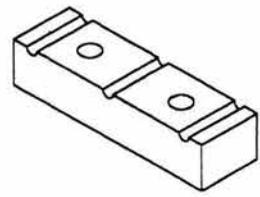
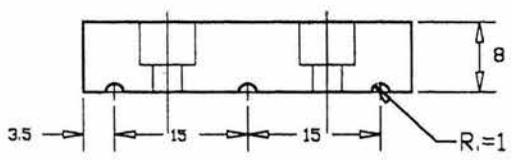
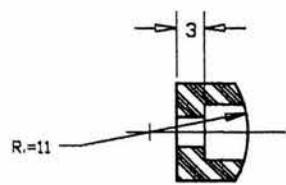
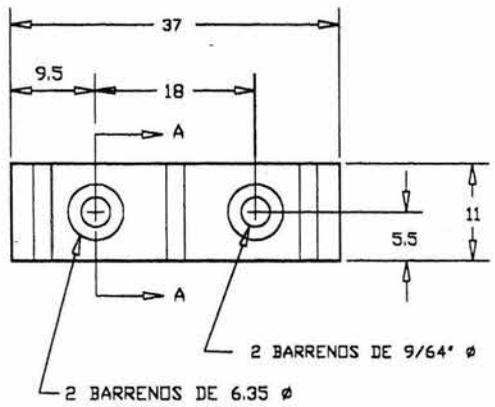
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 BISAGRA	
ESCALA 1	ACOT. mm	MATERIAL 1 ANGULO DE FIERRO DE Fe 1/4"	
TELONAJES NO ESPECIFICADOS	± 0.07	ACABADO 1 CADMINIZADO	
ANGULARES	± 1		
FECHA: 28/04/83	DIBUJO 1	No DE DIBUJO 1 DAZ CRUZ E.	COOO2-0



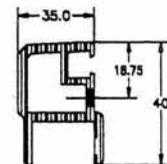
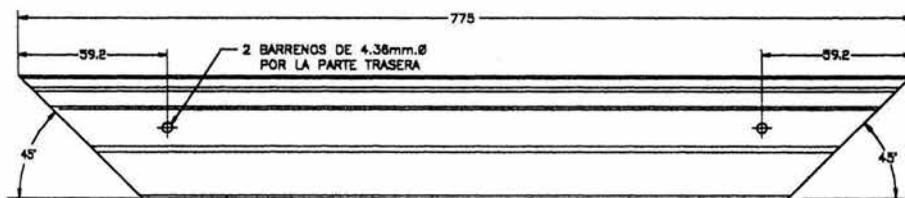
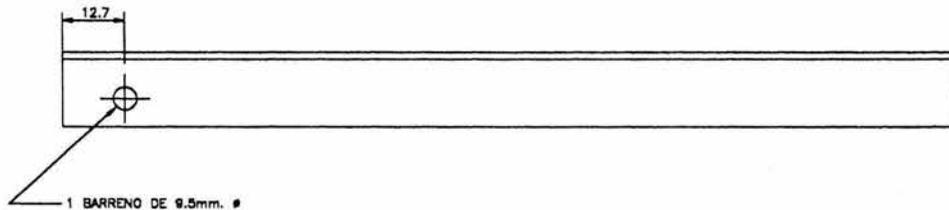
47 SLOTS BX3.2



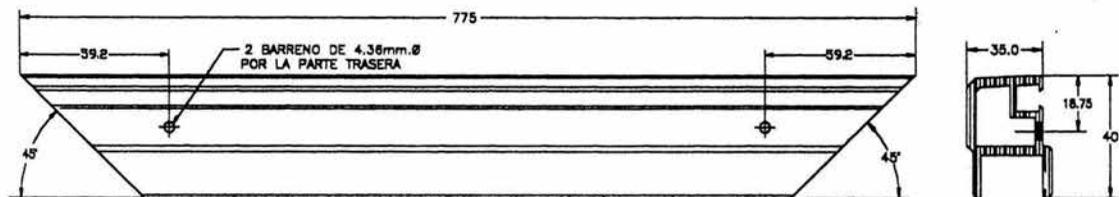
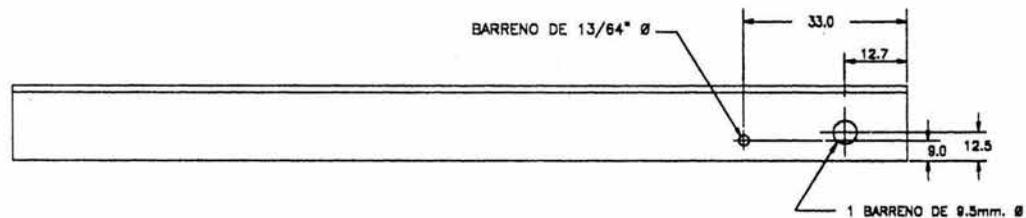
U.N.A.M. ENEP ARAGÓN		TÍTULO 1 CREMALLERA	
ESCALA 1	ACOT. mm	MATERIAL 1	ALUMINIO
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO 1	NATURAL
ANGULARES ± 0.07			
LINEALES ± 0.5			
FECHA: 04/04/03	DIBUJO: FABIAN SALAS	No DE DIBUJO: C000.3-0	



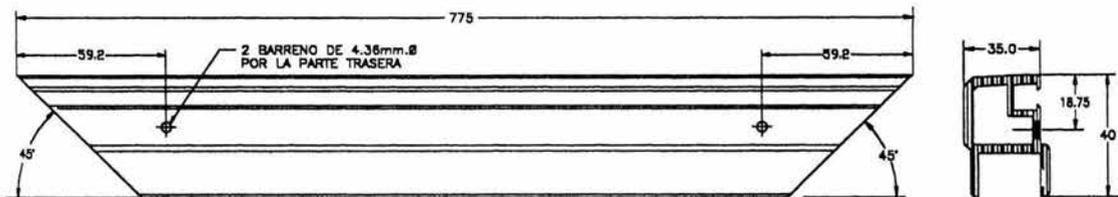
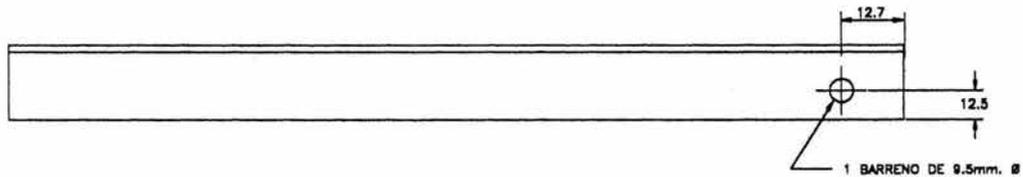
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 DESILIZADOR	
ESCALA 1	ADOT. mm	MATERIAL 1 NYLON	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO 1 BLANCO	
ANGULARES $\pm 0.25^\circ$			
LINEALES ± 0.5			
FECHA 05/11/03	DIBUJO 1 FABIAN SALAS	No DE DIBUJO 1 00001-0	



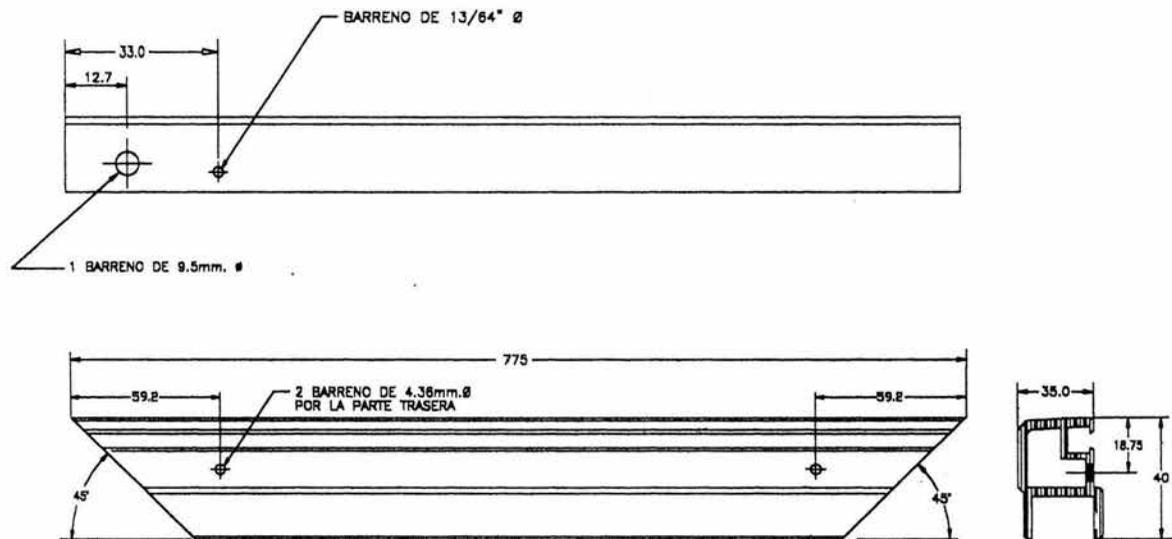
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 LARGUERO SUP. IZQ. DE PTA. ABATIBLE	
ESCALA 1	ADON: mm	MATERIAL 1	PVC REPE #1 CON HIT
TELURACIONES NO ESPECIFICADAS		ACABADO 1	COLOR NEGRO MATE
ANGULARES	± 0.5°		
LINEALES	± 0.5		
FECHA: 18/JUL/83	DIBUJO: FABIAN SALAS	No DE DIBUJO:	00003-0



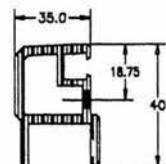
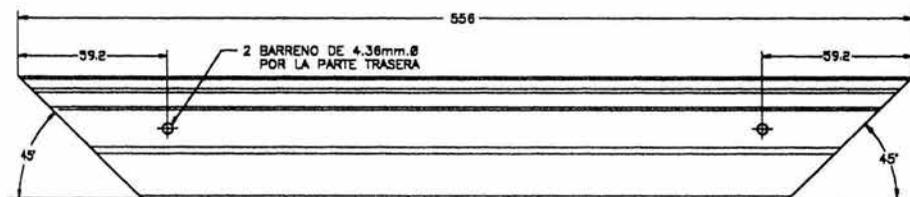
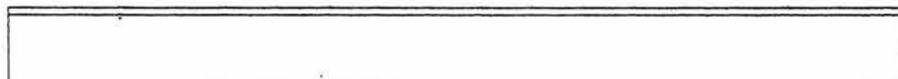
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1	
ESCALA 1:1		LARGUERO INF. IZQ. DE PTA. ABATIBLE	
ESCALA 1:1	ACOT. mm	MATERIAL: PVC REPE 91 CON HIT	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO: COLOR NEGRO MATE	
ANGULARES $\pm 0.2^\circ$			
LINEALES ± 0.3			
FECHA: 18/04/03	DISEÑO: FABIAN SALAS	No DE DISEÑO: C0015-1	



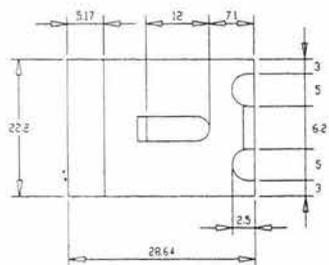
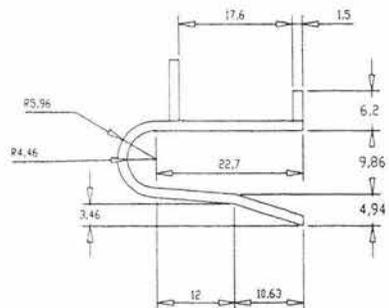
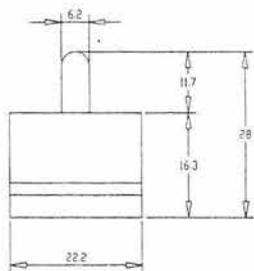
U.N.A.M. ENEP ARAGÓN		TÍTULO 1 LARGUERO SUP. DER. DE PTA. ABIERTIBLE	
ESCALA 1	MM	MATERIAL 1	PVC REPE 81 CON H.T.D
TELÉRREGLOS NO ESPECIFICADOS	± 0.3	ACABADO 1	COLOR NEGRO MATE
ANILAJES	± 0.5	FECHA	18/JUL/03
LINEALES	± 0.5	DIBUJO	FABIAN SALAS
		Nº DE DIBUJO	000015-2



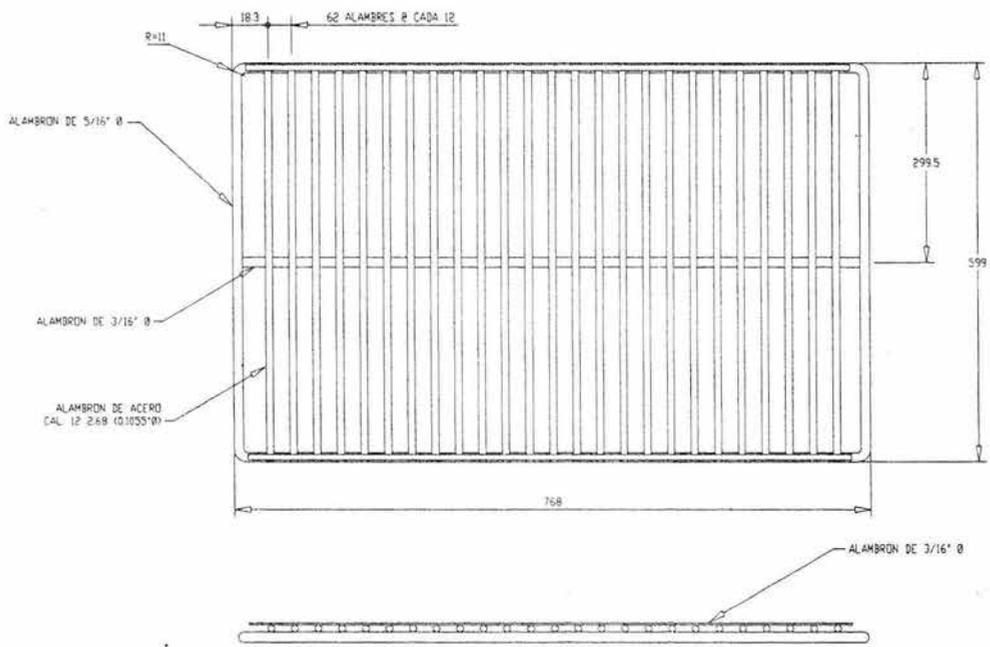
UNAM ENEP ARAGON		TITULO I LARGUERO INF. DER. DE PTA. ABATIBLE	
ESCALA I	SIN	ADON	MATERIAL I
		mm	PVC REPE 81 CON H.TD
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO I	
ANGULARES ± 0.2°		COLOR NEGRO MATE	
LINEALES ± 0.3			
FECHA	18/04/03	DEBLLO I	FABIAN SALAS
			NO DE DEBLLO I COO05-J



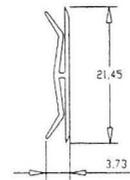
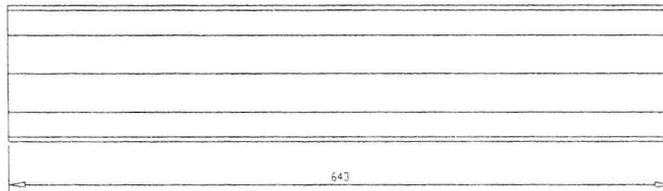
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : CABEZAL DE PTA. ABATIBLE	
ESCALA : SIN	ACOTI: MM	MATERIAL : PVC REPE 91 CON H/D	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO : COLOR NEGRO MATE	
ANGULARES ± 0.5°	LINIALES ± 0.5		
FECHA 18/XXI/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : C0006-0	



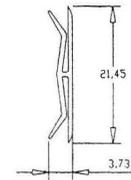
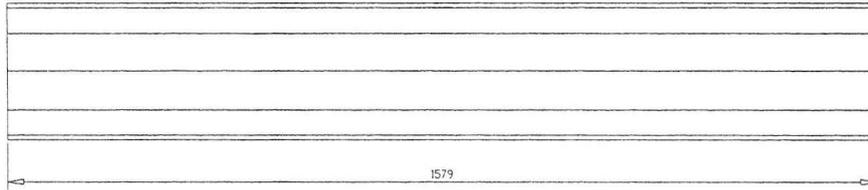
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : MENSULA	
ESCALA :	ACOT. mm	MATERIAL :	LAMINA DE A. 1.
SIN		ACABADO :	NATURAL
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS			
ANGULARES ± 0.5°			
LINEALES ± 0.5			
FECHA:	DIBUJO :	No DE DIBUJO :	
19/JUL/03	FABIAN SALAS	C00C17-0	



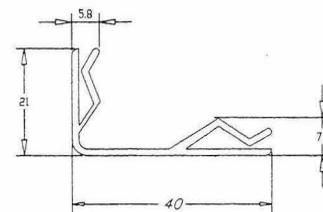
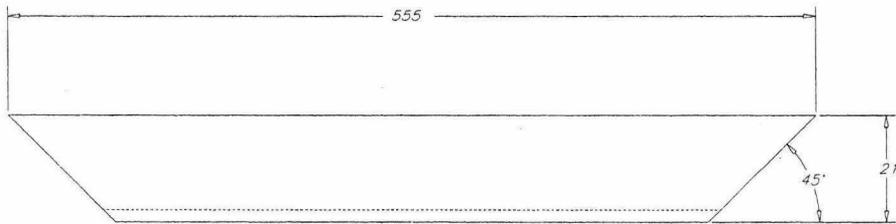
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PARRILLA	
ESCALA : SIN	ACOT : mm	MATERIAL : ALAMBRO DE ACERO	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO : TROPICALIZADO	
ANGULARES ± 0.5°			
LINEALES ± 0.5			
FECHA: 19/JUL/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : C0008-0	



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL GRAPA GABINETE? (VERTICAL)	
ESCALA : SIN	ACOT : mm	MATERIAL : PVC REPE 112 CON H.TD	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.5° LINEALES ± 0.5		ACABADO : COLOR GRIS	
FECHA: 27/JUL/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : C000 9-0	



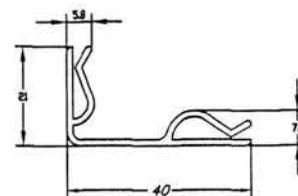
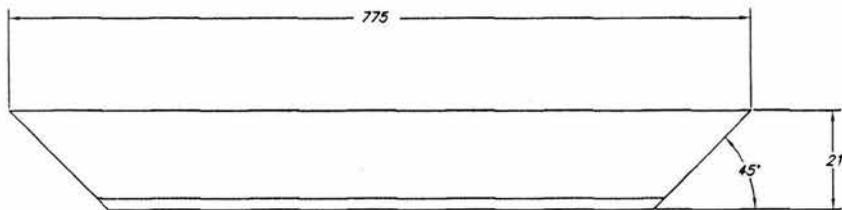
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL GRAPA GABINETE: (HORIZONTAL)	
ESCALA :	SIN ACOT.	mm	MATERIAL : PVC REPE 112 CON HITO
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO : COLOR GRIS	
ANGULARES ± 0.5°			
LINEALES ± 0.5			
FECHA : 27/JUL/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : C000.9-1	



NOTA: ESPESOR CONSTANTE DE 1.3

1 mt. = 0.238 Kg

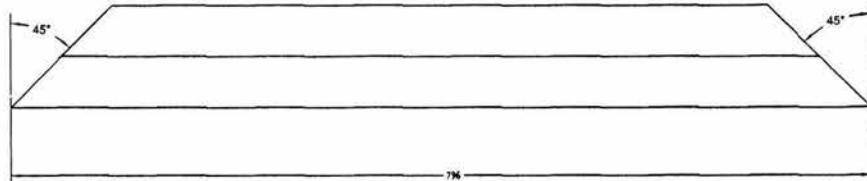
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL BREAKER (VERTICAL)	
ESCALA :	SIN ADOT: mm	MATERIAL :	PVC REPE 91 CON HTD
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.5° LINEALES ± 0.5		ACABADO :	COLOR NEGRO
FECHA :	27/JUL/03	DIBUJO :	FABIAN SALAS
		No DE DIBUJO :	0001.0-0



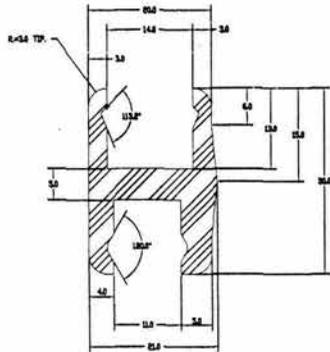
NOTA: ESPESOR CONSTANTE DE 1.3

1 mt. = 0.238 Kg

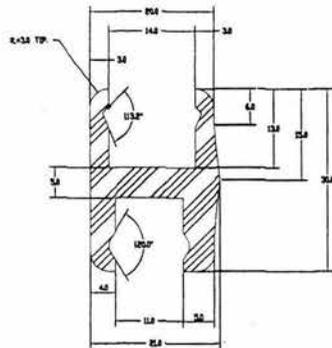
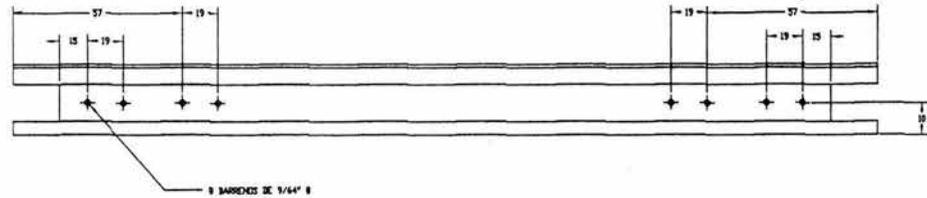
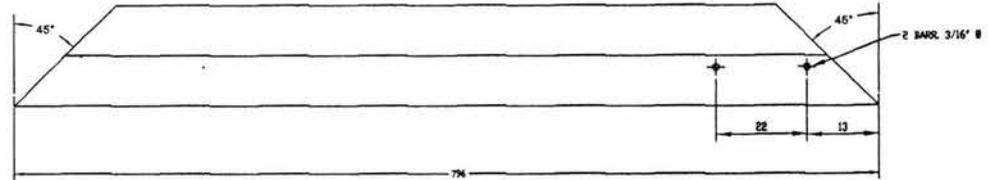
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL BREAKER (HORIZONTAL)	
ESCALA :	ADOT: mm	MATERIAL :	PVC REPE 91 CON HTD
LINEALES	± 0.5	ACABADO :	COLOR NEGRO
ANGULARES	± 0.5	FECHA:	27/11/03
FECHA:	27/11/03	DIBUJO :	FABIAN SALAS
		No DE DIBUJO :	CO010-1



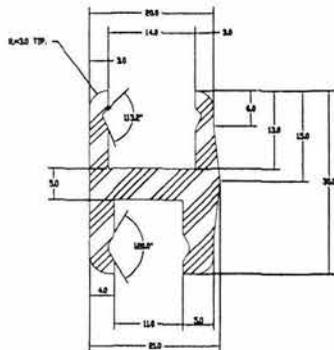
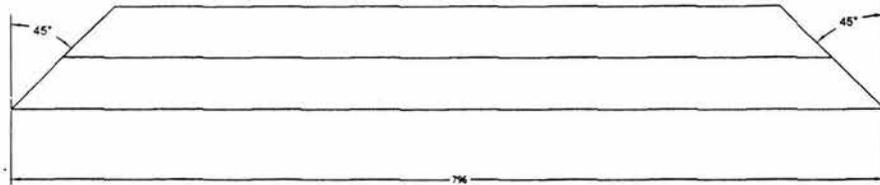
4 BARRIDOS DE 9/64" Ø



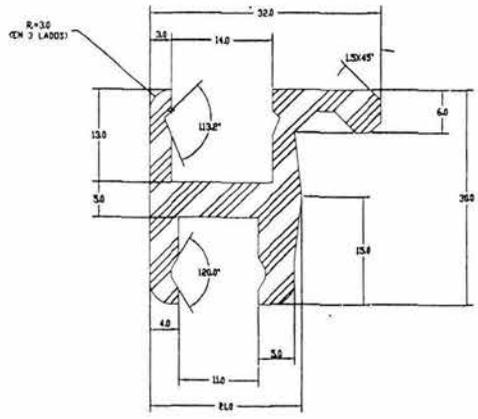
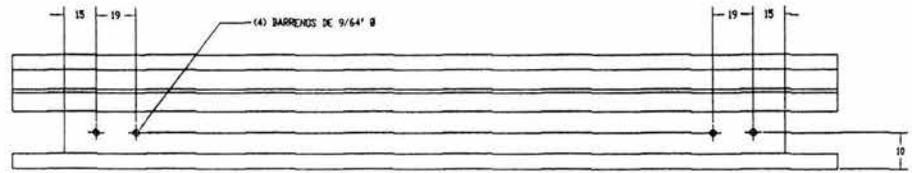
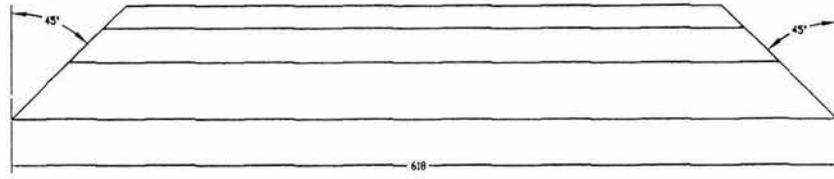
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 PERFIL COMPLEMENTO INF. IZO.	
ESCALA 1	ACOTI mm	MATERIAL 1 PVC REPE 112 CON HDI	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS	± 0.5	ACABADO 1 COLOR GRIS CLARO	
ANGULARES	± 0.5		
LINDELES	± 0.5		
FECHA 27/XII/03	DIBUJO 1 FABIAN SALAS	No DE DIBUJO 1 0011-0	



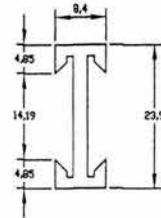
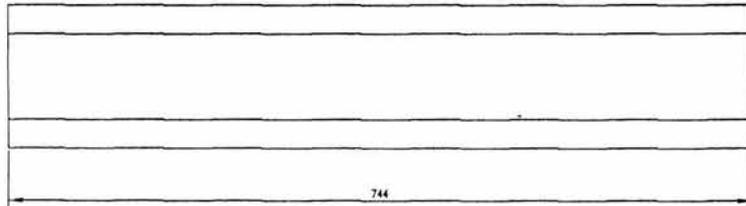
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL COMPLEMENTO INF. DER	
ESCALA : 50	ACOT. : mm	MATERIAL : PVC REPE 112 CON HOT	
TOLERANCIA NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.5° LINEALES ± 0.5		ACABADO : COLOR GRIS CLARO	
FECHA : 27/XX/03	DISEÑO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : C0011-1	



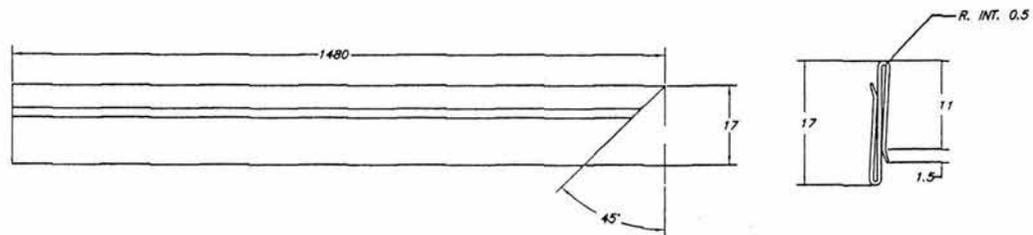
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL COMPLEMENTO SUP.	
ESCALA : 80H	ACOM : mm	MATERIAL : PVC REPE 112 CON HDI	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.2° LINEALES ± 0.5		ACABADO : COLOR GRIS CLARO	
FECHA : 27/XXX/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DISEÑO : C0011-2	



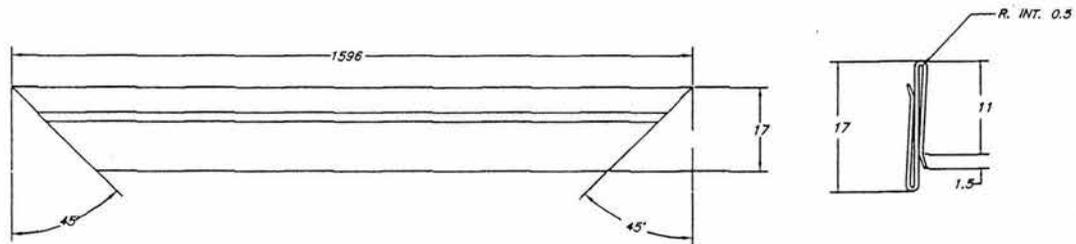
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL LATERAL JALADERA	
ESCALA : SIN	ADOT. : mm	MATERIAL : PVC REPE 112 CON HD	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO : COLOR GRIS CLARO	
ANGULARES ± 0.5°			
LINEALES ± 0.5			
FECHA: 27/JUL/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : 00012-0	



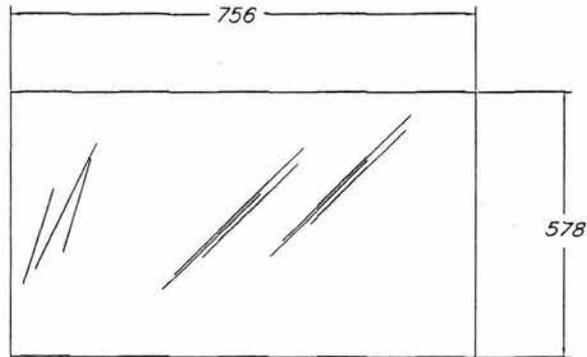
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1	
		PERFIL POSTE P/CREMALLERA	
ESCALA 1	200	ACOT. mm	MATERIAL 1
			ALUMINIO
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO 1	
ANGULARES ± 0.5°		NATURAL	
LINEALES ± 0.5			
FECHA:	27/IV/03	DIBAJA 1	Ho DE DIBAJA 1
		DIAZ C.	00013-0



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : MOLDURA GRAPA LATERAL	
ESCALA :	ADOT. mm	MATERIAL : PVC REPE 069	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO : COLOR NEGRO	
ANGULARES ± 1°			
LINEALES ± 1			
FECHA : 18/04/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : 00014-0	

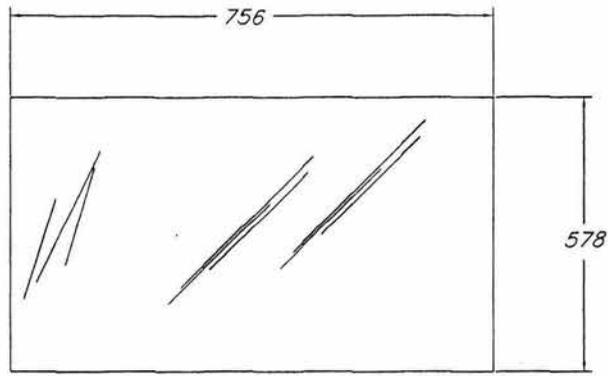


U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : MOLDURA GRAPA HORIZONTAL	
ESCALA :	SIN	ACOTI mm	MATERIAL : PVC REPE 089
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO : COLOR NEGRO	
ANGULARES ± 1'			
LINEALES ± 1			
FECHA: 18/JUL/03	DIBUJO : FABIAN SALAS		No DE DIBUJO : C0014-1



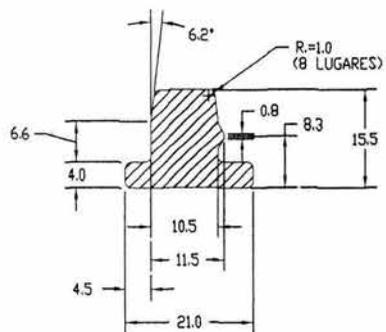
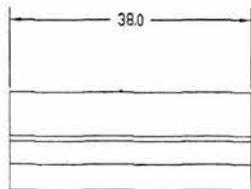
TOLERANCIA	
3.2	3.4

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO :	
		CRISTAL TEMPLADO	
ESCALA :	2x1	ACOTI :	mm
		MATERIAL :	
		VIDRIO	
TOLERANCIA DE DIMENSIONES		ACABADO :	
ANGULARES ± 0.0°		NATURAL	
LINEALES ± ?			
FECHA :	27/04/03	DIBUO :	FABIAN SALAS
		No DE DIBUO :	
		C0015-0	

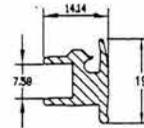
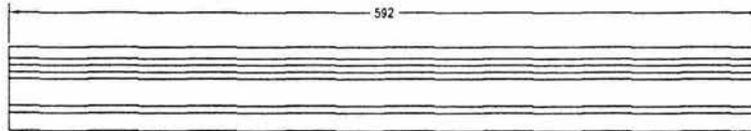


TOLERANCIA	
3.2 ⁺	$\frac{3.18}{3.4}$

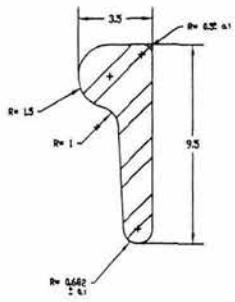
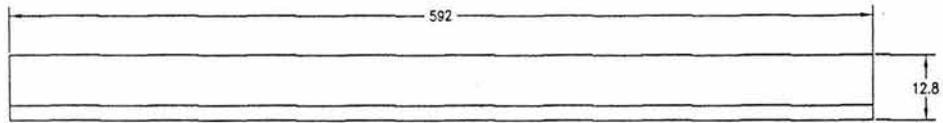
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : VIDRIO NORMAL FLOTADO	
ESCALA :	SIN ADOS mm	MATERIAL :	VIDRIO
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO :	
ANGULARES ± 0.07		NATURAL	
LINEALES ± 9			
FECHA:	27/11/13	DIBUJO :	FABIAN SALAS
		No DE DIBUJO : 00015-1	



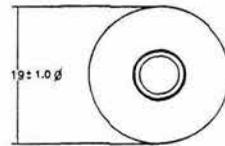
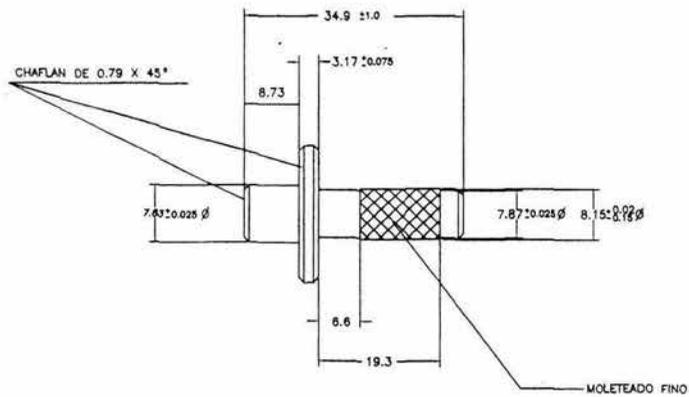
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 PERFIL AMORTIGUADOR	
ESCALA 1	ADOT	MATERIAL 1	PVC FEPE-107
SH	mm	ACABADO 1	COLOR GRIS CLARO
TOLERANCIA NO ESPECIFICADA	± 0.25		
ANGULARES	± 0.8		
LINIALES	± 0.8		
FECHA: 03/000/03	DIBUJO 1 DIAZ C.	No DE DIBUJO 1 00016-0	



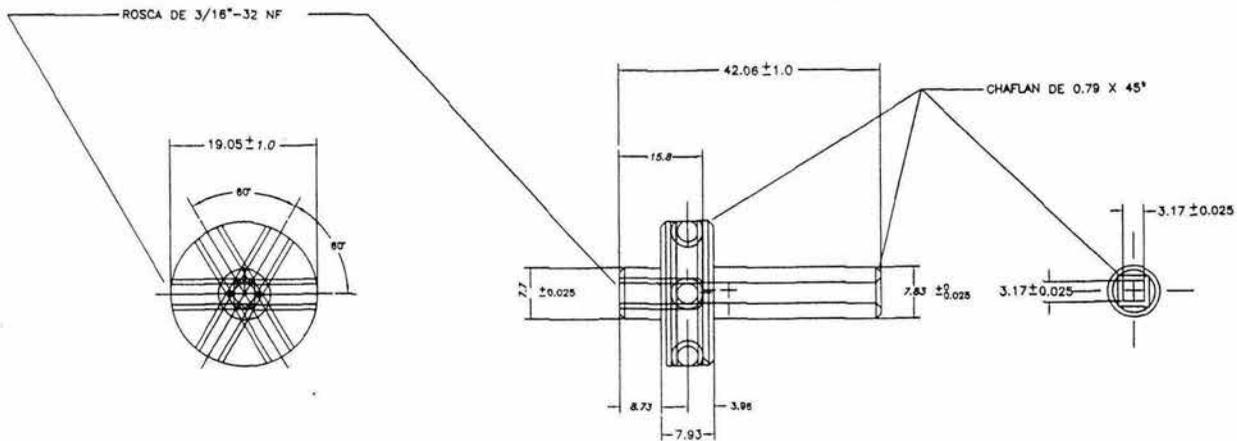
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 PERFIL DE SELLO DE PUERTA	
ESCALA 1	SIN	ADON	mm
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		MATERIAL 1 PVC REPE 112	
ANGULARES ± 0.5°		ACABADO 1 COLOR GRIS	
LINEALES ± 0.5			
FECHA 18/Ago/03	DIBUJO 1 DIAZ C.		No DE DIBUJO 1 C0017-0



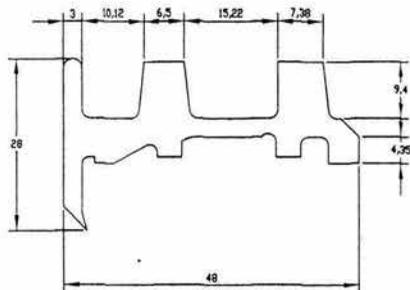
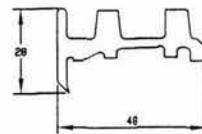
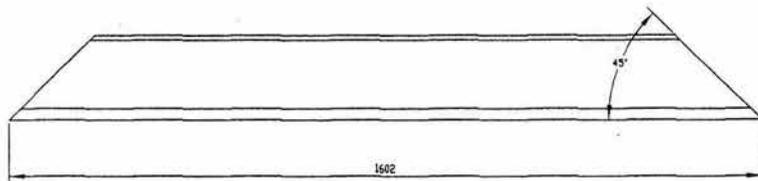
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL HULE SELLO	
ESCALA : SIN	ADOTI mm	MATERIAL : PVC FLEXIBLE FEPE 107	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.0° LINEALES ± 0.5		ACABADO : COLOR GRIS	
FECHA: 15/Ago/03	DIBUJO : DAZ C.	No DE DIBUJO : C0018-0	



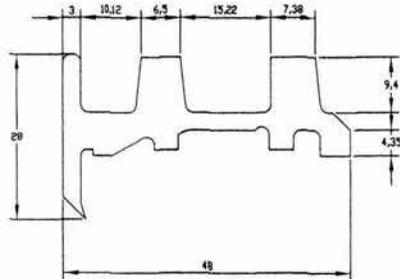
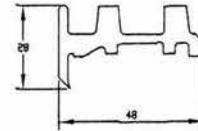
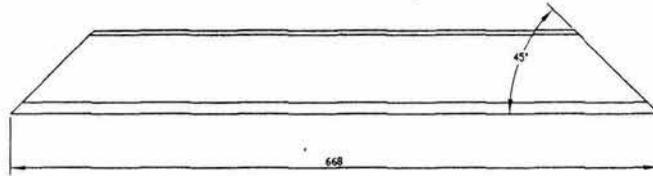
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ENS. DE PUERYA SOLIDA	
ESCALA : SIV	ADOTI mm	MATERIAL : C.R. 3/4" 1018	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.5° LINEALES ± 0.5		ACABADO : CADMINIZADO	
FECHA: 21/SEPT/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : C0019-0	



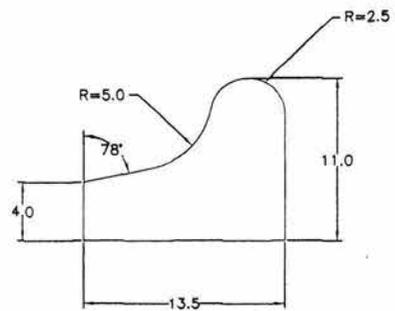
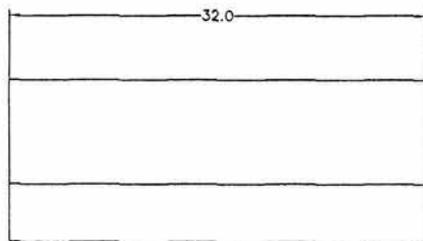
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : EJE INFERIOR DE TORSION	
ESCALA : SIN	ADOT. mm	MATERIAL : C.R. 3/4"Ø 1018	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES $\pm 0.5^\circ$ LINEALES ± 0.5		ACABADO : ADMINISTRADO	
FECHA: 21/SEP/03	DIBUJO : DAZ CRUZ E.		No DE DIBUJO : C0019-1



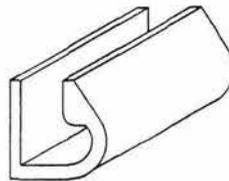
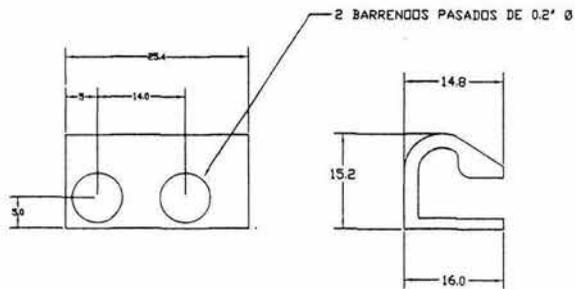
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 PERFIL MARCO INF. HORIZ.	
ESCALA 1 SIV	ADOT. mm	MATERIAL 1 PVC REPE 112	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO 1 COLOR GRIS	
ANGULARES ± 0.5°			
LINEALES ± 0.5			
FECHA: 14/SEP/03	DIBUJO 1 FABIAN SALAS	No DE DIBUJO 1 C0020-0	



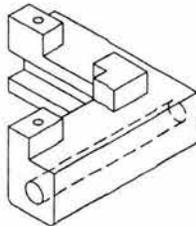
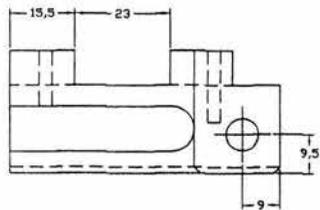
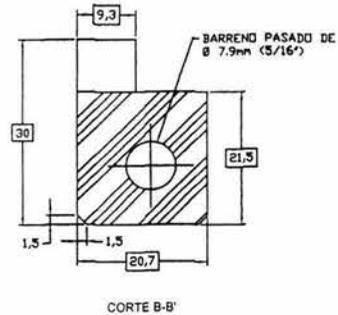
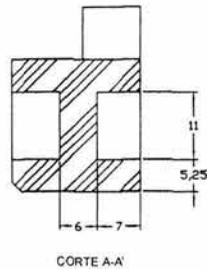
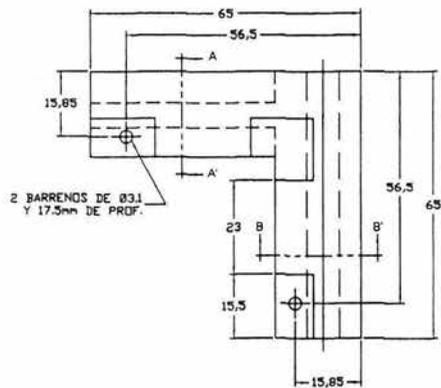
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1: PERFIL MARCO INF. VERT.
ESCALA 1: 5/1	ACOTI mm	MATERIAL 1: PVC REPE 112
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.5° LINEALES ± 0.5		ACABADO 1: COLOR GRIS
FECHA: 14/SEP/03	DIBUJO 1: FABIAN SALAS	NO DE DIBUJO: 00020-1



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL TOPE	
ESCALA :	SIN	ADOTI	mm
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		MATERIAL : PVC FLEXIBLE FEPE 107	
ANGULARES	± 0.0°	ACABADO : GRIS OSCURO	
LINEALES	± 0.5		
FECHA:	21/SEPT/03	DIBUJO :	FABIAS SALAS
		NO DE DIBUJO : C0021-0	

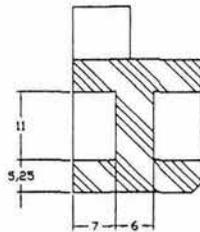
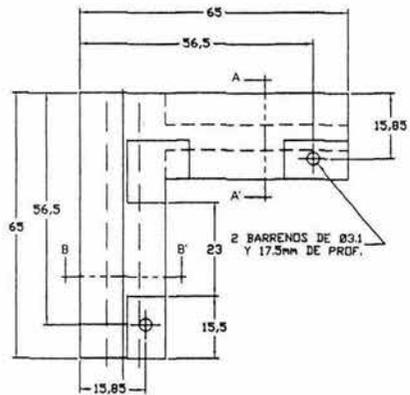


U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : PERFIL SOPORTE DE TOPE	
ESCALA : SH	ACOT. /MM	MATERIAL : REPE 112	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.0 LINEALES ± 1.0		ACABADO : GRIS OSCURO	
FECHA: 21/SEPT/03	DIBUJO : FABIAS SALAS		NO DE DIBUJO : 00022-0

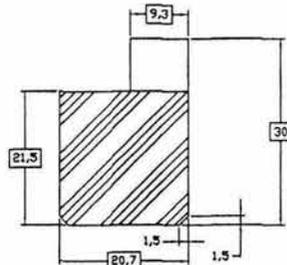


□ DIMENSION IMPORTANTE TOL ± 0.1

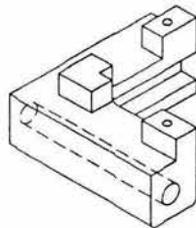
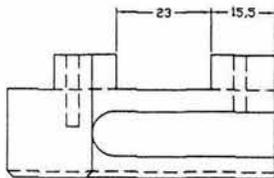
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO 1 ESQUINERO IZQUIERDO	
ESCALA 1	ACOT: mm	NATURAL 1	NYLON 6/6 3100
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS	± 0	ACABADO 1	NATURAL
ANGULARES	± 0.5	FECHA	01/OCT/03
LINEALES	± 0.3	DIBUJO 1	FABIAN SALAS
		No DE DIBUJO 1	00023-0



CORTE A-A'

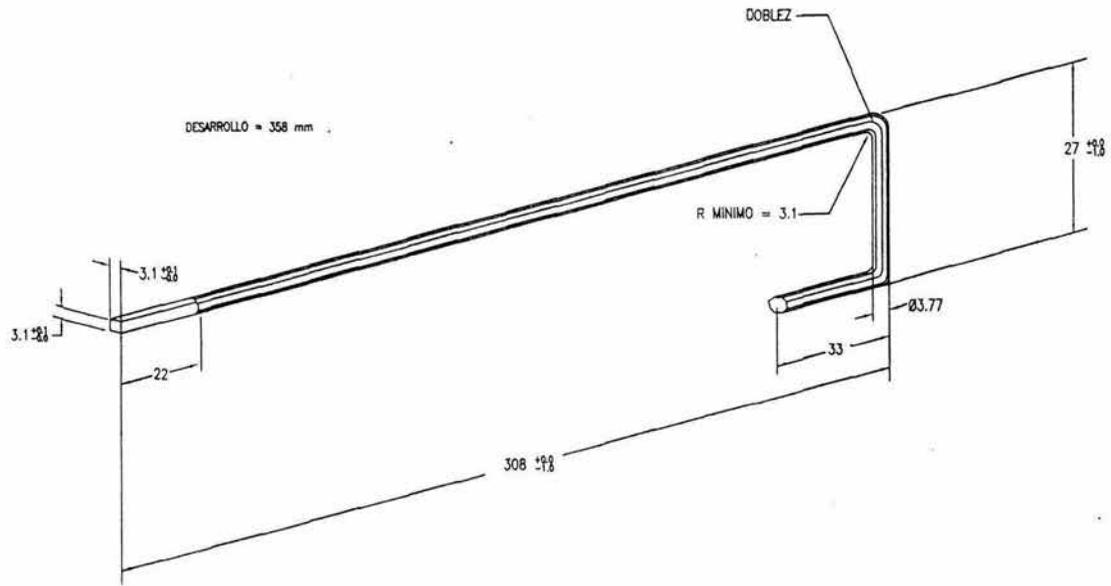


CORTE B-B'

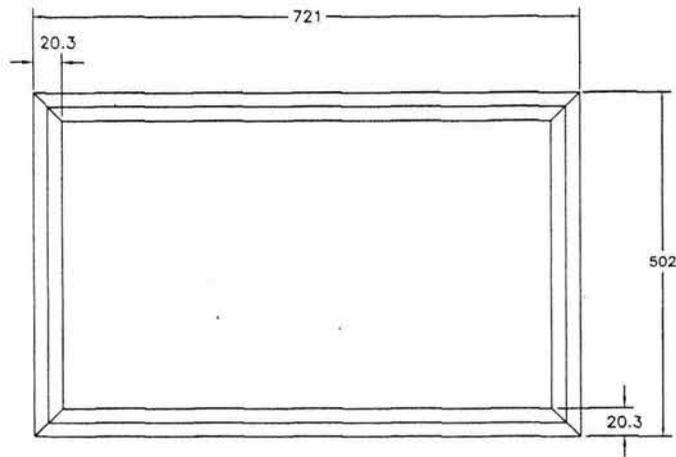


□ DIMENSION IMPORTANTE TOL. $\pm 0,1$

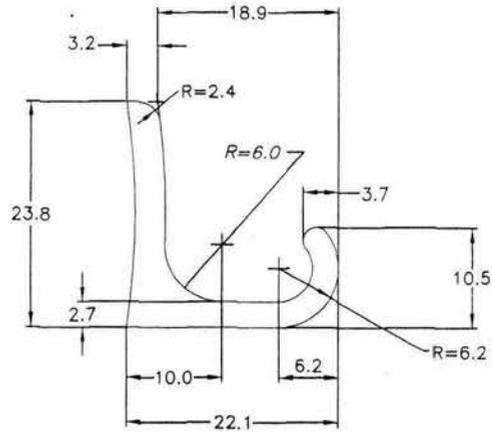
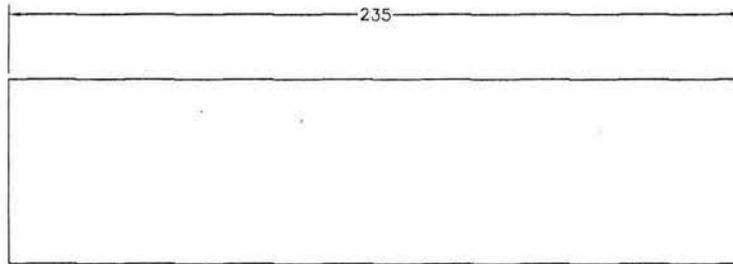
I.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ESQUINERO DERECHO	
ESCALA : 50	ACOT : mm	MATERIAL : NYLON 6/6 3100	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0 LINEALES $\pm 0,5$		ACABADO : NATURAL	
FECHA : 01/Oct/03	DESENHO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : 00023-1	



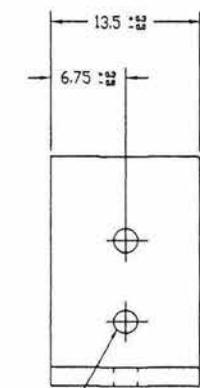
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : VARILLA DE TORSION	
ESCALA :	MM	ACOT.	MM
MATERIAL : ALAMBRE DE ACERO TIPO PLANO		ACABADO : NATURAL	
TELENOCHAS NO EMPLEADAS	≥ 0		
ANGULARES	≥ 0		
LINIELES	≥ 1		
FECHA: 01/OCT/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : F0042-0	



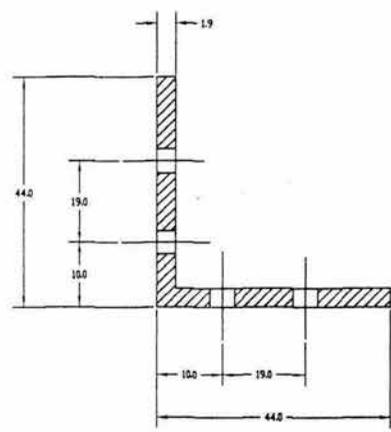
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : SELLO MAGNETICO	
ESCALA : Sin	ACOT: mm	MATERIAL : PVC 7699	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES ± 0.07		ACABADO : NEGRO	
LINEALES ± 1.0		FECHA: 27/SEPT/03	DIBUJO : DAZ CRUZ E. No DE DIBUJO : C0025-0



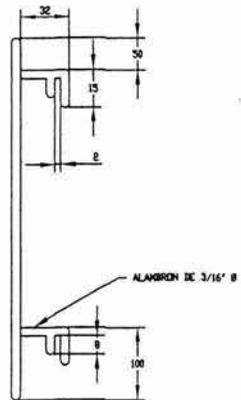
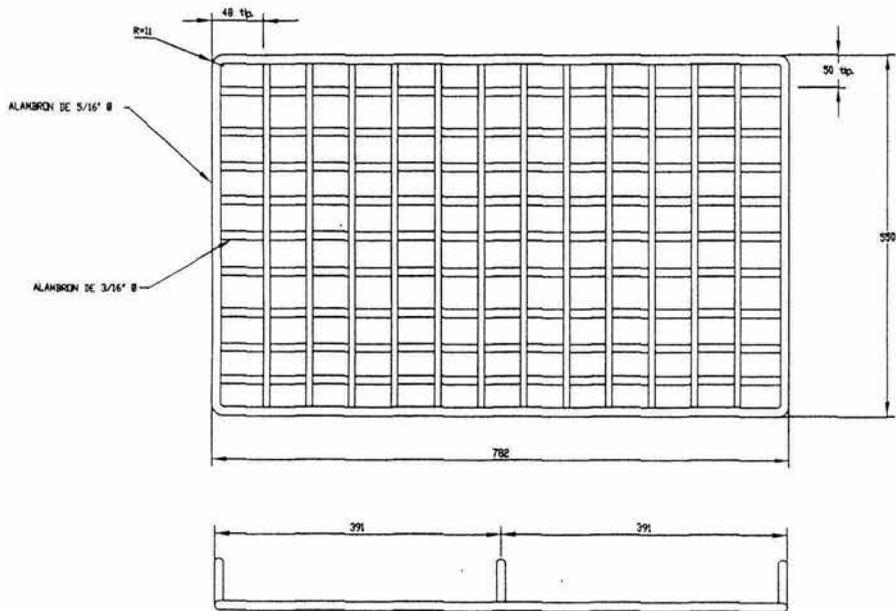
U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : JALADERA	
ESCALA : SW	ACOTI mm	MATERIAL : ALUMINIO	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS ANGULARES $\pm 0.0^\circ$ LINEALES ± 0.5		ACABADO : NATURAL	
FECHA: 21/SEP/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : C0026-0	



(4) BARRENDOS DE 1/8"Ø



U.N.A.M. ENEP ARAGON		TITULO : ANGULO PARA PUERTA	
ESCALA : 5/8"	ACOT. : mm	MATERIAL : LAM. C.R.S CAL.14 (1.9mm. ESP.)	
TOLERANCIAS DE COEFICIENTES ANGULARES ± 0.07		ACABADO : TROPICALIZADO	
LINHAES ± 0.05			
FECHA : 27/XX/03	DIBUJO : FABIAN SALAS	No DE DIBUJO : 00027-0	



NOTA: PINTURA EPÓXICA COLOR BLANCO

U.N.A.M. ENEP ARAGON		TÍTULO: PANEL DE REJILLA	
ESCALA: DIN	ACOT: mm	MATERIAL: ALAMBRO DE ACERO	
TOLERANCIAS NO ESPECIFICADAS		ACABADO: PLASTIFICADO	
ANGULARES $\pm 0.2^\circ$			
LINEALES ± 0.5			
FECHA: 15/DIC/03	DIBUJO: FABIAN SALAS	Nº DE DIBUJO: C0028-0	

VI CÁLCULO DE PARTES DEL SISTEMA

6.1 Cálculo de carga térmica

6.1.1 Gabinete

Área de gabinete de congelador

PARTE	LARGO	ANCHO	m ²	ft ²
TECHO	1.672	0.710	1.187	12.76
RESPALDO	1.672	0.717	1.198	12.87
COSTADOS (2)	0.710	0.717	0.509 (2)	10.94

AT = 36.57 ft²

PUERTAS (2)	0.555	0.777	0.862	9.27
-------------	-------	-------	-------	------

6.1.2 Temperatura inicial / final en Interior (Δt)

Para el área del congelador será de:

$T_1 = 32^\circ \text{C} (90^\circ \text{F})$	$T_2 = -10^\circ \text{C} (14^\circ \text{F})$	$\Delta T = (T_1 - T_2) = 90^\circ \text{F} - 14^\circ \text{F} = 76^\circ \text{F}$
---	--	--

$$U = k/e = 0.12/1.7 \text{ in} = 0.068 \text{ BTU/ hr ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$k = 0.12 \text{ BTU/ hr ft}^2 \text{ }^\circ\text{F} \text{ (Factor de transmisión del poliuretano)}$$

$$Q_{\text{GABINETE}} = U_G \times A_G \times \Delta T_G = 0.068 \text{ BTU/ hr ft}^2 \text{ }^\circ\text{F} (36.57 \text{ ft}^2) (76^\circ \text{F}) = \mathbf{189 \text{ BTU/ hr}}$$

6.1.2.1 Puertas

Para el congelador la carga térmica a través de las puertas será de:

$$Q_{\text{PUERTAS}} = 0.102 \text{ BTU/ hr ft}^2 \text{ }^\circ\text{F} (9.27 \text{ ft}^2) (76^\circ \text{F}) = \mathbf{72 \text{ BTU/ hr}}$$

Área de gabinete de Refrigerador

PARTE	LARGO	ANCHO	m ²	ft ²
FONDO	1.672	0.710	1.187	12.76
RESPALDO	1.672	0.815	1.363	14.65
COSTADOS	0.710	0.815	1.157	12.43

AT = 39.84 ft²

6.1.3 Temperatura inicial / final en interior (Δt)

Para el área del refrigerador será de:

$T_1 = 32^\circ \text{C} (90^\circ \text{F})$	$T_2 = 0^\circ \text{C} (32^\circ \text{F})$	$\Delta T = (T_1 - T_2) = 90^\circ \text{F} - 32^\circ \text{F} = 58^\circ \text{F}$
---	--	--

$$Q_{\text{GABINETE(2)}} = 0.068 (39.84)(58^\circ \text{F}) = 157 \text{ BTU/ hr}$$

PUERTAS (2)	1.610	0.668	1.075	11.56
-------------	-------	-------	-------	-------

6.1.3.1 Puertas

Para refrigerador la carga térmica a través de las puertas será:

$$Q_{\text{PUERTAS}} = 10.35 \times 11.56 = \mathbf{120 \text{ BTU/ hr}}$$

$$U = 0.17 \text{ (Puerta con 3 cristales para condición "C")} @ 32.2^\circ \text{C} / 65\% \text{ H.R.}$$

$$\mathbf{CARGA TOTAL = 538 \text{ BTU/ hr}}$$

6.2 Producto a congelar/refrigerar

Debido a que el producto a “mantener” en el área del congelador será hielo, es decir agua, éste deberá mantenerse por debajo de 0°C , ésta es la razón por la cuál buscamos una temperatura de evaporación cercana a los -20°C . El estudio de distribución del producto se encuentra en el Capítulo 7 inciso 3.

En lo que respecta a la carga de producto se ha estandarizado por Norma el uso de latas de prueba (ALUMINIO), de las cuáles su disposición se encuentra ubicado en el capítulo 10 referente a la Norma de aplicación para equipos de refrigeración comercial.

Número de parrillas = 8

Total de latas x parrilla= 11 de frente x 8 de fondo =

704 latas @ 32°C = 45 BTU X LATA

= 31 680 BTU

IPD PROYECTADO A 18 HORAS

1760 BTU/ hr

6.2.1 Carga adicional

MOTORES

3 X 25 = 75 WATTS

= 255 BTU / hr

1 W = 3.413 BTU'S (Conversión)

LÁMPARAS

2X50 = 100 WATTS

= 341.3 BTU / hr

CARGA TOTAL

GABINETE	538
PRODUCTO	1760
MOTORES	255
LÁMPARAS	341.3
BTU/hr	2894.3

@ -20°C Temperatura de Evaporación

6.3 Selección del compresor

El compresor seleccionado para ésta aplicación será de la marca EMBRACO, el cuál tiene como características técnicas las siguientes:

(HP)	MARCA	EFICIENCIA (APLICACIÓN)	CARACTERÍSTICAS 134a	LBP -23.3° C
1	EMBRACO	ESTÁNDAR LBP	1	J2152Z 2400 Btu/H 4,67 Btu/wh

Check Points Conditions	
Temperatura (°C)	ASHRAE LBP
Evaporación	-23.3
Condensación	54.4
Ambiente y succión	32
Líquido	32

CONVERSIONES
1 Watt = 3,41 Btu/h
1 Kcal/h = 3,97 Btu/Wh
1 Watt = 0,86 kcal/h

Otras características de éste compresor están contempladas en el CD como material extra en Anexos.

6.4 Selección del evaporador

De acuerdo a lo visto en el capítulo referente a tipos de evaporadores tenemos que: el tipo de evaporador empleado será el denominado por “placas frías”, es decir, tubo de aluminio enrollado a lo largo del gabinete interior ó tina interior.

Tomando como consideración las siguientes observaciones de fabricantes de compresores para la construcción y diámetro interno del tubo:

- El uso de tubo de aluminio arroja excelentes resultados que se manifiestan en la temperatura entre la cara del gabinete y el interior de éste.
- Para algunos distribuidores de congeladores la eficiencia de el evaporador de aluminio está determinada por pruebas a carga plena (PULL-DOWN) y en la que se muestra lo siguiente:

32° C Temperatura Ambiente		
-10° C	-21° C	-31.5° C
Máxima temperatura de evaporación	Temperatura de evaporación durante la cristalización	Temperatura de evaporación a condiciones estacionarias
-13° C	-24° C	-33.5° C
25° C Temperatura Ambiente		

Esta figura muestra valores de porcentaje para un número de gabinetes enfriadores durante varias etapas de temperatura de evaporación de el Pull-down. Esto es de suma importancia para los evaluadores de gabinetes congeladores, como en el caso de ésta propuesta es de doble aplicación (Refrigerador-congelador) consideraremos que sea para mediana a baja carga (small-load) y no competirá para pruebas de Pull-Down ó (Big-load) por el tipo de carga que llevará.

En el caso de ciertas normas aplicables para la fabricación y el ensamble del tubo del evaporador considera que para small-load los fabricantes de gabinetes deben tomar en cuenta ciertos factores:

- Para el circuitaje del evaporador una pequeña distancia entre los tubos es aplicable donde la pequeña carga será colocada
- Sin embargo, el rollo del evaporador puede ser distribuida uniformemente a lo largo del gabinete y no solamente en la parte superior de éste.
- 85 mm. es una distancia recomendable entre los tubos tanto mejor como un máximo de 40 mm. desde el borde superior al borde inferior del rollo del evaporador.
- El tubo de 5/16" Ø (8 mm), es normalmente usado, pero para longitudes de más de 28 m. la caída de presión puede tener un efecto, por lo cuál el tubo de 3/8" Ø (10 mm) debe ser usado.

Su longitud y su ensamble está determinado en el capítulo 5.

6.5 Selección del condensador

Para el caso del condensador se utilizará el tipo estático (1/4" Ø) en serpentín con varillas de alambón y para su selección se tuvo en cuenta lo siguiente:

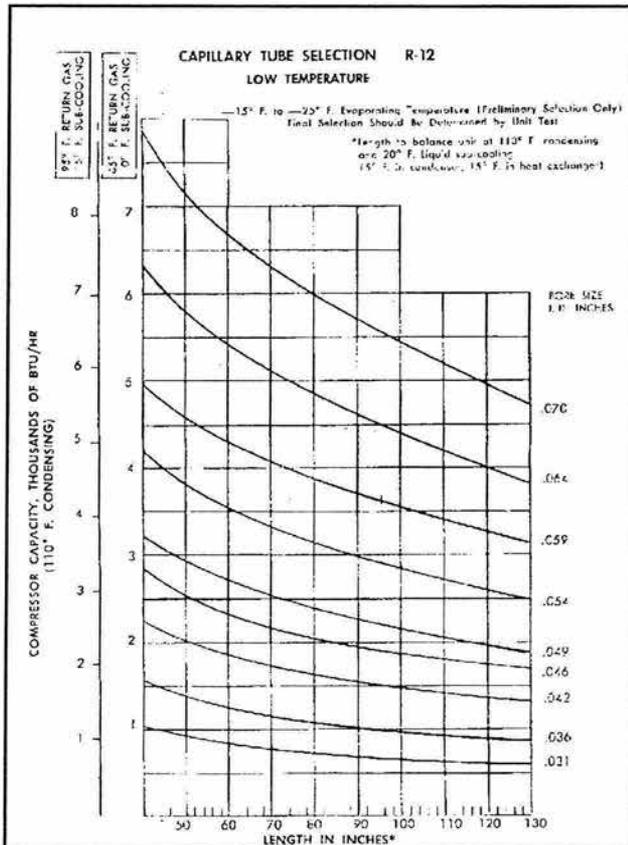
- Se emplea para aplicaciones de LBP y por su alta eficiencia de transferencia de calor.
- Debido a su construcción (rollos) es moldeable al tamaño de gabinete.
- Se instala con facilidad en la estructura del gabinete.

Su longitud y su ensamble está determinado en el capítulo 5.

6.6 Selección del capilar

Debido a que la capacidad del compresor está bajo las condiciones del capilar y las presiones que éste otorgue tanto en alta como en baja presión, tomaremos los datos de la carga total máxima a la cuál se trabajará:

La carga térmica será de 2770 Btu/hr. por lo que hay que contemplar para fines de ensamble será la mayor longitud posible de capilar por lo que:



Tomando el punto sin subenfriamiento será:

0.054" Ø x 115 in. (9.58 ft.)

Con subenfriamiento sera: 0.054" Ø x 130 in. (10.83 ft.)

Debido a que se tendrá un intercambiador de calor a lo largo de la línea de succión a fin de evitar regreso de refrigerante líquido al compresor, se considerará 0° C de subenfriamiento y esto se verá contemplado en el capítulo 7 de Funcionamiento dependiendo de las presiones del equipo.

Esta información del tubo capilar está definida en la lista de partes del equipo y en el plano de operación está sujeto a cambios dependiendo de las condiciones a las que deseamos trabajar.

VII FUNCIONAMIENTO

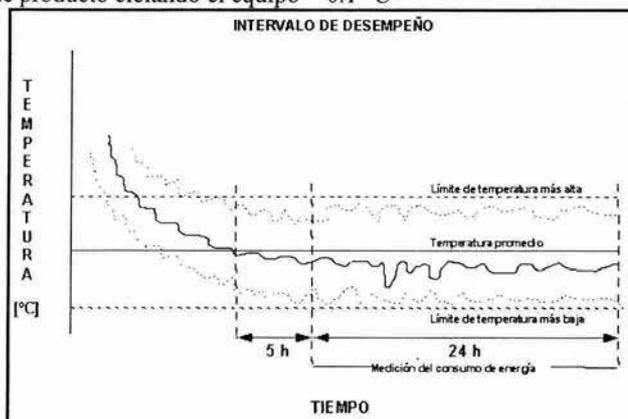
De acuerdo a las condiciones de diseño establecidas en éste trabajo, la carga en el congelador no es causa de condiciones de prueba estandarizadas, esto es, no existe una reglamentación de tiempo de pull-down para las bolsas de hielo; solamente se requiere que se mantengan por debajo del punto de congelación (0°C - 32°F) y como está determinado el sistema de refrigeración para los productos varios en el área inferior, éstos si estarán bajo el análisis de funcionamiento y de pruebas de eficiencia.

Las limitaciones de prueba están determinadas en la Norma 022 oficial Mexicana en la cuál se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Temperatura Promedio de producto al cruce de Pull-down = 3.3°C

Temperatura máx. de producto ciclando el equipo = 7.2°C

Temperatura min. de producto ciclando el equipo = 0.1°C



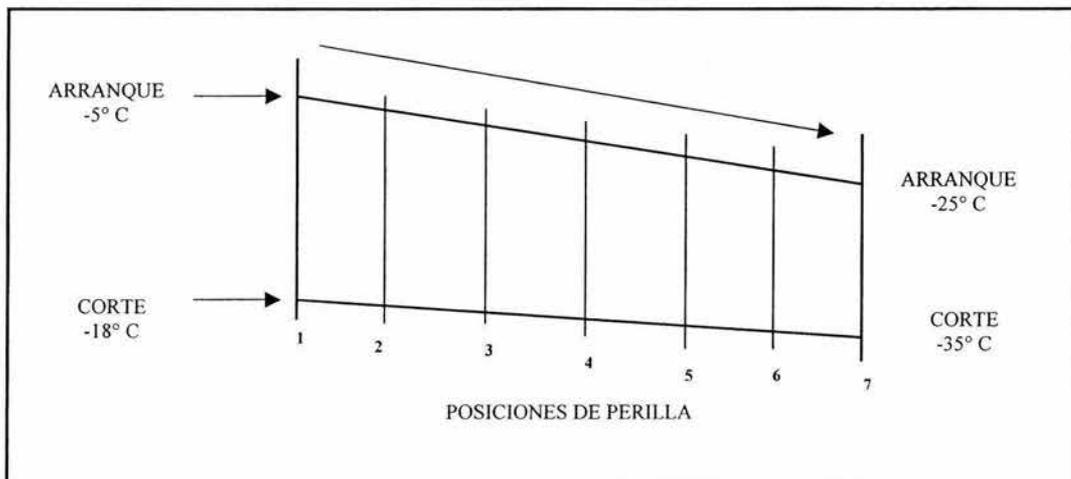
Características del equipo para certificación:

TIPO DE APARATO	INTERVALO DE CAPACIDAD (l)	CONSUMO kWh/l en 24 h
ENFRIADOR VERTICAL ("La capacidad del equipo es de 770 litros")	10 - 50	0,042
	51 - 99	0,041
	100 - 150	0,040
	151 - 300	0,036
	301 - 450	0,028
	451 - 850	0,020
	MAYORES DE 850	0,018

Por lo que en ésta tabla se determina el Consumo eléctrico que deberá tener en un periodo de 24 hrs. CICLANDO EL EQUIPO

7.1 Selección del control de temperatura

El control de temperatura seleccionado debido a su funcionalidad aplicada para el control del área del congelador será el 077B1134, ya que éste es del tipo mecánico y fácilmente puede controlarse por perilla y debido a la siguiente información técnica puede manipularse para las condiciones deseadas:



7.2 Ajustes

Este tipo de controles puede ajustarse fácilmente dependiendo el uso y las condiciones de prueba que deseamos, es decir, consta de dos tornillos de ajuste dependientes de la perilla externa numerada que nos permitirá las siguientes funciones:

CUT-OUT ó RANGO.- Éste tornillo nos permitirá ajustar el CORTE del termostato, más frío ó más caliente dependiendo el sentido del giro y del número de vueltas que le demos a éste tornillo.

Para ésta marca de controles de temperatura el arreglo será el siguiente:

CW ó Clock Wise = sentido de las manecillas del reloj lo hará más caliente.

CCW ó Conter Clock Wise = contrario de las manecillas del reloj lo hará más frío.

CUT-IN ó DIFERENCIAL.- Este tornillo nos permitirá ajustar el DIFERENCIAL del termostato, es decir; más largos ó más cortos sus ciclos de CORTE Y ARRANQUE, dependiendo el sentido del giro y del número de vueltas que le demos a éste tornillo.

CW ó Clock Wise = sentido de las manecillas del reloj cerrará el diferencial.

CCW ó Conter Clock Wise = contrario de las manecillas del reloj abrirá el diferencial.

Cómo puede apreciarse se pueden combinar ambos tornillos durante la prueba ya que éstos ajustes están determinados por lo que se observa en la norma en cuánto a la temperatura que deberán observarse en las latas de prueba, es decir, una prueba estándar a éste equipo ya que por su capacidad y tipo de funcionamiento solamente podrían probarse en eficiencia energética y seguridad al usuario debido a la ampliación en cuánto al método de verificación de gases no permisibles

7.3 Limitaciones del cargado ó llenado del producto

Estas condiciones son para pruebas estándar debido a que las pruebas a las que se verá sometido el equipo son pruebas Tipo a efectos de eficiencia energética, por lo que el modo de carga será a base de latas con sensores indicados en el capítulo 10, y en lo que respecta al método de carga al usuario final será de acuerdo a las necesidades de cada tipo de venta.

Las disposiciones de carga son indicadas en los planos de distribución de producto y éstas contemplan las diferentes maneras de llenado en el área variable del enfriador, ya que en el área del congelador es recomendable no sobrellenar la capacidad máxima de bolsas de hielo a fin de mantener las condiciones de operación.

7.3.1 Carga máxima

Las recomendaciones para el llenado del producto son básicamente las siguientes:

1. El equipo está destinado para dos áreas específicas:

Congelación.- Parte superior del gabinete y la cuál solamente deberá llenarse con bolsas de hielo ya formados, ya que el equipo está calculado para MANTENER por debajo de 0° C éste producto.

2. Refrigeración.- Parte media e inferior del gabinete deberá llenarse con producto a temperatura ambiente que puede ser: botellas de vidrio, latas de aluminio, botellas de PET (plástico), la cuál puede variar su tamaño dependiendo la disposición de las ménsulas que dispone el equipo para variar la altura de las parrillas.

7.3.2 Temperatura ambiente recomendada de funcionamiento

Este equipo está calculado para operar en condiciones climatológicas de 32° C/65% H.R., pero, como éstas pruebas se realizan como pruebas tipo, es de vital importancia que el equipo no esté expuesto directamente a los rayos del sol, ni a corrientes de aire variables ya que esto afectaría sus condiciones normales de operación, debido a su diseño, éste equipo está destinado para tiendas; bares ó autoservicios por lo que se supone que operará en rangos de temperatura entre 24° C-35° C MÁXIMOS

En la siguiente hoja anexaremos en formato de hoja de dibujo AutoCad, la distribución del producto en el equipo en cuestión, como se aprecia tenemos varias formas de DISTRIBUCIÓN para una mayor adaptabilidad y variabilidad en el llenado del ó los productos, como hemos escrito anteriormente la prueba tipo se realiza con latas de aluminio para determinar la capacidad de enfriamiento de acuerdo a la Normatividad vigente.

8. MANTENIMIENTO

8.1 Al sistema

La instalación y mantenimiento del equipo de refrigeración es una de las tareas más exactas y exigentes de servicio al campo. Además del cuidado necesario en la construcción de equipos de alta precisión con tolerancias muy cerradas, los refrigerantes introducen un riesgo adicional. El técnico de servicio tiende a subestimar el cuidado necesario para la protección adecuada del sistema.

Cuando el refrigerante es envasado y controlado apropiadamente, su trabajo es satisfactorio, no siendo así cuando se descuida. A la oportunidad dada, se escapa. Si se une con sustancias como el aire y la humedad, se mezcla formando ácidos que atacan al sistema. Y si se deja sin control por pocas horas, puede emigrar a través del sistema resultando en fatales consecuencias en el arranque del compresor. Cuando se manejan refrigerantes, el técnico nunca debe descuidarse, debe permanecer siempre alerta y precavido.

8.1.1 Contaminantes

La limpieza absoluta es esencial en un sistema de refrigeración. El funcionamiento confiable y libre de problemas de la unidad no se compromete. Al contrario de otros equipos mecánicos, los sistemas de refrigeración son vulnerables al ataque de dos contaminantes: el aire y el agua, los cuales no pueden verse. Si uno o ambos están presentes dentro del sistema, se unen rápidamente para atacar al aceite y al refrigerante, y pueden causar corrosión, depósitos de cobre y formación de ácidos, sedimentos y otras reacciones dañinas.

Las soluciones anticongelantes u otros aditivos pueden crear reacciones químicas indeseables en un sistema. Ningún tipo de aditivo se recomienda para ser usado, existen muchas materias extrañas que pueden entrar a un sistema de refrigeración y terminar en el compresor. Pueden encontrarse limaduras de hierro, virutas, polvo, soldadura, fundente, astillas de metal, pedazos de acero, lana, cemento, arena de limpieza, alambre y fibras de cepillo, pedazos de tubo de cobre, etc.

El exámen de los compresores regresados, indica que mucha de las fallas pudieron ser evitadas si los contaminantes si los contaminantes hubieran sido sacados del sistema en el momento de la instalación, éste tipo de problemas es encontrado en la mayoría de los sistemas y parecerá increíble que tantos contaminantes se encuentren en el sistema debido únicamente al descuido durante la instalación.

Al soldar la tubería y las conexiones de cobre, invariablemente aparecerá óxido de cobre en el interior de los tubos a menos de que nitrógeno u otro gas fuerte sea circulado por los tubos en el momento de soldar. El óxido puede convertirse en un abrasivo poderoso, taponar venas de lubricación, dañar chumaceras, tapar filtros y provocar daños. El cuidado razonable durante la instalación y el servicio pueden limitar la contaminación en el sistema a un nivel aceptable:

1. Asegúrese de mantener la tubería limpia y seca.
2. Al soldar la tubería de refrigerante circula un gas inerte
3. Asegúrese de mantener los materiales extraños fuera del sistema cuando se abre para servicio.
4. Deben instalarse filtros en la línea de succión y filtros deshidratadores en la línea de líquido en todos los sistemas instalados en el campo.
5. Evacue adecuadamente el sistema en la instalación en la instalación original o después de periodos grandes de mantenimiento.

6. Antes de abrir el sistema, introduzca una presión ligeramente positiva para evitar la entrada de aire en la línea abierta.
7. Instale un nuevo filtro deshidratador en la línea de líquido cada vez que se abra el sistema para servicio.

8.1.1.2 Manejo seguro de gases comprimidos cuando se prueba o limpian sistemas de refrigeración
Cuando el uso de un gas inerte es necesario para pruebas de alta presión ó para barrer un sistema contaminado, se recomienda el uso del nitrógeno seco (N) o del dióxido de carbono (Co) seco. A 70° F (21° C) el nitrógeno seco en cilindros tipo “K” puede estar a presiones de 2200 PSIG o más y el dióxido de carbono a la misma temperatura puede estar a presiones que exceden 830 PSIG. Extremo cuidado debe tenerse en el uso de gases comprimidos, puesto que el manejo descuidado o incorrecto puede ser muy peligroso.

El oxígeno y el acetileno nunca deben ser usados para pruebas de presión o limpieza de sistemas de refrigeración, ya que su uso puede resultar en una explosión violenta. El oxígeno explota al contacto con el aceite y el acetileno explota espontáneamente cuando baja su presión a menos de que se disuelva en un agente especial como el usado en los cilindros de acetileno.

8.1.1.3 Procedimientos recomendados para purgar sistemas contaminados

La evacuación es el único medio seguro y confiable para reducir el aire y la humedad de un sistema a un nivel confiable. Si el aire se encuentra atrapado en el compresor es prácticamente imposible sacarlo por medio de purgas. En el caso de la quemadura del motor, algunos fabricantes de compresores como es el caso de Copeland recomienda únicamente el procedimiento de limpieza del sistema con filtros deshidratadores.

Sin embargo, en el caso de que un sistema esté altamente contaminado (por ejemplo, la rotura de líneas de agua en un condensador enfriado por agua), es necesaria la purga del sistema con gas comprimido o refrigerante antes del proceso final de limpieza. Esto no solamente agiliza el procedimiento de limpieza, sino que reduce los contaminantes a un nivel en que pueden manejados efectivamente por el equipo de alto vacío.

1. Desconecte el compresor y quite los componentes de baja presión (válvulas de expansión, tubos capilares, controles, etc.) del sistema. Instale accesorios adecuados en lugar de las válvulas de expansión, tubos capilares, etc.) y coloque tapones en donde fueron desconectados los controles.
2. Puede introducir nitrógeno seco, dióxido de carbono seco ó refrigerante al sistema. El regulador de presión deberá ajustarse para limitar la presión a 100 PSIG.
3. La purga del sistema será hasta que el sistema esté libremente de contaminantes.
4. Cierre la válvula del cilindro, quite la línea de alimentación, quite las conexiones y reconecte el compresor y todos los componentes de baja presión.

5. Instale filtros-deshidratadores adecuados en las líneas de succión y líquido, realice la prueba de presión, evacúe y complete la limpieza del sistema tanto como sea necesario.

8.1.2 Manejo de la tubería de Cobre

La tubería de cobre está hecha para muchos tipos de aplicación, pero la tubería para plomería ó para agua puede contener cera o aceites en la superficie interior que pueden ser extremadamente perjudiciales en un sistema de refrigeración. Use únicamente tubería de cobre especialmente limpia y deshidratada para refrigeración, es importante considerar el transporte y el almacenamiento del material y que de fábrica se maneja la tubería de cobre flexible deshidratada y sellada, esto conlleva para obtener sistemas limpios y secos.

Soldadura de la línea de refrigerante

Los sistemas de refrigeración deben estar libres de fugas, y la habilidad para soldar adecuadamente las uniones de la tubería es esencial en el técnico de refrigeración. La tubería de cobre flexible es proporcionada en rollos con extremos sellados, y el tubo rígido se proporciona deshidratado y tapado, mantenga la tubería sellada y tapada hasta su instalación y selle la tubería que regrese al almacenamiento.

La tubería deberá limpiarse y pulirse antes de soldarla. El cuidado de la limpieza es esencial para lograr buenas conexiones libres de fuga. Para evitar la entrada de partículas metálicas o de material abrasivo, debe tenerse mucho cuidado. La tubería y los accesorios de cobre serán perfectamente limpiados antes de hacer la soldadura ó la unión soldada, el cuidado en la limpieza asegurará una conexión libre de fugas.

Se necesita el uso de un fundente adecuado para soldadura de baja temperatura que esté completamente líquido y activo por abajo del punto de flujo de la soldadura de aleación. Debido a su naturaleza, los fundentes son muy activos químicamente y deben ser mantenidos fuera del sistema. Aplique fundente solamente en la parte macho de la conexión y únicamente la cantidad suficiente para cubrir su superficie. Cuando se añade calor al cobre en presencia del aire, aparece el óxido de cobre. Este óxido puede ser extremadamente dañino al sistema de refrigeración, para prevenir la formación del óxido, debe circularse en la línea un gas inerte, tal como el nitrógeno seco, a baja presión durante la operación de soldar, siempre emplee un regulador de presión entre el cilindro y el sistema.

Aplique el calor uniformemente al tubo y a la conexión o accesorio, hasta que el fundente empiece a derretirse. La forma de aplicar calor determina si el fundente puede entrar o no a la unión. Aplique el calor en la circunferencia de la conexión o accesorio para que la soldadura penetre en la unión, haciendo una soldadura mecánicamente fuerte y libre de fugas, el fundente se aplica al tubo limpio antes de soldar. El fundente debe aplicarse con brocha y siempre permanece al final del tubo.

Efectuando una unión con soldadura de plata con la conexión inclinada como sea posible y las uniones soldadas deberán efectuarse de ésta manera para mantener el fundente y la soldadura fuera de la unión, es conveniente también que el nitrógeno seco sea circularado por el tubo mientras se suelda para prevenir la formación de óxido. Nunca aplique calor a las líneas con presión de refrigerante, la línea puede romperse y la presión de refrigerante se fugará, pudiendo arrojar aceite inflamado y soldadura

fundida al aire. Los refrigerantes al ser expuestos a la flama directa pueden descomponerse en gases irritantes y venenosos.

Inmediatamente después que la soldadura ha solidificado, aplique un paño o brocha húmeda en la unión para lavar el fundente, quite todo el fundente para la revisión y prueba de fugas.

Válvulas de servicio

Con la excepción de pequeños sistemas que utilizan compresores herméticos, casi todos los sistemas de refrigeración y aire acondicionado tienen válvulas de servicio para la revisión operacional y de acceso para mantenimiento. Normalmente en compresores accesibles, el compresor está equipado con válvulas de servicio de succión y descarga que tienen puertos de servicio. Algunos sistemas pueden tener válvulas de servicio en las líneas de conexión, en las válvulas del recibidor y en las válvulas de carga.

La válvula Schrader es similar en funcionamiento y en apariencia a las válvulas de aire empleadas en ruedas de bicicleta y automóviles. Ésta válvula se ha desarrollado recientemente para revisar adecuadamente la presión del sistema en donde no es económico, conveniente o posible el uso de válvulas de servicio con conexiones para el manómetro. Este tipo de válvula facilita la revisión de la presión del sistema o la carga de refrigerante sin problemas en la operación de la unidad, es necesario un adaptador en el manómetro múltiple del técnico de servicio ó una manguera de conexión para la válvula Schrader.

USO DE LOS MANÓMETROS

Los manómetros son instrumentos de presión y como tales deben ser tratados, no permita que se caigan, mantenga su ajuste y no los someta a presiones más altas que la presión indicada en su escala. Una de las funciones más comunes de servicio es conectar el manómetro múltiple al sistema, para evitar la entrada de contaminantes al sistema las mangueras de conexión deben purgarse siempre con refrigerantes antes de conectar el múltiple; el técnico de servicio debe seguir un procedimiento al efectuar la conexión. Para un sistema en operación, se procede como sigue:

Primero, se abren totalmente las válvulas de servicio con lo cuál las conexiones para los manómetros se cierran, asegurando que las válvulas manuales del múltiple estén cerradas, si las condiciones de operación permiten que la presión de succión esté por arriba de 0 PSIG, conecte las mangueras flexibles a las válvulas de servicio asegurándose que la manguera de conexión común esté abierta. Se abre lentamente la válvula del múltiple de alta presión, después se abre la válvula de servicio de alta presión permitiendo que la presión pase a través de las mangueras de descarga y común. Permita que el refrigerante pase por unos segundos y cierre la válvula de alta presión del múltiple, se repite el mismo procedimiento con las válvulas de baja presión, el múltiple así conectado al sistema, está listo para usarse.

En caso de que el sistema tenga la presión del lado de baja en vacío, la purga debe hacerse la válvula de servicio de alta presión, se abren totalmente las válvulas de servicio y se conecta la manguera flexible a la válvula de servicio de alta presión, se deja floja la conexión de la manguera flexible a la válvula de servicio de baja presión y al tapón de la conexión común del múltiple. Abra las válvulas de alta y baja presión del múltiple, abriendo ahora la válvula de servicio de alta presión permitiendo que el vapor refrigerante pase a través de la manguera con la conexión floja, después de unos segundos se

aprieta la conexión de la manguera en la válvula de servicio de baja presión y se aprieta la tapa o tapón en la conexión común.

Finalmente cierre las válvulas del múltiple, abriendo lentamente la válvula de servicio de baja presión y el múltiple, así conectado al sistema, está listo para su empleo.

FUGAS DE REFRIGERANTE

Los sistemas de refrigeración deben ser herméticos por dos razones: primera, cualquier fuga resultará en una pérdida de la carga de refrigerante. Segunda, las fugas permiten la entrada de aire y humedad al sistema. Las fugas pueden ocurrir no solamente de las uniones o conexiones mal hechas en la instalación original, sino de la rotura de líneas, debido a la vibración, juntas defectuosas u otras malas operaciones.

De acuerdo a estudios de uno de los usuarios mayores de equipo comercial, reveló que de aproximadamente 3000 llamadas de servicio durante un año de operación, una de cada seis fue debida a fugas de refrigerantes. Puesto que la detección de fugas es un servicio común, es esencial que el técnico especialista en refrigeración revise cuidadosamente para asegurarse que el sistema está libre de fugas antes de la carga de refrigerante.

Existen tres maneras comunes de probar fugas en un sistema a presión, básicamente, la prueba de presión consiste en presurizar el sistema con refrigerante y revisar fugas externamente. Si el sistema no está cargado con refrigerante, es económico y efectivo cargar parcialmente el sistema con refrigerante hasta 35 PSIG y usar un gas inerte como el nitrógeno seco o dióxido de carbono para elevar la presión del sistema aproximadamente a 175 PSIG para propósitos de prueba.

El detector electrónico de fugas es el dispositivo más sensible. Estos están disponibles a un costo razonable y pueden detectar fugas pequeñas de una fracción de una onza por año, a menudo no detectadas cuando se emplean otros métodos de prueba, debido a su extrema sensibilidad, los detectores electrónicos pueden utilizarse únicamente en atmósferas limpias, sin contaminación de vapor refrigerante, humo, vapor de tetracloruro de carbono u otros solventes, los cuales pueden dar reacciones falsas. Este tipo de detector es ideal para servicios en el campo de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

El detector de fugas ampliamente usado para servicio en el campo es la lámpara haloidea, consiste de un cilindro pequeño de gas líquido propano, un probador y un quemador especial que contienen un elemento de cobre. El gas alimenta una pequeña flama en el quemador, creando un ligero vacío en el probador. Cuando el probador es pasado cerca de una fuga, el refrigerante es pasado al probador e inyectado al quemador abajo del elemento de cobre, una pequeña cantidad de refrigerante quemada en presencia del cobre tiene color verde brillante, una gran cantidad quemada dará una flama color violeta. Cuando pruebe fugas con la lámpara, siempre observe los pequeños cambios en el calor de la flama, con experiencia, fugas muy pequeñas pueden ser detectadas.

La lámpara haloidea es el detector de fugas más viejo y probablemente el más ampliamente usado, esto es debido a que es un pequeño cilindro de gas portátil, esto hace un dispositivo de detección de fugas muy compacto y fácil de usar.

Un método simple y viejo de la detección de fugas es por medio de burbujas de jabón. Se cubre con jabón líquido o detergente el área sospechosa de fuga y si aparecen burbujas existe una fuga, a pesar de su simplicidad éste método puede ser extremadamente útil en la búsqueda de fugas difíciles de localizar.

La presión de prueba de fugas es necesaria para localizar fugas individuales, la forma para determinar que el sistema está libre de fugas, es efectuar la prueba de vacío. Después de reparar todas las fugas conocidas, efectúe un vacío profundo del sistema con una bomba de alto vacío. La presión deberá reducirse hasta 1 PSIG ó menos (el vacío registrado en un manómetro de prueba variará con la presión atmosférica) y el sistema deberá sellarse durante 12 horas, cualquier entrada de aire al sistema provocará un decremento en la lectura de vacío. A algunos cambios ligeros en la presión pueden ser causados por cambios de la temperatura ambiente, si se indica una entrada de aire, la prueba de fugas deberá efectuarse en el sistema, localizadas las fugas y reparadas.

Cuando todas las fugas hayan sido reparadas y el sistema paso satisfactoriamente la prueba de fugas, se podrá efectuar la evacuación y la carga de refrigerante.

EVACUACIÓN

En cualquier ocasión que el compresor ó el sistema son expuestos por períodos prolongados de tiempo al aire atmosférico ó si el sistema está contaminado y la carga del sistema debe ser extraída, el sistema deberá ser evacuado de la misma manera que la instalación original.

Sopletear las líneas con refrigerante ó purgar la parte superior del condensador, sacará la mayor cantidad de aire en el sistema pero no en las áreas donde el aire queda atrapado. Los filtros deshidratadores en la línea de líquido extraerán efectivamente pequeñas cantidades de humedad del sistema, pero la cantidad de humedad en un sistema abierto sobrepasa la capacidad del deshidratador; en ambos casos, la evacuación es el único medio de asegurar que el sistema esté libre de contaminantes.

Bajo ninguna condición será arrancado ó operado el moto-compresor mientras el sistema está con alto vacío. De hacerse puede causar serios daños a los devanados del motor, una pequeña bomba de vacío portátil específicamente construida para la evacuación en refrigeración deberá usarse. No emplee el compresor de refrigeración como bomba de vacío. La persona capacitada como técnico de refrigeración que usa el compresor de refrigeración como bomba de vacío se engaña a sí mismo y pone en peligro el sistema.

El manómetro múltiple provee un medio conveniente de conexión entre la bomba de vacío y las válvulas de servicio en el compresor ó en el sistema, y es adecuado para la evacuación en el campo de sistema relativamente pequeños con bombas de vacío con pequeños desplazamientos. Para grandes sistemas: grandes bombas de vacío, sin embargo la caída de presión a través de la manguera flexible de conexión del manómetro múltiple de servicio es muy alta y la evacuación muy lenta, y las lecturas de presión pueden estar erróneas. Tubería de cobre ó mangueras flexibles de alto vacío de diámetro interior 1-1/4" se recomiendan para trabajos de alto vacío.

La triple evacuación se recomienda especialmente para todos los sistemas instalados en el campo, debido al alto grado de contaminación que debe ser supuesto bajo las condiciones actuales de

operación comparado con el laboratorio ó con la línea de producción. Para evacuar un sistema con pequeñas bombas de vacío y un manómetro múltiple, se conecta la conexión múltiple a la conexión de la succión de la bomba de vacío. Las conexiones de alta y baja presión en el manómetro múltiple serán conectadas convenientemente a las conexiones de las válvulas de servicio en los lados de alta y baja presión del sistema respectivamente.

Con las válvulas del múltiple cerradas, abra las válvulas de servicio y ajuste de servicio y ajuste aproximadamente a un punto medio entre la posición abierta y la posición cerrada; arranque la bomba de vacío y gradualmente abra las válvulas del múltiple. Puede ser necesario restringir la presión de succión de la bomba de vacío por medio de la válvula del múltiple para evitar el sobrecalentamiento del motor de la válvula.

Cuando la evacuación se ha completado, se cierra perfectamente las válvulas de múltiple y quite la línea de la bomba de vacío y conecte el cilindro de refrigerante del mismo refrigerante usado en el sistema. Afloje la conexión común del múltiple, abra la válvula del refrigerante para purgar la manguera flexible y reapriete la conexión, abra las válvulas del múltiple hasta que la presión del sistema aumente a 2 PSIG, cierre la válvula de refrigerante y las válvulas del múltiple. Para la triple evacuación, el procedimiento debe repetirse tres veces, evacuando dos veces a 1500 micrones y una última vez a 500 micrones o al límite que de la bomba de vacío.

Cuando termine, el sistema estará listo para la carga, si no se carga inmediatamente, el sistema puede quedar sellado al cerrar los accesos de la válvula de servicio, taponeando ó tapando todas las conexiones para los manómetros abiertos.

CARGA DE REFRIGERANTE A UN SISTEMA.

El funcionamiento adecuado de un sistema de refrigeración ó aire acondicionado depende de la carga adecuada de refrigerante, un sistema con falta de refrigerante vaciará al evaporador, resultando en presiones de succión excesivamente bajas en el compresor, una pérdida de capacidad y un posible sobrecalentamiento del compresor. Una sobrecarga de refrigerante puede inundar el condensador resultando en altas presiones de descarga, inundación de refrigerante líquido y en daño potencial al compresor. La mayoría de los sistemas tiene una razonable tolerancia para variaciones en la carga, aunque algunos sistemas pequeños puedan tener cargas críticas, lo cual es esencial para el funcionamiento adecuado.

Cada sistema debe ser considerado separadamente, puesto que los sistemas con la misma capacidad o rango de potencia en H.P., puede no necesitar el mismo refrigerante ó la misma carga, por esto; es importante primero determinar el tipo de refrigerante a emplear en el sistema, la placa de datos de las unidades normalmente identifican el tipo y peso del refrigerante requerido.

CARGA EN FASE LÍQUIDA

La carga con refrigerante líquido es mucho más fácil que la carga en fase vapor y debido a esto es la más usada en grandes sistemas instalados en el campo, la carga en fase líquida requiere una válvula de carga en la línea de líquido, una conexión de proceso en el lado de alta presión del sistema ó una válvula a la salida del recibidor con una conexión de carga, se recomienda que la carga en fase líquida sea hecha a través de un filtro deshidratador para prevenir que cualquier contaminante sea inadvertidamente introducido al sistema. Nunca debe cargarse líquido por las conexiones de las

válvulas de servicio de succión y descarga del compresor, puesto que puede dañar los flappers del compresor.

Para instalaciones originales, el sistema entero debe someterse a un vacío profundo, pese el cilindro de refrigerante y conecte la línea de carga del cilindro de refrigerante a la válvula de carga. Si el peso de refrigerante es conocido o si la carga debe limitarse, el cilindro de refrigerante deberá colocarse en una báscula para que el peso del refrigerante pueda revisarse frecuentemente. Purgue la línea de carga y abra la válvula de líquido del cilindro y la válvula de carga. El vacío en el sistema causará el flujo del líquido a través de la conexión de carga hasta que las presiones del sistema se igualen con la presión en el cilindro de refrigerante.

Cierre la válvula de salida del receptor y arranque el compresor. El refrigerante líquido será alimentado del cilindro del refrigerante a la línea del líquido, pasando después del evaporador para almacenarse en el condensador y en el receptor. Para determinar si la carga es la requerida por el sistema, abra la válvula de salida del receptor cierre la de carga, observando la operación del sistema. Continúe la carga hasta que la carga adecuada ha sido introducida al sistema, pese el cilindro inmediatamente y lleve un registro del peso del refrigerante cargado al sistema.

Observe la presión de descarga en el manómetro, un rápido aumento en la presión indica que el condensador está lleno de líquido y la capacidad de bombeo del sistema ha sido excedida, pare la carga del cilindro inmediatamente si esto ocurre y abra la válvula de la salida del receptor. En unidades paquete ensamblados de fábrica que utilizan compresores herméticos, la carga está normalmente hecha por un vacío profundo del sistema y la carga adecuada por peso en el lado de alta presión del sistema por medio de una conexión de proceso la cual quedará sellada y cerrada por soldadura.

Para cargar en el campo tales sistemas, puede ser necesario instalar una conexión de proceso especial ó una válvula de carga y pesar la carga exacta requerida.

CARGA EN FASE VAPOR

La carga en fase vapor es normalmente usada cuando únicamente pequeñas cantidades de refrigerante son agregadas al sistema, hasta 25 libras (11.4 Kg.) pudiéndose controlar más precisamente que la carga en fase líquida. La carga de vapor es normalmente hecha por medio de un manómetro múltiple en la conexión de la válvula de servicio de succión del compresor. Si la conexión en la válvula no se proporciona, por ejemplo en compresores herméticos, puede ser necesario instalar una válvula de aguja ó una conexión en la línea de succión.

Carga de refrigerante en fase vapor a través de la válvula de servicio de succión del compresor, los manómetros se conectan para leer las presiones de succión y descarga. Cuando agregue refrigerante, la presión de descarga deberá ser observada para asegurarse de no sobrecargar y para que el refrigerante no se agregue muy rápido. Presiones más altas que lo normal indican que el condensador se está llenando con líquido ó que el compresor está siendo sobrecargado por una carga demasiado rápida, el múltiple de carga permite el paso de vapor del cilindro, el cilindro está montado en una báscula para medir la cantidad de refrigerante cargado, para operar la válvula del cilindro debe emplearse una llave adecuada.

Se pesa el cilindro de refrigerante antes de cargar, se conecta el manómetro múltiple a ambas válvulas de servicio, con la conexión común al cilindro de refrigerante, se purgan las líneas y se abre la válvula de vapor del cilindro de refrigerante, se arranca el compresor y se abre la conexión de succión del manómetro múltiple; se regula la carga con la válvula del manómetro múltiple.

El cilindro de refrigerante debe permanecer derecho con el refrigerante circulando únicamente a través de la válvula de vapor únicamente al compresor, la vaporización del refrigerante líquido en el cilindro congelará el líquido remanente y reduciendo la presión del cilindro. Para mantener la presión del cilindro y continuar la carga, caliente el cilindro colocándolo en agua caliente ó usando una lámpara calorífica, no deberá aplicarse calor con un soplete.

Para determinar si la carga suficiente ha sido agregada, se cierra la válvula del cilindro de refrigerante y deberá observarse la operación del sistema, se continúa cargando hasta que la carga adecuada ha sido agregada. Se pesa el cilindro de refrigerante y se lleva un registro del peso cargado al sistema; finalmente se observará la presión del sistema para asegurarse que el sistema no está sobrecargado.

Como determinar la carga correcta

1. Pesando la carga

El procedimiento más seguro de cargar es pesando la carga de refrigerante que entra al sistema, esto solamente puede ser hecho cuando el sistema requiere la carga completa y la cantidad de refrigerante es conocida. Normalmente tales datos son proporcionados en las unidades paquete, si la carga es pequeña es práctica común soltar la carga del sistema a la atmósfera si son necesarias reparaciones y agregar una nueva carga completa después de las reparaciones.

2. Uso de una mirilla

El método más común para determinar la carga adecuada del sistema es por medio de una mirilla en la línea de líquido, puesto que una masa firme de líquido refrigerante es esencial para el control adecuado de la válvula de expansión, el sistema puede ser considerado cargado adecuadamente cuando un flujo clara de refrigerante es visible, burbujas o evaporación normalmente indican una baja carga de refrigerante, deberá tenerse en mente que si existe vapor y no líquido en la mirilla, también aparecerá claro.

Sin embargo, el técnico de servicio debe estar de que algunas veces en la mirilla pueden verse burbujas ó evaporación cuando el sistema está totalmente cargado, una restricción en la línea de líquido antes de la mirilla puede causar una caída de presión suficiente para provocar la evaporación del refrigerante. Si la alimentación de la válvula de expansión es errática o alternada, el incremento de flujo cuando la válvula de expansión está ampliamente abierta puede crear suficiente caída de presión para crear la evaporación a la salida del recibidor. Las fluctuaciones rápidas de la presión de condensación pueden ser una causa de la evaporación. Por ejemplo, en un cuarto de temperatura controlada, la abertura repentina de las cortinas ó el ciclaje de un ventilador puede fácilmente provocar un cambio en la temperatura de condensación de 10°F a 15°F .

El líquido en el recibidor puede tener una temperatura más alta que la temperatura de saturación equivalente al cambio de la presión de condensación, ocurriendo la evaporación hasta que la temperatura del líquido caiga más debajo de la temperatura de saturación. Algunos sistemas pueden tener diferentes necesidades de carga para condiciones de operación, los sistemas de control para baja

temperatura ambiente en aplicaciones de enfriamiento de aire, dependen normalmente en la parcial inundación del condensador para reducir el área efectiva de trabajo, bajo tales condiciones, un sistema que opera con una mirilla clara en verano puede requerir una carga refrigerante más grande para la operación adecuada a bajas temperaturas ambientes.

Aún cuando la mirilla es una ayuda valiosa en la determinación de la carga apropiada, el funcionamiento del sistema debe ser revisado cuidadosamente antes de confiar totalmente en éste indicador de la carga del sistema.

3. Uso de un indicador del nivel de líquido

En algunos sistemas, una conexión de prueba del nivel de líquido puede proporcionarse en el recibidor, la carga adecuada puede determinarse por la carga de refrigerante líquido hasta que la conexión de prueba es abierta, con una carga incompleta, en la conexión de prueba se verá únicamente vapor. Los grandes tanques recibidores pueden equiparse con un indicador de flotador para mostrar el nivel de líquido en el recibidor de la misma manera que un medidor en el tanque de gasolina de un automóvil.

4. Checando el subenfriamiento del líquido

En sistemas pequeños, si no existe otro medio de revisar la carga de refrigerante, la determinación del subenfriamiento de líquido a la salida del condensador puede usarse, con la unidad trabajando en condiciones normales, compare la temperatura de la línea de líquido que sale del condensador con la temperatura de saturación equivalente a la presión de condensación. Esto proporciona una comparación aproximada entre la temperatura de condensación y la temperatura del líquido a la salida del condensador, se continúa la carga hasta que la temperatura de la línea de líquido sea aproximadamente de 5° F a bajo de la temperatura de la condensación bajo las máximas condiciones de carga. Este tipo de carga proporciona un medio de emergencia para revisión en el campo, el indicará la operación apropiada del sistema.

5. Carga por sobrecalentamiento

En sistemas unitarios pequeños con tubos capilares, el sobrecalentamiento de operación puede usarse para determinar la carga adecuada, si se proporciona una conexión de servicio para que la presión de succión pueda determinarse, el sobrecalentamiento puede calcularse por la diferencia entre la temperatura de la línea de succión aproximadamente a 6 pulgadas del compresor, y la temperatura de saturación equivalente a la presión de succión. Si no se proporciona ningún medio para determinar la presión de succión, el sobrecalentamiento puede medirse por la diferencia entre la temperatura de la línea de succión a 6 pulgadas del compresor y la temperatura leída en un tubo en la parte media del evaporador (no al final).

Con la unidad trabajando en condiciones normales, continúe la carga hasta que el sobrecalentamiento se determine entre 20° F y 30° F aproximadamente, un sobrecalentamiento de 10° F indica una condición de sobrecarga, un sobrecalentamiento de 40° F indica una falta de refrigerante.

6. Carga según tablas de carga de los fabricantes

Algunos fabricantes de equipos unitarios tienen cartas de carga en donde puede determinarse la carga apropiada por la observación de las presiones de operación del sistema, deberán seguirse las instrucciones de los fabricantes para la determinación de la carga adecuada, si la unidad se carga de ésta manera.

EXTRAYENDO EL REFRIGERANTE DE UN SISTEMA.

Ocasionalmente será necesario extraer el refrigerante de un sistema, e esto puede ser necesario en la reparación de fugas ó para hacer otras reparaciones o si un sistema ha sido sobrecargado, siendo necesario extraer el exceso de refrigerante para asegurar la operación correcta del sistema, el peso del refrigerante sirve para determinar si se recobra o no el refrigerante. En sistemas que contienen menos de 10 libras de refrigerante, es más económico expulsar la carga que tratar de recuperarla.

Cuando se bombea el gas directamente de la descarga del compresor al cilindro de refrigerante para propósitos de transferencia se debe tener mucho cuidado de enfriar adecuadamente el cilindro para que el tapón fusible no se sobrecaliente, siempre y cuando el cilindro no esté sujeto a presiones altas, los tapones fusibles se funden aproximadamente a 165° F y puede ser botado el cilindro si las temperaturas sobrepasan éste rango.

En sistemas con enfriadores de agua o con condensadores enfriados por agua, drene el agua completamente o circule constantemente el agua para prevenir la congelación mientras extrae el refrigerante, si un exceso de refrigerante es expulsado y el agua no es drenada, la presión del refrigerante no se eleva rápidamente y puesto que la disminución de la presión del sistema resultará en la evaporación del refrigerante a ésta temperatura de saturación, puede provocarse la congelación.

Deberán obtenerse un número suficiente de cilindros de refrigerantes vacíos, limpios y secos para el refrigerante extraído junto con una buena báscula para pesarlos.

a) Expulsión al aire

El método más simple para extraer el refrigerante es expulsarlo a la atmósfera de preferencia al exterior como un vapor. Esto se hace fácilmente a través de un manómetro múltiple con la válvula del manómetro múltiple sirviendo como un dispositivo de medición y control, si la descarga se hace a través de una manguera flexible, ésta se sujetará para prevenir que se azote.

Si el sistema ha sido sobrecargado y solamente una parte del refrigerante debe expulsarse, expulse alternadamente por pocos segundos y revise la operación del sistema hasta que se encuentre el nivel de la carga adecuada, si la carga entera debe expulsarse, se continúa hasta que la presión desaparezca. El refrigerante expulsado puede llevar una cantidad considerable de aceite con él, debiendo tomarse precauciones para evitar que el aceite esperado sobre la zona circundante, cualquier cantidad de aceite pérdida, deberá reemplazarse cual el sistema se pone en servicio nuevamente.

2. Usando el compresor del sistema

Se conecta el manómetro múltiple a la conexión de la válvula de servicio de descarga del compresor y al cilindro de refrigerante purgándose las líneas, observando el peso máximo permitido en el cilindro del refrigerante. Se coloca el cilindro del refrigerante en hielo, poniendo el compresor en operación, se gira la válvula de servicio de la descarga unas cuantas vueltas para abrir la conexión de servicio; se abre la válvula del cilindro del refrigerante y el manómetro múltiple para que el gas de descarga pueda entrar al cilindro frío, registrando la presión de descarga en el manómetro de alta presión.

Debiendo tener cuidado de no cerrar la válvula de descarga al condensador, ya que una parte del gas de descarga entra en el cilindro y condensa, se deberá pesar continuamente el cilindro para revisar el progreso del llenado, se continúa desviando una parte del gas de descarga al cilindro de refrigerante hasta que se tenga una capacidad en peso. No debe llenarlo demasiado, usar un cilindro adicional será

necesario. Cuando la mayor parte del refrigerante ha sido extraído, la presión del sistema puede caer tan bajo que el refrigerante no puede ser transferido eficientemente, para extraer el remanente del refrigerante, se desconecta el cilindro de refrigerante y se expulsa el refrigerante remanente a la atmósfera.

3. Uso de una unidad de condensación para transferencia

Una unidad de condensación enfriada por aire pequeña y con separador de aceite puede usarse como bomba de transferencia o depuradora para transferir el refrigerante a los cilindros almacenadores. Por medio de un manómetro múltiple, se conecta el sistema de las conexiones de servicio de descarga y succión a la bomba de transferencia y se conecta la conexión de salida de líquido de la unidad de transferencia al cilindro de refrigerante.

Se purgan las líneas y se arranca la bomba de transferencia y se regula la presión de succión como sea necesario con el manómetro múltiple para prevenir sobrecargas, obsérvese cuidadosamente el peso del cilindro del refrigerante, no se llene demasiado.

4. Migración de la carga

En ausencia de una unidad de condensación para transferencia y cuando el compresor del sistema no está en operación, el refrigerante puede ser transferido al cilindro de almacenamiento por migración, se evacúa el cilindro, si es posible, y se conecta al sistema por medio de un manómetro múltiple.

Se enfría el cilindro de refrigerante a la temperatura más baja posible, se coloca en hielo o hielo seco si es posible, se abren las válvulas para que el refrigerante pueda migrar del sistema a alta presión y se calienta al cilindro a baja presión y frío no llenándose demasiado.

La migración puede continuarse hasta que la presión del sistema es equivalente a la presión de saturación del refrigerante a la temperatura del cilindro.

MANEJO DE LOS FILTROS DESHIDRATADORES

A pesar de las precauciones y cuidados tomados, cuando el sistema es abierto para reparación o mantenimiento, alguna cantidad de aire ó humedad entran al sistema, para evitar la congelación de la humedad en la válvula de expansión o el tubo capilar, prevenir la formación de ácidos y de otros efectos dañinos el nivel de humedad en el sistema debe reducirse al mínimo. Todo sistema abierto para repararlo o instalarlo en el campo debe tener un filtro deshidratador en la línea de líquido, los filtros deshidratadores sellados o los de elementos secadores intercambiables están sellados de fábrica para su protección.

Si éste sello es roto y el deshidratador expuesto a la atmósfera por más de unos minutos, el deshidratador absorbe humedad de la atmósfera y pierde rápidamente su habilidad de absorción de humedad. El sistema debe sellarse y evacuar a los pocos minutos de la instalación del deshidratador, dejando un sistema abierto toda la noche después de la instalación del deshidratador puede destrozarse completamente el vapor del deshidratador.

Procedimientos de limpieza

El procedimiento de limpieza con filtros deshidratadores es muy simple

A. Recuperación del refrigerante

En todos los sistemas, la carga de refrigerante puede recuperarse si el volumen lo amerita, si el compresor tiene válvulas de servicio puede no necesitar extraer el refrigerante, si se proporciona una unidad de condensación separada o una unidad de condensación separada o una bomba de transferencia, deben usarse adaptadores para hacer el sistema de bombeo completo o para bombear la carga de refrigerante al sistema a un cilindro vacío, si no se tiene una unidad de condensación separada, únicamente como en emergencia se puede instalar el compresor de reemplazo para hacer el sistema de bombeo completo, pero el compresor no se dañará debido al corto periodo de funcionamiento requerido y los contaminantes pueden ser extraídos seguramente cuando son circulados después de instalar el sistema de limpieza.

B. Quite los deshidratadores viejos

Todos los filtros deshidratadores instalados previamente en el sistema deben reemplazarse y todos los filtros y cedasos deberán ser limpiados o reemplazados en el caso de una quemadura grande, los dispositivos de control de refrigerante tales como válvulas solenoides y válvulas de expansión deben ser revisadas y limpiadas si es necesario.

C. Instalación de filtros deshidratadores nuevos

Filtros deshidratadores del tamaño adecuado deben instalarse en las líneas de succión de líquido, es muy importante el filtro deshidratador en la línea de succión, puesto que los contaminantes no pueden ser extraídos efectivamente por el filtro deshidratador en la línea de líquido, una conexión de presión debe proporcionarse adelante del filtro deshidratador de la línea de succión, preferiblemente en el casco, para facilitar la revisión de la caída de presión a través del filtro deshidratador.

9.PROCESOS DE FABRICACIÓN EN SERIE

9.1 Líneas de producción

La línea de producción es la principal forma de producir grandes cantidades de artículos estandarizados a bajo costo. Esta consiste básicamente en la disposición de las áreas de trabajo en la que las operaciones que tienen relación están adyacentes unas de otras, donde los materiales pasan de manera continua y a un ritmo uniforme a través de una serie de actividades balanceadas, lo que permite una gran actividad simultánea en toda la línea, y donde el trabajo avanza hacia su terminación a lo largo de una trayectoria, más o menos directa. Sin embargo todos estos factores no son indispensables.

Existen tres requisitos que se deben de tener en cuenta:

Cantidad. La cantidad o el volumen de la producción debe ser suficiente para cubrir el costo de montaje de la línea. Entonces, esto depende de la tasa de producción y del tiempo de duración del trabajo.

Balance. Los tiempos necesarios para cada operación de la línea deben ser más o menos iguales. En donde debe de haber un tiempo para cada operación, mientras que el equipo y el personal deben estar sincronizados en cada estación de trabajo.

Continuidad. Una vez iniciada, la línea debe continuar fluyendo, ya que el hecho de que se detenga en algún punto, dejará sin alimentación a las demás actividades. Por ello, es necesario tomar precauciones para garantizar un suministro confiable de materiales, piezas y subensambles, así como para evitar que se descomponga un equipo.

En cuanto al movimiento de los materiales es una parte fundamental de la línea de producción. Es lo que une todas las actividades. Este depende del mantenimiento de la continuidad de la línea y debe garantizar la entrega de piezas y subensambles según sea necesario.

Las bandas transportadoras constituyen una parte útil de muchas líneas, sin embargo hay ocasiones en que el acarreo a mano, las canaletas o los accesorios que se muevan con ruedas resultan más baratos y, por lo general, más flexibles. Los dispositivos de manejo sirven para varios propósitos que se deben tomar en cuenta:

Transporte: traslado hacia, desde y a lo largo de la línea.

Ritmo: mantener una producción estable y uniforme.

Retención del trabajo: utilidad de la reducción del manejo manual improductivo.

Almacenamiento: en especial para las reservas temporales o colchones entre una operación y otra.

La selección del equipo de manejo dependerá de las características del artículo y de los movimientos que se tengan que realizar.

Para distribuir el trabajo a lo largo de la línea, de uno a otro grupo de trabajadores, se pueden usar los desviadores o barredores automáticos que llevan las piezas a un área de recolección, cercana al punto en que se van a utilizar en la siguiente operación.

9.1.1 Distribución de la planta

La distribución de planta abarca la distribución física de las instalaciones industriales. Esta disposición, ya sea instalada o en proyecto, incluye los espacios necesarios para el movimiento de los materiales, el almacenaje, la mano de obra directa y toda las demás actividades y servicios de apoyo, así como todo el equipo y el personal operativo.

Existen ciertos objetivos generales que se deben tomar en cuenta para la distribución:

1. Integración: la integración de todos los factores pertinentes que afecten la distribución.
2. Utilización: La utilización eficiente de la maquinaria, de la gente y del espacio de la planta.
3. Expansión: Facilidad de expansión.
4. Flexibilidad: Facilidad de reacomodo.
5. Versatilidad: Facilidad de adaptación a los cambios de producto, de diseño, de requisitos de ventas y a las mejoras de los procesos.
6. Uniformidad: Una división clara o uniforme de las áreas, en especial, cuando están separadas por muros, pisos, pasillos principales y similares.
7. Cercanía: La distancia práctica mínima para trasladar los materiales, los servicios de apoyo y a la gente.
8. Orden: La secuencia para que el flujo de trabajo sea lógico y las áreas de trabajo estén limpias; que cuenten con el equipo adecuado para el desecho, la basura y los desperdicios.
9. Comodidad: Para todos los empleados, tanto en las operaciones diarias como en las periódicas.
10. Satisfacción y seguridad: Para todos los empleados.

Los requisitos básicos para toda distribución incluyen la capacidad de fabricar el producto necesario en la cantidad adecuada y con la calidad apropiada.

Existen tres tipos clásicos de distribución.

El primero es la distribución por posición física del material. Se trata de una distribución en la que el material o el componente principal permanece fijo en un lugar. Todas las herramientas, la maquinaria, los obreros y demás piezas de material, se llevan hasta él. El trabajo completo o el producto se realiza manteniendo el componente principal en un solo lugar. Los obreros pueden o no moverse de un punto de ensamblado a los demás. Las ventajas de este tipo de distribución son:

1. Se reduce el manejo de la unidad principal de ensamble (aunque el manejo de las piezas aumenta hasta el punto de ensamble).
2. Los operarios altamente capacitados pueden terminar su trabajo en un solo punto, y la responsabilidad de la calidad se fija en una sola persona o en un equipo de ensamble.
3. Es posible efectuar cambios frecuentes en los productos o en el diseño de los mismos, así como en la secuencia de operaciones.
4. Es más flexible, en el sentido de que no exige una dirección de distribución altamente organizada, muy costosa, ni planificación de la producción, ni disposiciones contra las interrupciones en la continuidad del trabajo.

El segundo tipo es el de distribución por proceso o distribución por función. En él se agrupan todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso. Toda la soldadura se localiza en una zona, todos los

taladros en otra, toda la costura está en el cuarto de costura y toda la pintura en el taller correspondiente. Este tipo de distribución tiene las siguientes ventajas:

1. La mejor utilización de las máquinas permite una menor inversión en las mismas.
2. Se adapta a una variedad de productos y a los cambios frecuentes en la secuencia de operaciones.
3. Se adapta a la demanda intermitente (variaciones en los programas de producción).
4. Aumenta el incentivo para que los obreros aumenten el nivel de su desempeño personal.
5. Es más fácil de mantener la continuidad de la producción en caso de que:
 - a. Se descomponga algún equipo o máquina.
 - b. Haya escasez de material.
 - c. Falten algunos obreros.

El tercer tipo es el de producción en línea o distribución por producto. En este, un producto o tipo de producto se fabrica en una zona. No obstante a diferencia de la posición física, el material se traslada. Esta distribución coloca una operación en un lugar inmediato adyacente a la siguiente, lo que significa que el equipo que se utilice para fabricar el producto, independientemente del proceso que realice, estará acomodado de acuerdo con la secuencia de las operaciones. Entre las ventajas de esta distribución tenemos:

1. Se reduce el manejo de material.
2. Se reduce la cantidad de material en proceso, lo que permite un menor tiempo de producción (tiempo en proceso) y una menor inversión en materiales.
3. Mayor eficiencia en el uso de la mano de obra:
 - a. Mediante una mayor especialización.
 - b. Mediante la facilidad de capacitación.
 - c. Mediante una mayor disponibilidad de mano de obra (no calificada o poco calificada)
4. Mayor facilidad de control
 - a. De producción; que permite menos papeleo.
 - b. Sobre los obreros, con menos problemas entre los departamentos; lo que facilita la supervisión.
5. Reduce el congestionamiento y el espacio del piso que, de otra manera, se destinaría a pasillos y almacenaje.

9.1.2 Diagrama de recorrido o gráfico de trayectoria

Es una herramienta que nos determina el recorrido o trayectoria que presenta el producto o los componentes que lo integran, a través de todo el proceso de fabricación, el cual es construido en un plano que contiene la distribución de las máquinas, equipos e instalaciones de la planta que se utiliza en cada proceso, sobre el cual se han trazado las flechas que indican la trayectoria y el flujo que siguen los componentes durante la fabricación del mueble; de este modo se puede apreciar si el flujo avanza regresando, avanzando ó dando pasos laterales.

9.2. Ensamblajes en línea

9.2.1 Diagrama de procesos de operaciones

El diagrama de procesos de operaciones nos muestra la información del proceso de fabricación y ensamble del mueble a través de la línea de producción, por medio de inspecciones, operaciones, traslado de piezas o ensambles a los diferentes departamentos según se requiera así como también de los materiales necesarios para su fijación o colocación dentro del mueble.

9.2.2 PERT (Ruta crítica)

Es una herramienta que nos permite evaluar las actividades del proyecto, las cuales son determinadas por especialistas en la materia, los cuales determinan las actividades a realizar durante el proyecto, con sus tiempos de ejecución, su precedencia entre ellos y el tiempo total de duración del mismo.

9.2.2.1 Análisis de actividades

Código de identificación	Actividad	Predecesoras	Tiempo esperado (min.)
A	Fabricar F0020-0 Cabezal int. y central de estr. (6)		3
B	Fabricar F0011-0 Poste lateral de estructura (4)		3
C	Fabricar F0012-0 Lateral de estructura (4)		3
D	Fabricar F0009-0 Travesaño de estructura (9)		5
E	Sueldar piezas para formado de estructura	A,B,C,D,	12
F	Fabricar F0018-0 Fondo interior (1)		8
G	Fabricar F0017-0 Fondo interior anterior (1)		6
H	Fabricar F0013-0 Costado inferior derecho (1)		6
I	Fabricar F0013-1 Costado inferior izquierdo (1)		6
J	Ensamblar piezas a estructura para formado de gab. Int. parte inf.	E,F,G,H,I	12
K	Fabricar F0032-0 Charola superior (1)		3
L	Pegar cubos de unisel a charola superior	K	6
M	Fabricar F0033-0 Charola inferior (1)		3
N	Fabricar F0041-0 Refuerzo para tolva (4)		3
O	Fabricar F0041-5 Refuerzo p/grapa de charola (10)		3
P	Pegar refuerzos a charola inferior	M,N,O	6
Q	Ensamblar charola superior e inferior	L,P	9
R	Espumar charola y endurecimiento de espuma	Q	25
S	Fabricar F0015-0 Deflector (1)		5
T	Fijar deflector a charola	R,S	3

U	Fabricar F0045-0 Grapa para charola (10)		7
V	Sujetar charola con grapas a estructura-gab.	J,T,U	11
W	Fabricar F0014-1 Costado superior izquierdo (1)		6
X	Fabricar F0014-0 Costado superior derecho (1)		6
Y	Fabricar F0019-0 Fondo superior anterior (1)		4
Z	Fabricar F0030-0 Techo interior (1)		4
AA	Fabricar F0025-0 Manguete interior vertical (1)		6
AB	Fabricar F0024-0 Manguete interior horizontal (1)		6
AC	Ensamblar piezas a estructura para formado de gab. Int.	V,W,X,Y,Z,A A,AB	15
AD	Fabricar F0041-4 Refuerzo p/soporte de cremallera (1)		3
AE	Fabricar F0041-3 Refuerzo para cremallera (6)		3
AF	Pegar refuerzos a gabinete interior	AD,AE,AC	8
AG	Formado de evaporador		7
AH	Fijar evaporador con cinta de aluminio en gabinete int.	AF,AG	9
AI	Fabricar F0016-0 Fondo exterior (1)		5
AJ	Pegar cubos de unisel a fondo ext.	AI,AH	3
AK	Fabricar F0029-0 Techo exterior (1)		6
AL	Fabricar F0041-1 Refuerzo para bisagra sup. (2)		3
AM	Pegar refuerzos refuerzos a techo exterior	AK,AL	5
AN	Fabricar F0023-0 Manguete exterior vertical (1)		4
AO	Fabricar F0022-0 Manguete exterior horizontal (1)		4
AP	Fabricar F0041-2 Refuerzo para bisagra inf. (2)		1
AQ	Pegar refuerzos a techo exterior	AO,AP	5
AR	Colocar perfiles sobre gabinete interior para unir gabinete interior con manguetes	AJ,AM,AN,A Q	8
AS	Fabricar F0021-0 Costado exterior izquierdo (1)		5
AT	Fabricar F0021-1 Costado exterior derecho (1)		5
AU	Colocar perfiles breaker, grapa sobre gabinete interior para unir gabinete interior con costados	AR,AS,AT	5
AV	Colocar perfiles marco sobre perfiles grapa	AU	2
AW	Fabricar F0034-0 Tapa exterior (1)		3
AX	Colocar tapa exterior sobre gabinete	AV,AW	3
AY	Espumar mueble y endurecimiento de espuma	AX	35
AZ	Fabricar F0037-0 Soporte de tolva (4)		3

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

BA	Fijar soportes a charola	AY,AZ	3
BB	F0001-0 Fabricar sujetador de condensador (4)		2
BC	F0010-0 Fabricar pata de la base (4)		7
BD	F0004-0 Fabricar riel para base de maquina (2)		5
BE	F0006-0 Fabricar riel de base front. (2)		5
BF	F0006-1 Fabricar riel de base lat. (2)		5
BG	Soldar base	BB,BC,BD,BE,BF	5
BH	Fijar condensador a base	BG	3
BI	Fijar base-condensador a gabinete	BH,BA	6
BJ	Fabricar F0028-0 Soporte de cremallera (2)		3
BK	Ensamblar soporte, perfil poste y cremallera y fijarlo a gabinete	BJ,BI	6
BL	Fabricar F0039-0 Base para motor (3)		3
BM	Fabricar F0031-0 Tolva (1)		6
BN	Ensamblar motores a tolva y colocación de bases omegas y conexiones de arnes	BL,BM	9
BO	Fijar tolva y cremalleras a gabinete y mensulas	BK,BN	7
BP	Fijar compresor, capacitor a rieles	BO	4
BQ	Fabricar F0027-0 Tubo guía (1)		3
BR	Formado de intercambiador de calor	BQ	5
BS	Fabricar F0046-0 Serpenti de tina (1)		2
BT	Fabricar F0038-0 Tubo de servicio (1)		1
BU	Ensamble de sistema de refrigeración, hacer pruebas de fuga, carga de refrigerante, cerrar sistema	BR,BS,BT,BP,BI	8
BV	Ensamblar paquete de cristal		6
BW	Ensamblar puerta corrediza izq. Y der.	BV	3
BX	Colocar puertas corredizas en gabinete	BW,BU	2
BY	Fijar bisagras a gabinete, mensulas, balastra, parrillas, lámparas, protectores de aspa	BX	6
BZ	Fabricar F0044-0 Tapa de puerta (2)		2
CA	Fabricar F0044-0 Tapa de puerta (2)		2
CB	Ensamblar tapas con cubos y cintas	BZ,CA	4
CC	Fabricar F0042-0 Refuerzo de torsión (2)		2
CD	Fabricar F0043-0 Refuerzo de jaladera (4)		2
CE	Ensamblar puerta solida izq. y der. Con perfiles, esquineros, jaladera	CB,CC,CD	5
CF	Colocar puertas solidas a gabinete	BY,CE	1
CG	Embalar mueble	CF	5

9.2.2.2 Construcción del diagrama de flechas

Con los datos de la tabla anterior se construyo el diagrama de flechas o la red de actividades respetando la secuencia de precedencia de las actividades. Cada actividad es representada con una flecha, y su círculo un evento denominado nodo. La ruta critica fue determinada por aquellas actividades, donde los tiempos más tempranos o más remotos de inicio (ES, LS) sean iguales a cero y donde los tiempos más tempranos y más remotos de terminación (EF, LF) sean iguales acero; en tales circunstancias las actividades que presenten dicha condición están sobre la ruta crítica la cual es resaltada con otro color.

9.2.2.3 Tiempo total de fabricación

El tiempo total de fabricación del mueble es determinado a partir de los datos obtenidos del análisis de actividades previamente establecido, a través de una serie de cuadros en donde se nos indica el tiempo mas próximo en que inicia y termina cada actividad según corresponda, englobados de la siguiente manera:

ES representa el tiempo más temprano o próximo en que se pueda iniciar cada actividad.

EF representa el tiempo más temprano o próximo en que se pueda terminar cualquier actividad.

Los tiempos más tempranos o próximos de cada actividad del proyecto se determina sobre la red de actividades avanzando de izquierda a derecha, completándose el procedimiento con los siguientes criterios.

ES de cualquier actividad es igual es igual a EF de su actividad precedente; cuando a una actividad le precede 2 ó más actividades se ES será el EF mayor de las actividades precedentes.

El EF de cualquier actividad será igual a su ES más la duración de dicha actividad.

Determinación de los tiempos mas remotos de inicio LS y más remotos de terminación LF. Para determinar los tiempos más remotos tanto de inicio como de terminación de cada actividad nos desplazamos sobre la red de actividades avanzando de izquierda a derecha.

El tiempo más remoto de terminación LF de una actividad es igual al tiempo más remoto de inicio LS de la actividad consecuente. Cuando una actividad tiene 2 ó más actividades consecuentes el tiempo más remoto de terminación será igual al más pequeño de los tiempos más remotos de inicio de las actividades consecuentes.

El tiempo más remoto de inicio de una actividad es igual a su más remoto menos su propia duración.

A	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>19</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr></table>	ES	LS	0	19	EF	LF	19	AD	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>69</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr></table>	ES	LS	0	69	EF	LF	69	BG	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>7</td><td>140</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr></table>	ES	LS	7	140	EF	LF	133
ES	LS																									
0	19																									
EF	LF																									
ES	LS																									
0	69																									
EF	LF																									
ES	LS																									
7	140																									
EF	LF																									

	3	22	19		3	72	69		12	145	133
B	ES	LS	19	AE	ES	LS	69	BH	ES	LS	133
	0	19			0	69			12	145	
	EF	LF	19		EF	LF	69		EF	LF	133
	3	22			3	72			15	148	133
C	ES	LS	19	AF	ES	LS	0	BI	ES	LS	0
	0	19			72	72			148	148	
	EF	LF	19		EF	LF	0		EF	LF	0
	3	22			80	80			154	154	0
D	ES	LS	17	AG	ES	LS	73	BJ	ES	LS	151
	0	17			0	73			0	151	
	EF	LF	17		EF	LF	73		EF	LF	151
	5	22			7	80			3	154	
E	ES	LS	17	AH	ES	LS	0	BK	ES	LS	0
	5	22			80	80			154	154	
	EF	LF	17		EF	LF	0		EF	LF	0
	17	34			89	89			160	160	
F	ES	LS	26	AI	ES	LS	84	BL	ES	LS	148
	0	26			0	84			0	148	
	EF	LF	26		EF	LF	84		EF	LF	148
	8	34			5	89			3	151	
G	ES	LS	28	AJ	ES	LS	0	BM	ES	LS	145
	0	28			89	89			0	145	
	EF	LF	28		EF	LF	0		EF	LF	145
	6	34			92	92			6	151	
H	ES	LS	28	AK	ES	LS	81	BN	ES	LS	145
	0	28			0	81			6	151	
	EF	LF	28		EF	LF	81		EF	LF	145
	6	34			6	87			15	160	
I	ES	LS	28	AL	ES	LS	84	BO	ES	LS	0
	0	28			0	84			160	160	
	EF	LF	28		EF	LF	84		EF	LF	0
	6	34			3	87			167	167	
	ES	LS			ES	LS			ES	LS	

J	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>12</td><td>34</td></tr><tr><td>EF</td><td>24</td><td>46</td></tr></table>	ES	12	34	EF	24	46	22	AM	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>6</td><td>87</td></tr><tr><td>EF</td><td>11</td><td>92</td></tr></table>	ES	6	87	EF	11	92	81	BP	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>167</td><td>167</td></tr><tr><td>EF</td><td>171</td><td>171</td></tr></table>	ES	167	167	EF	171	171	0
ES	12	34																								
EF	24	46																								
ES	6	87																								
EF	11	92																								
ES	167	167																								
EF	171	171																								
K	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>EF</td><td>3</td><td>3</td></tr></table>	ES	0	0	EF	3	3	0	AN	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>88</td></tr><tr><td>EF</td><td>4</td><td>92</td></tr></table>	ES	0	88	EF	4	92	88	BQ	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>163</td></tr><tr><td>EF</td><td>3</td><td>166</td></tr></table>	ES	0	163	EF	3	166	163
ES	0	0																								
EF	3	3																								
ES	0	88																								
EF	4	92																								
ES	0	163																								
EF	3	166																								
L	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>EF</td><td>9</td><td>9</td></tr></table>	ES	3	3	EF	9	9	0	AO	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>83</td></tr><tr><td>EF</td><td>4</td><td>87</td></tr></table>	ES	0	83	EF	4	87	83	BR	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>3</td><td>166</td></tr><tr><td>EF</td><td>8</td><td>171</td></tr></table>	ES	3	166	EF	8	171	163
ES	3	3																								
EF	9	9																								
ES	0	83																								
EF	4	87																								
ES	3	166																								
EF	8	171																								
M	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>EF</td><td>3</td><td>3</td></tr></table>	ES	0	0	EF	3	3	0	AP	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>86</td></tr><tr><td>EF</td><td>1</td><td>87</td></tr></table>	ES	0	86	EF	1	87	86	BS	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>169</td></tr><tr><td>EF</td><td>2</td><td>171</td></tr></table>	ES	0	169	EF	2	171	169
ES	0	0																								
EF	3	3																								
ES	0	86																								
EF	1	87																								
ES	0	169																								
EF	2	171																								
N	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>EF</td><td>3</td><td>3</td></tr></table>	ES	0	0	EF	3	3	0	AQ	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>4</td><td>87</td></tr><tr><td>EF</td><td>9</td><td>92</td></tr></table>	ES	4	87	EF	9	92	83	BT	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>170</td></tr><tr><td>EF</td><td>1</td><td>171</td></tr></table>	ES	0	170	EF	1	171	170
ES	0	0																								
EF	3	3																								
ES	4	87																								
EF	9	92																								
ES	0	170																								
EF	1	171																								
O	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>EF</td><td>3</td><td>3</td></tr></table>	ES	0	0	EF	3	3	0	AR	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>92</td><td>92</td></tr><tr><td>EF</td><td>100</td><td>100</td></tr></table>	ES	92	92	EF	100	100	0	BU	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>171</td><td>171</td></tr><tr><td>EF</td><td>179</td><td>179</td></tr></table>	ES	171	171	EF	179	179	0
ES	0	0																								
EF	3	3																								
ES	92	92																								
EF	100	100																								
ES	171	171																								
EF	179	179																								
P	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>EF</td><td>9</td><td>9</td></tr></table>	ES	3	3	EF	9	9	0	AS	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>95</td></tr><tr><td>EF</td><td>5</td><td>100</td></tr></table>	ES	0	95	EF	5	100	95	BV	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>170</td></tr><tr><td>EF</td><td>6</td><td>176</td></tr></table>	ES	0	170	EF	6	176	170
ES	3	3																								
EF	9	9																								
ES	0	95																								
EF	5	100																								
ES	0	170																								
EF	6	176																								
Q	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>9</td><td>9</td></tr><tr><td>EF</td><td>18</td><td>18</td></tr></table>	ES	9	9	EF	18	18	0	AT	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>0</td><td>95</td></tr><tr><td>EF</td><td>5</td><td>100</td></tr></table>	ES	0	95	EF	5	100	95	BW	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>6</td><td>176</td></tr><tr><td>EF</td><td>9</td><td>179</td></tr></table>	ES	6	176	EF	9	179	170
ES	9	9																								
EF	18	18																								
ES	0	95																								
EF	5	100																								
ES	6	176																								
EF	9	179																								
R	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>18</td><td>18</td></tr><tr><td>EF</td><td>43</td><td>43</td></tr></table>	ES	18	18	EF	43	43	0	AU	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>EF</td><td>105</td><td>105</td></tr></table>	ES	100	100	EF	105	105	0	BX	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>179</td><td>179</td></tr><tr><td>EF</td><td>181</td><td>181</td></tr></table>	ES	179	179	EF	181	181	0
ES	18	18																								
EF	43	43																								
ES	100	100																								
EF	105	105																								
ES	179	179																								
EF	181	181																								

S	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>38</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>5</td><td>43</td></tr></table>	ES	LS	0	38	EF	LF	5	43	38	AV	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>105</td><td>105</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>107</td><td>107</td></tr></table>	ES	LS	105	105	EF	LF	107	107	0	BY	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>181</td><td>181</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>187</td><td>187</td></tr></table>	ES	LS	181	181	EF	LF	187	187	0
ES	LS																															
0	38																															
EF	LF																															
5	43																															
ES	LS																															
105	105																															
EF	LF																															
107	107																															
ES	LS																															
181	181																															
EF	LF																															
187	187																															
T	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>43</td><td>43</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>46</td><td>46</td></tr></table>	ES	LS	43	43	EF	LF	46	46	0	AW	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>104</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>3</td><td>107</td></tr></table>	ES	LS	0	104	EF	LF	3	107	104	BZ	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>176</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>2</td><td>178</td></tr></table>	ES	LS	0	176	EF	LF	2	178	176
ES	LS																															
43	43																															
EF	LF																															
46	46																															
ES	LS																															
0	104																															
EF	LF																															
3	107																															
ES	LS																															
0	176																															
EF	LF																															
2	178																															
U	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>39</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>7</td><td>46</td></tr></table>	ES	LS	0	39	EF	LF	7	46	39	AX	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>107</td><td>107</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>110</td><td>110</td></tr></table>	ES	LS	107	107	EF	LF	110	110	0	CA	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>176</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>2</td><td>178</td></tr></table>	ES	LS	0	176	EF	LF	2	178	176
ES	LS																															
0	39																															
EF	LF																															
7	46																															
ES	LS																															
107	107																															
EF	LF																															
110	110																															
ES	LS																															
0	176																															
EF	LF																															
2	178																															
V	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>46</td><td>46</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>57</td><td>57</td></tr></table>	ES	LS	46	46	EF	LF	57	57	0	AY	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>110</td><td>110</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>145</td><td>145</td></tr></table>	ES	LS	110	110	EF	LF	145	145	0	CB	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>2</td><td>178</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>6</td><td>182</td></tr></table>	ES	LS	2	178	EF	LF	6	182	176
ES	LS																															
46	46																															
EF	LF																															
57	57																															
ES	LS																															
110	110																															
EF	LF																															
145	145																															
ES	LS																															
2	178																															
EF	LF																															
6	182																															
W	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>51</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>6</td><td>57</td></tr></table>	ES	LS	0	51	EF	LF	6	57	51	AZ	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>142</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>3</td><td>145</td></tr></table>	ES	LS	0	142	EF	LF	3	145	142	CC	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>180</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>2</td><td>182</td></tr></table>	ES	LS	0	180	EF	LF	2	182	180
ES	LS																															
0	51																															
EF	LF																															
6	57																															
ES	LS																															
0	142																															
EF	LF																															
3	145																															
ES	LS																															
0	180																															
EF	LF																															
2	182																															
X	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>51</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>6</td><td>57</td></tr></table>	ES	LS	0	51	EF	LF	6	57	51	BA	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>145</td><td>145</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>148</td><td>148</td></tr></table>	ES	LS	145	145	EF	LF	148	148	0	CD	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>180</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>2</td><td>182</td></tr></table>	ES	LS	0	180	EF	LF	2	182	180
ES	LS																															
0	51																															
EF	LF																															
6	57																															
ES	LS																															
145	145																															
EF	LF																															
148	148																															
ES	LS																															
0	180																															
EF	LF																															
2	182																															
Y	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>53</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>4</td><td>57</td></tr></table>	ES	LS	0	53	EF	LF	4	57	53	BB	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>138</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>2</td><td>140</td></tr></table>	ES	LS	0	138	EF	LF	2	140	138	CE	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>6</td><td>182</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>11</td><td>187</td></tr></table>	ES	LS	6	182	EF	LF	11	187	176
ES	LS																															
0	53																															
EF	LF																															
4	57																															
ES	LS																															
0	138																															
EF	LF																															
2	140																															
ES	LS																															
6	182																															
EF	LF																															
11	187																															
Z	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>53</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>4</td><td>57</td></tr></table>	ES	LS	0	53	EF	LF	4	57	53	BC	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>133</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>7</td><td>140</td></tr></table>	ES	LS	0	133	EF	LF	7	140	133	CF	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>187</td><td>187</td></tr><tr><td>EF</td><td>LF</td></tr><tr><td>188</td><td>188</td></tr></table>	ES	LS	187	187	EF	LF	188	188	0
ES	LS																															
0	53																															
EF	LF																															
4	57																															
ES	LS																															
0	133																															
EF	LF																															
7	140																															
ES	LS																															
187	187																															
EF	LF																															
188	188																															
AA	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>51</td></tr></table>	ES	LS	0	51	51	BD	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>0</td><td>135</td></tr></table>	ES	LS	0	135	135	CG	<table border="1"><tr><td>ES</td><td>LS</td></tr><tr><td>188</td><td>188</td></tr></table>	ES	LS	188	188	0												
ES	LS																															
0	51																															
ES	LS																															
0	135																															
ES	LS																															
188	188																															

EF	LF	
6	57	51

EF	LF	
5	140	135

EF	LF	
193	193	0

AB	ES	LS	
	0	51	51
	EF	LF	
	6	57	51

BE	ES	LS	
	0	135	135
	EF	LF	
	5	140	135

AC	ES	LS	
	57	57	0
	EF	LF	
	72	72	0

BF	ES	LS	
	0	135	135
	EF	LF	
	5	140	135

9.3 Maquinaria

- 2 Cizallas (1 de tren de corte)

2 Escantonadoras

Roladora

Punzonadora

2 Dobladoras

CNC

Máquina para espumar

Dispositivo para formado de evaporador

Planta eléctrica

Sierra

Inyectora de gas

Embaladora

CONCLUSIÓN

Este trabajo de tesis incluye una recopilación lo más explícita posible acerca de los principios básicos que todo Ingeniero Mecánico Eléctrico en cualquiera de las áreas de especialidad ya sea Industrial ó bien Mecánica debe tener en consideración, es imprescindible manifestar que los datos, esquemas, gráficos, etc. han sido seleccionados para soportar de una manera más óptima su entendimiento y aplicación.

Cada uno de los elementos que integran el sistema básico de refrigeración se han integrado, explicado, detallado de una manera secuencial para soporte de consulta de futuros Ingenieros que deseen adentrarse en el campo de la Refrigeración cualesquiera que sea el alcance y los tipos de aplicaciones ya que al saber de lo singular puede ampliarse hacia lo general, el campo de la refrigeración es demasiado vasto para la Ingeniería ya que continuamente se pretende cada vez sistemas más eficientes y que puedan cubrir más campos de acción y sobre todo de *aplicación*.

Este es uno de los puntos manifestados en la justificación de la tesis: un equipo que pueda cubrir ambos campos de aplicación, tanto en la llamada Temperatura media como en Temperatura baja. Estas condicionantes ó campos de oportunidad se van modificando de acuerdo a tres solicitantes básicos y mutuamente relacionados; el distribuidor (ó área de ventas), el fabricante (ó área de Ingeniería) y el cliente final ya que de ellos depende toda éste estudio del mercado que deberá cumplir su esencia y es tener variantes para satisfacer las necesidades actuales. Este tipo de estudios en la mayoría de las empresas manufactureras comprenden Mejoras continuas y aplicaciones cada vez más aterrizadas a las expectativas del cliente y a Aseguramientos de Calidad, esto abre posibilidades para los Ingenieros en las áreas de Desarrollo, de aplicación, de ventas, de Servicio y de Mantenimiento.

Es por éstas razones que los capítulos aquí referenciados han intentado abarcar en lo más posible todos éstos puntos de interés para el desarrollo profesional del Ingeniero, y cumplir las definiciones marcadas en los Rubros de Ingeniería Industrial y de Ingeniería Mecánica-Eléctrica; por un lado la parte Administrativa y Logística del Rubro Industrial y por otro lado la parte de Diseño-Creatividad-Mantenimiento del Rubro Mecánico Eléctrico.

Las herramientas que se disponen en la actualidad para el Ingeniero son en demasía palpables y en espera de Capacitación continua, la tecnología en los campos de refrigeración avanza al ritmo actual y es de esperar que continuara de manera sustentada y mejorable. Los fabricantes de insumos como los de manufactura evalúan constantemente y están a la par de los desarrollos de nuevos productos de las empresas ensambladoras; por lo que, la reducción de costos y la implementación de equipos cada vez más sofisticados están simultáneamente al mismo nivel de competitividad. Un ejemplo claro está en la aparición de nuevos fabricantes de equipos de detección de gases no permitidos, de fabricantes de equipos de medición y de fabricantes de partes de seguridad que esto está directamente involucrado en la Normatividad que aplica a los fabricantes de equipos de refrigeración.

La parte ambiental constituye un nuevo campo de aplicación para el Ingeniero ya que la parte de Legalización que estaba confinada a gente ajena al medio ha sido consultada a la parte técnica que es el motor de inyección para aprobación de aplicaciones y estándares de un mercado más justo y medible, anteriormente los equipos eran considerados únicamente como aparatos eléctricos y/o de aplicación indefinida, por lo que no se analizaba su efecto de contaminación en el área de

mantenimiento. Era común ver equipos que se traían de procedencia extranjera sin saber cuáles eran sus aplicaciones ni mucho menos sus características técnicas, en la actualidad los equipos de refrigeración aunados a sistemas de calidad deben estar debidamente legalizados en los aspectos de sellos de inspección, de etiquetas de competitividad de energía.

Los elementos principales están modificándose aceleradamente al investigar sobre nuevos elementos que puedan comprimirse y absorber calor refiriéndonos principalmente a los refrigerantes, las empresas líder de refrigerantes se han anticipado a los cambios actuales y que se veían llegar por los efectos sobre el ambiente, si recordamos anteriormente el proceso de recuperación de vapores era una práctica desconocida, el empleo de gases con fluorocarbono era común e inclusive se removía y limpiaban sistemas con el mismo refrigerante. La visión a corto plazo es el cambio a hidrocarburos y posteriormente a energía solar ya que los hidrocarburos como sabemos tienen un límite en el planeta y aparte de esto se utilizan para otros fines.

Nuestro país a diferencia del viejo continente aún mantiene un atraso y una dependencia en años con nuestro vecino del Norte (Estados Unidos) y que se verá reflejado en la lentitud de los cambios que se ven venir, la globalización advierte que cualquier empresa en el mundo puede incurrir en mercados que antes no tenía campos de oportunidad, mientras en Europa se trabaja ya en prototipos de compresores para hidrocarburos, en América se dispone únicamente de reemplazos de refrigerantes a cuenta-gotas y se ve el panorama que no cambiará en años. Es difícil competir con empresas con requerimientos cada vez más exhaustivos y con inspecciones en planta de los equipos fabricados, el panorama para nosotros es como cualquier país no investigador y es esperar que empresas extranjeras dispongan de acercarnos a tecnologías de punta.

Definitivamente el poder tener el Ingenio para buscar campos de oportunidad en lo que tenemos en la actualidad es un plus que las empresas buscan para establecer que se trabaja en proyectos de investigación y éste trabajo es una muestra de lo que podemos marcar como Desarrollo de materiales, de insumos, de fuentes de trabajo, de sistemas de producción más eficientes. En los países asiáticos mantienen una filosofía de trabajo que equivale a una ecuación poco aplicable en nuestro país: más producción-menor costo= menor calidad y que da mayores niveles de venta ya que una pieza manufacturada a menor costo de compra sobrevive menor tiempo y es fácilmente reemplazable por otra similar. En nuestro país la calidad cuesta y a veces las empresas navegan en filos apenas superables de aprobación, aunque el precio manda, también la calidad y la mano de obra reflejada en nuestros productos se ve reflejada en un futuro al aumentar considerablemente los tiempos de vida.

Este es otro de los puntos de la justificación, la durabilidad del producto ya que esto es lo que marca el mercado, comprar equipos duraderos a bajo costo y flexibles en cubrir necesidades, los materiales de compra están supeditados a elaboración de planos de Ingeniería que incluyan tolerancias y máximos-mínimos de aprobación para compras masivas, esto se amarra con la verificación entre lo muestreado y lo recibido, es decir; con la incorporación de más proveedores que cumplan con nuestros requerimientos. Esto se verá reflejado en los costos por mantenimiento y la atención oportuna de fallas provocadas por malos usos y malas aplicaciones, el Ingeniero debe en la actualidad pluralizarse hacia elementos de entrada y elementos de salida para lograr una rastreabilidad óptima de lo que se vende y cómo se mantiene trabajando de acuerdo al diseño elaborado.

Pretendemos lograr con éste trabajo de tesis que las ideas de aportación del Ingeniero sean cada vez más actuales y modernas, cada innovación es y será elementos de evaluación que no sólo involucran a

una persona ó a un equipo de trabajo, más bien reflejan el sentido de orientación de las empresas ya que el ser innovadores marca diferencia con los demás y acerca aún más a los fabricantes a tener mayores oportunidades de ofrecer a los clientes productos funcionales y pareciera ser, diseñados por ellos mismos.

Para concluir, la investigación fue parte importante de ésta recopilación de información, ya que no solamente se incluyeron prácticas funcionales duraderas de refrigeración, también se investigó con Ingenieros de varias empresas sobre el posible mercado de oportunidad de éste equipo autocontenido. Es por ello que tenemos información que se incluirá adjunto a éste trabajo en medios magnéticos para actualizar y mantener más allá de papel ésta información. En ellos hemos adquirido datos valiosos por parte de los fabricantes de insumos tales como eficiencias de Compresores, y como es sabido existe reglamentación para usar ésta información solamente para consultas, por lo que aún más importante es saber que solamente se utilice como respaldo de conocimiento debido a los cambios continuos en las hojas técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

- **Manual de Refrigeración Electrolux Compressors/ Cubigel**
Información técnica y de aplicación
Documento interno de capacitación. 1998
- **Instituto Nacional de Ecología INE, Secretaría del Medio ambiente Recursos naturales y pesca (SEMARNAP) y la Secretaría de Relaciones exteriores (SER). México cumple sus compromisos internacionales para proteger la capa de ozono con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. México 1999**
- **E.I. du Pont de Nemours and Company, Inc.**
Refrigerantes SUVA
About SUVA Refrigerants
Technical Information and literature
www.dupont.com/suva/na/usa/literature/prodsel/choose.html
- **Aire acondicionado y refrigeración.**
Burgess H. Jennins
Samuel R. Lewis
Editorial Continental S.A. de C.V.
Decimonovena reimpresión, 1995
- **Ingeniería Termodinámica**
Fundamentos y aplicaciones
Francis F. Hang
Editorial Continental S.A. México
Decimocuarta edición 1995
- **Manual del Ingeniero Industrial**
4ª. Edición William K. Hodson.
Editorial Mc-Graw-Hill.
1999
- **Manual de refrigeración y aire acondicionado Coppeland**
Documento Interno y de Capacitación
10 Capítulos, Anexos.
1990
- **Principios de refrigeración**
Roy J. Dossat
Editorial Continental S.A. de C.V. México
Décima sexta reimpresión
1996

ANEXOS

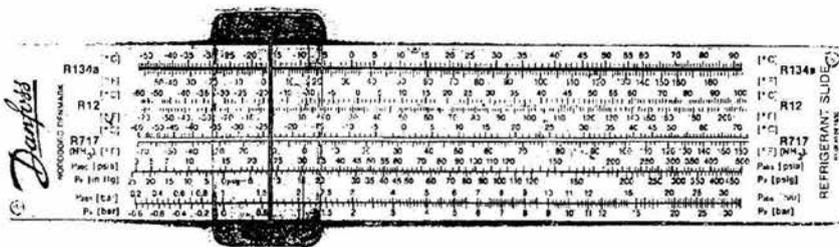


TABLA DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTES

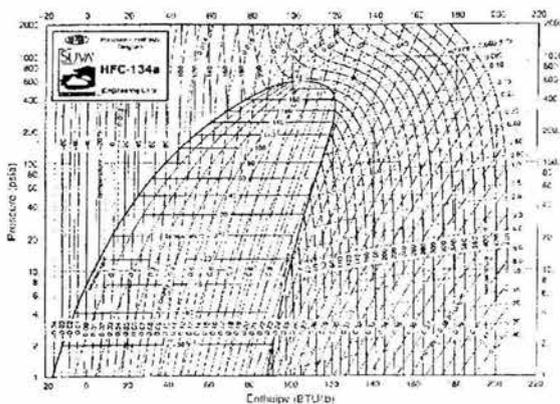


DIAGRAMA P-h PARA REFRIGERANTE 134^a

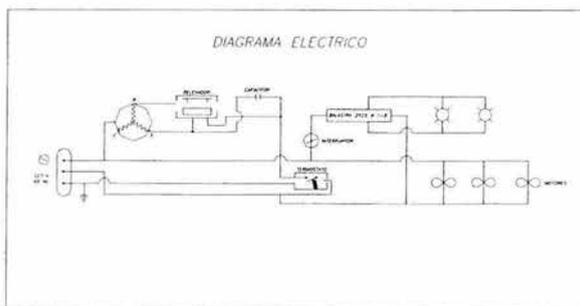


DIAGRAMA ELÉCTRICO DE PROTOTIPO