

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

## **DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

### **CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN  
AMBIENTE DE 350 m<sup>2</sup> DESTINADO AL ALMACENAMIENTO DE  
FLORES Y FRUTAS DE EXPORTACIÓN”**

**PROYECTO PREVIO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**BRAULIO MANUEL IZA CHANCUSIG  
ROMMEL FERNANDO TENESACA CONCHA**

**DIRECTOR: ING. ERNESTO SORIA  
CODIRECTOR: ING. JOSÉ GUASUMBA**

**Sangolquí – Ecuador**

**Julio 16, 2008**



## **CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN AMBIENTE DE 350 m<sup>2</sup> DESTINADO AL ALMACENAMIENTO DE FLORES Y FRUTAS DE EXPORTACIÓN**”, fue realizado en su totalidad por los Srs. Braulio Manuel Iza Chancusig y Rommel Fernando Tenesaca Concha, como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingenieros Mecánicos.

---

Ing. Ernesto Soria  
DIRECTOR

---

Ing. José Guasumba  
CODIRECTOR

Sangolquí, Julio 16 de 2008



## **LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN  
AMBIENTE DE 350 m<sup>2</sup> DESTINADO AL ALMACENAMIENTO DE  
FLORES Y FRUTAS DE EXPORTACIÓN”**

**ELABORADO POR:**

---

**Braulio Manuel Iza Chancusig**

---

**Rommel Fernando Tenesaca Concha**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

---

**Crrnl. ING. JUAN DÍAZ  
COORDINADOR DE CARRERA**

**Sangolquí, Julio 16 de 2008**



## DEDICATORIA

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios, quien me ha permitido culminar con una etapa mas de mi vida, por darme valor, perseverancia y fuerza para afrontarlo en los momentos difíciles, y capacidad para disfrutarlo en los momentos felices.

Dedico a mi familia, mis padres Celso y Sara, quienes supieron apoyarme y guiarme en el transcurso de mi existencia, por ser las personas que siempre estuvieron con migo en los altos y bajos de mi carrera infundiendo la ética y el rigor que guían mi transitar por la vida, demostrándome y enseñándome que todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

A mi sobrina Katherine por ser ese angelito de alegría incondicional que llena mi vida.

*Braulio*

El presente Proyecto de Tesis se lo dedico en primer lugar a Dios por ser tan generoso conmigo, por las enseñanzas y virtudes que me ha dado, así como los defectos que de cierta forma son mis limitaciones y mis metas a vencer.

Llegar a obtener un logro va más allá del propio desempeño; depende mucho de la motivación de los seres queridos, he fortalecido mis pensamientos y mi carácter con el apoyo familiar es por tal motivo que quiero dedicar este proyecto a mis queridos padres y a mi hermano, quienes han hecho de mi alguien capaz y con metas en la vida, les dedico mis sacrificios y mis logros.

*Rommel*



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser la luz en mi camino, permitiéndome alcanzar este objetivo en mi vida que es solo el principio de una nueva etapa, gracias Dios por dame la serenidad para aceptar las cosas que no puedo cambiar, valor para cambiar las que puedo y sabiduría para conocer la diferencia.

A mi padre, por brindarme su confianza y apoyo incondicional, gracias por todos esos consejos orientando mis pasos por el camino recto que sirvieron para formarme un hombre de bien.

A mi madre, mi amiga, por todas sus oraciones y bendiciones que siempre derramo sobre mi ser, gracias por tus noches de desvelo, tu esfuerzo por darme un buen ejemplo en todo. Ten presente que la gloria mas grande que tengo es el ser hijo tuyo.

A mis hermanos por confiar en mí y darme su apoyo, comprensión durante este ciclo, ya que ellos son mi fuente de inspiración.

A mis amigos que hacen que cada etapa de la vida cuente como un momento único e inolvidable. Que estuvieron conmigo y compartieron tantas aventuras, experiencias, desveladas y triunfos. Gracias a cada uno por hacer que mi estancia en la ESPE fuera divertida.

A mis profesores, por todos sus conocimientos que supieron impartir en mi desarrollo profesional durante mi carrera agregados de paciencia y esmero, sin su ayuda no estaría en donde me encuentro ahora.

A todos aquellos que confiaron en mí en el transcurso de mi carrera sin necesidad de nombrarlos, muchas gracias.

*Braulio*



Quizás no me alcancen las palabras para agradecerte Dios por tus bendiciones y sobre todo por tenerme paciencia todos estos años pero a pesar de tanto tiempo transcurrido quiero que sepas que estoy forjando mi destino según tu voluntad y según mis propias metas. Espero contar siempre con tu apoyo incondicional y nunca cansarme de decir... GRACIAS DIOS.

Agradezco a mis queridos padres Hortencia y José Luis, mis amigos incondicionales y el mejor regalo que la vida me podría dar, por sus enseñanzas y esfuerzo depositado en mí, por el sacrificio que han hecho y en definitiva por aceptar mis virtudes y defectos. Les agradezco cada palabra de aliento y cada regalo que premiaba mi responsabilidad y me motiva a no defraudarlos jamás.

A mi hermano porque ha sido el ejemplo que debo seguir, aprender y respetar. Siempre tengo presente su manera de enseñarme a estudiar y sus palabras de aliento que me motivan a ser mejor en todo, a sobresalir e incluso a ser mejor que él mismo aunque se que hermano como el mío no se puede reemplazar y tampoco superar. Gracias Lucho por tu paciencia y comprensión.

A los amigos y personas especiales que han llenado de buenos y agradables momentos mi existencia, por compartir sus alegrías y tristezas, por cambiar una vida de sueños a una de realidades a través de sus muestras de afecto y experiencias. Porque han logrado que madure con cada paso y aprenda de cada error. A todos ellos, gracias...

A quienes forjaron mis bases profesionales, por compartir sus conocimientos y explotar mis capacidades ya que con cada enseñanza aplicada siempre se renovará el esfuerzo depositado en mí.

En definitiva quiero agradecerles infinitamente a todos quienes han logrado mejorar mi vida diaria y profesional.

*Rommel*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG
CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO -----	iii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO -----	v
DEDICATORIA -----	vii
AGRADECIMIENTOS -----	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS -----	xiii
LISTADO DE TABLAS -----	xx
LISTADO DE FIGURAS -----	xxii
LISTADO DE ANEXOS -----	xxvi
RESUMEN-----	xxvii
INTRODUCCIÓN-----	xxix
<b>CAPITULO I</b>	
<b>GENERALIDADES -----</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes-----	1
1.2 Definición del Problema -----	2
1.3 Objetivos -----	2
1.3.1 General-----	2
1.3.2 Específicos -----	2
1.4 Alcance -----	3
1.5 Justificación e Importancia -----	3

## CAPÍTULO II

<b>MARCO TEÓRICO</b> -----	<b>5</b>
2.1 Sistemas de climatización -----	5
2.1.1 Métodos para la producción de frío. -----	6
2.1.1.1 Métodos principales.-----	6
2.1.1.2 Refrigeración automática-----	8
2.1.2 Cadena de frío-----	11
2.1.3 Componentes de la refrigeración -----	12
2.1.3.1 Ciclo continuo de refrigeración -----	12
2.1.3.2 Transferencia de calor-----	14
2.1.3.3 Fluidos frigorígenos-----	14
2.1.3.3.1 Relación temperatura – presión -----	15
2.1.3.3.2 Presión de vapor saturante -----	15
2.1.3.3.3 Curvas de la tensión de vapor -----	15
2.1.3.4 Cargas frigoríficas -----	17
2.1.4 Refrigerantes-----	18
2.1.4.1 Propiedades de los refrigerantes-----	19
2.1.4.1.1 Propiedades térmicas -----	19
2.1.4.1.2 Presión de vapor -----	19
2.1.4.1.3 Volumen específico y densidad-----	19
2.1.4.1.4 Calor específico-----	19
2.1.4.1.5 Calor latente -----	20
2.1.4.2 Clasificación -----	20
2.1.4.2.1 Por su composición -----	20
2.1.4.2.2 Por su grado de seguridad industrial-----	21
2.1.4.2.3 Por su grado de seguridad general-----	21
2.1.4.2.4 Por su función-----	21
2.1.4.3 Refrigerantes más utilizados en la actualidad-----	21

## CAPÍTULO III

<b>TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CLIMATIZACIÓN</b> -----	<b>25</b>
3.1 Cámaras de climatización -----	25
3.1.1 Concepto-----	25

3.1.2 Tecnología de los componentes frigoríficos	26
3.1.2.1 Compresores	26
3.1.2.2 Condensadores	35
3.1.2.3 Evaporadores	38
3.1.2.4 Aparatos anexos al circuito	45
3.1.3 Funcionamiento básico	52
3.1.4 Tipos	54

## **CAPÍTULO IV**

<b>ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN</b>	<b>57</b>
4.1 Según la carga térmica	57
4.2 Según la capacidad de almacenamiento	60
4.3 Según el tiempo de operación	62

## **CAPÍTULO V**

<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN</b>	<b>65</b>
5.1 Criterios de diseño para la climatización de flores y frutas	65
5.1.1 Ubicación	65
5.1.2 Determinación de áreas de trabajo	65
5.2 Normas nacionales e internacionales para la conservación de flores y frutas	67
5.3 Criterios de diseño del sistema de climatización	69
5.3.1 Condiciones interiores de diseño	69
5.3.2 Condiciones exteriores de diseño	70
5.4 Cálculo de cargas térmicas	71
5.4.1 Cámara destinada al almacenamiento de flores	71
5.4.1.1 Transmisión de calor a través del piso	71
5.4.1.1.1 Sin aislamiento térmico	71
5.4.1.1.2 Con aislamiento térmico	75
5.4.1.2 Transmisión de calor a través de paredes y techo	76
5.4.1.3 Infiltración de calor por cambios de aire	86
5.4.1.4 Calor que cede el producto	87
5.4.1.5 Calor de respiración del producto	91

5.4.1.6 Ganancia térmica de fuentes internas .....	92
5.4.1.7 Cantidad total de calor de la cámara destinada al almacenamiento de Flores .....	94
5.4.2 Cámara destinada al almacenamiento de Tomate de Árbol.....	95
5.4.2.1 Transmisión de calor a través del piso .....	95
5.4.2.1.1 Con aislamiento térmico .....	96
5.4.2.2 Transmisión de calor a través de paredes y techo .....	96
5.4.2.3 Infiltración de calor por cambios de aire .....	106
5.4.2.4 Calor que cede el producto .....	107
5.4.2.5 Calor de respiración del producto.....	110
5.4.2.6 Ganancia térmica de fuentes internas .....	110
5.4.2.7 Cantidad total de calor de la cámara destinada al almacenamiento de Tomate de Árbol.....	112
5.4.3 Cámara destinada al almacenamiento de Babacos .....	114
5.4.3.1 Transmisión de calor a través del piso .....	114
5.4.3.1.1 Con aislamiento térmico .....	114
5.4.3.2 Transmisión de calor a través de paredes y techo .....	115
5.4.3.3 Infiltración de calor por cambios de aire .....	124
5.4.3.4 Calor que cede el producto .....	125
5.4.3.5 Calor de respiración del producto.....	128
5.4.3.6 Ganancia térmica de fuentes internas .....	129
5.4.3.7 Cantidad total de calor de la cámara destinada al almacenamiento de Babacos .....	131
5.4.4 Cámara destinada al almacenamiento de Piñas .....	132
5.4.4.1 Transmisión de calor a través del piso .....	132
5.4.4.1.1 Con aislamiento térmico .....	132
5.4.4.2 Transmisión de calor a través de paredes y techo .....	133
5.4.4.3 Infiltración de calor por cambios de aire .....	142
5.4.4.4 Calor que cede el producto .....	144
5.4.4.5 Calor de respiración del producto.....	146
5.4.4.6 Ganancia térmica de fuentes internas .....	147
5.4.4.7 Cantidad total de calor de la cámara destinada al almacenamiento de Piñas .....	149

## CAPÍTULO VI

<b>SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS</b> -----	<b>151</b>
6.1 Criterios de selección de equipos-----	151
6.2 Selección de equipos del sistema de climatización-----	157
6.2.1 Condensadores-----	159
6.2.2 Evaporadores-----	160
6.3 Especificación de materiales para ductería, uniones, refuerzos, codos y demás accesorios-----	161
6.4 Especificaciones técnicas de los equipos de climatización-----	175
6.4.1 Cámaras-----	175
6.4.2 Unidades Condensadoras Maneurop, DANFOSS-----	177
6.5 Selección de equipos de control-----	184
6.6 Planos de Construcción-----	186

## CAPÍTULO VII

<b>CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y USO DEL SISTEMA</b> -----	<b>187</b>
7.1 Control de Contaminación-----	187
7.1.1 Que es la capa de ozono y sus funciones-----	187
7.1.2 Proceso de destrucción de la capa de ozono-----	188
7.1.3 Consecuencias de la destrucción de la capa de ozono-----	188
7.1.4 Calentamiento global-----	190
7.1.5 Consecuencias del calentamiento global-----	192
7.1.5.1 Alteración en el ciclo hídrico y en el clima-----	192
7.1.5.2 Efectos en los ecosistemas-----	192
7.1.5.3 Efectos en la salud-----	193
7.1.6 Unidades de medida ambiental-----	193
7.1.6.1 PAO: (Potencial de agotamiento de la capa de ozono - en inglés Ozone Depletion Potential - ODP)-----	193
7.1.6.2 PCG: (Potencial de calentamiento global - en inglés Global Warming Potential - GWP)-----	194
7.1.6.3 Propiedades de seguridad de impacto ambiental-----	194
7.1.6.4 Vida media-----	195
7.1.7 Sustancias agotadoras de ozono (SAO)-----	196

7.1.8 Control contra infestación-----	198
7.2 Formas de almacenamiento de productos -----	198
7.2.1 Calidad de los productos agrícolas -----	198
7.2.2 Temperatura-----	199
7.2.3 Pre-enfriamiento-----	200
7.2.4 Circulación del aire y espaciamiento de paquetes -----	202
7.2.5 Embalaje protector -----	204
7.3 Cuidados e higiene-----	205
7.3.1 Desinfección de frutas y hortalizas frescas: -----	206
7.3.2 Norma técnica sanitaria para la autorización y control de cuartos fríos No. 010-2004-A-----	208

## **CAPITULO VIII**

<b>SIMULACIÓN DEL SISTEMA-----</b>	<b>213</b>
8.1 Descripción del programa -----	213
8.2 Modo de empleo del software-----	215
8.3 Simulación-----	219

## **CAPITULO IX**

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO-----</b>	<b>235</b>
9.1 Análisis económico-----	235
9.1.1 Determinación de costos -----	235
9.1.1.1 Costos de materia prima directa-----	236
9.1.1.2 Costos de mano de obra directa -----	239
9.1.1.3 Costos de materia prima indirecta-----	240
9.1.1.4 Costos de mano de obra indirecta-----	240
9.1.1.5 Imprevistos -----	241
9.1.2 Costos de producción-----	241
9.1.3 Depreciación -----	241
9.2 Análisis financiero -----	243
9.2.1 Estimación del flujo de caja neto -----	244
9.2.1.1 Ingresos-----	244
9.2.1.2 Egresos -----	245

9.2.2 Cálculo del valor actual neto (VAN) y cálculo de la tasa interna de retorno (TIR)-----	248
9.2.3 Análisis beneficio - costo del proyecto-----	250

## **CAPITULO X**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> -----	<b>253</b>
10.1 Conclusiones -----	253
10.2 Recomendaciones-----	255

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> -----	<b>257</b>
---------------------------	------------

<b>FUENTES DE INTERNET</b> -----	<b>258</b>
----------------------------------	------------

<b>ANEXOS</b> -----	<b>259</b>
---------------------	------------

## LISTADO DE TABLAS

ORDEN	CONTENIDO	PÁG
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>		
Tabla 2.1	Ejemplos de mezclas refrigerantes -----	7
Tabla 2.2	Constantes físicas princ. de los fluidos frigorígenos más usados ----	20
Tabla 2.3	Tabla de refrigerantes más usados y sustituciones-----	23
<b>CAPÍTULO III: TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CLIMATIZACIÓN</b>		
Tabla 3.1	Dimensiones de tuberías -----	51
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN</b>		
Tabla 4.1	Especificaciones de almacenamiento -----	59
Tabla 4.2	Dimensionamiento del producto a almacenar -----	61
<b>CAPÍTULO VI: SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS</b>		
Tabla 6.1	Temperatura de evaporación vs capacidad del condensador-----	156
Tabla 6.2	Modelo de condensadores -----	159
Tabla 6.3	Modelo de evaporadores -----	160
Tabla 6.4	Lista de elementos estructurales -----	171
Tabla 6.5	Panelería -----	172
Tabla 6.6	Lista de accesorios mecánicos -----	172
Tabla 6.7	Lista de accesorios eléctricos -----	173
Tabla 6.8	Lista de materiales para aislamiento del piso -----	174

Tabla 6.9 Especificaciones de temperatura en las cámaras-----	176
Tabla 6.10 Especificaciones técnicas de la Unidad Condensadora -----	178
Tabla 6.11 Especificaciones eléctricas de la Unidad Condensadora-----	179
Tabla 6.12 Dimensiones del condensador -----	180
Tabla 6.13 Evaporador modelo CMA para 60 Hz -----	182
Tabla 6.14 Datos físicos – Deshielo natural -----	183
Tabla 6.15 Datos dimensionales Evaporador Bohn-----	184

## **CAPÍTULO VII: CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y USO DEL SISTEMA**

Tabla 7.1 Vida media PAO y PGC para algunos refrigerantes-----	195
Tabla 7.2 Usos de sustancias SAO -----	197

## **CAPITULO IX: ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO**

Tabla 9.1 Costos de elementos estructurales -----	236
Tabla 9.2 Aislamiento del piso-----	237
Tabla 9.3 Costos de equipos y panelería-----	237
Tabla 9.4 Costos de accesorios mecánicos -----	238
Tabla 9.5 Costos de accesorios eléctricos-----	239
Tabla 9.6 Remuneración a estudiantes -----	239
Tabla 9.7 Costos de instalaciones-----	240
Tabla 9.8 Costo de insumos -----	240
Tabla 9.9 Misceláneos -----	240
Tabla 9.10 Remuneración a profesionales -----	240
Tabla 9.11 Imprevistos -----	241
Tabla 9.12 Costos de producción -----	241
Tabla 9.13 Depreciación por tasa constante-----	242
Tabla 9.14 Ingresos -----	245
Tabla 9.15 Egresos -----	247
Tabla 9.16 Flujo neto de caja para un período de 10 años -----	248
Tabla 9.17 Cálculos del VAN y TIR -----	250
Tabla 9.18 Ingresos y egresos en valor presente -----	251

## LISTADO DE FIGURAS

ORDEN	CONTENIDO	PÁG
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>		
Figura 2.1	Sistema simple de refrigeración -----	9
Figura 2.2	Sistema de refrigeración de ciclo continuo-----	10
Figura 2.3	Sistema de refrigeración fundamentales -----	12
Figura 2.4	Ciclo continuo de refrigeración-----	13
Figura 2.5	Curvas de tensión de vapor-----	16
Figura 2.6	Ciclo de recuperación de fluidos frigorígenos -----	17
<b>CAPÍTULO III: TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CLIMATIZACIÓN</b>		
Figura 3.1	Cámaras de climatización-----	25
Figura 3.2	Compresor de tipo alternativo -----	27
Figura 3.3	Vista en corte de un motocompresor hermético tipo pistón-----	28
Figura 3.4	Compresor rotativo de tipo paleta -----	28
Figura 3.5	Compresor rotativo de tipo excéntrico -----	29
Figura 3.6	Corte de un motocompresor hermético tipo rotativo-----	29
Figura 3.7	Compresor rotativo tipo Scroll, partes y funcionamiento -----	30
Figura 3.8	Compresor rotativo tipo Tornillo, partes y funcionamiento -----	32
Figura 3.9	Compresor centrífugo -----	33
Figura 3.10	Compresor a) Hermético b) Semihermético y c) Abierto-----	34
Figura 3.11	Condensador de aire con ventilador centrífugo -----	37
Figura 3.12	Partes internas y serpentín del evaporador -----	39
Figura 3.13	Evaporador de aluminio de una sola temperatura-----	41
Figura 3.14	Evaporador con circulación natural de aire -----	41
Figura 3.15	Evaporador mural de aire forzado -----	42

Figura 3.16 Evaporador de techo-----	43
Figura 3.17 Evaporador de techo doble flujo -----	43
Figura 3.18 Funcionamiento básico-----	44
Figura 3.19 Proceso de evaporación -----	44
Figura 3.20 Separador de aceite-----	46
Figura 3.21 Filtro de impurezas -----	47
Figura 3.22 Filtro de aspiración -----	47
Figura 3.23 Filtros de aceite -----	48
Figura 3.24 Visor de líquido-----	49
Figura 3.25 Válvulas de retención -----	49
Figura 3.26 Deshidratador-----	50
Figura 3.27 Silenciador de descarga -----	51
Figura 3.28 Ciclo de refrigeración -----	52
Figura 3.29 Sistema mecánico del circuito de refrigeración -----	54
Figura 3.30 Cámara modular -----	56

#### **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN**

Figura 4.1 Distribución del producto por gavetas o cajas-----	62
---	----

#### **CAPÍTULO V: DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN**

Figura 5.1 Vista superior del área total para climatización -----	66
Figura 5.2 Vista superior de cuartos 1, 2 y 3 para climatización-----	66
Figura 5.3 Piso sin aislamiento térmico -----	72
Figura 5.4 Dimensiones de la cámara-----	72
Figura 5.5 Parámetros que influyen en el piso -----	73
Figura 5.6 Detalle por capas del aislamiento del suelo -----	76
Figura 5.7 Orientación geográfica de la cámara 1 -----	77
Figura 5.8 Parámetros que influyen en la pared -----	79
Figura 5.9 Influencia de temperaturas cámara 1 -----	83
Figura 5.10 Almacenamiento de rosas -----	87
Figura 5.11 Dimensiones influyentes en el calor cedido por el agua -----	90

Figura 5.12 Orientación geográfica de la cámara 2-----	97
Figura 5.13 Influencia de temperaturas cámara 2-----	103
Figura 5.14 Almacenamiento de Tomate -----	107
Figura 5.15 Orientación geográfica de la cámara 3 (Babacos) -----	115
Figura 5.16 Influencia de temperaturas cámara 3-----	121
Figura 5.17 Almacenamiento de Babacos-----	126
Figura 5.18 Orientación geográfica de la cámara 3 (Piñas)-----	134
Figura 5.19 Influencia de temperaturas cámara 3-----	140
Figura 5.20 Almacenamiento de Piñas-----	144

## **CAPÍTULO VI: SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS**

Figura 6.1 Circuito de refrigeración -----	154
Figura 6.2 Nomenclatura del condensador-----	159
Figura 6.3 Nomenclatura del evaporador-----	161
Figura 6.4 Separador de aceite -----	162
Figura 6.5 Partes del separador de aceite -----	163
Figura 6.6 Partes de la válvula solenoide -----	164
Figura 6.7 Filtros -----	165
Figura 6.8 Visor -----	166
Figura 6.9 Antivibradores-----	167
Figura 6.10 Partes de estanque receptor-----	169
Figura 6.11 Paneles de poliuretano-----	171
Figura 6.12 Condensador Danfoss-----	177
Figura 6.13 Diagrama eléctrico de la unidad condensadora-----	178
Figura 6.14 Vistas geométricas del condensador -----	180
Figura 6.15 Evaporador Bohn -----	181
Figura 6.16 Dimensiones del Evaporador Bohn -----	183
Figura 6.17 Sistema de temperatura con solenoides-----	185

## **CAPITULO VIII: SIMULACIÓN DEL SISTEMA**

Figura 8.1 Ejecución del programa (Paso 1 y 2)-----	220
---	-----

Figura 8.2 Ejecución del programa (Paso 3 y 4)-----	221
Figura 8.3 Ejecución del programa (Paso 5 al 8)-----	222
Figura 8.4 Ejecución del programa (Paso 9 y 10)-----	223
Figura 8.5 Ejecución del programa (Paso 11 al 13)-----	224
Figura 8.6 Ejecución del programa (Paso 14 al 16)-----	225

## **CAPITULO IX: ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO**

Figura 9.1 Depreciación del equipo-----	243
---	-----

## LISTADO DE ANEXOS

ORDEN	CONTENIDO	PÁG
<b>A</b>	Manuales de Mantenimiento-----	260
<b>B</b>	Planos de Construcción-----	261
<b>C</b>	Catálogos-----	262
<b>C-1</b>	Catálogo de Condensadores Danfoss-----	263
<b>C-2</b>	Catálogo de Evaporadores Bohn-----	264
<b>D</b>	Guías de información-----	265
<b>D-1</b>	Guía de información de refrigerantes-----	266
<b>D-2</b>	Instrucciones para el montaje de unidades condensadoras-----	267
<b>D-3</b>	Catálogo de paneles prefabricados con alma de poliuretano o lana de roca-----	268
<b>E</b>	Propiedades de los aislantes-----	269
<b>F</b>	Propiedades termofísicas de seguridad e impacto ambiental de los Refrigerantes-----	270
<b>G</b>	Parámetros de los fluidos frigorígenos-----	271
<b>G-1</b>	Constantes físicas principales de los fluidos frigorígenos más usados-----	272
<b>G-2</b>	Escala de toxicidad de los gases del “National Board FIRE Underwriters EEUU”-----	273
<b>G-3</b>	Correspondencia entre los Fluoroclorometano y Fluorocloroetano-----	274
<b>G-4</b>	Características y propiedades físicas de los comp. Clorofluorados-----	275
<b>G-5</b>	Características y propiedades físicas de los compuestos Hidroclorofluorados-----	276
<b>G-6</b>	Relación entre presiones manométricas y temperaturas de Refrigerantes-----	277
<b>G-7</b>	Principales aplicaciones de los fluidos frigorígenos de sustitución-----	278

## RESUMEN

La planificación que se propone en el proyecto de tesis se basa en el desarrollo de un diseño capaz de distribuir, seleccionar equipos adecuados y conservar las propiedades de los productos durante el proceso de almacenamiento en una cámara de climatización.

La selección de equipos se determinó después de un exhaustivo análisis de cargas térmicas influyentes en el proceso de la climatización; para ello se presenta una memoria de cálculo efectuada en la hoja electrónica del programa Mathcad; se detallan los planos de ubicación de los equipos y del producto, esquemas y tablas de información, que permiten visualizar la geometría y dimensiones en general, estimar el tiempo de operación de las cámaras, prever recursos y accesorios a utilizarse.

Finalmente se desarrolló un análisis económico y financiero donde se ha podido establecer presupuestos actuales que servirán para el proceso de una posterior implementación por parte del interesado en este proyecto de Tesis.



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene su origen en la necesidad de implementar una empresa dedicada a la climatización de flores y frutas de exportación en la parroquia Tababela, sector de Yaruquí debido a su cercanía con el nuevo Aeropuerto de la Ciudad de Quito; dicha planificación es impulsada por el Arq. Javier Fuentes, inversionista de la misma.

En base a criterios teóricos y prácticos adquiridos durante el desarrollo del proyecto se ha proyectado la distribución del área de 350 m<sup>2</sup> planteada al inicio, en tres cámaras que permiten el almacenamiento de varios productos entre flores y frutas; para el diseño se establecieron parámetros reales de temperatura y condiciones de almacenamiento con la finalidad de obtener resultados óptimos al momento de establecer las características que deberá tener cada una de las cámaras en cuanto a sus instalaciones en general y cuyos valores de carga térmica puedan ser respaldados por medio de la aplicación del Software Heatcraft de la marca comercial Bohn.

