



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

---

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**AMPLIACIÓN Y ESTUDIO TÉRMICO DEL LABORATORIO EN  
PLANTA DRISCOLLS PUEBLA**

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO EN MECATRONICA**

**PRESENTA:  
JOSÉ ANTONIO NICOLÁS RAMÍREZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:  
LEONCIO GONZÁLEZ FERNÁNDEZ**



**APIZACO, TLAX., OCTUBRE 23**



Apizaco, Tlax., 10/octubre/2023.

Circular No.: MM/553/2023.

ASUNTO: Liberación para Titulación Integral.

**MARTÍN ROJAS RAMÍREZ**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**PRESENTE**

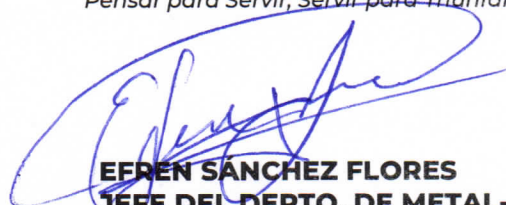
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral del C.

|                      |                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Alumno:              | JOSÉ ANTONIO NICOLÁS RAMÍREZ                                            |
| Carrera:             | INGENIERÍA MECATRÓNICA                                                  |
| No. de Control:      | 15370900                                                                |
| Nombre del Proyecto: | AMPLIACIÓN Y ESTUDIO TÉRMICO DEL LABORATORIO EN PLANTA DRISCOLLS PUEBLA |
| Producto:            | TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.                  |

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**

Excelencia en Educación Tecnológica®  
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

  
**EFRAÍN SÁNCHEZ FLORES**  
**JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA**

  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
**DEPARTAMENTO DE  
METAL MECÁNICA**

  
**LEONCIO GONZÁLEZ FERNÁNDEZ**  
**ASESOR**

c.c.p. Oficina de Titulación  
Departamento de Servicios Escolares  
Expediente. - Jefe de Proyectos de Vinculación, Metal-Mecánica

ESF/lhbr\*



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,  
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 124  
e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2023  
AÑO DE  
**Francisco  
VILLA**  
EL RECONQUISTADO DEL PAÍS



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco  
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 11/octubre/2023  
**No. OFICIO: DEP-CT/704/2023**

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

**JOSE ANTONIO NICOLAS RAMIREZ**  
**EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**  
**CON NÚMERO DE CONTROL: 15370900**  
**P R E S E N T E**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"AMPLIACIÓN Y ESTUDIO TÉRMICO DEL LABORATORIO EN PLANTA DRISCOLLS PUEBLA"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

**AUTORIZACIÓN DE IMPRESION**

Debiendo entregar **3** discos del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

Excelencia en Educación Tecnológica  
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
ESTUDIOS PROFESIONALES

  
**MARTÍN ROJAS RAMÍREZ**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,  
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304,  
e-mail: dep\_titulación@apizaco.tecnm.mx



2023  
FRANCISCO  
VILLA

## AGRADECIMIENTOS

"La vida es una preparación para el futuro; y la mejor preparación para el futuro es vivir como si no hubiera ninguno."-Albert Einstein, 1955.

Gracias, a todas esas personas que ayudaron a realizar este trabajo tales como mis compañeros de estudio, profesores, personal del Instituto Tecnológico de Apizaco, pero principalmente a mi familia, aquella que me ayudo a superar los retos que se tienen en la vida, pero sobre todo a seguir adelante en lo que mas me gusta y disfruto.

Para mis padres que con la ayuda de ellos pude concluir mi grado de licenciatura, que, con sus consejos y regaños, pude concluir con esta meta de mi vida.

Al igual a mi hermano que con la ayuda de sus sabios consejos nunca bajé la guardia en este proyecto de vida.

Para mi casa de estudio y docentes de ella que con ayuda de sus conocimientos me ayudaron a iniciar y concluir con esta meta que siempre tuve en mente.

Y todas esas personas que en un momento me apoyaron solo me queda decirles "GRACIAS".

## Índice

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Resumen.....                                                | 9  |
| Introducción .....                                          | 10 |
| Justificación .....                                         | 11 |
| Actividad de la empresa.....                                | 12 |
| Misión .....                                                | 12 |
| Vision .....                                                | 12 |
| Capítulo 1 Marco Conceptual.....                            | 13 |
| 1.1 Refrigeración .....                                     | 13 |
| 1.1.1 Conceptos básicos .....                               | 13 |
| 1.2 Ciclo de refrigeración.....                             | 16 |
| □ Evaporación: .....                                        | 17 |
| □ Compresión: .....                                         | 17 |
| □ Condensación:.....                                        | 17 |
| □ Control y expansión: .....                                | 17 |
| 1.3 Ciclo de refrigeración presión-entalpia .....           | 18 |
| 1.4 Partes y funcionamiento .....                           | 19 |
| 1.4.1 Condensador.....                                      | 20 |
| 1.4.2 Compresores.....                                      | 20 |
| 1.4.3 Evaporadores.....                                     | 22 |
| 1.4.4 Válvula de expansión o control de flujo.....          | 22 |
| 1.5 Gas Refrigerante .....                                  | 24 |
| 1.5.1 Tipos de gas refrigerante .....                       | 27 |
| 1.5.2 Gases más utilizados actualmente .....                | 27 |
| Capitulo 2 Zona de Confort .....                            | 29 |
| 2.1 Estándares del Confort Humano (carta psicométrica ..... | 29 |
| Capítulo 3. Sistemas de Aire Acondicionado .....            | 31 |
| 3.1 Tipos de sistemas de Aire acondicionado.....            | 31 |
| 3.2 Tipo Paquete .....                                      | 31 |
| 3.2.1 Usos .....                                            | 31 |
| 3.2.2 Aplicaciones .....                                    | 31 |
| 3.2.3 Partes   .....                                        | 31 |
| 3.2.4 Tipos .....                                           | 32 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 3.3 Tipo minisplit.....                                      | 33 |
| 3.2.1 Usos .....                                             | 33 |
| 3.3.2 Partes .....                                           | 34 |
| 3.3.3Tipos .....                                             | 34 |
| 3.4 Fan & Coil .....                                         | 35 |
| 3.4.1 Usos .....                                             | 36 |
| 3.4.2 Partes .....                                           | 36 |
| 3.4.3 Componentes:.....                                      | 36 |
| 3.4.4 Tipos .....                                            | 37 |
| 3.5 Chiller .....                                            | 38 |
| 3.5.1Partes .....                                            | 38 |
| 3.5.2Tipos de chillers .....                                 | 39 |
| 3.6 Tipo Dividido .....                                      | 40 |
| 3.6.1Partes .....                                            | 41 |
| 3.6.2 Uso .....                                              | 41 |
| 3.7 Control de un sistema de aire acondicionado.....         | 42 |
| 3.7.1 Termostato .....                                       | 42 |
| Capítulo 5 Cargas Térmicas .....                             | 42 |
| 5.1 Calculo de cargas térmicas .....                         | 42 |
| 5.2 Pasos para realizar un cálculo térmico.....              | 43 |
| Capítulo 6. Ducteria.....                                    | 45 |
| 6.1 CFM .....                                                | 46 |
| 6.2 Distribución de aire (inyección y retorno de aire) ..... | 46 |
| 6.2.1 Rejillas de retorno y succión .....                    | 47 |
| 6.3 Calculo de un ducto para aire acondicionado.....         | 48 |
| 6.3.1 Cómo calcular el tamaño de un ducto.....               | 48 |
| 6.3.1 Materiales de ducteria.....                            | 49 |
| Capitulo 7. Humidificación .....                             | 50 |
| 7.1 ¿Qué es la humidificación? .....                         | 50 |
| 7.2 Tipos de humidificación.....                             | 50 |
| 7.2.1 Vapor de agua.....                                     | 50 |
| 7.2.2 Por medio de riego.....                                | 51 |
| 7.3 Importancia de la humidificación.....                    | 52 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Capítulo 8 Extracción e Inyección de aire .....              | 52 |
| 8.1 Extractores .....                                        | 52 |
| 8.1.1 Tipos de Extractores.....                              | 53 |
| 8.2 Cajas de ventilación.....                                | 55 |
| 8.3 Presión positiva, negativa, cero.....                    | 55 |
| Planteamiento del problema.....                              | 56 |
| Presentación de resultados .....                             | 56 |
| Cálculo de cargas térmicas.....                              | 59 |
| Cálculo de cargas térmicas del cuarto de crecimiento 1 ..... | 59 |
| Cálculo de cargas térmicas del cuarto de crecimiento 2 ..... | 60 |
| Cálculo de cargas térmicas de sala de transferencia .....    | 61 |
| Selección de equipos basados en las cargas térmicas .....    | 71 |
| Área de crecimiento de cultivo 1 .....                       | 71 |
| Área de crecimiento de cultivo 2 .....                       | 71 |
| Área de sala de transferencia.....                           | 71 |
| Elección de Equipo de Climatización .....                    | 71 |
| Diseño del sistema de Ducteria .....                         | 72 |
| Plano de diseño de ducteria .....                            | 73 |
| Tablas .....                                                 | 74 |
| Conclusión .....                                             | 80 |
| Bibliografía .....                                           | 81 |

## Tabla de ilustraciones

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1.Ciclo de básico de refrigeración (Gilvert 1997) .....                 | 16 |
| Ilustración 2.Grafica presión-entalpia (Industrial Gilvert 1997) .....              | 19 |
| Ilustración 3. Ciclo de refrigeración (Industrias Gilvert 1997) .....               | 19 |
| Ilustración 4.Carta psicometrica de area de confort (Industrias Gilvert 1997) ..... | 30 |
| Ilustración 5. Equipo tipo paquete (York) .....                                     | 33 |
| Ilustración 6.Tabla de relación BTU-TR.....                                         | 35 |
| Ilustración 7.Equipo mini Split y piso techo .....                                  | 35 |
| Ilustración 8. Equipo tipo Fan & coil(York) .....                                   | 38 |
| Ilustración 9.Flujo de agua en un chiller (Eccochillers) .....                      | 39 |
| Ilustración 10.Chiller (Eccochillers) .....                                         | 40 |
| Ilustración 11Termostatos( Honeywell) .....                                         | 42 |
| Ilustración 12. Ejemplo de duceria (Ricardo Treviño).....                           | 45 |
| Ilustración 13.Rejilla de descarga( Vermont) .....                                  | 47 |
| Ilustración 14. Rejilla de succion(Vermont) .....                                   | 48 |
| Ilustración 15.Humidificador de vapor (H2O TEK) .....                               | 50 |
| Ilustración 16.Humidificador de riego( Jose Antonio) .....                          | 51 |
| Ilustración 17. Extractor Centrifugo (Soler & Palau) .....                          | 54 |
| Ilustración 18. Extractor Axial (Soler & Palau) .....                               | 54 |
| Ilustración 19.Caja de ventilación (Soler & Palau) .....                            | 55 |
| Ilustración 20.Plano arquitectónico .....                                           | 58 |
| Ilustración 21.Plano de diseño de ducteria.....                                     | 73 |

## Tablas

|               |    |
|---------------|----|
| Tabla 1 ..... | 70 |
| Tabla 2 ..... | 70 |
| Tabla 3 ..... | 71 |
| Tabla 4 ..... | 72 |
| Tabla 5 ..... | 75 |
| Tabla 6 ..... | 75 |

## **Resumen**

En este proyecto se presenta un diseño de una ampliación a un laboratorio de la empresa Driscoll's que se encuentra en la localidad de Huejotzingo, Puebla. La empresa se dedica a la clonación y germinación de plantas frutales tales como mora, fresa, frambuesa, etc. Para ello la empresa requiere una ampliación de sus laboratorios, pero por su ubicación geográfica de la empresa se ve en la necesidad de climatizar y humidificar sus laboratorios.

Para el proyecto se busca una condición perfecta de estado de confort en los laboratorios, para ello se tiene que obtener un análisis profundo de las condiciones que requieren las personas y las plantas, ya que, su producción es de suma importancia porque con las condiciones adecuadas una planta clonada puede producir más bayas que una de crecimiento natural.

Para el análisis que se realizó se buscó formar un trabajo grupal con el personal interno de la planta y la constructora que llevaba dicha construcción para tener las condiciones requeridas. Para ello se crearon diseños en 2D utilizando el software AutoCAD así como una presentación en 3D con ayuda del software SolidWorks, para tener una visión mas clara para las personas internas de la planta.

## **Introducción**

Desde que el ser humano se convirtió en sedentario ha buscado un estado de confort para ellos y su familia un claro ejemplo es el uso de ropa para tener sus cuerpos calientes o tener un lugar frío como lo eran cuevas frías para poder conservar su carne para evitar una putrefacción temprana. Con el paso del tiempo varias civilizaciones buscaron diferentes métodos para la conservación de sus alimentos o de ellos mismos como por ejemplo los griegos y romanos solían amontonar nieve en hoyos cavados en la tierra que eran aislados con paja y ramas. La nieve se convertía en hielo y se utilizaba en las épocas de más calor. Esta práctica se extendió por el Mediterráneo donde se siguió utilizando en las zonas más rurales hasta el siglo XX. Al igual en un sistema de climatización se busca retener el calor o evitar una transferencia de calor es por eso que los egipcios producían hielo llenando de agua vasijas poco profundas de arcilla para después colocarlas sobre un lecho de paja durante la noche. La paja impedía el paso del calor de la tierra a las vasijas y la poca profundidad de éstas favorecía la pérdida de calor. Si el tiempo era frío y seco la pérdida de calor formaba finas capas de hielo en la superficie.

Y así como nuestros antepasados siempre se busca un estado agradable para el ser vivo.

### **Justificación**

Driscoll's es el líder mundial del mercado de fresas frescas, arándanos, frambuesas y moras. Con más de 100 años de herencia agrícola, en asociación con cientos de productores independientes, Driscoll's es un apasionado de proporcionar bayas frescas, hermosas y deliciosas.

Teniendo en cuenta la carrera que lleva la empresa Driscoll's se tiene que buscar las mejores condiciones para sus bayas es por eso por lo que el proyecto busca tener a gusto a las plantas para seguir conservando sus estándares de calidad, claro teniendo en cuenta al personal que labora hay, porque si una persona no está a gusto ya sea por calor o por la falta del mismo no tiene el mismo rendimiento laboral.

En este proyecto se tiene contemplando un sistema de refrigeración por medio de inyección y succión de aire climatizado eso quiere decir que no se va a tener un equipo visible como lo sería un minisplit o un piso techo que son los más convencionales o los más comerciales para el hogar. El sistema que se implementara se le denomina dividido ya que se tiene el condensador y evaporador separados y con ayuda de una turbina todo nuestro aire climatizado se repartirá con ayuda de un sistema de reparto denominado ducteria, con el cual es fabricado con lámina galvanizada y forrado para hacer un sistema cerrado, así brindando un ambiente agradable al interior de la planta.

### **Actividad de la empresa**

Refrigeración y climas de altiplano S.A de C.V es una empresa prestadora de servicios especializada en el área de la climatización. Es una empresa funda en 2004 en la localidad de Yauhquemehcan, Tlaxcala, el giro principal es la instalación y brindar servicios de mantenimiento ya sea correctivo o preventivo. La empresa se desarrolla en todo el sector del área industrial y doméstico, mayormente se trabaja en el área de Apizaco y sus alrededores tales como Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, CDMX entre otros.

### **Misión**

Brindar un servicio de calidad, con la finalidad de poder ofrecer a nuestros clientes valor y seguridad, por medio del cumplimiento de sus requerimientos, haciendo nuestro trabajo bien desde la primera vez.

### **Vision**

Ser una empresa reconocida a nivel nacional en la prestación del servicio de instalación de Sistemas de Aire Acondicionado, tanto en calefacción como enfriamiento, buscando la superación de las expectativas de nuestros clientes.

## Capítulo 1 Marco Conceptual

### 1.1 Refrigeración

La refrigeración consiste en disminuir la temperatura de un fluido basado en el intercambio calorífico con un producto refrigerante.

#### 1.1.1 Conceptos básicos

Para un análisis más profundo necesitamos algunos conocimientos previos como, por ejemplo:

- **CALOR.** Es una forma de energía. Todas las sustancias están formadas por átomos los cuales se combinan para formar moléculas. Todos los átomos están en estado de rápido movimiento. Cuando la temperatura se incrementa, los átomos se mueven más rápidamente. Cuando la temperatura cae, se mueven más lentamente. Si todo el calor se quita de una sustancia (cero absolutos), todos los movimientos moleculares se detienen. La mayoría de las sustancias cambian en su estado físico cuando se les agrega o se les quita calor. Por ejemplo, el agua se convierte en hielo a una temperatura de 0 grados centígrados (y a una presión atmosférica a nivel del mar). Agregando calor al hielo, cambiará a agua (líquida), y si se continúa agregando calor se transformará en vapor. Los principios básicos del ciclo mecánico de refrigeración hacen uso de este principio.
- **UNIDADES DE MEDICION DE CALOR.** Las unidades de medición del calor en el Sistema Inglés es el BTU (British Thermal Unit), y se define como la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una libra de agua 1 grado Fahrenheit. en el Sistema Internacional de Unidades la unidad de calor es el Joule (J). Por ser una unidad muy pequeña, se utilizará más comúnmente un kiloJoule (kJ), y se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 kg. de agua 1 grado centígrado es igual a 4.187 kJ. Otra unidad métrica y la más comúnmente usada es la caloría, que es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura a 1 gr. de agua 1 grado centígrado. Al ser una unidad muy pequeña, se utiliza la kilocaloría (kCal) que equivale a 1000 calorías.

Equivalencias de unidades:

$$\begin{aligned}1\text{ kJ} &= 239\text{ Cal} = 0.948\text{ BTU} \\1\text{ Cal} &= 0.004\text{ kJ} = 0.004\text{ BTU} \\1\text{ BTU} &= 1.055\text{ kJ} = 252\text{ Cal} = 0.252\text{ kCal}\end{aligned}$$

- FRÍO. Frío significa baja temperatura o ausencia de calor. Enfriamiento es el resultado de extraer calor de un espacio.
- TEMPERATURA. La temperatura mide la intensidad de calor de una sustancia.

La temperatura sola no da la cantidad de calor de una sustancia, indica únicamente que tan fría o caliente es una sustancia o superficie. La unidad convencional de medida en el Sistema Inglés son los grados Fahrenheit (°F) y en el Sistema Internacional es el grado Kelvin (°K), que tiene los mismos valores de intervalo que los grados Centígrados (°C) que se utilizan más comúnmente.

Las equivalencias son las siguientes:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1.8} \qquad ^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32$$

- PRESIÓN. Presión es la fuerza por unidad de área, y esta es expresada en libras por pulgada cuadrada (PSI). Es expresada en el Sistema Internacional en Pascales o kilo-Pascales, en algunos casos es expresada en kg/cm<sup>2</sup>. La operación de un sistema de refrigeración depende principalmente de las diferencias de presiones en el sistema. Las sustancias siempre presionan sobre las superficies que las soportan o contienen.
- LIQUIDOS. Un líquido es una sustancia la cual toma la forma de un contenedor, aun así, sus moléculas se atraen fuertemente entre sí.
- GASES. Un gas es una sustancia física la cual puede ser encerrada en un contenedor sellado para evitar que escape a la atmósfera. Hay poca atracción entre las moléculas.
- FLUJO DE CALOR. El calor siempre fluye de la sustancia más caliente a la más fría.
- CALOR SENSIBLE. Se define como el calor que provoca un cambio en la temperatura de la sustancia.

- **CALOR ESPECIFICO.** El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor agregado o liberado para que se produzca un cambio en su temperatura de un grado centígrado por cada kilogramo de ella o en otro sistema de unidades, la cantidad de calor agregado o cedido para cambiar la temperatura de una libra de una sustancia 1 grado Fahrenheit. Para el caso del agua este valor es de 1kCal/kg°C o 1 BTU/lb°F.

Para cuantificar la cantidad de calor recibido o emitido por una sustancia cuando se modifica su temperatura se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = m C_p(T_2 - T_1)$$

Donde Q = calor cedido o agregado ( en kCal o BTU)

m= cantidad de material (en kg o libras)

Cp= calor específico (en kCal/kg°C o BTU/lb°F).

T2 = temperatura final (°C o °F)

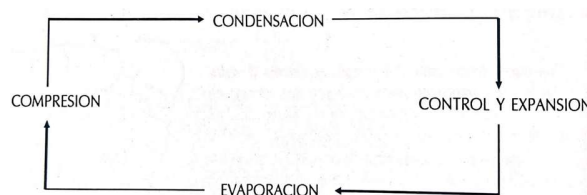
T1= temperatura inicial (°C o °F)

- **CALOR LATENTE.** Es el calor que trae consigo un cambio de estado sin un cambio en la temperatura. Cuando una sustancia pasa desde su forma líquida a vapor como ocurre durante el ciclo de refrigeración, su habilidad para absorber calor es muy alta. Este principio es muy útil en la operación de un refrigerador.
- **TONELADA DE REFRIGERACION.** Es una unidad de capacidad de enfriamiento. Una tonelada de refrigeración representa la capacidad de enfriamiento producido cuando 2000 libras de hielo se derrite en 24 horas. El hielo se supone sólido a 32°F (0°C) inicialmente, y finaliza en agua a 32°F (0°C). La energía absorbida por el hielo en ese período de tiempo es el calor latente del hielo. Se define como 12000 BTU/hr ó 3023 kCal/hr.

- **REFRIGERANTE.** En los sistemas de refrigeración, el fluido que absorbe el calor en el interior del gabinete, y lo libera en el exterior es llamado refrigerante. Estos fluidos, en su forma bajo presión reducida absorben calor en el evaporador y absorbiendo este calor cambian a vapor. En forma de vapor, el fluido pasa al compresor donde su temperatura y presión se incrementan. Esto facilita que el calor que fue absorbido en el evaporador sea liberado en el condensador, en donde el refrigerante vuelve a líquido para reiniciar el ciclo.
- **ENTALPIA.** Es la medida del contenido de calor de una sustancia.
- **VAPOR SATURADO.** El término vapor saturado identifica una condición de balance de una cantidad de fluido vaporizado dentro de un recipiente. El balance es tal que algunos condensados (líquidos) se formarán si se reduce levemente la temperatura y/o incrementa la presión.
- **SOBRECALENTAMIENTO.** Es la condición en la cual el refrigerante completamente evaporado comienza a calentarse al absorber calor y, no existe más líquido que se evapore.
- **SUBENFRIAMIENTO.** Es la condición en la cual el refrigerante completamente condensado (puramente líquido) comienza a enfriarse por no existir mas vapor que se condense al continuar cediendo calor.

## 1.2 Ciclo de refrigeración

Un ciclo de refrigeración se representa en 4 etapas tales como se muestra en la ilustración 1:



*Ilustración 1. Ciclo de básico de refrigeración (Gilvert 1997)*

- *Evaporación:*

En la etapa de evaporación el refrigerante absorbe calor del espacio que lo rodea y por consiguiente lo enfría. Esta etapa tiene lugar en un componente denominado evaporador, el cual es llamado así debido a que en él, el refrigerante se evapora, cambia de líquido a vapor.

- *Compresión:*

Después de evaporarse, el refrigerante sale del evaporador en forma de vapor a baja presión y pasa al "compresor" en donde se comprime incrementando su presión (este aumento de presión es necesario para que el gas refrigerante cambie fácilmente a líquido) y lo bombea hacia la etapa de condensación.

- *Condensación:*

La etapa de condensación del ciclo se efectúa en una unidad llamada "condensador" que se encuentra localizado en el exterior del espacio refrigerado. Aquí el gas refrigerante a alta presión y alta temperatura rechaza calor hacia el medio ambiente (es enfriado por una corriente de agua o de aire), cambiando de gas a líquido frío y a una alta presión.

- *Control y expansión:*

Esta etapa es desarrollada por un mecanismo de control de flujo; este dispositivo restringe el flujo y expansiona al refrigerante para facilitar su evaporación posterior. Después de que el refrigerante deja el control de flujo se dirige expandido al evaporador para absorber calor y comenzar un nuevo ciclo.

### **1.3 Ciclo de refrigeración presión-entalpía**

Se representa el ciclo de refrigeración en la gráfica de presión-entalpía (contenido de calor) del refrigerante. La curva trazada corresponde al refrigerante que se está empleando en el sistema. La evaporación del refrigerante se representa entre los puntos cinco y uno, se puede notar que cuando se evapora, su contenido de calor (entalpía) aumenta, es decir, absorbe calor. Entre los puntos seis y uno se marca un sobrecalentamiento. En el punto uno se representa el refrigerante en el momento en el cual comienza a ser comprimido y, esto se desarrolla desde el punto uno hasta el punto dos, también podemos observar que la compresión sobrecalienta más al refrigerante puesto que aumenta su contenido de calor (su entalpía). A partir del punto dos el refrigerante comienza a ser enfriado y condensado (en el condensador) hasta llegar al punto tres en donde, se considera que el gas ha sido convertido totalmente en líquido y, ha cedido calor porque su contenido de calor (entalpía) disminuyó. Entre los puntos tres y cuatro se representa el subenfriamiento. Desde el punto cuatro hasta el punto cinco se traza la expansión del refrigerante, que no es otra cosa más que la disminución de presión a la cual está sometido, esto sucede al pasar el refrigerante por el mecanismo de control y expansión. En el punto cinco comienza el ciclo. Observando el ciclo representado en la ilustración 2 notamos que la evaporación se produce a baja presión y la condensación se produce a alta presión; el compresor se usa para aumentar la presión y el

mecanismo de control se usa para disminuir la presión.

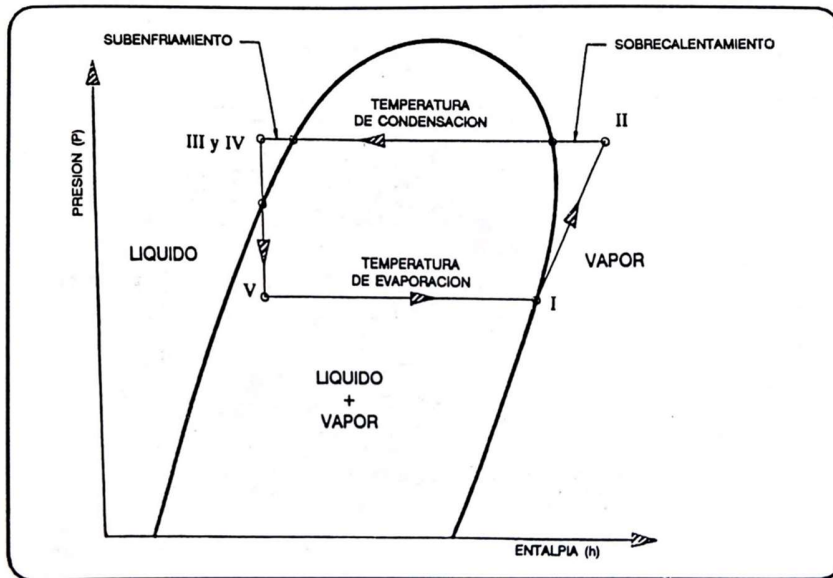


Ilustración 2. Gráfica presión-entalpía (Industrial Gilvert 1997)

#### 1.4 Partes y funcionamiento

En un ciclo de refrigeración consta de 8 partes fundamentales las cuales se muestra en la ilustración 3:

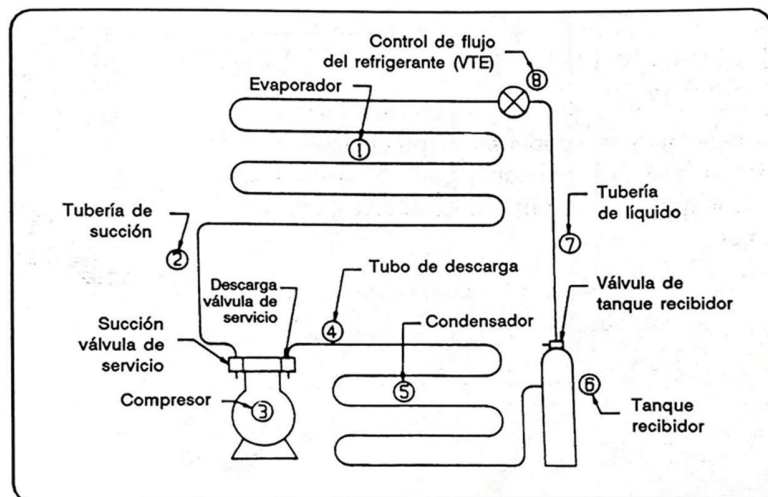


Ilustración 3. Ciclo de refrigeración (Industrias Gilvert 1997)

Como se muestra en la ilustración 3 se tienen:

- 1.Evaporador
2. Tubo de succión
- 3.Compresor.
- 4.Tubo de descarga o de gas caliente
- 5.condensador
- 6.tanque recibidor de líquido refrigerante
7. línea de liquido
- 8.control de flujo de refrigerante.

#### *1.4.1 Condensador*

Están formadas por el compresor, la línea de descarga, el condensador, y el impulsor del compresor (normalmente un motor eléctrico), ensamblados sobre una estructura metálica. Esta unidad tiene como función: recibir el vapor desde el evaporador y condensarlo pasándolo a su estado líquido en el condensador. Las unidades de condensación se clasifican de acuerdo al medio utilizado para condensar el refrigerante en:

- Unidad de condensación enfriada por aire.
- Unidad de condensación enfriada por agua.

#### *1.4.2 Compresores*

Su función es succionar refrigerante en forma de vapor, elevarle la presión y bombearlo hacia el condensador. El tipo de compresor más usado en los sistemas de refrigeración y aire

acondicionado del tipo comercial, industrial y doméstico es el "reciprocante".

La fuente original de energía de este tipo de compresores es usualmente un motor eléctrico en que el movimiento de rotación de estos es cambiado a un movimiento reciprocante. Este cambio es realizado por una biela y un cigüeñal para desplazar un pistón dentro de un cilindro. El mecanismo completo es ensamblado en un contenedor contra fugas llamado carcaza.

Los compresores reciprocantes se clasifican de acuerdo con el tipo de transmisión en:

- a) Compresores abiertos o de transmisión por bandas: el motor y el compresor abierto están montados sobre una base de acero. El motor conduce al compresor por medio de una polea y bandas.
- b) Compresores herméticos o soldados: el motor está unido directamente al compresor en la misma carcaza. La carcaza es soldada, y se dice que es un compresor no reparable.
- c) Compresores semi-herméticos: es una variante del compresor hermético, en la cual las tapas son atornilladas. Es llamado también compresor accesible

Tanques recibidores de líquido

El recibidor de líquido es un tanque de almacenamiento para refrigerante líquido, su función es almacenar el líquido necesario para tener un abasto suficiente de refrigerante en el evaporador. Para realizar un servicio al sistema completo, el refrigerante se bombea hacia el recibidor y se almacena ahí mientras se realiza el mantenimiento. Su uso permite que la cantidad de refrigerante en un sistema sea menos crítica.

### *1.4.3 Evaporadores*

La función del evaporador es proporcionar una superficie de transferencia de calor a través de la cual puede pasar calor del espacio enfriado al refrigerante. El líquido refrigerante que entra al vaporador desde el control de flujo del refrigerante (válvula de expansión termostática o tubo capilar) baja súbitamente su presión, esto provoca que se evapore (hierva) y absorba calor. El vapor se mueve en dirección de la línea de succión. Si no se evapora todo el refrigerante líquido en el evaporador, hay un recipiente para evitar la llegada del refrigerante líquido a la succión del compresor.

### *1.4.4 Válvula de expansión o control de flujo*

Un control de flujo de refrigerante es un dispositivo usado para cambiar la presión del refrigerante de alta a baja presión.

Tiene dos funciones:

- Dosificar el refrigerante apropiado a usarse en el evaporador y,
- Reducir la presión del refrigerante líquido después de la condensación hasta una baja presión en el evaporador, para que éste pueda evaporarse a la temperatura deseada.

El refrigerante en el evaporador debe estar a baja presión para que pueda evaporarse a temperaturas muy bajas, el refrigerante líquido después del condensador se encuentra a alta presión.

Por lo anterior una unidad de refrigeración puede operar automáticamente cuando un control automático de flujo de refrigerante se coloca entre la línea de líquido y el evaporador. Existen 6 formas automáticas de controlar el flujo de refrigerante:

- 1) Válvula de expansión automática.
- 2) Válvula de expansión termostática.

3) Válvula de expansión termoelectrónica.

4) Flotador en el lado de baja presión.

5) Flotador en el lado de alta presión.

6) Tubo capilar.

Los dispositivos de control de flujo más utilizados son: las válvulas de expansión termostáticas y los tubos capilares, los cuales serán explicados a continuación:

- Válvulas de expansión termostáticas

Las válvulas de expansión termostática proveen una excelente solución para regular el flujo de refrigerante en un evaporador de expansión directa. La válvula de expansión termostática regula el flujo del refrigerante para mantener un sobrecalentamiento constante cercano al de la salida del evaporador.

Cuando el sobrecalentamiento a la salida del evaporador se alcanza debido a que se incrementa la carga térmica en el evaporador, la válvula incrementa el flujo de refrigerante hasta que el sobrecalentamiento regresa al ajuste de la válvula. Por el contrario, la válvula disminuirá el flujo de refrigerante cuando el sobrecalentamiento baje por una disminución de la carga de calor en el evaporador.

- Tubo capilar

El control y la expansión del refrigerante también se puede obtener mediante el uso de un tubo sin costura con un diámetro interior preciso y pequeño, este tubo funciona como elemento restrictor constante del flujo de refrigerante.

Este dispositivo de control debe equiparse con un pequeño filtro deshidratador a la entrada del capilar para atrapar cualquier humedad o suciedad del refrigerante sin que cause daños al compresor por golpes de líquido o, falta de lubricación. Esta es la razón por la cual se recomienda su uso exclusivamente en sistemas pequeños en capacidad y tamaño.

Con el uso del tubo capilar se obtiene la simplificación del sistema de refrigeración permitiendo obtener ahorros en la fabricación y en la operación del equipo debido a que no se requiere de un condensador con tubos de diámetro mayor de 3/8, no se requiere de un tanque recibidor, no se requiere de una carga mayor de refrigerante, no se requiere de una línea intermedia de líquido, y no se requiere de un motor de alto par de arranque.

A estos tubos se les ha denominado capilares porque sus diámetros interiores están en el rango comprendido desde 0.66 milímetros (0.026 pulgadas) hasta 2.28 milímetros (0.090 pulgadas). La cantidad de refrigerante en el sistema debe calibrarse cuidadosamente, de manera que el refrigerante pueda fluir hacia el lado de baja durante el período de paro para balancear las presiones.

### **1.5 Gas Refrigerante**

Generalmente el refrigerante absorbe calor por evaporación a temperaturas y presiones bajas. Al condensarse a presiones más altas, cede su calor a cualquier medio circundante, normalmente aire o agua.

En un sistema de compresión, la presión del gas refrigerante es incrementada desde la presión existente en el evaporador hasta la existente en el condensador mediante el empleo de un compresor. También se usa el compresor para bombear el refrigerante del evaporador hacia al

condensador con lo que se mantiene la presión baja en el evaporador y alta en el condensador.

El refrigerante fluye en un circuito continuo a través de los componentes del sistema y sirve como medio para absorber, transportar y disipar el calor. El refrigerante se evapora y condensa repetidamente absorbiendo calor en el evaporador y disipándolo en el condensador.

En principio, cualquier líquido que pueda evaporarse y condensarse por medios prácticos podría servir como refrigerante, pero en la realidad, sólo un selecto grupo de tales líquidos se usan comercialmente.

Para que pueda utilizarse como refrigerante en el ciclo de compresión de vapor, un fluido debe poseer ciertas propiedades químicas, físicas y termodinámicas, que lo hagan seguro y económico.

Las características deseadas en un refrigerante son varias:

- El refrigerante debe ser volátil o capaz de ser evaporado, puesto que la refrigeración se obtiene por evaporación.
- El refrigerante debe tener un calor latente de evaporación alto, de tal manera que se requiera recircular poca cantidad del mismo para obtener el resultado deseado.

El refrigerante debe ser seguro bajo las condiciones de operación. No debe ser combustible ni explosivo.

- El refrigerante debe ser inofensivo a las personas y debe tener un olor que indique su presencia. Las fugas deben ser fáciles de detectar por simples comprobaciones.
- El refrigerante debe ser estable, no debe tener tendencia a descomponerse bajo las condiciones normales de operación.

El refrigerante no debe ser agresivo a los materiales que se emplean comúnmente en los sistemas de refrigeración y en los compresores.

- El refrigerante debe operar a presiones de evaporación y condensación razonables.

El refrigerante debe producir tanta refrigeración como sea posible para un volumen dado de vapor, manejado por el compresor.

-El refrigerante debe ser tal que requiera la menor potencia posible para comprimirlo a la presión de condensación.

-El refrigerante debe tener una temperatura crítica lo mayor posible que la temperatura de condensación.

-El costo del refrigerante debe ser razonable y debe haber disponibilidad del mismo para su manejo comercial.

La mayor parte del calor manejado en un sistema de refrigeración se involucra con calor latente. Cuando un refrigerante tiene un calor latente alto de evaporación se consigue absorber gran cantidad de calor con poca cantidad de refrigerante, por consiguiente, se requiere menor cantidad de refrigerante circulando en el sistema para proporcionar determinada capacidad de enfriamiento.

Entre las propiedades se encuentran la siguientes:

- Punto de congelación.

La mayoría de los refrigerantes tienen un punto de congelación menor que el del agua (desde - 12 °C hasta - 180 °C), cuando se requiere trabajar con temperaturas extra bajas se debe tomar en consideración esta característica al escoger el refrigerante. La temperatura de congelación de

un refrigerante debe ser menor que la más baja temperatura factible de obtener o alcanzar en el evaporador.

- Punto de evaporación.

El punto de evaporación o ebullición de un refrigerante a la presión atmosférica es básico al escoger el equipo requerido y el tipo de servicio para el que se va a usar. Se sugiere emplear un refrigerante que al evaporarse posea una presión mayor a la atmosférica.

#### *1.5.1 Tipos de gas refrigerante*

Dependiendo de la disposición química de los gases refrigerantes, estos se dividen en cuatro tipos principales:

CFC – Clorofluorocarbonos

HCFC – hidroclorofluorocarbonos

HFC – hidrofluorocarbonos

Refrigerantes naturales

Los gases como el CO<sub>2</sub> son naturales, pero los CFC, HCFC, HFC, etc. se consideran dentro de la clase sintética.

#### *1.5.2 Gases más utilizados actualmente*

- GAS R-410

Este refrigerante es una mezcla de difluorometano, dos refrigerantes de hidrofluorocarbono y pentafluoroetano. El R-410A es un gas refrigerante que no daña la capa de ozono. Proporciona una mejor eficiencia energética que el R-407C y el R-22.

La alta capacidad de refrigeración y la presión lo hacen más adecuado que el R-22, ayudando a proporcionar un mejor rendimiento.

- Gas refrigerante R-134A

Este es un refrigerante halo alcalino. Tiene propiedades termodinámicas.

El gas refrigerante R-134A es el único refrigerante como alternativa para modernizar los sistemas de aire acondicionado R-12 en todos los tipos de vehículos, pero este cambio debe seguir los procedimientos adecuados para evitar que ocurra una contaminación cruzada entre ambos refrigerantes. La contaminación cruzada de E-134A y R-22 afectará el sistema de enfriamiento: Lo hará menos confiable. El R-134A utiliza una mezcla de aceite especial de polioléster o polietileno; es una mejor opción para el medio ambiente.

- Gas refrigerante R-404A

El gas refrigerante R-404A es una alternativa segura dentro de los gases refrigerantes. El uso de este tipo suele darse en sistemas de refrigeración que requieren una temperatura entre  $-45^{\circ}\text{C}$  y  $15^{\circ}\text{C}$ . El amplio rango de temperatura lo hace útil en las industrias de transporte industrial y comercial.

Las propiedades de este refrigerante son similares a las del R-22: ofrece un gran rendimiento. Adicionalmente, el gas refrigerante R-404A no reacciona rápidamente con el aire o el agua: esto lo hace seguro para muchos usos. También es incoloro, no inflamable e inodoro.

## **Capítulo 2 Zona de Confort**

### **2.1 Estándares del Confort Humano (carta psicométrica)**

El ser humano estará confortable bajo una variedad de combinaciones de temperatura y humedad. La mayoría de la gente está confortable en una atmósfera con una humedad relativa de entre 30% y 70%, y una temperatura entre 21 °C y 29°C. Dicha área se conoce como zona de confort. La razón por la cual existe la industria del acondicionamiento de aire (refrigeración, ventilación y calefacción), es porque la naturaleza no siempre proporciona las condiciones ideales anteriores. Un sistema de aire acondicionado, debe modificar las condiciones existentes, utilizando diferentes procesos para lograr las condiciones deseadas. Estos procesos pueden modelarse sobre la carta psicrométrica. En el interior, es posible controlar completamente los factores que determinan el confort en un espacio encerrado. Hay una relación definida entre confort y las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire. la condición de confort constante, con temperaturas y humedades variantes, el rango usual de temperaturas y humedades, en el cual la mayoría de la gente se siente confortable, también, que con una alta humedad relativa, uno está confortable a menor temperatura, que a

una temperatura deseada a condiciones de baja humedad relativa.

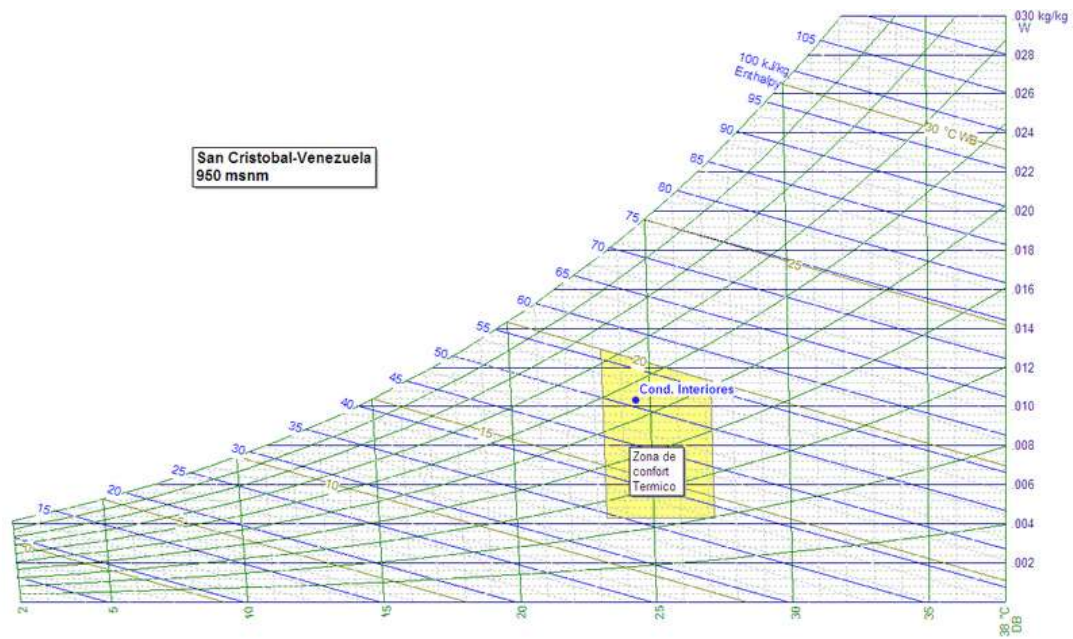


Ilustración 4. Carta psicometrica de area de confort (Industrias Gilvert 1997)

## **Capítulo 3. Sistemas de Aire Acondicionado**

### **3.1 Tipos de sistemas de Aire acondicionado**

Existen diferentes tipos de aire acondicionado y se seleccionan dependiendo de la capacidad requerida como del espacio y el material del lugar dónde se desea instalar. Los 3 grandes grupos en que se dividen son: Tipo Residencial, Comercial e Industrial.

#### **3.2 Tipo Paquete**

Las unidades de aire acondicionado tipo paquete también se denominan unidades centrales de aire acondicionado (UP o RTU, acrónimo del término inglés Unit Package o Roof Top Unit). Se diferencian de los sistemas tradicionales porque contienen los siguientes cuatro elementos de circuito: refrigeración básica (condensador, el evaporador, el compresor y los componentes del expansor) están en el mismo gabinete.

##### *3.2.1 Usos*

Los Paquetes de Aire Acondicionado se usan ampliamente en bancos, restaurantes, centros deportivos y empresas, debido a su distribución de aire dentro de las zonas acondicionadas.

##### *3.2.2 Aplicaciones*

Paquetes de Aire Acondicionado no mayores a 5 toneladas de refrigeración: para instalación residencial.

Paquetes de Aire Acondicionado mayores a 5 toneladas de refrigeración: equipos comerciales (negocios, empresas, industrias).

##### *3.2.3 Partes*

Todos los componentes del equipo de Aire Acondicionado tipo Paquete están integrados en un mismo cuerpo:

- Condensador
- Evaporador

- Compresor
- Elemento expensor

La condensadora y la evaporadora están juntas.

#### 3.2.4 Tipos

Paquete de Aire Acondicionado Frío. Capacidad de enfriamiento por medio de un circuito de refrigeración.

Paquete de Aire Acondicionado Frío/Calor. Se usa el mismo circuito de refrigeración, y para calentar se le agrega una resistencia eléctrica. Las resistencias eléctricas se adquieren por separado. La capacidad de calefacción se mide en kW. En equipos industriales mayores a 15 toneladas pueden venir las resistencias de fábrica.

Paquete de Aire Acondicionado Heat Pump. También conocido como bomba de calor o de ciclo reversible, cuenta con la misma unidad básica, con accesorios adicionales que permiten un sentido del ciclo de refrigeración reversible.

Paquete de Aire Acondicionado con Calefacción a Gas. A estas unidades se les agrega un intercambiador de calor a fuego indirecto proveniente del gas como fuente energética. Su capacidad de calefacción se mide en MBH (miles de BTU por hora).

Como se muestra en la ilustración 5 se puede observar un equipo dividido de 5 TR



*Ilustración 5. Equipo tipo paquete (York)*

### **3.3 Tipo minisplit**

La característica de los sistemas de aire acondicionado Minisplit es que constan de dos unidades: interior e interior, por lo que el término mini-split significa "mini split" El sistema de distribución de aire tiene una unidad exterior y una unidad interior; el pequeño tamaño y la forma de una maleta permiten que la unidad interior se mueva en diferentes habitaciones. También cuenta con tuberías integradas que permiten la conexión entre las dos unidades.

#### **3.2.1 Usos**

Uso residencial. Para acondicionamiento de habitaciones o áreas pequeñas.

### 3.3.2 Partes

La unidad interior se coloca dentro del cuarto a acondicionar y hay diferentes tipos:

Mini split High Wall. Es la más común y es la que se instala en la parte alta de una pared.

Mini split Piso Techo (Minisplit Flexiline). Es un tipo de unidad que se instala en el techo de la habitación o en la pared, pero en la parte baja o recargada en el piso.

La unidad exterior o unidad condensadora se coloca en un patio o azotea. Está fabricada para la intemperie porque requiere de aire fresco para la operación óptima del sistema, aunque se recomienda instalarla a la sombra para mejorar el consumo de energía.

La función de esta unidad es expulsar el calor hacia el exterior, por lo cual es fundamental que esté en un lugar ventilado.

Instalación. La unidad interior y exterior están interconectadas por una tubería de cobre para gas refrigerante y por conexiones eléctricas.

### 3.3.3 Tipos

-Mini split High Wall.

-Mini split Piso Techo (Minisplit Flexiline).

En general, la capacidad de los aires acondicionados se mide en BTU's, cada unidad de 12,000 BTU's es igual a una tonelada de refrigeración (TR).

Se puede observar en la ilustración 6 se ve la relación que hay entre BTU's y TR.

| Tipo de Equipo/Capacidad | Ventana   | Minisplit High Wall | Minisplit Piso Techo |
|--------------------------|-----------|---------------------|----------------------|
| ½                        | 110 v     | No disponible       | No disponible        |
| 1                        | 110v/220v | 110v/220v           | No disponible        |
| 1½                       | 220 v     | 220 v               | 220 v                |
| 2                        | 220 v     | 220 v               | 220 v                |
| 3                        | 220 v     | 220 v               | 220 v                |
| 4                        | 220 v     | 220 v               | 220 v                |
| 5                        | 220 v     | 220 v               | 220 v                |

*Ilustración 6. Tabla de relación BTU-TR*

Como se observa la ilustración 7 se observa equipos tipo mini Split y piso techo.



*Ilustración 7. Equipo mini Split y piso techo*

### **3.4 Fan & Coil**

El sistema de aire acondicionado fan-coil es un dispositivo de aire acondicionado híbrido compuesto por un intercambiador de calor y un ventilador, que fuerza el paso del aire por transferencia de calor. Los ventiladores y las bobinas son opciones para sistemas centralizados que requieren una gran superficie de montaje. Su concepto proviene de palabras en inglés:

FAN: ventilador

COIL: Bobina (intercambio de calor)

El dispositivo tiene serpentines de intercambio de calor (tubos de cobre y aletas de aluminio) a través de los cuales pasa agua fría o caliente, y un ventilador fuerza el aire a través de los serpentines.

#### *3.4.1 Usos*

Los fan and coils se ocupan en sistemas de climatización en los que una bomba de calor aire-agua genera agua fría o caliente que se distribuye por tuberías a grandes instalaciones, por lo cual es un sistema de acondicionamiento adecuado para empresas, grandes oficinas e industrias.

Es un sistema compacto en cuanto a su instalación, por lo cual también es instalado en edificios comerciales o de servicios, tales como hoteles, hospitales y centros comerciales.

#### *3.4.2 Partes*

Los dispositivos Fan and Coil cuentan con dos unidades principales:

Unidad evaporadora. Dispositivo donde se calienta o se enfría el agua para distribuirse por medio de tuberías.

Unidad individual, Fan Coil. Ubicada en cada ambiente que se va a acondicionar, receptora final del agua de la unidad evaporadora.

#### *3.4.3 Componentes:*

Filtro de aire. Evitar llenar la batería de polvo.

Carcasa exterior. En la que se encuentran los canales de impulsión del aire tratado.

Canal de recirculación. Para la toma de aire y donde están los pasos de conexión del circuito hidráulico del fluido primario.

Ventiladores. Que son impulsados por un motor eléctrico y una o dos coil para transmitir con fuerza el aire proveniente del intercambiador de calor.

Los fan and coils pueden ser de dos tubos o cuatro tubos, los últimos son para ahorro energético. Serpentín. Se le denomina a un tubo que tiene forma de espiral para enfriar vapores provenientes de la destilación en un calderín. Charola de condensados. Recolecta las condensaciones generadas por la temperatura del agua y la humedad relativa. Cámara plena. Es el sistema de retorno de aire. La inyección del aire se hace a través de ductos entre el plafón y la losa.

#### 3.4.4 Tipos

Hay varios factores para identificar tipos de equipos fan and coil. Por características de instalación se encuentran:

Fan and Coil de consola o suelo. Consta de una rejilla de inyección y otra de retorno frontal o inferior.

Fan and Coil de pared. Cuenta con una rejilla de impulsión oscilante y una de retorno frontal..

Por clase de instalación los podemos reducir dos tipos de fan and coil:

Unidades verticales. Como los tipos anteriores.

Unidades horizontales. Se colocan en falsos techos, de forma oculta con un sistema de conductos de aire acondicionado.

En la ilustración 8 se muestra un equipo Fan & Coil de 3 TR.



*Ilustración 8. Equipo tipo Fan & coil(York)*

### **3.5 Chiller**

El funcionamiento de un Aire Chiller está enfocado en la generación del frío en un punto, y la distribución del mismo. Para la generación del frío, se usa un circuito de refrigeración con el propósito de generar una región de baja temperatura. La idea es acondicionar constantemente un caudal de agua a baja temperatura, y conducirla a los puntos que se necesitan enfriar. Para la distribución del frío, se usa un sistema de distribución de agua helada, que mediante un sistema de bombas proporcionan el caudal y la presión necesaria para llegar a todos los puntos.

#### **3.5.1Partes**

Estos sistemas cuentan con estos elementos importantes:

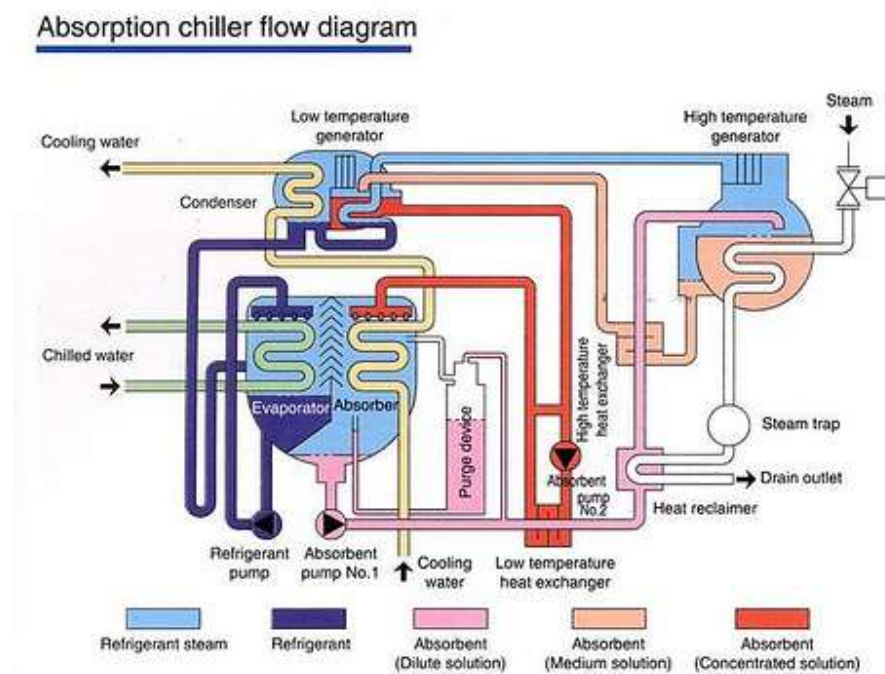
Compresor: Suministra la energía del sistema

Condensador: El condensador es un intercambiador de calor, en el que se disipa el calor absorbido en el evaporador.

Sistema de expansión: El refrigerante líquido entra en el dispositivo de expansión donde reduce su presión. Al reducirse su presión se reduce bruscamente su temperatura.

Evaporador o Fancoil: El refrigerante a baja temperatura y presión pasa por el evaporador, que al igual que el condensador es un intercambiador de calor, y absorbe el calor.

En la ilustración 9 se puede observar el flujo que toma el agua para obtener las condiciones adecuadas para una climatización correcta.



*Ilustración 9. Flujo de agua en un chiller (Eccochillers)*

### 3.5.2 Tipos de chillers

Las unidades enfriadoras de líquido o generadoras de agua helada (chiller) son la solución ideal para sus requerimientos de procesos de plástico

y alimentos, así como Aire Acondicionado las hay desde 1.5 toneladas hasta más de 2000 toneladas:

- Chiller Tornillo
- Chiller Scroll
- Chiller Pistones o Semi-hermético
- Chiller Centrifugo
- Chiller Absorción



*Ilustración 10. Chiller (Eccochillers)*

Estos equipos tienen la ventaja de llevar el agua refrigerada a los procesos remotos controlando la temperatura de los moldes o el proceso o a unidades fan coil o manejadoras de aire acondicionado a cualquier distancia mediante el bombeo adecuado, limitante que existe en los sistemas Mini y Multi Split, VRF.

### **3.6 Tipo Dividido**

Un equipo de aire acondicionado de tipo dividido como su nombre lo indica consta de 2 partes la parte del condensador y la parte del evaporador, como anterior se mencionó sobre los equipos minisplit este la parte del

evaporado se encuentra al interior de la habitación a climatizar, pero para los equipos divididos no es así ya que la parte del evaporador suele encontrarse también en la parte del exterior y es conectada mediante ducteria para brindar el aire climatizado a la parte interior.

### *3.6.1 Partes*

El equipo cuenta con las partes principales como son

- Evaporador
- Válvula de expansión
- Compresor
- Condensador

Una parte que se le puede agregar es que al evaporador se le suele llamar UMA(Unidad manejadora de Aire)ya que este consta de una turbina y un motor la cual genera la cantidad de aire necesaria a inyectar en nuestra área.

Otro parte que se puede agregar seria la ducteria ya que este es el conducto para el aire ya sea de descarga (aire que entra) o succión (aire que sale).

### *3.6.2 Uso*

El uso más común para este tipo de equipo suele ser los edificios que tienen 1 o más habitaciones ya que como se suele instalar con ducteria el aire puede ser distribuido en diferentes habitación, pero siempre respetando su succión ya que el equipo necesita retornar ese aire que inyecta.

Este tipo de equipo son de mayor capacidad, ya que, hay equipos de 5 hasta 100 toneladas de refrigeración.

### **3.7 Control de un sistema de aire acondicionado**

#### **3.7.1 Termostato**

Un termostato es un dispositivo encargado de controlar la temperatura del área climatizada ya sea una habitación, cámara de refrigeración, etc.

Este dispositivo cuenta de sensores de temperatura y relevadores para un control preciso de los compresores, ya que para tener un control exacto en la temperatura es necesario tener un control de ellos.

Para obtener la temperatura correcta el termostato se encarga de encender o apagar los compresores o las turbinas de nuestro evaporador.



*Ilustración 11 Termostatos (Honeywell)*

## **Capítulo 5 Cargas Térmicas**

La carga térmica es la capacidad de enfriamiento requerida por el sistema y es fundamental para determinar los componentes que integraran el sistema de refrigeración.

### **5.1 Cálculo de cargas térmicas**

La carga térmica representa la suma de las cargas térmicas que contempla el sistema de refrigeración y que es regularmente generando por las siguientes fuentes

Cargas de transmisión de calor. Depende de la superficie externa

Carga interna compuesta por:

-Infiltración de aire (calor que pasa a través de las puertas abiertas)

-Carga del producto (calor cedido por el producto a conservar al ir bajando la temperatura)

-Carga suplementaria (calor cedido por el personal que labora en el espacio refrigerado y calor cedido por accesorios operando en el espacio enfriado tales como: calefactores, motores, alumbrado, cafeteras, etc.)

## **5.2 Pasos para realizar un cálculo térmico**

### **1. Calcular la carga de transmisión.**

El factor se obtiene buscando en la Tabla 1 (Anexo) "Transmisión de calor a través de paredes aisladas"

localizar en esta el tipo de aislante utilizado y después localizar el grosor y el punto en el que se cruzan estos dos datos será el factor que utilizaremos.

- El dato obtenido se anota en la hoja de cálculo y se realizan las operaciones indicadas para obtener el resultado.

### **2. Calcular la carga interna:**

#### **a) Infiltración de aire:**

Volumen X cambios de aire (se obtiene de la Tabla 2 (Anexo), localizando el volumen de la cámara).

X cantidad de BTU'S para enfriar un pie cúbico de aire (este dato se obtiene de la Tabla 3 con base en la temperatura de la cámara, temperatura del ambiente y porcentaje de humedad relativa). Si no se encuentra el tanto por ciento de humedad requerido, considerar la humedad relativa máxima indicada en la Tabla). Se realiza la operación.

#### **b) Carga del producto:**

- Reducción de la temperatura del producto: Se calcula cuando la temperatura a la que se quiere mantener el producto está por arriba del

punto de congelación para todos los productos. (El punto de congelación del agua es de 0°C o 32°F).

Cantidad de producto en lb. X calor específico (se obtiene directamente localizando el producto en la Tabla 4 por arriba del punto de congelación) X temperatura del producto – temperatura del cuarto o 32°F si se va a congelar) se obtiene el resultado.

- Reducción de la temperatura del producto por abajo del punto de congelación: se calcula cuando el producto se quiere llevar por abajo del punto de congelación.

Cantidad de producto en lb. X calor específico (se obtiene directamente localizando el producto en la Tabla 4 por abajo del punto de congelación) X 32°F - temperatura interior, se obtiene el resultado.

- Calor latente de congelación: Se calcula cuando la temperatura a la que se quiera llevar el producto esté por debajo del punto de congelación.

Cantidad de producto en libras X BTU/lb. calor latente de fusión (se obtiene directamente de la Tabla 4).

- Calor de evolución: Es el proceso de maduración del producto y sólo se calcula para vegetales y frutas. Cantidad de producto en toneladas X calor de evolución (obtenido de la Tabla 4 en base a la temperatura indicada para el cuarto). Es necesario hacer la conversión, para ello utilice los siguientes datos:

$$1000 \text{ kg.} = 1 \text{ Ton.}$$

$$2207 \text{ Lb.} = 1 \text{ Ton.}$$

$$1 \text{ Lb.} = 0.4553 \text{ Kg}$$

$$2.207 \text{ Lb} = 1 \text{ Kg.}$$

c) Carga suplementaria:

- Cantidad de watts X número de horas X un factor fijo de 3.42 BTU/hr.
- Potencias HP X número de horas de trabajo X BTU/hr. se localiza directamente en la Tabla 5, se realiza la operación.
- Cantidad de personas X número de horas al día X BTU/hr. que se obtiene de la Tabla 6, con base en la temperatura del cuarto refrigerado, se obtiene el resultado.

### 3. Carga total de refrigeración en 24 horas

Se obtiene sumando todos los resultados parciales.

4. Capacidad del compresor basada en 18 a 20 horas de operación para sistemas de congelación, de 16 a 18 hrs. de operación para sistemas de refrigeración.

Se divide la carga total entre el número de horas, 16 ó 18 según el caso y el resultado se obtiene en BTU/hr. Se debe agregar un factor de seguridad del 10%.

## Capítulo 6. Ducteria

La Ducteria o Conductos para Aire son las partes de una instalación de Aire Acondicionado, generalmente de Media y Alta capacidad, encargadas de distribuir o recircular el Aire Climatizado a los espacios requeridos. En la ilustración 12 se observa un trabajo realizado en la planta OCV Tlaxcala



*Ilustración 12. Ejemplo de ducteria (Ricardo Treviño)*

### **6.1 CFM**

**CFM** son pies cúbicos por minuto, lo que indica la tasa de flujo de aire del compresor, o la cantidad de aire que un compresor puede producir a un nivel de presión determinado. Por lo general, los compresores que tienen índices de CFM más altos pueden proporcionar más aire, lo que los hace ideales para aplicaciones más grandes.

### **6.2 Distribución de aire (inyección y retorno de aire)**

El sistema de distribución de aire tendrá una designación según la función del conducto.

- Los conductos de suministro: Llevan el aire desde la unidad A/C al área que se necesita acondicionar.
- Los conductos de aire de retorno: Devuelve el aire a la unidad A/C para reacondicionarlo.
- Los conductos de aire fresco: Suministran aire exterior a la unidad A/C.
- Los conductos de aire de escape (alivio): Transportan y descargan aire al exterior. El aire de escape se extrae de inodoros, cocinas, laboratorios y otras áreas que requiere renovación.
- Los conductos de aire mixto: Mezclan el aire del exterior y el aire de retorno. Suministra este aire mezclado a la unidad A/C.

En muchos sistemas para la distribución de aire se tiene en cuenta las velocidades y se clasifican

-Sistemas de baja velocidad: Se caracterizan por áreas transversales del ducto más grandes, con ello velocidades del aire de hasta 2000 pies por minuto. El sistema se utiliza en la mayoría de las instalaciones de aire acondicionado, porque es más silencioso, tiene menores pérdidas por fricción, menor potencia del ventilador y menor fuga de aire.

-Sistemas de velocidad media: Se caracterizan por las velocidades del aire, en el rango de 2000 a 2500 pies por minuto.

-Sistemas de alta velocidad: Se caracterizan por áreas transversales del ducto más pequeñas, con ello velocidades del aire mayores de 2.500 pies por minuto. Las altas velocidades de diseño resultan en costos iniciales más bajos, pero requieren un aumento del esfuerzo del ventilador, para llevar el aire a todos los puntos.

#### *6.2.1 Rejillas de retorno y succión*

La principal característica de las rejillas de aire acondicionado por impulsos es que cuentan con dos tipos de persianas integradas, una es para guiar el aire hacia arriba o hacia abajo (horizontalmente) y la otra es para guiar el aire de izquierda a derecha (vertical). De esta manera, puede dirigir el aire soplado por la unidad interior hacia un lado o hacia el otro, dependiendo del modo de funcionamiento de la máquina. Si el equipo está funcionando en estado frío, se recomienda que las lamas estén hacia arriba, porque el peso del aire acondicionado es muy pesado y caerá rápidamente al suelo. De esta forma, hemos conseguido una climatización y una recirculación de aire interior más eficientes. Si se trabaja a altas temperaturas, deben dirigirse hacia abajo porque la densidad del aire caliente es menor que la del aire frío y tiende a mirar hacia el techo.



*Ilustración 13. Rejilla de descarga( Vermont)*



*Ilustración 14. Rejilla de succión(Vermont)*

### **6.3 Calculo de un ducto para aire acondicionado**

Instalar un ducto en forma correcta es fundamental para la distribución eficiente de un sistema de climatización.

Los ductos de tamaño demasiado grande tendrán una velocidad de aire demasiado baja en su interior, lo cual hará que el aire pase demasiado tiempo en el interior del ducto, alterando significativamente la temperatura fijada de la descarga.

Los que son demasiado pequeños tienen una velocidad que es muy alta, lo que provocará un aumento de la presión estática, originando ruidos molestos.

Si la presión estática es demasiado alta, el flujo de aire se reduce drásticamente al largo del ducto. Calcular el tamaño correcto del ducto del aire acondicionado es un procedimiento simple, pero importante. 4

#### *6.3.1 Cómo calcular el tamaño de un ducto*

Los ductos se utilizan principalmente para calefacción, aire acondicionado y ventilación. Su función es dirigir y entregar aire en condiciones ambientales controladas en determinados lugares definidos previamente. También se utilizan para eliminar el aire a través de un sistema de evacuación de aire.

Los ductos se deben dimensionar de acuerdo con las necesidades de flujo de aire operacional y a la velocidad requerida por el área a acondicionar.

Aspectos que considerar en el calculo

1. Se debe hallar la tasa de flujo de aire requerida, o "Q", asociada con la aplicación del conducto. Se trata de un numero volumétrico en metro cúbicos por segundo o  $m^3/s$

2. Halla la velocidad del aire, o “v”, asociada con la aplicación del conducto. Teniendo como referencia los parámetros definidos por consultores reconocidos.
3. Calcular el tamaño del ducto necesario que con una expresión sencilla de puede definir por:  $A=q/V$ , donde A es el área transversal de un conducto en metros cuadrados o m<sup>2</sup>.

En un sistema de acondicionamiento lo más importante es la repartición del caudal de aire que sea uniformemente en todo el sistema para ello se facilita la división del caudal que nos otorga el proveedor de la maquina en todas las salidas del cuarto (rejillas de descarga) así como contemplar que las rejillas que tenemos sean divididas en un numero impar para tener las rejillas de succión.

#### *6.3.1 Materiales de ducteria*

La mayoría de ductos están fabricados de lámina galvanizada ya que por su recubrimiento de zinc nos ayuda a evitar la corrosión y humedad que se puede alojar en el ducto.

Al igual otro material que usa en la ducteria es el ducto flexible, este tipo de conducto es de un material de aluminio cubierto con una membrana de acero que nos ayuda a que no se expanda con el aire que circula en su interior, teniendo la facilidad de colocarlo en cual posición en nuestra instalación.

Otro material es la fibra de vidrio la cual nos ayuda a recubrir nuestro ducto para no tener un equilibrio térmico en su interior, aislándolo de cualquier fuente externa de energía que pueda alterar nuestro sistema de climatización.

## **Capítulo 7. Humidificación**

### **7.1 ¿Qué es la humidificación?**

La humidificación consiste en elevar la humedad a un porcentaje deseado, este proceso es mediante la mezcla de aire-vapor de agua.

### **7.2 Tipos de humidificación**

En el área del aire acondicionado existen 2 formas de humidificar un área una ellas es el método de esprea y otro método es la vaporización, en algunos casos donde la humedad no puede llegar a lo deseado se emplea los 2 métodos

#### *7.2.1 Vapor de agua*

Este método consiste en calentar agua por medio de una resistencia, con el cual este vapor es inyectado al ducto por medio de una compuerta y gracias a la ventilación de la turbina del evaporador llega hasta el área deseada.

Existen desventajas de este método una de ellas es la acumulación de líquido condensado en el sistema de ducteria. Otra desventaja es que se tiene es el exceso de consumo eléctrico, ya que por ser una resistencia llega a consumir cantidad exageradas de amperios.

En la ilustración 15 se muestra un vaporizador con su flauta para un abastecimiento de vapor en el ducto



*Ilustración 15. Humidificador de vapor (H2O TEK)*

### 7.2.2 Por medio de riego.

Este método consiste en pulverizar agua en el ducto del aire acondicionado en esta forma de humidificar se tiene un tipo de esprea el cual combina aire comprimido con agua.

Al igual este método tiene desventajas una de ellas es que es un sistema que necesita una presión exacta en el manejo de los 2 fluidos ya que con una cantidad exagerada de agua o de vapor nuestro sistema empieza a ser defectuoso.

Otra desventaja es que tiene un exceso de agua y de aire, esto ocasiona un gasto para el usuario, al igual se tiene un goteo en el interior del ducto esto ocasionados goteos en el interior si no se tiene un desagüe optimo del mismo.

En la ilustración 16 se muestra una vaporización de esprea con ayuda de aire comprimido, pulverizando el agua para así obtener agua fina.



*Ilustración 16. Humidificador de riego( Jose Antonio)*

### **7.3 Importancia de la humidificación**

Como se dijo en la parte del confort humano, se necesita una temperatura y una humedad adecuada para estar en este sitio.

La humidificación no solo es para las personas si no también para el proceso industrial que se encuentran en la industria, una de ellas es para los laboratorios de metrología o en el área de alimentos, en estos se encuentran maquinas de medida con presión, esto quiere decir que por ejemplo si se tiene una humedad del 80% a 22 grados por la cantidad de agua(humedad) en el ambiente esta sensación seria una espacio con calor, y si se tiene ahora con 30%de humedad con la misma temperatura este lugar se sentiría frio, ya que la cantidad de agua o partículas de ellas son escasas y esto provoca una sequedad en el ambiente, es por ellos que si se tiene una humedad del 40%-60% este se sentirá agradable.

Al igual en algunos materiales como lo son los metales o las plantas, estos suelen crecer o reducir su tamaño en caso de los metales dependiendo de su humedad.

## **Capitulo 8 Extracción e Inyección de aire**

En los sistemas de aire acondicionado en ciertas ocasiones se busca renovar el aire que se tiene en un cierto volumen, es por ese motivo que se emplea la inyección de aire nuevo el cual puede ser el de exterior y por lo contrario ese aire que se tiene es necesario retirarlo del cuarto o habitación que se encuentre.

### **8.1 Extractores**

Un extractor de aire es el encargado de retirar una porción de aire que se encuentra en la habitación o establecimiento.

Al igual la ventilación en los seres vivos, las personas entre ellos, les resuelve funciones vitales como el suministro de oxígeno para su respiración y a la vez

les controla el calor que producen y les proporciona condiciones de confort, afectando a la temperatura, la humedad y la velocidad del aire.

Los extractores de aire o procesos industriales permiten controlar el calor, la toxicidad de los ambientes o la explosividad potencial de los mismos, garantizando en muchos casos la salud de los operarios que se encuentran en dichos ambientes de trabajo.

#### *8.1.1 Tipos de Extractores*

Existen diferentes tipos de extractores entre ellos se encuentran los tipos centrífugo y axiales.

- Extractores centrífugos

Extractores centrífugos también denominados ventiladores (en esta línea industrial), son máquinas rotativas, robustas y versátiles, que mueven aire y diversos gases en múltiples aplicaciones industriales.

Los extractores centrífugos son fabricados con álabes curvados hacia atrás y tienen un rotor con los álabes inclinados en sentido contrario al de rotación.

Son instalados generalmente en el techo y se recomiendan para campanas de cocina industriales en rotiserías, restaurantes, parrilleros, entre otros. Los extractores centrífugos pueden extraer aire limpio o viciado con bajas y altas concentraciones de partículas (viruta, aserrín), humo, polvillo, etc. habiendo diferentes alternativas y cada una de ellas para un trabajo específico.

En la ilustración 17 se muestra un extractor CM400



*Ilustración 17. Extractor Centrifugo (Soler & Palau)*

- Extractores Axiales

Los extractores axiales industriales son aparatos de gran importancia para la purificación del aire en las diversas áreas de la industria, aunque en realidad no cumplen la función de purificar sino de extraer el aire, con lo cual permite eliminar olores o la polución de los ambientes.

Además, son usados para regular la humedad excesiva que se produce en los lugares húmedos ya que cuentan con alta tecnología para extraer la humedad de cualquier espacio, dejando un ambiente agradable y sin rastro de humedad. Debido a esto son de gran ayuda en la industria.

En la industria la extracción es esencial ya que en todas partes mayormente en el área donde se encuentran químicos, explosivos, corrosivos o simplemente aire caliente para tener un ambiente más confortable.

En la ilustración 18 se muestra un extractor CL200.



*Ilustración 18. Extractor Axial (Soler & Palau)*

## **8.2 Cajas de ventilación**

A contrario de los extractores, las cajas de ventilación se encargan de inyectar aire al interior del cuarto o habitación para ello es necesario que nuestra maquina se localice al exterior para así poder inyectar aire.

En un sistema de climatización es importante la inyección de aire purificado, ya que en algunas ocasiones se busca un efecto llamado presión positiva o negativa.

En la ilustración 19 se muestra una caja de ventilación 20/20



*Ilustración 19. Caja de ventilación (Soler & Palau)*

## **8.3 Presión positiva, negativa, cero**

En los sistemas de climatización de ambiente se encuentra un fenómeno llamado presión positiva, negativa y cero.

La presión positiva es cuando la cantidad de aire inyectado ya sea por una caja de ventilación o simplemente una entrada de aire natural tales como una ventana o una puerta, es mayor a los que a lo que se puede extraer, en

este caso el efecto que se encuentra es por ejemplo que al momento de abrir la puerta esta se abre sola y se siente una corriente de viento.

La presión negativa es aquella en donde la cantidad de aire que se tiene en la habitación es menor a la cantidad que entra como por ejemplo este efecto se me mucho en áreas donde la puerta se debe mantener cerrada ya que por la falta de presión esta suele cerrarse sola.

En la presión cero es en donde se encuentra un equilibrio de tanto la cantidad de CFM que son inyectados como la cantidad de CFM que es extraído.

### **Planteamiento del problema**

El problema que se encuentra en la empresa Driscolls es la necesidad de espacio para la creación de su producto es por eso que se opto a una ampliación de sus laboratorios, por tal motivo se vio la necesidad de climatizar los nuevos laboratorios, ya que las plantas necesitan una humedad y temperatura adecuada para su crecimiento. Al igual en el área del pasillo se requiere una presión cero para la comodidad de los usuarios.

### **Presentación de resultados**

El proyecto de la construcción se realizó por la constructora MG la cual nos brindo los planos en AutoCAD para ver las dimensiones de los nuevos laboratorios, ya que son necesarios para hacer el análisis de cargas térmica.

En la cual se tienen 5 áreas a climatizar de la nueva construcción. En la primera se tiene el cuarto de crecimiento 1 el cual su área es de 91.43 m<sup>2</sup>.

En la segunda área se tiene el cuarto de crecimientos 2 el cual su área es de 94.94m<sup>2</sup>.

El tercer espacio es una ampliación de la construcción ya existente llamada sala transferencia, en esta área se tiene una superficie de  $55.80\text{m}^2$ .

En la cuarta área es el pasillo o corredor la cual tiene una superficie de  $130.40\text{m}^2$ .

Por último se tiene el área de exclusiva el cual se tiene un área de  $15.56\text{m}^2$ .

En la Ilustración 20 se muestra el plano proporcionado por la empresa mg, el cual se tomara como referencia para la creación del diseño de ductería.



### **Cálculo de cargas térmicas**

Tomando en cuenta los datos ya mencionados en el proyecto se busca climatizar las 5 áreas.

En la primera área que es del área de crecimiento 1 se busca la climatización en una temperatura de 21°C a una humedad del 40% a 60%.

En la segunda área que es del área de crecimiento 2 se busca la climatización en una temperatura de 21°C a una humedad del 40% a 60%.

En la tercera área que es la sala de transferencia, como es una ampliación de lo ya existe solo es la ampliación de la ducteria ya existente.

En la cuarta área que es el pasillo en esta área se tiene como objetivo la inyección y extracción de aire limpio al interior de el, al igual se busca tener una presión cero.

En la quinta área que pertenece a la esclusa se tiene la inyección y extracción de aire, pero se busca tener una presión negativa en el interior.

Conociendo los datos anteriores se necesita tener un análisis de cargas térmicas para el cuatro de crecimiento 1 y 2.

### **Cálculo de cargas térmicas del cuarto de crecimiento 1**

Para dicho análisis se ayudó con el software climav que es encargado de calcular las cargas térmicas, por lo cual necesita los siguientes datos:

- Área
- Cantidad de ventanas
- Cantidad de personas
- Ubicación Geográfica
- Posición del sol
- Cantidad de personas al interior.
- Cantidad de calorías por personas y electrodomésticos
- Humedad de bulbo seco y húmedo

Como el software es basado en el sistema ingles todos los datos fueron pasados al mismo.

En el área se considero 91.34m<sup>2</sup>.  
En la posición geografía es 19. 15° en latitud, 98.37° en longitud y 7361 ftsnm.

En cantidad de ventanas tiene 3 pero son casi despreciables ya que están interior de la planta.

Se consideran una cantidad de 10 personas.

En esta parte se ve cuantos electrodomésticos se tienen y cantidad de personas que están constante movimiento.

En la humedad se tiene un porcentaje de humedad al 50% en bulbo seco y en bulbo húmedo 0.0087 LB/LB.

### ***Cálculo de cargas térmicas del cuarto de crecimiento 2***

Para dicho análisis se ayudó con el software climav que es encargado de calcular las cargas térmicas, por lo cual necesita los siguientes datos:

- Area
- Cantidad de ventanas
- Cantidad de personas
- Ubicación Geográfica
- Posición del sol
- Cantidad de personas al interior.
- Cantidad de calorías por personas y electrodomésticos
- Humedad de bulbo seco y húmedo

Como el software es basado en el sistema ingles todos los datos fueron pasados al mismo.

En el área se considero 94.94m<sup>2</sup>.  
En la posición geografía es 19. 15° en latitud, 98.37° en longitud y 7361 ftsnm.

En cantidad de ventanas tiene 2 pero son casi despreciables ya que están interior de la planta.

Se consideran una cantidad de 10 personas.

En esta parte se ve cuantos electrodomésticos se tienen y cantidad de personas que están en constante movimiento.

En la humedad se tiene un porcentaje de humedad al 50% en bulbo seco y en bulbo húmedo 0.0087 LB/LB.

### ***Cálculo de cargas térmicas de sala de transferencia***

Para dicho análisis se ayudó con el software climav que es encargado de calcular las cargas térmicas, por lo cual necesita los siguientes datos:

- Área
- Cantidad de ventanas
- Cantidad de personas
- Ubicación Geográfica
- Posición del sol
- Cantidad de personas al interior.
- Cantidad de calorías por personas y electrodomésticos
- Humedad de bulbo seco y húmedo

Como el software es basado en el sistema inglés todos los datos fueron pasados al mismo.

En el área se considero 55.80m<sup>2</sup>.

En la posición geográfica es 19. 15° en latitud, 98.37° en longitud y 7361 ftsnm.

En cantidad de ventanas tiene 2 pero son casi despreciables ya que están interior de la planta.

Se consideran una cantidad de 35 personas.

En esta parte se ve cuantos electrodomésticos se tienen y cantidad de personas que están en constante movimiento.

En la humedad se tiene un porcentaje de humedad al 50% en bulbo seco y en bulbo húmedo 0.0087 LB/LB.

En esta área solo se buscó tener este análisis de cargas térmicas para que la empresa Driscolls vea que su equipo que tiene soporte esta ampliación

del área de transferencia.

Se adjunta análisis detallado del SOFTWARE ClimaV.

En este apartado se encuentran los resultados:

-Área de crecimiento de cultivo 1

-Area de crecimiento de cultivo 2

-Area de transferencia 1

|                                                                               |                               |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| "THIS DATA CALCULATION WAS BASED ON THE DIFFERENT STANDARS GOVERNING "ASHRAE" |                               |                                  |
| <b>DATA CALCULATION</b>                                                       |                               |                                  |
| <i>GEOGRAPHICAL POSITION</i>                                                  |                               |                                  |
| PROJECT                                                                       | <b>AMPLIACION LABORATORIO</b> |                                  |
| CONTRY                                                                        | <b>PUEBLA, MX</b>             |                                  |
| LATITUDE                                                                      | 19.15°                        | GRADES                           |
| LONGITUDE                                                                     | 98.37°                        | GRADES                           |
| ALTITUDE                                                                      | 7,361                         | FT                               |
| <b>1</b>                                                                      |                               | <b>CULTIVO 1</b>                 |
| <i>OUTDOOR SETTINGS</i>                                                       |                               |                                  |
| MONTH                                                                         | JUNE                          |                                  |
| DAY                                                                           | 21                            |                                  |
| TEMPERATURE DRY BULB                                                          | 82.8                          | °F                               |
| TEMPERATURE WET BULB                                                          | 73.6                          | °F                               |
| HUMIDITY RATIO                                                                | 0.01573                       | LB/LB                            |
| HUMIDITY RELATIVE                                                             | 65                            | %                                |
| DRY BULB RANGE                                                                | 27.5                          | °F                               |
| MINIUM TEMPERATURE                                                            | 55.3                          | °F                               |
| AVERAGE TEMPERATURE                                                           | 69.05                         | °F                               |
| <i>INDOOR SETTINGS</i>                                                        |                               |                                  |
| AREA                                                                          | 986.2                         | FT <sup>2</sup>                  |
| ALTURA                                                                        | 9.84                          | FT                               |
| VOLUMEN                                                                       | 9,704.208                     | FT <sup>3</sup>                  |
| ACTIVITY                                                                      | STANDING, LIGTH WORK,WALKING  |                                  |
| NUMBER OF PEOPLE                                                              | 10                            | PERSONAS                         |
| CFM/PERSONA                                                                   | 5                             | CFM/P                            |
| CFM/FT2                                                                       | 0.06                          | CFM/FT <sup>2</sup>              |
| FACTOR ALTITUD                                                                | 1.01                          | (BTU)/(°F..FT <sup>3</sup> .HR ) |
| CFM                                                                           | 52.02                         | CFM                              |
| TYPE LAMP                                                                     | FLUORECNET                    |                                  |
| LUXES LUMINARY                                                                | 500.00                        | LUX                              |

|                      |         |         |
|----------------------|---------|---------|
| WATTS LUMINARY       | 1500    | WATTS   |
| TEMPERATURE DRY BULB | 72      | °F      |
| TEMPERATURE WET BULB | 60.2    | °F      |
| HUMIDITY RATIO       | 0.00837 | LB/LB   |
| HUMIDITY RELATIVE    | 50      | %       |
| <b>ROOF</b>          |         |         |
| CLTD CORR            | 55.05   | °F      |
| CLTD                 | 64      | °F      |
| LM                   | 1       | CLTD CR |
| F                    | 1       | CLTD CR |
| K                    | 1       | CLTD CR |
| <b>WALLS</b>         |         |         |
| CLTD CORRE           | 22.05   | °F      |
| CLTD                 | 32      | °F      |
| LM                   | 0       | CLTD CR |
| K                    | 1       | CLTD CR |
| <b>GLASS</b>         |         |         |
| CLTD CORRE           | 3.05    | °F      |
| CLTD                 | 13      | °F      |
| SHGF                 | 212     |         |
| SC                   | 1       |         |
| CLF                  | 0.51    |         |

### LOADS HEAT

#### RADIANT HEAT

| <b>WALLS</b> |                 |                                  |            |        |
|--------------|-----------------|----------------------------------|------------|--------|
| ORIENTATION  | AREA            | FACTOR (U)                       | DIF. TEMP. | Q      |
|              | FT <sup>2</sup> | (BTU)/(°F..FT <sup>2</sup> ..HR) | °F         | BTU/HR |
| NORTH        | 385.1           | 2.12                             | 22.05      | 3213   |
| SOUTH        | 385.1           | 2.12                             | 22.05      | 3213   |
| EAST         | 75.6            | 2.12                             | 22.05      | 3213   |
| WEST         | 75.6            | 2.12                             | 22.05      | 3213   |
| ROOF         | 986             | 4.75                             | 55.05      | 59,454 |

| <b>GLASS</b> |                 |      |      |        |
|--------------|-----------------|------|------|--------|
| ORIENTATION  | AREA            | SHGF | CLF  | Q      |
| ORIENTATION  | FT <sup>2</sup> |      |      | BTU/HR |
| NORTH        | 0               | 212  | 0.51 | -      |
| SOUTH        | 0               | 212  | 0.51 | -      |
| EAST         | 7               | 212  | 0.51 | 454    |
| WEST         | 0               | 212  | 0.51 | -      |

| PEOPLE                   |             |              |       |          |
|--------------------------|-------------|--------------|-------|----------|
| SENSIBLE                 | NUM. PEOPLE | FAC. PEOPLE  |       | Q        |
|                          | NUMBER      | BTU/HR       |       | BTU/HR   |
|                          | 10          | 710          |       | 7100.00  |
| LATENTE                  | NUM. PEOPLE | FAC. PEOPLE  |       | Q        |
|                          | NUMBER      | BTU/HR       |       | BTU/HR   |
|                          | 10          | 1090         |       | 10900.00 |
| ILUMINATION              |             |              |       |          |
|                          | E           | FACTOR POWER | WATTS | Q        |
|                          |             |              |       | BTU/HR   |
| SENSIBLE                 | 1           | 1.25         | 1500  | 5117.00  |
| EQUIPEMENT               |             |              |       |          |
|                          | POWER       | NUMBER       |       | Q        |
|                          | WATTS       | #            |       | BTU/HR   |
|                          | 360         | 2            |       | 2,455.20 |
| TOTAL HEAT LOADS         |             |              |       |          |
| TOTAL HEAD LOAD (BTU/HR) |             |              |       |          |
|                          | 85490       |              |       |          |
| REFRIGERATION TONS       |             |              |       |          |
|                          | 7.12        |              |       |          |
| CUBIC FEET PER MINUTE    |             |              |       |          |
|                          | 1,424.83    |              |       |          |

|                      |                              |                                  |
|----------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 2                    |                              | CULTIVO 2                        |
| OUTDOOR SETTINGS     |                              |                                  |
| MONTH                | JUNE                         |                                  |
| DAY                  | 21                           |                                  |
| TEMPERATURE DRY BULB | 82.8                         | °F                               |
| TEMPERATURE WET BULB | 73.6                         | °F                               |
| HUMIDITY RATIO       | 0.01573                      | LB/LB                            |
| HUMIDITY RELATIVE    | 65                           | %                                |
| DRY BULB RANGE       | 27.5                         | °F                               |
| MINIUM TEMPERATURE   | 55.3                         | °F                               |
| AVERAGE TEMPERATURE  | 69.05                        | °F                               |
| INDOOR SETTINGS      |                              |                                  |
| AREA                 | 1021.7                       | FT <sup>2</sup>                  |
| ALTURA               | 9.84                         | FT                               |
| VOLUMEN              | 10,053.52                    | FT <sup>3</sup>                  |
| ACTIVITY             | STANDING, LIGTH WORK,WALKING |                                  |
| NUMBER OF PEOPLE     | 10                           | PERSONAS                         |
| CFM/PERSONA          | 5                            | CFM/P                            |
| CFM/FT2              | 0.06                         | CFM/FT <sup>2</sup>              |
| FACTOR ALTITUD       | 1.01                         | (BTU)/("F..FT <sup>3</sup> .HR ) |
| CFM                  | 52.02                        | CFM                              |
| TYPE LAMP            | FLUORECNET                   |                                  |
| LUXES LUMINARY       | 500.00                       | LUX                              |

|                      |         |         |
|----------------------|---------|---------|
| WATTS LUMINARY       | 1500    | WATTS   |
| TEMPERATURE DRY BULB | 72      | °F      |
| TEMPERATURE WET BULB | 60.2    | °F      |
| HUMIDITY RATIO       | 0.00837 | LB/LB   |
| HUMIDITY RELATIVE    | 50      | %       |
| <b>ROOF</b>          |         |         |
| CLTD CORR            | 55.05   | °F      |
| CLTD                 | 64      | °F      |
| LM                   | 1       | CLTD CR |
| F                    | 1       | CLTD CR |
| K                    | 1       | CLTD CR |
| <b>WALLS</b>         |         |         |
| CLTD CORRE           | 22.05   | °F      |
| CLTD                 | 32      | °F      |
| LM                   | 0       | CLTD CR |
| K                    | 1       | CLTD CR |
| <b>GLASS</b>         |         |         |
| CLTD CORRE           | 3.05    | °F      |
| CLTD                 | 13      | °F      |
| SHGF                 | 212     |         |
| SC                   | 1       |         |
| CLF                  | 0.51    |         |

### LOADS HEAT

#### RADIANT HEAT

| <b>WALLS</b> |                 |                                  |            |        |
|--------------|-----------------|----------------------------------|------------|--------|
| ORIENTATION  | AREA            | FACTOR (U)                       | DIF. TEMP. | Q      |
|              | FT <sup>2</sup> | (BTU)/(°F..FT <sup>2</sup> ..HR) | °F         | BTU/HR |
| NORTH        | 385.1           | 2.12                             | 22.05      | 3180   |
| SOUTH        | 385.1           | 2.12                             | 22.05      | 3180   |
| EAST         | 75.6            | 2.12                             | 22.05      | 3180   |
| WEST         | 75.6            | 2.12                             | 22.05      | 3213   |
| ROOF         | 986             | 4.75                             | 55.05      | 60,926 |

| <b>GLASS</b> |                 |      |      |        |
|--------------|-----------------|------|------|--------|
| ORIENTATION  | AREA            | SHGF | CLF  | Q      |
| ORIENTATION  | FT <sup>2</sup> |      |      | BTU/HR |
| NORTH        | 0               | 212  | 0.51 | -      |
| SOUTH        | 0               | 212  | 0.51 | -      |
| EAST         | 7               | 212  | 0.51 | 454    |
| WEST         | 0               | 212  | 0.51 | -      |

|  |
|--|
|  |
|--|

| PEOPLE                   |             |              |       |          |
|--------------------------|-------------|--------------|-------|----------|
| SENSIBLE                 | NUM. PEOPLE | FAC. PEOPLE  |       | Q        |
|                          | NUMBER      | BTU/HR       |       | BTU/HR   |
|                          | 10          | 710          |       | 7100.00  |
| LATENTE                  | NUM. PEOPLE | FAC. PEOPLE  |       | Q        |
|                          | NUMBER      | BTU/HR       |       | BTU/HR   |
|                          | 10          | 1090         |       | 10900.00 |
| ILUMINATION              |             |              |       |          |
|                          | E           | FACTOR POWER | WATTS | Q        |
|                          |             |              |       | BTU/HR   |
| SENSIBLE                 | 1           | 1.25         | 1500  | 5117.00  |
| EQUIPEMENT               |             |              |       |          |
|                          | POWER       | NUMBER       |       | Q        |
|                          | WATTS       | #            |       | BTU/HR   |
|                          | 360         | 2            |       | 2,455.20 |
| TOTAL HEAT LOADS         |             |              |       |          |
| TOTAL HEAD LOAD (BTU/HR) |             |              |       |          |
|                          | 86818       |              |       |          |
| REFRIGERATION TONS       |             |              |       |          |
|                          | 7.23        |              |       |          |
| CUBIC FEET PER MINUTE    |             |              |       |          |
|                          | 1446        |              |       |          |

|                      |                              |                                  |
|----------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 3                    |                              | AMPLIACION<br>TRANSFER           |
| OUTDOOR SETTINGS     |                              |                                  |
| MONTH                | JUNE                         |                                  |
| DAY                  | 21                           |                                  |
| TEMPERATURE DRY BULB | 82.8                         | °F                               |
| TEMPERATURE WET BULB | 73.6                         | °F                               |
| HUMIDITY RATIO       | 0.01573                      | LB/LB                            |
| HUMIDITY RELATIVE    | 65                           | %                                |
| DRY BULB RANGE       | 27.5                         | °F                               |
| MINIUM TEMPERATURE   | 55.3                         | °F                               |
| AVERAGE TEMPERATURE  | 69.05                        | °F                               |
| INDOOR SETTINGS      |                              |                                  |
| AREA                 | 598.47                       | FT <sup>2</sup>                  |
| ALTURA               | 9.84                         | FT                               |
| VOLUMEN              | 5888.94                      | FT <sup>3</sup>                  |
| ACTIVITY             | STANDING, LIGTH WORK,WALKING |                                  |
| NUMBER OF PEOPLE     | 35                           | PERSONAS                         |
| CFM/PERSONA          | 5                            | CFM/P                            |
| CFM/FT2              | 0.06                         | CFM/FT <sup>2</sup>              |
| FACTOR ALTITUD       | 1.01                         | (BTU)/(°F..FT <sup>3</sup> .HR ) |
| CFM                  | 52.02                        | CFM                              |
| TYPE LAMP            | FLUORECNENT                  |                                  |
| LUXES LUMINARY       | 500.00                       | LUX                              |

|                      |         |         |
|----------------------|---------|---------|
| WATTS LUMINARY       | 1500    | WATTS   |
| TEMPERATURE DRY BULB | 72      | °F      |
| TEMPERATURE WET BULB | 60.2    | °F      |
| HUMIDITY RATIO       | 0.00837 | LB/LB   |
| HUMIDITY RELATIVE    | 50      | %       |
| <b>ROOF</b>          |         |         |
| CLTD CORR            | 55.05   | °F      |
| CLTD                 | 64      | °F      |
| LM                   | 1       | CLTD CR |
| F                    | 1       | CLTD CR |
| K                    | 1       | CLTD CR |
| <b>WALLS</b>         |         |         |
| CLTD CORRE           | 22.05   | °F      |
| CLTD                 | 32      | °F      |
| LM                   | 0       | CLTD CR |
| K                    | 1       | CLTD CR |
| <b>GLASS</b>         |         |         |
| CLTD CORRE           | 3.05    | °F      |
| CLTD                 | 13      | °F      |
| SHGF                 | 212     |         |
| SC                   | 1       |         |
| CLF                  | 0.51    |         |

### LOADS HEAT

#### RADIANT HEAT

| <b>WALLS</b> |                 |                                   |            |        |
|--------------|-----------------|-----------------------------------|------------|--------|
| ORIENTATION  | AREA            | FACTOR (U)                        | DIF. TEMP. | Q      |
|              | FT <sup>2</sup> | (BTU)/("F..FT <sup>2</sup> ..HR ) | °F         | BTU/HR |
| NORTH        | 385.1           | 2.12                              | 22.05      | 334    |
| SOUTH        | 385.1           | 2.12                              | 22.05      | -      |
| EAST         | 75.6            | 2.12                              | 22.05      | 343    |
| WEST         | 75.6            | 2.12                              | 22.05      | 323    |
| ROOF         | 986             | 4.75                              | 55.05      | 4951   |

| <b>GLASS</b> |                 |      |      |        |
|--------------|-----------------|------|------|--------|
| ORIENTATION  | AREA            | SHGF | CLF  | Q      |
| ORIENTATION  | FT <sup>2</sup> |      |      | BTU/HR |
| NORTH        | 0               | 212  | 0.51 | 316    |
| SOUTH        | 0               | 212  | 0.51 | 316    |
| EAST         | 7               | 212  | 0.51 | -      |
| WEST         | 0               | 212  | 0.51 | 316    |

| PEOPLE                   |             |              |       |         |
|--------------------------|-------------|--------------|-------|---------|
| SENSIBLE                 | NUM. PEOPLE | FAC. PEOPLE  |       | Q       |
|                          | NUMBER      | BTU/HR       |       | BTU/HR  |
|                          | 35          | 524          |       | 18,373  |
| LATENTE                  | NUM. PEOPLE | FAC. PEOPLE  |       | Q       |
|                          | NUMBER      | BTU/HR       |       | BTU/HR  |
|                          | 35          | 925          |       | 32,375  |
| ILUMINATION              |             |              |       |         |
|                          | E           | FACTOR POWER | WATTS | Q       |
|                          |             |              |       | BTU/HR  |
| SENSIBLE                 | 1           | 1.25         | 1500  | 5117.00 |
| EQUIPEMENT               |             |              |       |         |
|                          | POWER       | NUMBER       |       | Q       |
|                          | WATTS       | #            |       | BTU/HR  |
|                          | 100         | 2            |       | 341.00  |
| TOTAL HEAT LOADS         |             |              |       |         |
| TOTAL HEAD LOAD (BTU/HR) |             |              |       |         |
|                          | 30060       |              |       |         |
| REFRIGERATION TONS       |             |              |       |         |
|                          | 2.50        |              |       |         |
| CUBIC FEET PER MINUTE    |             |              |       |         |
|                          | 501         |              |       |         |

## **Selección de equipos basados en las cargas térmicas**

### **Área de crecimiento de cultivo 1**

Como se puede observar el análisis nos arroja 85490 BTUS eso equivale a 7.12TR en el mercado lo cercano es un equipo dividido de 7.5 TR de la marca York a 440v/60hz.

### **Área de crecimiento de cultivo 2**

Como se puede observar el análisis nos arroja 86818 BTUS eso equivale a 7.23TR en el mercado lo cercano es un equipo dividido de 7.5 TR de la marca York a 440v/60hz.

### **Área de sala de transferencia**

Como se puede observar nos da un total de 30060 BTUS eso equivale a 2.5 TR, con eso nos da la confirmación que el equipo dividido que se encuentra en la planta nos da lo necesario en TR para su trabajo adecuado.

## **Elección de Equipo de Climatización**

Para la elección de este equipo se buscó al proveedor de la marca YORK la cual nos recomendó por el resultado de las cargas térmicas fue:

-Evaporadora XTO-30x33 con una cantidad de 1523 CFM con capacidad de 7.5TR marca YORK

-Condensadora PC090THRU240 con una capacidad de 7.5 TR para gas 410A marca YORK

Para el área de la sala de transferencia solo se realizará una ampliación al ducto que ya se encuentra en planta.

Para el área donde se requiere la extracción e inyección de aire se buscó a un proveedor de la marca S&P experimentados en esa área y se recomendaron los siguientes equipos:

-Extractor CM400 con capacidad 9800 CFM

-Caja de ventilación con capacidad de 10200 CFM

Tomando en cuenta se hace un arreglo de poles en el extractor para reducir sus revoluciones para tener una distribución del aire para tener en nuestra esclusa la presión negativa requerida por el cliente.

### **Diseño del sistema de Ducteria**

Para este sistema, con ayuda del análisis de cargas térmicas nos arroja una cantidad de 1423 CFM. Teniendo este valor que sería el caudal solo nos bastaría dividirlo entre la cantidad de rejillas que se desea colocar que en este caso son necesarias 6 salidas y 2 retornos, considerando la cantidad de metros de largo por el ancho así teniendo una cantidad de rejillas igualitarias para el cuarto.

Para ello se optó la ayuda de un Software de dibujo (AutoCAD) para la realización de los dibujos presentando en el dibujo; el diseño de ducteria, la ubicación de las rejillas, ubicación de los equipos para la entrada y salida del aire respectivamente, control y canalización de tubería.

Para el diseño de sus ducteria se tomaron en cuenta los CFM que nos otorgan las maquinas los cuales resultan 1523 CFM, es por el que para cada cuarto de crecimiento se tuvo una división de 253 CFM dando como resultado una cantidad mínimo de CFM por persona en el interior de la habitación.

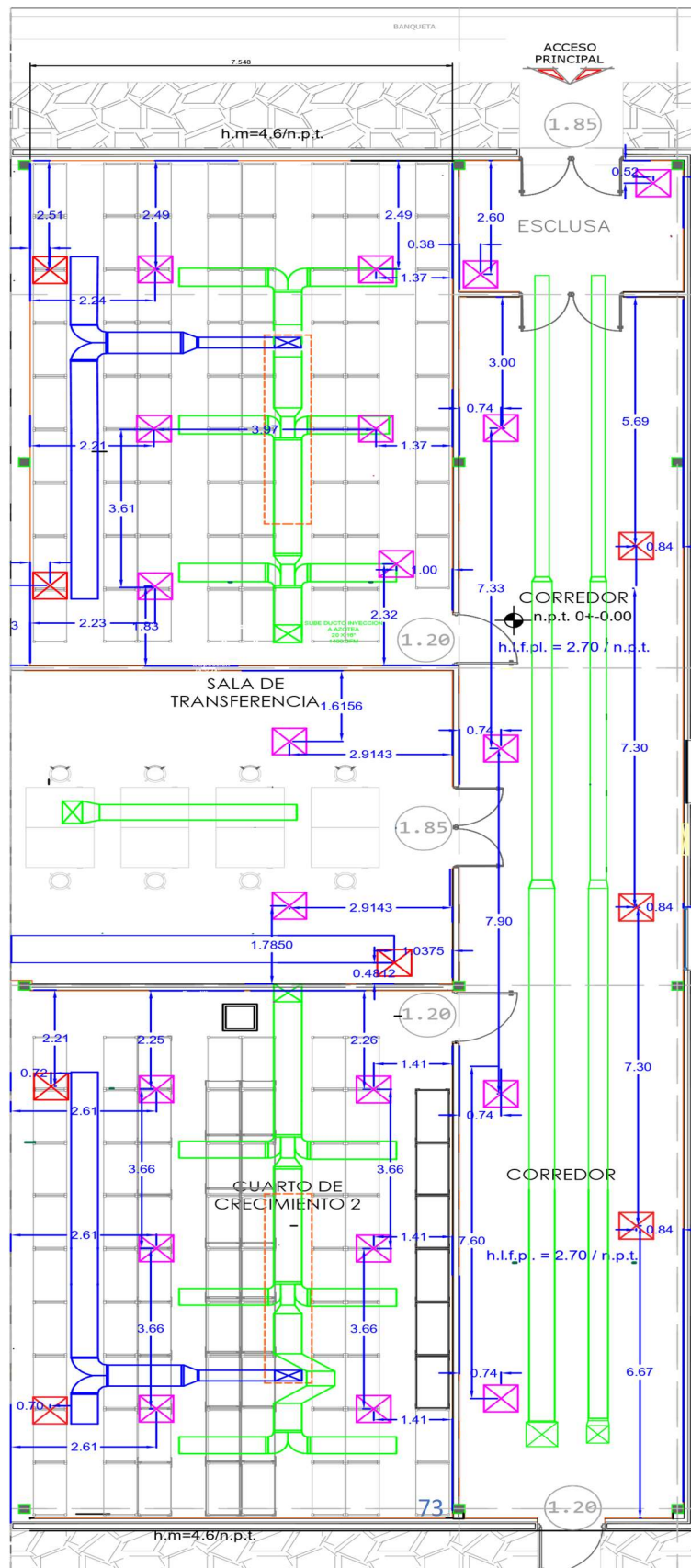
Al igual para la renovación del mismo aire la maquina evaporadora tiene la capacidad de retornar 750 CFM por rejilla así cumpliendo los estándares para tener una presión cero al interior.

En este diseño se tomó mucho en cuenta la solicitud del cliente a que como su proceso es necesario tener un ambiente de confort se vio la necesidad de tener 6 rejillas para tener una distribución adecuada para el desarrollo fortuito de las plantas.

En la ilustración 21 se muestra el diseño óptimo para la colocación de las rejillas y ducteria.

### Plano de diseño de ducteria

*Ilustración 21. Plano de diseño de ducteria*



## Tablas

| ( Tabla 1 )<br>PULGADAS DE AISLANTE                                                                             |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| AISLANTE                                                                                                        | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7     | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| Poluretano expandido<br>Factor<br>k = 0.17                                                                      | 2.04 | 1.36 | 1.02 | .815 | .68  | .58   | .51  | .45  | .41  | .37  | .34  |
| Fibra de vidrio, corcho<br>placa y relleno de lana<br>mineral y poliestireno<br>expandido<br>Factor<br>k = 0.25 | 3.0  | 2.0  | 1.5  | 1.2  | 1.0  | 0.86  | 0.75 | 0.67 | 0.60 | 0.55 | 0.50 |
| Aserrín<br>Factor<br>k = 0.45                                                                                   | 5.40 | 3.6  | 2.7  | 2.16 | 1.80 | 1.54  | 1.35 | 1.20 | 1.08 | .98  | .90  |
| VIDRIO                                                                                                          |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |
| BTU por 1° F D.T. por pie cuadrado por 24 horas                                                                 |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |
| Vidrio Sencillo                                                                                                 |      |      |      |      |      | 17.52 |      |      |      |      |      |
| Doble Vidrio Aislante                                                                                           |      |      |      |      |      | 11.76 |      |      |      |      |      |
| Triple Vidrio Aislante                                                                                          |      |      |      |      |      | 9.12  |      |      |      |      |      |

| ( Tabla 2 )<br>CAMBIOS DE AIRE EN CAMARAS DE REFRIGERACION |                           |                               |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Volumen metros <sup>3</sup>                                | Volumen pies <sup>3</sup> | Cambios de aire cada 24 horas |
| 6                                                          | 200                       | 44.0                          |
| 8                                                          | 300                       | 34.5                          |
| 11                                                         | 400                       | 29.5                          |
| 14                                                         | 500                       | 26.0                          |
| 17                                                         | 600                       | 23.0                          |
| 23                                                         | 800                       | 20.0                          |
| 28                                                         | 1000                      | 17.5                          |
| 42                                                         | 1500                      | 14.0                          |
| 57                                                         | 2000                      | 12.0                          |
| 85                                                         | 3000                      | 9.5                           |
| 113                                                        | 4000                      | 8.2                           |
| 142                                                        | 5000                      | 7.2                           |
| 170                                                        | 6000                      | 6.5                           |
| 226                                                        | 8000                      | 5.5                           |
| 283                                                        | 10000                     | 4.9                           |
| 425                                                        | 15000                     | 3.9                           |
| 566                                                        | 20000                     | 3.5                           |
| 708                                                        | 25000                     | 3.0                           |
| 850                                                        | 30000                     | 2.7                           |
| 1133                                                       | 40000                     | 2.3                           |
| 1416                                                       | 50000                     | 2.0                           |
| 2124                                                       | 75000                     | 1.6                           |
| 2832                                                       | 100000                    | 1.4                           |

| (Tabla 3 )<br>CANTIDAD DE CALOR A REMOVER BTU POR PIE CUBICO DE AIRE |                                   |       |       |       |       |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Temperatura de la cámara de<br>almac. en ° F                         | Temperatura del aire exterior ° F |       |       |       |       |      |      |      |
|                                                                      | 85                                |       | 90    |       | 95    |      | 100  |      |
|                                                                      | Porcentaje de la humedad relativa |       |       |       |       |      |      |      |
|                                                                      | 50                                | 60    | 50    | 60    | 50    | 60   | 50   | 60   |
| 65                                                                   | 0.65                              | 0.85  | 0.93  |       | 1.24  | 1.54 | 1.58 | 1.95 |
| 60                                                                   | 0.85                              | 1 .03 | 1.13  |       | 1 .44 | 1.74 | 1.78 | 2.15 |
| 55                                                                   | 1.12                              | 1.34  | 1.41  |       | 1.72  | 2.01 | 2.06 | 2.44 |
| 50                                                                   | 1.32                              | 1.54  | 1.62  | 1.66  | 1.93  | 2.22 | 2.28 | 2.65 |
| 45                                                                   | 1.50                              | 1.73  | 1.80  | 1 .87 | 2.12  | 2.42 | 2.47 | 2.85 |
| 40                                                                   | 1.69                              | 1.92  | 2.00  | 2.06  | 2.31  | 2.62 | 2.67 | 3.06 |
| 35                                                                   | 1.86                              | 2.09  | 2.1 7 | 2.26  | 2.49  | 2.79 | 2.85 | 3.24 |
| 30                                                                   | 2.00                              | 2.2 4 | 2.26  | 2.43  | 2.64  | 2.94 | 2.95 | 3.35 |
|                                                                      |                                   |       |       | 2.53  |       |      |      |      |
| Temperatura de la cámara de<br>almac. en ° F                         | Temperatura del aire exterior ° F |       |       |       |       |      |      |      |
|                                                                      | 40                                |       | 50    |       | 90    |      | 100  |      |
|                                                                      | Porcentaje de la humedad relativa |       |       |       |       |      |      |      |
|                                                                      | 70                                | 80    | 70    | 80    | 70    | 80   | 70   | 80   |
| 30                                                                   | 0.24                              | 0.29  | 0.58  | 0.66  | 2.26  | 2.53 | 2.95 | 3.35 |
| 25                                                                   | 0.41                              | 0.45  | 0.75  | 0.83  | 2.44  | 2.71 | 3.14 | 3.54 |
| 20                                                                   | 0.56                              | 0.61  | 0.91  | 0.99  | 2.62  | 2.90 | 3.33 | 3.73 |
| 15                                                                   | 0.71                              | 0.75  | 1.06  |       | 2.80  | 3.07 | 3.51 | 3.92 |
| 10                                                                   | 0.85                              | 0.89  | 1.19  |       | 2.93  | 3.20 | 3.64 | 4.04 |
|                                                                      | 0.98                              | 1.03  | 1.34  | 1.42  | 3.12  | 3.40 | 3.84 | 4.27 |
|                                                                      | 1.12                              |       | 1 .48 | 1.56  | 3.28  | 3.56 | 4.01 | 4.43 |
| -5                                                                   | 1 .23                             | 1.28  | 1.59  | 1 .67 | 3.41  | 3.69 | 4.15 | 4.57 |
| -10 -                                                                | 1.35                              | 1.41  | 1.73  | 1.81  | 3.56  | 3.85 | 4.31 | 4.74 |
| 15                                                                   | 1.50                              | 1.53  | 1.85  | 1.92  | 3.67  | 3.96 | 4.42 | 4.86 |
| -20                                                                  | 1 .63                             | 1 .68 | 2.01  | 2.09  | 3.88  | 4.18 | 4.66 | 5.10 |
| -25                                                                  | .77                               | 1.80  | 2.12  | 2.21  | 4.00  | 4.30 | 4.78 | 5.21 |
| -30                                                                  | 1.90                              | 1.95  | 2.29  | 2.38  | 4.21  |      | 4.90 | 5.44 |

| ( Tabla 4 )                               |                                        |                    |                                 |                                |                                 |                                                                |             |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------|
| CARACTERISTICAS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS |                                        |                    |                                 |                                |                                 |                                                                |             |
| Producto                                  | Temperatura Promedio de Congelación °F | Porcentaje de agua | Calor Especifico BTU/lb. °F     |                                | Calor latente de fusión BTU/lb. | Calor de Evolución BTU por (24hrs.) (ton.) a la Temp. indicada |             |
|                                           |                                        |                    | Arriba del punto de congelación | Abajo del punto de congelación |                                 |                                                                |             |
| <b>VERDURAS</b>                           |                                        |                    |                                 |                                |                                 |                                                                |             |
| Aceitunas                                 | 28.5                                   | 75.2               | 0.80                            | 0.42                           | 108                             |                                                                |             |
| Alcachofas                                | 29.1                                   | 83.7               | 0.87                            | 0.45                           | 120                             | 40                                                             | 10140       |
| Apio                                      | 29.7                                   | 93.7               | 0.95                            | 0.48                           | 135                             | 32                                                             | 1600        |
|                                           |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 2400        |
| Berengena                                 | 30.4                                   | 92.7               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             |                                                                |             |
| Betabel                                   | 31.1                                   | 87.6               | 0.90                            | 0.46                           | 126                             | 32                                                             | 2700        |
| Brócoli                                   | 29.2                                   | 89.9               | 0.92                            | 0.47                           | 130                             | 40                                                             | 11000-17000 |
| Calabaza                                  | 3.01                                   | 90.5               | 0.92                            | 0.47                           | 130                             |                                                                |             |
| Calabacitas                               | 30.1                                   | 90.5               | 0.92                            | 0.47                           | 130                             |                                                                |             |
| Camotes                                   | 28.5                                   | 68.5               | 0.75                            | 0.40                           | 97                              | 40                                                             | 1710        |
| Cebollas                                  | 30.1                                   | 87.5               | 0.90                            | 0.46                           | 124                             | 32                                                             | 700-100     |
|                                           |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 1800        |
| Col                                       | 31.2                                   | 92.4               | 0.94                            | 0.47                           | 132                             | 40                                                             | 1700        |
| Coliflor                                  | 30.1                                   | 91.7               | 0.93                            | 0.47                           | 132                             | 40                                                             | 4500        |
| Colirrábano                               | 30.0                                   | 90.0               | 0.92                            | 0.47                           | 128                             |                                                                |             |
| Colecitas                                 | 31.0                                   | 84.9               | 0.88                            | 0.48                           | 122                             | 40                                                             | 600-11000   |
| Col ferment.                              | 26.0                                   | 89.0               | 0.92                            | 0.47                           | 129                             |                                                                |             |
| Col rizada                                | 30.7                                   | 86.6               | 0.89                            | 0.46                           | 124                             |                                                                |             |
| Chícharos ver                             | 30.0                                   | 74.3               | 0.79                            | 0.42                           | 106                             | 40                                                             | 13200-16000 |
| Chirivías                                 | 28.9                                   | 78.6               | 0.84                            | 0.46                           | 112                             |                                                                |             |
| Ejotes                                    | 29.7                                   | 88.9               | 0.91                            | 0.47                           | 128                             | 40                                                             | 9700-11400  |
| Elotes                                    | 28.9                                   | 75.5               | 0.79                            | 0.42                           | 106                             | 32                                                             | 7200-11300  |
|                                           |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 10600-13200 |
| Escarola                                  | 30.9                                   | 93.3               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             |                                                                |             |
| Espárragos                                | 29.8                                   | 93.0               | 0.94                            | 0.48                           | 134                             | 40                                                             | 11700-23100 |
| Espinacas                                 | 30.3                                   | 92.7               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             | 40                                                             | 8000        |
| Habas                                     | 30.1                                   | 66.5               | 0.73                            | 0.40                           | 94                              | 40                                                             | 4300-6100   |
| Habas secas                               |                                        | 12.5               | 0.30                            | 0.24                           | 18                              |                                                                |             |
| Hongos                                    | 30.2                                   | 91.1               | 0.93                            | 0.47                           | 130                             | 32                                                             | 6200        |
|                                           |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 50                                                             | 22000       |
| Jitomate                                  | 30.4                                   | 94.1               | 0.95                            | 0.48                           | 134                             | 40                                                             | 1260        |
| Lechuga                                   | 31.2                                   | 94.8               | 0.96                            | 0.48                           | 136                             | 32                                                             | 2300        |
|                                           |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 2700        |
| Maíz                                      |                                        | 10.5               | 0.28                            | 0.23                           | 15                              |                                                                |             |
| Nabo                                      | 30.5                                   | 90.9               | 0.93                            | 0.47                           | 130                             | 32                                                             | 1900        |
|                                           |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 2200        |
| Papas                                     | 28.9                                   | 77.8               | 0.82                            | 0.43                           | 111                             | 40                                                             | 1300-1800   |
| Pepinos                                   | 30.5                                   | 96.1               | 0.97                            | 0.49                           | 137                             |                                                                |             |
| Pimiento                                  | 30.1                                   | 92.4               | 0.94                            | 0.47                           | 132                             | 40                                                             | 4700        |
| Rábano                                    | 30.1                                   | 93.6               | 0.95                            | 0.48                           | 134                             |                                                                |             |
| Rábano picante                            | 96.4                                   | 73.4               | 0.78                            | 0.42                           | 104                             |                                                                |             |

| Producto                 | Temperatura Promedio de Congelación °F | Porcentaje de agua | Calor Específico BTU/lb. °F     |                                | Calor latente de fusión BTU/lb. | Calor de Evolución BTU por (24hrs.) (ton.) a la Temp. indicada |      |
|--------------------------|----------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|------|
|                          |                                        |                    | Arriba del punto de congelación | Abajo del punto de congelación |                                 |                                                                |      |
| Rapóntico                | 28.4                                   | 94.9               | 0.96                            | 0.48                           | 134                             |                                                                |      |
| Tomate                   | 30.4                                   | 94.7               | 0.95                            | 0.48                           | 134                             | 60                                                             | 6230 |
| Verduras                 | 30.0                                   | 90.0               | 0.90                            | 0.45                           | 130                             |                                                                |      |
| Zanahorias               | 29.6                                   | 88.2               | 0.90                            | 0.46                           | 126                             | 32                                                             | 2100 |
| <b>CARNES Y PESCADOS</b> |                                        |                    |                                 |                                |                                 |                                                                |      |
| Aves (fresca)            | 27                                     | 74                 | 0.79                            | 0.37                           | 106                             |                                                                |      |
| Aves (cong.)             | 24                                     | 74                 | 0.79                            | 0.37                           | 106                             |                                                                |      |
| Bacalao                  | 28                                     |                    | 0.90                            | 0.49                           | 119                             |                                                                |      |
| Camarones                | 28                                     | 70.8               | 0.83                            | 0.45                           | 119                             |                                                                |      |
| Carne cortada            | 29                                     | 65                 | 0.72                            | 0.40                           | 95                              |                                                                |      |
| Carne cordero            | 29                                     | 58                 | 0.67                            | 0.30                           | 83.5                            |                                                                |      |
| Carne puerco (ahumada)   |                                        | 57                 | 0.60                            | 0.32                           |                                 |                                                                |      |
| Carne puerco (fresca)    | 28                                     | 60                 | 0.68                            | 0.38                           | 86.5                            |                                                                |      |
| Carne res (grasosa)      | 28                                     |                    | 0.60                            | 0.35                           | 79                              |                                                                |      |
| Carne res (magra)        | 29                                     | 68                 | 0.77                            | 0.40                           | 100                             |                                                                |      |
| Carne res (salada)       |                                        |                    | 0.75                            |                                |                                 |                                                                |      |
| Carne res (seca)         |                                        | 5-15               | 0.22-0.34                       | 0.19-0.26                      | 7.22                            |                                                                |      |
| Carne ternera            | 29                                     | 63                 | 0.71                            | 0.39                           | 91                              |                                                                |      |
| Chorizos                 | 26                                     | 65.5               | 0.89                            | 0.56                           | 93                              |                                                                |      |
| Embutidos                |                                        |                    | 0.60                            |                                |                                 |                                                                |      |
| Escalopas                | 28                                     | 80.3               | 0.89                            | 0.48                           | 116                             |                                                                |      |
| Hígados                  | 29                                     | 65.5               | 0.72                            | 0.40                           | 93.3                            |                                                                |      |
| Jamones y lomos          | 27                                     | 60                 | 0.68                            | 0.38                           | 86.5                            |                                                                |      |
| Ostiones (en su concha)  | 27                                     | 80.4               | 0.83                            | 0.44                           | 116                             |                                                                |      |
| Ostiones (en lata)       | 27                                     | 87                 | 0.90                            | 0.46                           | 125                             |                                                                |      |
| Pescado (congelado)      | 28                                     | 70                 | 0.76                            | 0.41                           | 101                             |                                                                |      |
| Pescado (en hielo)       |                                        | 70                 | 0.76                            | 0.41                           | 101                             |                                                                |      |
| Pescado (seco)           |                                        |                    | 0.56                            | 0.34                           | 65                              |                                                                |      |
| Salchicas (ahumadas)     | 25                                     | 60                 | 0.86                            | 0.56                           | 86                              |                                                                |      |
| Salchicas (Frankfurt)    | 29                                     | 60                 | 0.86                            | 0.56                           | 86                              |                                                                |      |
| Tocino                   |                                        | 20                 | 0.50                            | 0.30                           | 29                              |                                                                |      |

| Producto              | Temperatura Promedio de Congelación °F | Porcentaje de agua | Calor Específico BTU/lb. °F     |                                | Calor latente de fusión BTU/lb. | Calor de Evolución BTU por (24hrs.) (ton.) a la Temp. indicada |             |
|-----------------------|----------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------|
|                       |                                        |                    | Arriba del punto de congelación | Abajo del punto de congelación |                                 |                                                                |             |
| <b>FRUTAS</b>         |                                        |                    |                                 |                                |                                 |                                                                |             |
| Aguacate              | 27.2                                   | 94                 | 0.91                            | 0.49                           | 136                             | 60                                                             | 13200-39700 |
| Arándanos (agrios)    | 28.6                                   | 82.3               | 0.86                            | 0.45                           | 118                             | 32                                                             | 1300-2200   |
| Cerezas               | 26                                     | 83                 | 0.87                            | 0.45                           | 120                             |                                                                |             |
| Ciruelas              | 28                                     | 85.7               | 0.88                            | 0.45                           | 123                             |                                                                |             |
| Ciruela pasa (fresca) | 28                                     | 85.7               | 0.88                            | 0.45                           | 123                             |                                                                |             |
| Chavacanos            | 28.1                                   | 85.4               | 0.88                            | 0.46                           | 122                             |                                                                |             |
| Dátil (fresco)        | 27.1                                   | 78                 | 0.82                            | 0.43                           | 112                             |                                                                |             |
| Dátil (seco)          | -4.1                                   | 20                 | 0.36                            | 0.26                           | 29                              |                                                                |             |
| Duraznos              | 29.4                                   | 86.9               | 0.90                            | 0.46                           | 124                             | 32                                                             | 1110        |
|                       |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 1735        |
| Frambuesas            | 30.1                                   | 82                 | 0.85                            | 0.45                           | 122                             | 40                                                             | 6800-8500   |
|                       |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 60                                                             | 18100-22300 |
| Fresas                | 29.9                                   | 90                 | 0.92                            | 0.47                           | 129                             |                                                                |             |
| Granadas              | 28                                     | 77                 | 0.87                            | 0.148                          | 112                             |                                                                |             |
| Grosella              | 30.2                                   | 84.7               | 0.88                            | 0.45                           | 120                             |                                                                |             |
| Higo (fresco)         | 27.1                                   | 78                 | 0.82                            | 0.43                           | 112                             |                                                                |             |
| Higo (seco)           |                                        | 24                 | 0.39                            | 0.27                           | 34                              |                                                                |             |
| Limas                 | 29                                     | 86                 | 0.89                            | 0.46                           | 122                             | 40                                                             | 810         |
|                       |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 60                                                             | 2970        |
| Limones               | 28.1                                   | 89.3               | 0.92                            | 0.46                           | 127                             | 40                                                             | 810         |
|                       |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 60                                                             | 2970        |
| Mandarinas            | 28                                     | 87.3               | 0.93                            | 0.51                           | 126                             | 32                                                             | 3265        |
|                       |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 5865        |
| Mangos                | 32                                     | 93                 | 0.90                            | 0.46                           | 134                             |                                                                |             |
| Manzanas              | 28.4                                   | 84.1               | 0.86                            | 0.45                           | 121                             | 32                                                             | 830         |
|                       |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 1435        |
| Melones               | 29                                     | 92.7               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             | 40                                                             | 2000        |
|                       |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 60                                                             | 8500        |
| Melón dulce           | 20                                     | 92.6               | 0.94                            | 0.48                           | 132                             | 40                                                             | 1000        |
| Membrillo             | 28.1                                   | 85.3               | 0.88                            | 0.45                           | 122                             |                                                                |             |
| Moras                 | 28.9                                   | 85.3               | 0.88                            | 0.46                           | 122                             |                                                                |             |
| Naranjas              | 28                                     | 87.2               | 0.90                            | 0.46                           | 124                             | 32                                                             | 795         |
| Nectarinas            | 29                                     | 82.9               | 0.90                            | 0.40                           | 119                             |                                                                |             |
| Nísperos              | 28.3                                   | 78.2               | 0.84                            | 0.43                           | 112                             |                                                                |             |
| Peras                 | 28.5                                   | 83.5               | 0.86                            | 0.45                           | 118                             | 32                                                             | 770         |
| Piñas                 | 29.4                                   | 85.3               | 0.88                            | 0.45                           | 123                             |                                                                |             |
| Plátanos              | 28                                     | 74.8               | 0.80                            | 0.42                           | 108                             | 68                                                             | 8400-9200   |
| Sandías               | 29.2                                   | 92.1               | 0.97                            | 0.48                           | 132                             |                                                                |             |
| Toronjas              | 28.4                                   | 88.8               | 0.91                            | 0.46                           | 126                             | 32                                                             | 460         |
|                       |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 1070        |
| Uvas                  | 26.3                                   | 81.7               | 0.86                            | 0.44                           | 116                             | 35                                                             | 830         |
| Uvas-spín             | 28.9                                   | 88.3               | 0.90                            | 0.46                           | 126                             |                                                                |             |
| <b>VARIOS</b>         |                                        |                    |                                 |                                |                                 |                                                                |             |
| Azúcar de maple       |                                        | 5                  | 0.24                            | 0.21                           | 7                               | 45                                                             | 1420        |
| Caviar (enlatado)     | 20                                     | 55                 |                                 |                                |                                 | 40                                                             | 3820        |
| Cerveza               | 28                                     | 92                 | 1.00                            |                                |                                 |                                                                |             |
| Crema (40%)           | 28                                     | 73                 | 0.85                            | 0.40                           | 90                              |                                                                |             |
| Chocolate             | 85-95                                  | 5.5                | 0.30                            | 0.55                           | 40                              |                                                                |             |
| Dulce                 |                                        |                    | 0.93                            |                                |                                 |                                                                |             |

| Producto            | Temperatura Promedio de Congelación °F | Porcentaje de agua | Calor Específico BTU/lb. °F     |                                | Calor latente de fusión BTU/lb. | Calor de Evolución BTU por (24hrs.) (ton.) a la Temp. indicada |                      |
|---------------------|----------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|
|                     |                                        |                    | Arriba del punto de congelación | Abajo del punto de congelación |                                 |                                                                |                      |
| Flores cortadas     | 32                                     |                    |                                 |                                |                                 | 480                                                            | BTU/pie <sup>2</sup> |
| Harina              |                                        | 13.5               | 0.38                            | 0.28                           |                                 |                                                                |                      |
| Helados             | 27.0                                   | 58-66              | 0.78                            | 0.45                           | 96                              |                                                                |                      |
| Huevos (congelados) | 27                                     |                    |                                 | 0.41                           | 100                             |                                                                |                      |
| Huevos (frescos)    | 27                                     |                    | 0.76                            | 0.40                           | 100                             |                                                                |                      |
| Leche               | 31                                     | 87.5               | 0.93                            | 0.49                           | 124                             |                                                                |                      |
| Levadura            |                                        | 70.9               | 0.77                            | 0.41                           | 102                             |                                                                |                      |
| Lúpulo              |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 35                                                             | 1500                 |
| Malta               |                                        |                    |                                 |                                |                                 | 50                                                             | 1500                 |
| Manteca de cerdo    |                                        |                    | 0.52                            |                                |                                 |                                                                |                      |
| Mantequilla         | 30-0                                   | 15                 | 0.64                            | 0.34                           | 15                              |                                                                |                      |
| Miel de abeja       |                                        | 18                 | 0.35                            | 0.26                           | 26                              | 40                                                             | 1420                 |
| Miel de maple       |                                        | 36                 | 0.49                            | 0.31                           | 52                              | 45                                                             | 1420                 |
| Nueces (secas)      |                                        | 3-10               | 0.21-0.29                       | 0.19-0.24                      | 4.3-14                          | 35                                                             | 1000                 |
| Oleomargarina       |                                        | 15.5               | 0.32                            | 0.25                           | 22                              |                                                                |                      |
| Pan                 | 32-37                                  | 0.70               | 0.34                            | 46-53                          |                                 |                                                                |                      |
| Pasta de pan        |                                        | 58                 | 0.75                            |                                |                                 |                                                                |                      |
| Pieles y lana       |                                        |                    | 0.40                            |                                |                                 |                                                                |                      |
| Queso americano     | 17                                     | 60                 | 0.64                            | 0.36                           | 79                              | 40                                                             | 4680                 |
| Queso camambert     | 18                                     | 60                 | 0.70                            | 0.40                           | 86                              | 40                                                             | 4920                 |
| Queso Limburger     | 19                                     | 55                 | 0.70                            | 0.40                           | 86                              | 40                                                             | 4920                 |
| Queso Roquefort     | 3                                      | 55                 | 0.65                            | 0.32                           | 79                              | 45                                                             | 4000                 |
| Queso Suizo         | 15                                     | 55                 | 0.64                            | 0.36                           | 79                              | 40                                                             | 4660                 |
| Tabaco y puros      | 25                                     |                    |                                 |                                |                                 |                                                                |                      |

( Tabla 5 )

## CALOR GENERADO POR MOTORES ELECTRICOS, BTU/HP/HORA

| HP del motor | Motor y ventilador dentro del cuarto | Motor fuera y ventilador dentro | Motor dentro y ventilador fuera |
|--------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| de 1/8 a 1/2 | 4250                                 | 2545                            | 1700                            |
| de 1/2 a 3   | 3700                                 | 2545                            | 1150                            |
| de 3 a 20    | 2950                                 | 2545                            | 400                             |

( Tabla 6 )

## CALOR DISIPADO POR PERSONAS

| Temperatura del refrigerador en °F | Calor disipado /persona BTU/hora |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 50                                 | 720                              |
| 40                                 | 840                              |
| 30                                 | 950                              |
| 20                                 | 1050                             |
| 10                                 | 1200                             |
| 0                                  | 1300                             |
| -10                                | 1400                             |

## **Conclusión**

En relación con lo expuesto en este proyecto se puede observar la importancia que tiene la climatización, así como tener una zona de confort en la cual uno como persona se puede desarrollar con mas plenitud y no solo las personas si no para algunos procesos, como en este caso los germinados que tienen la necesidad de tener un espacio confortable para tener un crecimiento adecuado.

Al igual este proyecto se enfoca en el análisis y diseño de un sistema capaz y eficiente, que con el cual se pueda tener un desarrollo existo para todo ser vivo que se encuentre en el interior de los laboratorios es por ellos que se busco tener los equipos con mayor eficiencia y capacidad del mercado, que como ya se menciona en el apartado de selección de equipos se encontró la marca York una marca Norte Americana capaz de cumplir con los requisitos y necesidades que se tienen.

Por otro lado, este proyecto no solo es un análisis y estudio si no también se busca que se realice en el campo ya que con ellos no solo se estaría cubriendo las necesidades que se tienen si no también se estaría innovando en la creación de nuevos métodos de crecimiento, ya que, para la empresa Driscolls una implementación de humedad en sus laboratorios sería una tendencia para el desarrollo de su producción.

## **Bibliografía**

<https://www.motorex.com.pe/blog/gases-refrigerantes-comunes/>

<https://www.cosmos.com.mx/wiki/aire-acondicionado-tipo-paquete-f30v.html>

<https://www.cosmos.com.mx/wiki/aire-acondicionado-tipo-minisplit-f307.html>

<https://www.cosmos.com.mx/wiki/aire-acondicionado-tipo-fan-and-coil-j0hx.html>

[Cajas de ventilación: Definición y ventajas - S&P \(solerpalau.com\)](#)

[Extractores Centrífugos - Precio Directo de Fábrica - Envío Gratis - Atenas \(atenasventilacion.com.ar\)](#)

[Extractores Axiales Industriales - Ventiladores y Extractores H2O Tek, Venta y Fabricación](#)

Principios básicos de refrigeración primera edición (1997) Industrias Gilvert, S.A de C.V

Técnicos de refrigeración primera edición, Tomo 1 (1998) industrias Gilvert S.A de C.V.

Técnicos de refrigeración primera edición, Tomo 2 (1998) industrias Gilvert S.A de C.V