

CAPITULO II

SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

2.1 Selección De Los Equipos.

Es de suma importancia realizar una selección de equipos correcta al igual que los análisis termodinámicos del sistema, por el motivo de la posterior distribución al interior de la cámara, los costos de ellos mismos y su mantención, verificar tipos de repuestos en caso de falla en el mercado, si son aptos para el tipo de sistema a emplear.

La selección de los equipos se realizara mediante los resultados entregados sobre el análisis termodinámico que se efectuó con el programa coolpack, para ello se utilizara catálogos y programas para la selección de los equipos y accesorios que facilitan las empresas con reconocimiento en el mercado para uso de los usuarios.

- Evaporador
- Unidad condensadora

2.1.1 Selección del Evaporador.

Se utilizarán evaporadores enfriadores de aire con circulación forzada y constituida por tubos aletados, el sistema de alimentación será de expansión seca.

El evaporador a utilizar será escogido mediante Catálogos de evaporadores cúbicos Líneas 2008 de la Empresa Intercal.

Las características constructivas que poseen estos evaporadores son:

Serpentín

- Fabricados con aletas de aluminio de estampado rugoso para mayor rendimiento y tubos de cobre para 5/8" dispuestos en geometría triangular.
- Los colectores de salida están equipados con un conector de 1/4" SAE para la toma de presión.
- Los serpentines una vez deshidratados son probados con 300 psi de presión.
- Se entregan presurizados a 50 psi con nitrógeno el que al romper el sello de presión sirve de garantía en terreno.

Recubrimiento

- Revestidos en aluminio gofrado diamantado, diseño que cuyo dibujo sanitario, combinan la estética y buenas terminaciones con la higiene y resistencia de su estructura.
- Altamente resistentes a la corrosión, no poseen elementos tóxicos ni inflamables.

- Sobre bandeja calefaccionada que evita la acumulación de hielo en la bandeja de desagüe.
- Desagüe ubicado en posición trasera.

Calefactores

- Fabricados en acero inox. 304 de 8 mm de diámetro con sello de humedad y vulcanizado silicónico en los extremos.
- Los calefactores deben ser conectados a 220V siempre con neutro físico.

Ventiladores

- Motor trifásico de rotor externo con caja de conexión
- Doble velocidad mediante variación de conexión D/Y
- Blindaje grado IP 54, clase de aislación F
- Termistor interno de protección frente a excesos de consumo o temperatura.
- Alimentación 380-440V / 3f / 50-60 Hz
- Operación -40 a +40 °C



Figura Nº 2.1 Evaporador Serie EVC 8 – 500

Datos de selección mediante catalogo, (Anexo Nº 17):

Serie: EVC 8 – 500

Modelo: Baja temperatura

Refrigerante: R-404A

Potencia frigorífica: 12.035 (Kcal/h)

Temperatura de evaporación: -30,5 (°C)

Temperatura ambiente: 25 (°C)

Temperatura de recalentamiento succión ΔT_{SH} : 5 (°C)

El evaporador cúbico de circulación forzada seleccionado es el modelo **EVC 8 – 503/130**, sus datos técnicos en (Anexo Nº 18).

2.1.2 Selección de la Unidad Condensadora.

Para la selección de la unidad condensadora se tendrá que considerar que el tipo de compresor será semihermético, de pistones y simple etapa, el medio condensante a utilizar es el enfriado por aire. Se optó por una unidad condensadora por tener montado, sobre una misma base el condensador (aire), compresor (alternativo-semihermético), automatismos (filtros, válvulas, tubería de succión, visores, etc.), lo que facilita la instalación de los diversos componentes que requiere el circuito de refrigeración.

Al reducir las distancias entre los distintos elementos que componen el sistema de refrigeración, se reducen las pérdidas de carga que se podrían originar en las tuberías de líquido y succión.

Para la selección de la unidad condensadora se utilizó el programa de selección BITZER.

Datos de entrada:

Serie: Estándar

Refrigerante: R-404A

Tipo de compresor: Compresor solo

Potencia frigorífica: 13,99 KW

Temperatura de evaporación: -30,5 °C

Temperatura ambiente: 25 °C

Temperatura del gas aspirado (T_1): 5,6 °C

Alimentación: 50 Hz, estándar



Figura N° 2.2 Unidad condensadora

Posteriormente en la figura N° 2.3 se muestran los resultados obtenidos en el programa Bitzer de selección de unidad condensadora.

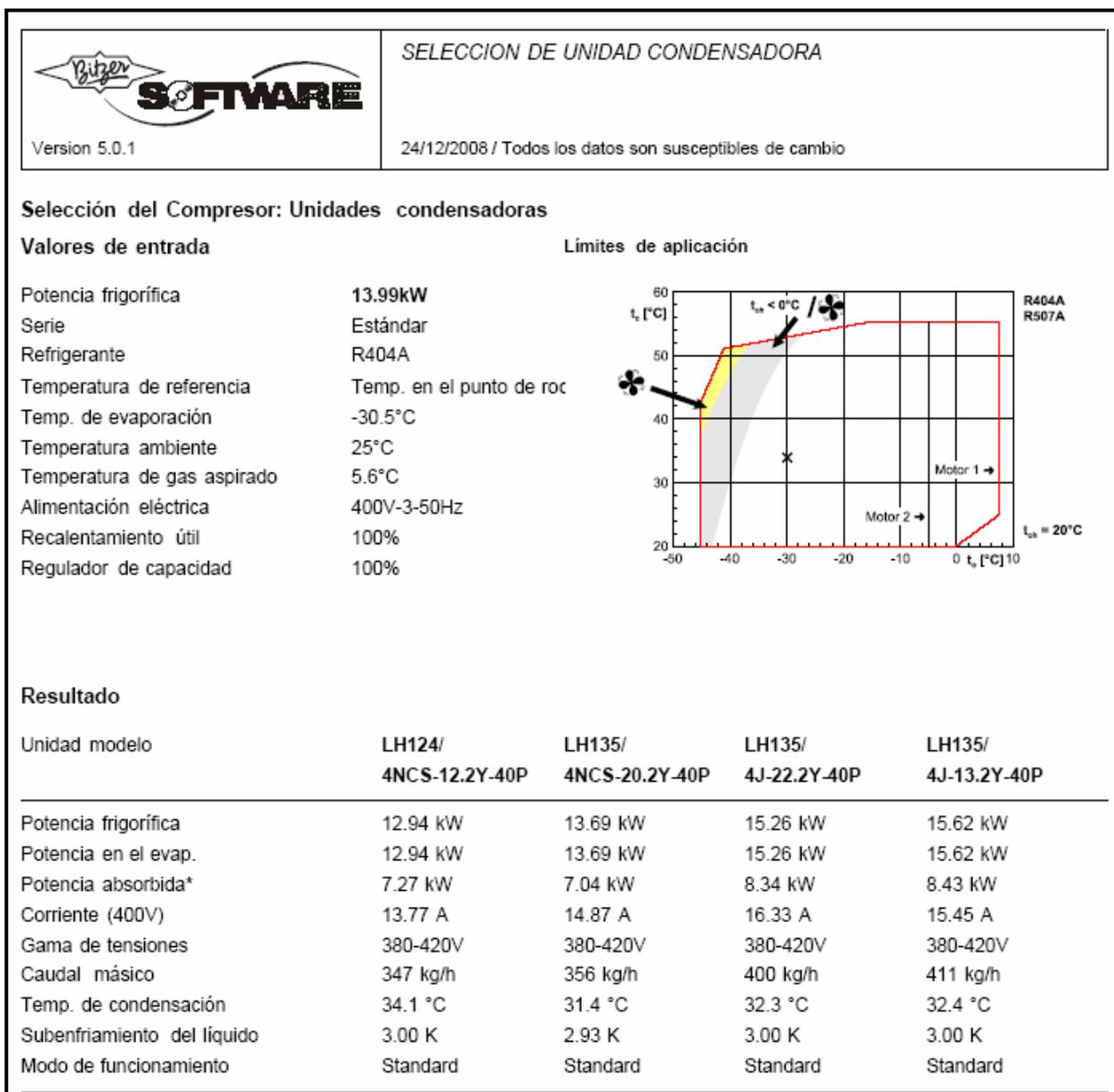


Figura N° 2.3 Selección Unidad condensadora, Fuente: Programa Bitzer.

La selección del modelo de unidad condensadora BITZER **LH135/4J-13.2Y-40P**, se basó fundamentalmente por el COP entregado este fue de 1,85, las otras unidades condensadoras presentan un bajo COP trabajando bajo las mismas condiciones de operación, sus datos técnicos y tabla de rendimientos en (**Anexo N° 19**).

Tabla N° 2.1: Selección unidad condensadora.

Modelo	LH135/4J-22.2Y-40P	LH135/4J-13.2Y-40P
Potencia Frigorífica (KW)	15,26	15,62
Potencia Absorbida (KW)	8,34	8,43
COP	1,83	1,85

La unidad condensadora se ubicara sobre el techo de cámara, permitiendo que el aire circule libremente y no sea recirculado. Para un adecuado flujo de aire y acceso por cualquier dirección la unidad no será instalada frente a una pared u obstrucción.

2.2 Selección del Dispositivo de Expansión.

Este dispositivo se instala en la línea de líquido a la entrada del evaporador, su función como elemento de control de flujo refrigerante es:

- Regular el caudal de líquido refrigerante desde la línea de líquido hasta el evaporador de manera que el evaporador pueda vaporizar todo el líquido que se le envía.
- Mantener una diferencia de presiones entre la presión de alta y la de baja del sistema para permitir que el refrigerante se vaporice bajo las condiciones de presión más baja existentes en el evaporador mientras que el proceso de condensación del refrigerante sucede en la alta presión del condensador.
- Proporcionar un uso total y efectivo de la superficie del evaporador bajo cualquier condición de carga, gracias al control de un recalentamiento constante al final del intercambiador. Con este control también se evitan los golpes de líquido en el compresor.

Para la selección de la válvula de expansión termostática se utilizará el programa Coolcat 2005 de la empresa Danfoss. La entrada de datos y resultados se pueden apreciar en las figuras posteriores.

Marca : Danfoss
Modelo : TES12-6.8 (Orificio 6.8)
Capacidad Aplicación: 13,99 KW
Regulación: Externa



Figura N° 2.4 Válvula de expansión termostática



Expansion Valves

Type TE 5 - TE 55

Family

Settings

→ Selection

Data

Refrigerant	R 404A / R 507	Condensing Temperature	39 °C
Evaporator Capacity	13,9 kW	Liquid Temperature	19 °C
Evaporator Temperature	-30 °C	Total Pressure Loss	0,5 bar
Temperature Range	N: -40° to 10°C	Valve Body	Angleway
Equalization	External	Connection Type	Solder
MOP	No	Connection Size	5/8 x 7/8 in.
Static Superheat	4K	Capillary Tube Length	3m

Selection

Press. Drop Across Valve 15 bar

Subcooling 20 K

Type_ext	kW	Load (%)
TES 5 - 10.3	29,66	46
TES 12 - 4.2	11,98	116
TES 12 - 6.8	19,82	70

Code No.

Valve Body	067B4022
Thermostatic Element	067B3347
Orifice Assembly	067B2006

Figura N° 2.5 Selección válvula de expansión termostatica, fuente: Programa Danfoss

2.3 Dispositivos de Control.

Para que el sistema de refrigeración funcione de manera óptima y eficiente, se requieren de elementos de seguridad, tales como:

- Válvula Solenoide.
- Presostato Alta.
- Presostato Combinado de Alta y Baja (Dual).
- Controlador.
- Sensor de temperatura.

Por ello se procederá a la selección de estos dispositivos de control por medio del **Programa Coolcat 2005 De Danfoss.**

2.3.1 Selección de la Válvula Solenoide.

Es una válvula que accionada eléctricamente cierra o abre un circuito frigorífico. Se instalara antes de la válvula de expansión termostática con el fin de cortar el paso del refrigerante cuando el equipo frigorífico se encuentre en paro.

Marca : Danfoss
 Modelo : EVR6
 Refrigerante : R-404A
 Capacidad aplicación: 13,99 (KW)



Figura N° 2.6 Válvula Solenoide.



Solenoid Valves
Type EVR 2-40

Family
Settings
→ Selection

Data

Refrigerant	R 404A / R 507	Condensing Temperature	39 °C
Line Capacity	13,9	Liquid Temperature	18, °C
Evaporator Temperature	-30,5 °C	Application	Liquid Line
Valve Body	Straightway	Voltage	220-230 V, 50 Hz
Function	Normally Closed	Current	AC
Connection Type	ODF Solder	Connection	Terminal Box (IP 67)

Selection

Corrected Capacity	12,7	kW	
MOPD	21	bar	

Type	Conn	DP
EVR 4	1/2 in.	0,44
EVR 6	3/8 in.	0,19
EVR 6	1/2 in.	0,19

Code No.

Valve	032F1209	<input type="checkbox"/> Manual Operation
Flange Set	.	
Coil	018F6701	

Figura N° 2.7 Selección válvula Solenoide, fuente: Programa Danfoss.

2.3.2 Selección Presostato de alta

El presostato de alta un elemento de seguridad que posee la función de desconectar el compresor cuando la presión de descarga se ha sobrepasado el límite permitido.

Marca : Danfoss
Modelo : KP 5
Rango : 8 a 32 bar.



Figura N° 2.8 Presostato de alta

 Pressure Controls Type KP Family Settings → Selection	Data Control Type High Pressure Range 8 -> 32 bar Differential 1.8 -> 6 bar Reset Auto Contact System SPDT Contact Load AC 1&3: 16A, 400V AC15: 10A, 400V DC13: 12W, 220V Connection Type ODF Solder 1/4 in.
	Selection Type KP 5
	Code No. Mounting Accessories <input checked="" type="checkbox"/> Angle Bracket 060-1056 Control 060-1179 <input checked="" type="checkbox"/> Straight Bracket 060-1055 <input checked="" type="checkbox"/> IP 55 Enclosure 060-0330

Figura N° 2.9 Selección Presostato de alta, fuente: Programa Danfoss.

2.3.3 Selección Presostato Combinado de Alta y Baja (Dual).

Es un elemento de seguridad que previene en caso de efectuarse una presión de condensación elevada cumpliendo la función de parar el compresor e interviene cuando se genera una presión de aspiración excesivamente baja, por ende desconecta el circuito eléctrico del motor del compresor impidiendo que el compresor trabaje en vacío, succione el aceite del carter y se quede sin aceite lubricante.

Marca : Danfoss
 Modelo : KP 15
 Rango (LP) : -0.2 a 7.5 bar.



Figura N° 2.10 Presostato Dual

The screenshot displays the Danfoss Pressure Controls software interface. On the left, there is a navigation menu with options: Pressure Controls, Type KP, Family, Settings, and Selection (highlighted with a red arrow). The main area is divided into three sections:

- Data:**

Control Type	Dual Pressure	Contact System	SPDT + LP Signal
Range (LP)	- 0.2 -> 7.5 bar	Contact Load	AC 1&3: 16A, 400V AC15: 10A, 400V DC13: 12W, 220V
Differential	Fixed 0.7 bar		
Reset	Auto		
Range (HP)	8 -> 32 bar	Connection Type	ODF Solder 1/4 in.
Differential	Fixed 4 bar		
Reset	Auto		
- Selection:**

Type **KP 15**
- Code No.:**

Mounting Accessories

<input checked="" type="checkbox"/> Angle Bracket	060-1056	Control	060-1263
<input checked="" type="checkbox"/> Straight Bracket	060-1055		
<input checked="" type="checkbox"/> IP 55 Enclosure	060-0350		

Figura N° 2.11 Selección Presostato Dual, fuente: Programa Danfoss.

2.3.4 Selección del Controlador.

El controlador se basa en tecnología PLC. El PLC se encarga de recoger todas las señales de los iniciadores y una vez realizados los algoritmos correspondientes envía las señales pertinentes que permiten actuar sobre los mecanismos de funcionamiento y seguridad. Las opciones posibles son:

- Refrigeración (compresor ó solenoide)
- Ventilador
- Desescarche
- Alarma
- Luces

Las ventajas que posee son:

- Distintas aplicaciones con el mismo equipo
- El regulador integra diversas funciones técnicas de refrigeración que sustituyen grupos de termostatos y programadores.
- Botones integrados en la cara frontal.
- Sencilla integración en bus de comunicaciones.
- Dos sondas de corte.
- Entradas digitales programables.
- Reloj integrado (super cap.)

El controlador de temperatura seleccionado es el siguiente:

Marca : Danfoss
 Modelo : EKC 202D
 Sonda : Pt, NTC, PTC.
 Datos técnicos (**Anexo N° 20**)



Figura N° 2.12 Controlador de temperatura

2.3.5 Selección del Sensor de Temperatura o Sonda.

Marca : Danfoss
 Modelo : EKS 221
 Elemento : NTC
 Resistencia Nominal: 5000 (ohm) hasta 25°C
 Rango de Temperatura: -40°C a 80°C

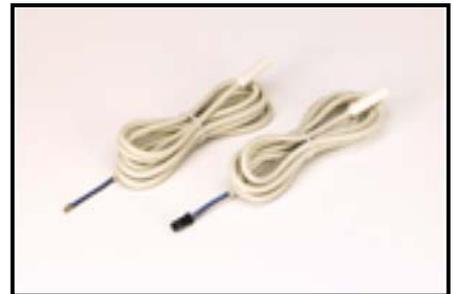


Figura N° 2.13 Sensor de Temperatura NTC

2.4 Dispositivos Anexos

- Intercambiador de Calor
- Filtro Secador
- Válvula de cierre

2.4.1 Selección Intercambiador de Calor.

Tiene la función de subenfriar el refrigerante líquido que viene del condensador antes que ingrese a la válvula de expansión, recalentado a la vez el refrigerante en estado gaseoso que viene del evaporador y va al compresor.

Marca : Danfoss
 Modelo : HE 8.0
 Presión máxima de trabajo: 21,5 bar.



Figura N° 2.14 Intercambiador de calor



Heat Exchangers
HE

Family
Settings
→ Selection

Data

Refrigerant R 404A / R 507 Max. Working Pressure 21,5 bar
 Max. Test Pressure 28 bar

Selection

Heat Exchanger type HE 8.0

All connections are ODF Solder

Type	Suct_conn_size	Liq_conn_size
HE 8.0	1 5/8 in.	5/8 in.
HE 8.0	42 mm	16 mm

Code No.

Heat Exchanger 015D0010

Figura N° 2.15 Selección intercambiador de calor, fuente: Programa Danfoss

2.4.2 Selección del Filtro Secador.

Cumple la función de eliminar la humedad que puede contener el refrigerante, la cual a bajas temperaturas se congela, de modo que puede bloquear la válvula de expansión termostática. El filtro secador será ubicado en la línea de líquido.

Para tener en consideración al ingresar los datos de cálculo en el Programa Coolcat Danfoss para ello, el programa solicita System Charge (carga del sistema), este valor se obtiene de los datos entregados por la unidad condensadora, es decir la carga máxima de líquido refrigerante que posee el recipiente del colector de la unidad condensadora.

Marca : Danfoss

Modelo : DML 165s

Absorción de humedad: 11.89 gramos de H₂O



Figura N° 2.16 Filtro secador

Danfoss
Filter Driers
Type DML

Family
Settings
➔ Selection

Data			
Refrigerant	R 404A / R 507	System Charge	28,8 kg
Evaporator Capacity	13,9 kW	Liquid Temperature	18,9 °C
Connection	ODF Solder		
Connection Size	5/8 in.		
Material:	Solid CU		

Selection			
	Type	Estimated Delta P (bar)	
Water Adsorption	25,69 gram H2O	DML 165s	0,02

Code No.	
Drier	023Z4581

Figura N° 2.17 Selección Filtro secador, fuente: Programa Danfoss

2.4.3 Selección de la Válvula de Cierre tipo Bola.

Se seleccionará válvulas de cierre manual tipo bola con conexión para manómetro con el programa Dircalc de la empresa Danfoss (**Anexo N° 22**), éstas pueden ser utilizadas en la línea de líquido y aspiración en la instalación de refrigeración.

Línea de líquido:

Marca : Danfoss
Modelo : GBC16S
Conexión nominal: 5/8"



Figura N° 2.18 Válvula GBC

Base de Datos del producto			
Producto	GBC16S		
	Mínima temperatura	-40.0	°C
	Máxima temperatura	150	°C
	Mínima presión	----	----
	Máxima presión	35.0	bar(g)
	Mínima caída de presión	----	----
	Máxima caída de presión	35.0	bar
	Conexiones nominales (mm)	DN16	
	Conexiones nominales (pulg)	5/8.	
	Kv	9.40	m3/h

Figura N° 2.19 Selección Válvula de cierre línea de líquido, fuente: Programa Danfoss

Línea de succión:

Marca : Danfoss

Modelo : GBC42S

Conexión nominal: 1.5/8"

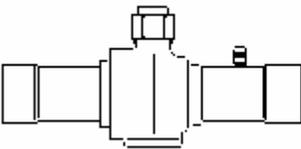
Base de Datos del producto			
Producto	GBC42S		
	Mínima temperatura	-40.0	°C
	Máxima temperatura	150	°C
	Mínima presión	----	----
	Máxima presión	35.0	bar(g)
	Mínima caída de presión	----	----
	Máxima caída de presión	35.0	bar
	Conexiones nominales (mm)	DN42	
	Conexiones nominales (pulg)	1 5/8	
	Kv	192	m3/h

Figura N° 2.20 Selección Válvula de cierre línea de succión, fuente: Programa Danfoss