

# UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Facultad de Ingeniería Automotriz

TESIS DE GRADO PARA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN  
MECANICA AUTOMOTRIZ

IMPLEMENTACION DE UN CLIMATIZADOR AUTOMATICO ECOLOGICO PARA  
CABINAS CERRADAS

Hernán Arturo Carrasco Amores

Ramiro Alejandro Poveda Torres

**Director:** Ing. Andrés Gavilánez

**2012**

**Quito – Ecuador**

## **CERTIFICACIÓN**

Nosotros, Hernán Arturo Carrasco Amores y Ramiro Alejandro Poveda Torres, declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal nuestra. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de exclusiva responsabilidad.

---

**Firma del graduado**  
**C.I. 171197851-8**  
**Hernán Arturo Carrasco Amores**

---

**Firma del graduado**  
**C.I. 1717096547**  
**Ramiro Alejandro Poveda Torres**

Yo, Ing. Andrés Gavilánez, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor Hernán Arturo Carrasco Amores y Ramiro Alejandro Poveda Torres, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suyas.

---

**Firma del Director Técnico de trabajo de Grado**  
**Ing. Andrés Gavilánez**  
**Director**

## CERTIFICACIÓN

Nosotros, Hernán Carrasco Amores y Alejandro Poveda Torres declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Por medio de la presente, Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Firma del graduado  
C.I. 171197851-8  
Hernán Arturo Carrasco Amores

---

Firma del graduado  
C.I. 1717096547  
Ramiro Alejandro Poveda Torres

## **AGRADECIMIENTO**

A mi padre Patricio Carrasco ya que por su gran esfuerzo y sacrificio me ha dado la oportunidad de estudiar y superarme intelectualmente; por ser siempre mi apoyo incondicional y mi ejemplo de vida. Y sobre todo por el infinito amor que me ha brindado siempre. A mis hermanos por su apoyo incondicional y por estar siempre conmigo cuando más los necesito.

Un agradecimiento a mi abuela Alicia, por guiarme desde pequeño, apoyarme y entregarme sus conocimientos y experiencias que en esta vida me están sirviendo de mucho.

A mi director de tesis el Ingeniero Andrés Gavilánez que siempre estuvo presente y pendiente para apoyarnos y aclarar nuestras dudas, brindándonos sus conocimientos para la elaboración de este proyecto.

A todos los profesores de la Universidad Internacional del Ecuador que me han brindado sus conocimientos y ayuda para formarme como profesional durante mi vida universitaria.

Hernán Arturo Carrasco Amores

## **DEDICATORIA**

**Mi tesis se la dedico a Dios quién me ha dado el milagro de la vida y una familia maravillosa, por guiarme por el buen camino y darme fuerzas para seguir adelante.**

**Y a mi sobrino Andrés quien ha sido y es una motivación, inspiración y felicidad.**

**Hernán Arturo Carrasco Amores**

## AGRADECIMIENTO

Las palabras que voy a expresar en esta carta son a las personas que han hecho de mi una persona capaz de llegar a cumplir todas las metas y objetivos que se me han planteado en la vida personal y académica y de no ser por ellos no estaría expresando este sentimiento.

A mis padres que siempre han dado todo por verme alcanzar día a día en mi vida y en mis logros un objetivo de una manera que uno aprende a valorar su esfuerzo y le deja como enseñanza lo más importante que es el sacrificio por conseguir un objetivo

A mi madre Silvia Torres que desde un inicio apoyo mi entusiasmo por seguir y alcanzar el conocimiento en esta carrera una mujer que ha dado todo para que yo consiga mi objetivo de parte de ella nunca me faltó apoyo constante, recursos, paciencia y de esta manera yo he logrado alcanzar esta meta tan importante

A mi abuelo Marco Torres del cual yo estoy inmensamente agradecido por su enseñanza por sus ideales por su forma de hacerme ver la vida es una persona a la que tengo una enorme admiración y cariño él es una fuente de fortaleza y conocimiento que me impulsan a diario a cumplir mis metas

A mi padre Ramiro Poveda que no pudo estar presente en este trayecto de mi vida profesional de manera física pero que sin sus innumerables enseñanzas alrededor de mi vida yo no sería una persona que respeta y tiene muy en claro sus ideales .

Me dirijo de manera muy agradecida a la Facultad de Ingeniería Automotriz por brindar siempre su conocimiento a través de grandes educadores y personas que la conforman al Ing. Andrés Castillo por ser un profesional comprometido con la calidad de sus estudiantes ayudando siempre a la realización de nuestros proyectos.

Al Ing. Andrés Gavilanes que nos ha enseñado de manera práctica y con una excelente voluntad de enseñanza hacia nosotros y comprometido con nuestro proyecto le estamos muy agradecidos con permitirnos contar con sus conocimientos y por brindarnos su confianza.

Este proyecto no hubiese sido posible de no contar con el soporte y el conocimiento además de su gran amistad de mi compañero Hernán Carrasco una persona que siempre estuvo comprometido con el proyecto y a demostrado ser un profesional además de un gran amigo

A todas las demás personas que aportaron de alguna manera en el desarrollo de este proyecto

Ramiro Alejandro Poveda Torres

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Silvia Torres y Ramiro Poveda quienes son los pilares fundamentales de este logro académico y personal ya que siempre estuvieron apoyándome en todo momento de mi vida personal y académica

Una dedicatoria con mucho cariño para mi Abuelito que es la persona que más admiro por su fortaleza además de sus ideales la manera en la que uno aprecia la vida y solo tiene las ganas de triunfar es lo que el refleja en mi y por tal razón le estoy muy agradecido

A mi familia Poveda Torres un agradecimiento especial por ser personas con las que siempre he podido contar que nunca me ha faltado apoyo de su parte y que gracias a su unión y valores he sabido superar las adversidades.

Ramiro Alejandro Poveda Torres



## ÍNDICE

CAPITULO 1 .....	1
1.- GENERALIDADES .....	1
1.1.- ANTECEDENTES:.....	3
1.2.- DEFINICION Y SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA: .....	5
1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION. ....	6
1.3.1. Objetivo general:.....	6
1.3.2.- Objetivos Específicos: .....	6
1.4.- ALCANCE DE LA INVESTIGACION:.....	7
1.5.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL PROYECTO.....	9
CAPITULO 2.....	11
CONCEPTOS FUNDAMENTALES .....	11
2.1.- TERMODINAMICA. ....	11
2.2.- SISTEMAS TERMODINAMICOS.....	11
2.3.- VARIABLES TERMODINAMICAS. ....	12
2.4.- VARIABLES DE TRANSFERENCIA .....	12
2.4.1. Propiedades de las Variables. ....	13
2.4.1.1. Propiedades intensivas. ....	13

2.4.1.2 Propiedades extensivas. ....	13
2.5.- VARIABLES DE ESTADO FUNDAMENTAL. ....	14
2.5.1. Masa. ....	14
2.5.2. Volumen: .....	14
2.5.3. Presión. ....	15
2.5.3.1. Presión Atmosférica.....	15
2.5.3.2. Presión Absoluta. ....	15
2.5.3.3. Presión Manométrica.....	16
2.5.4. Densidad: .....	16
2.5.5. Temperatura: .....	17
2.5.6. Calor: .....	18
2.6.- TRABAJO: .....	19
2.6.1. El trabajo en la termodinámica: .....	20
2.7.- POTENCIA: .....	22
2.8.- ENERGIA INTERNA .....	22
2.9.- LEYES DE LA TERMODINAMICA .....	23
2.9.1. La Primera Ley .....	23
2.9.2. La Segunda Ley .....	24
2.9.3. La entropía.....	25

2.10.- PROCESOS Y CICLOS TERMODINÁMICOS .....	26
2.11.- EL CICLO TERMODINÁMICO.....	27
2.11.1. Los ciclos termodinámicos puede clasificarse de las siguientes formas. ....	28
2.11.1.1. Ciclos directos y ciclos inversos. ....	28
2.11.1.2.Ciclos para sistemas abiertos y ciclos para sistemas cerrados. ....	28
2.11.1.3.Ciclos de fluido condensable y ciclos de fluido no condensable.....	29
2.12.- ENERGÍA LIBRE .....	29
2.12.1. Energía libre de Helmholtz.....	30
1.12.2. Energía libre de Gibbs.....	30
2.13.- Entalpia .....	31
2.13.1. Entalpia de reacción: .....	32
2.13.2. Entalpia de formación:.....	32
2.14.- MODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.....	32
2.14.1. Conducción:.....	32
2.14.2. Convección:.....	33
2.14.3. Radiación.....	35
2.15.- CLIMATIZACIÓN.....	35
CAPITULO 3.....	38
3.- ANALISIS Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE CLIMATIZACION.....	38

3.1.- QUE ES LA CLIMATIZACION DEL AIRE. ....	39
3.2.- HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACION. ....	40
3.3.- EL AIRE ACONDICIONADO Y SU PROBLEMÁTICA EN LA ACTUALIDAD. ....	45
3.4.-OBJETIVOS DEL SISTEMA. ....	49
3.4.1. Objetivos principales del sistema de climatización: .....	49
3.4.2. Objetivos secundarios del sistema de climatización.....	49
3.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS. ....	50
3.6.- CALCULO DE LOS REQUISITOS TOTALES PARA LA ELECCION Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO. ....	53
3.6.1 Determinación de la energía térmica producida por un sistema completo. ....	54
3.6.2 Medición de la energía térmica producida. ....	55
3.7.- SELECCIÓN DEL EQUIPO .....	62
3.8.- TIPOS DE SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE. ....	65
3.8.2. Los Centralizados: .....	65
3.9.- CALEFACCION Y REFRIGERACION. ....	66
3.9.1. Calefacción en los sistemas de A/C. ....	66
3.9.1.1. Calefacción en el modelo centralizado (clásico). ....	66
3.9.1.2. Calefacción en el modelo autónomo. ....	67
3.9.2. Sistemas de refrigeración.....	68
3.9.2.1. Refrigeración en el modelo centralizado. ....	69

3.9.2.2. Refrigeración en el modelo Autónomo. ....	72
3.10.- DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS. ....	74
3.11.- SISTEMAS DE CLIMATIZACION REGULADA AUTOMATICAMENTE. ....	75
3.11.1. El habitáculo.....	75
3.11.2. Panel principal: .....	77
3.11.3. Panel de control.....	78
3.11.4. El conjunto de distribución de temperatura.....	79
3.11.4.1. Requerimientos del sistema.....	81
3.12.- VENTAJAS DEL SISTEMA POR EVAPORACION SOBRE EL CLASICO...82	
4.1.- PRINCIPIOS DE EVAPORACION.....	85
4.2.- PRINCIPIO DE CLIMATIZACION EVAPORATIVA.....	85
4.3.-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS CLIMATIZADORES. ....	88
4.4.- LA OPTIMIZACION Y VENTAJAS DE LOS SISTEMAS EVAPORATIVOS .....	89
4.5.-GRAFICO DEL CLIMATIZADOR POR EVAPORACION Y SUS PARTES. ....	90
4.6.-SISTEMA DE PRE-ENFRIADO. ....	91
4.7.- BOMBAS QUE CONFORMAN EL SISTEMA.....	92
4.7.1. Bomba repositora (función).....	92
4.7.2. Bomba humectadora (función). ....	93
4.8.- FUNCION DEL FILTRO EVAPORADOR .....	94

4.9.- CÁMARA DE PRE-ENFRIADO.....	95
4.10.- SENSORES.....	95
4.11.- TUBO ROCIADOR.....	96
4.12.- ELECTRO VENTILADOR.....	96
4.13.- DEPÓSITO DE AGUA (FUNCION).....	96
4.14.- BATERÍA.....	97
4.15.- SECUENCIA DE INSTALACIÓN.....	97
4.15.1.Techo sin escotilla:.....	97
4.16.- INSTALACIÓN CON TENDIDO DE MANGA INTERIOR.....	99
4.17.- FIJACIÓN DEL CLIMATIZADOR AL TECHO.....	100
4.18.- INSTALACIONES EN VEHÍCULO SIN ENTRETechos.....	102
4.19.- DEPÓSITO DE AGUA (INSTALACIÓN).....	102
4.20.- CONTROL DE MANDOS.....	103
4.21.- DRENAJE DE ESCURRIDO:.....	105
4.22.- OBSERVACIONES:.....	105
4.23.- RECOMENDACIONES PARA EL INSTALADOR.....	106
4.24.- PREGUNTAS FRECUENTES.....	107
4.25.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	109
4.28.- TABLA DE DATOS TÉCNICOS.....	111

4.29.- REVISION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES.....	111
4.29.1. Placa Electrónica.....	111
4.29.2. Revisión de bomba repositora.....	112
4.29.3. Revisión de bomba humectadora.....	112
4.29.4. Sistema automático directo. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.30.- PROCESO DE INSTALACION:.....	113
CONCLUSIONES.....	118
RECOMENDACIONES:.....	119
Bibliografía .....	122
Glosario: .....	125

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Escalas de Temperatura .....	18
Tabla 2 - Matriz de Decisión.....	64
Tabla 3 - Diferencias y semejanzas entre modelo autónomo y el por absorción, calas de temperatura .....	74
Tabla 4 - Tabla de datos técnicos .....	111



## INDICE DE FORMULAS

Ecuación 1 - Volumen .....	15
Ecuación 2 - Densidad .....	16
Ecuación 3 - Densidad Relativa .....	17
Ecuación 4 - Trabajo .....	19
Ecuación 5 - Trabajo con ángulo de dirección.....	20
Ecuación 6 - Trabajo con variación de volumen.....	21
Ecuación 7 - Trabajo como fuerza generalizada .....	21
Ecuación 8 - Trabajo con presión constante .....	22
Ecuación 9 - Potencia .....	22
Ecuación 10 - Entalpía .....	31
Ecuación 11 - Variación de la Entalpía.....	31

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo Termodinámico .....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 - El Habitáculo .....	75
Figura 3 - Exterior Habitáculo.....	76
Figura 4 - Panel principal.....	77
Figura 5 - Panel climatizador.....	77
Figura 6 - Panel de control .....	78
Figura 7 - Conjunto de distribución de temperatura .....	79
Figura 8 - Conjunto motor de distribución modelo clásico.....	80
Figura 9 - Despiece del climatizador .....	90
Figura 10 - Bomba Repositora .....	92
Figura 11 - Bomba Humectadora del filtro.....	93
Figura 12 - Filtro Evaporador, Cámara de pre-enfriado, sensor de nivel.....	94
Figura 13- Posicion Climatizador.....	98
Figura 14 - De chapa de burlete.....	99
Figura 15 - Anga Interior .....	99

Figura 16 - Fijación del Climatizador .....	101
Figura 17 - Instalación para vehículos pequeños .....	102
Figura 18 - Deposito de agua .....	103
Figura 19 - Recomendaciones de instalación.....	106
Figura 20 - Comparación de pre-enfriado .....	109
Figura 21 - Sistema automático directo .....	113
Figura 22 - Division de la Cabina del Bus .....	114
Figura 23 - Puerta metalica .....	115
Figura 24 - Perforación Techo Cabina .....	116
Figura 25 - Ubicación de los componentes eléctricos y mangueras de conducción	116
Figura 26 - Sujeción del climatizador al techo .....	117

# CAPITULO 1

## 1.- GENERALIDADES

En un principio, cuando se desarrollaron los primeros vehículos de transporte, el objetivo de estos era simplemente trasladar personas de un lugar a otro, sin importar la comodidad y el confort de los ocupantes. En las estaciones del año frías los pasajeros se veían obligados a abrigarse, mientras que en verano el aire acondicionado no era más que abrir las ventanas para que la brisa entrara y refresque el ambiente. Pero esto trajo polvo y suciedad.

Cuando los fabricantes comenzaron a diseñar autos más complejos y a cerrar más las cabinas, la temperatura del habitáculo empezó a aumentar y era necesario hacer algo con el problema del calor; al principio se hizo orificios en el piso, pero esto trajo polvo y suciedad.

Luego en 1884, William Whiteley invento un sistema en el cual se colocaban hielos en un contenedor por el cual se soplaban aire con un pequeño ventilador hacia el interior logrando disminuir algo la temperatura, pero esto resulto poco útil e incómodo para sus ocupantes.

No fue hasta principios del siglo XX, exactamente en 1902, cuando Willis Carrier un inventor, ingeniero y científico nacido en Estados Unidos invento un sistema capaz de bajar la temperatura sin aumentar la humedad, de una habitación cerrada, lo cual significo que la gente podía moverse en las áreas previamente consideradas

inhabitables en los meses del verano. Así sentó las bases de la maquinaria de refrigeración moderna y desarrolló el concepto de climatización de verano.

El primer sistema de aire acondicionado con un funcionamiento similar a los actuales fue creado por una compañía llamada Packard en 1939, que consistía en un evaporador muy largo que envolvía toda la cabina, y cuyo sistema de control era el interruptor de un ventilador.

En 1941, Cadillac produjo 300 autos con aire acondicionado de este tipo y tuvieron muy buenos resultados en sus ventas.

Por mucho tiempo los sistemas de aire acondicionado no fueron muy comunes y se los consideraban como un accesorio de lujo dentro de los vehículos. Hasta que en 1966 Motor Sevice Manual anuncio que tres millones y medio de unidades de aire acondicionado ya habían sido vendidos, superando cualquier expectativa de esa época.

Para 1987 el número de unidades de aire acondicionado vendidas fue de 19 571 000. En la actualidad se estima que el 80% de los carros y camiones pequeños en uso poseen unidades de aire acondicionado.

Hoy en día gracias a los grandes avances tecnológicos se han logrado producir unidades de aire acondicionado muy eficientes, con sistemas modernos como el ATC (Control automático de temperatura) o como las computadoras a bordo que también se aseguran que tanto el conductor como los pasajeros se sientan cómodos.

En la actualidad el aire acondicionado automotriz avanza rápidamente, existen más diseños y nuevos componentes electrónicos que brindan una mayor capacidad de enfriamiento en menor tiempo. Por otra parte los refrigerantes conocidos como R-12 o freón, están siendo remplazados por otros refrigerantes como el R-134, que no contiene cloro, y son mucho más ecológicos ya que no dañan la capa de ozono. Es por esta razón que este proyecto de tesis quiere aportar e impulsar el avance en esta área de la ciencia, porque nos damos cuenta que a pesar de todos los grandes esfuerzos por crear aparatos climatizadores mejores no se logra llegar a los estándares económicos y ecológicos ideales para que la utilización de estos sea eficiente. Así que para ir comprendiendo este proyecto primero se habla de los conceptos fundamentales de la termodinámica y de apoco nos vamos introduciendo en los aspectos específicos de lo que es la climatización (Medina, La Historia del Aire Acondicionado Motor)

### **1.1.- ANTECEDENTES:**

En la actualidad existen graves cambios ambientales derivados de la continua destrucción del aire y de la capa de ozono, cambios los cuales cada día son más perceptibles y cada vez afectan más a nuestros ecosistemas. Problemas como: el calentamiento global, la polución, la contaminación de suelo y el desperdicio agua, en gran parte se deben al mal uso y excesiva cantidad de sustancias perjudiciales que usamos y desechamos al ambiente, sustancias que se han venido utilizando en el transcurso de los últimos años en muchos productos, uno de los principales y más perjudiciales para el ambiente son los sistemas de aire acondicionado que utilizamos

en casas y carros, ya que estos usan agentes contaminantes como son los refrigerantes R12, los cuales son productos químicos que se los puede encontrar en estado líquido o gaseoso, los cuales están formados en gran parte por cloro, el cual es uno de los principales causantes del deterioro de la capa de ozono y por ende de todos los problemas derivados.

Debido al constante y repentino cambio climático existente en la ciudad de Quito, donde las temperaturas varían desde los 30 grados en el día hasta menos de 10 grados por la noche, en casos pasando de ambientes secos a húmedos o viceversa en cuestión de minutos, lo cual crea exceso de humedad, ocasionando que los cristales del vehículo se empañen como ejemplo de la rapidez con la que el clima afecta a un elemento en este caso los vidrios de un vehículo o cabina cerrada. Esto y los problemas de salud traen consigo malestar y falta de confort dentro de los transportes, ya sean públicos o privados, lo cual en momentos llega a afectar la seguridad de los usuarios.

Por otro lado existe una escasa oferta y una gran demanda en el mercado automotriz y en otros campos donde se necesita la climatización, se busca sistemas de climatización para transportes los cuales sean ecológicos y funcionen con bajos recursos energéticos, sistemas los cuales no solo se centren en el confort sino también en la conservación del medio ambiente en el que vivimos. Estos son los problemas a los cuales nos enfrentamos en la elaboración de este proyecto de tesis.

Por otro lado, en la actualidad, debido a la gran competencia en el mercado automotriz y empresarial la gran demanda de los usuarios por nuevos productos, nos obligan a diseñar e implementar elementos de climatización ambiental internos que antes no se creían necesarios, los cuales utilizando todos los conocimientos de la ingeniería mecánica logran satisfacer estas necesidades de confort y seguridad otorgándonos la seguridad de poder escoger un sistema que sea de total satisfacción , para estar a la vanguardia de nuevos y mejores productos, los cuales deben ser ecológicos y ahorradores de energía.

## **1.2.- DEFINICION Y SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA:**

- ¿Cómo se puede mejorar la temperatura y humedad dentro del habitáculo de un vehículo o cabina motorizada, otorgando al usuario un ambiente más seguro y cómodo, utilizando un sistema el cual sea eficiente, económico y ecológico?
- ¿Qué tipos de sistemas de aire acondicionado o climatizadores existen en la actualidad que sirvan como sustitutos del climatizador planteado a desarrollar en este proyecto de tesis?
- ¿Cómo funcionan los climatizadores actuales ante el medio ambiente?

Este proyecto de tesis tiene como finalidad la implementación y el estudio de un conjunto de elementos eléctricos y mecánicos relacionado con la termodinámica y sus derivados los cuales crean un sistema capaz de regular la temperatura del



habitáculo automáticamente, y a la vez no utiliza gran cantidad de energía ya que es un sistema ecológico, ni contamina el ecosistema como los sistemas comunes.

### **1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.**

#### **1.3.1. Objetivo general:**

Realizar un estudio de los sistemas de climatización contemporáneos y de los componentes necesarios que se requieren para la implementación de un climatizador ecológico ambiental para mantener el confort dentro del habitáculo o cabina de los transportes, el cual regule la temperatura automáticamente, sin dañar el medio ambiente y sin demandar grandes cantidades de energía, lo que le permitiría funcionar con el vehículo apagado.

#### **1.3.2.- Objetivos Específicos:**

- a) Investigar cada uno de los elementos que conforman los sistemas de aire acondicionado que se usan en la actualidad.
- b) Fijar parámetros de medición de estados como temperatura y humedad, volumen, masa de aire para la elección del sistema.
- c) Implementar los elementos del sistema al vehículo o cabina, acoplarlos a la carrocería e instalar las conexiones eléctricas y demás conexiones del climatizador para su correcto funcionamiento.

- d) Acoplar a la cabina donde va a ser instalado el climatizador todos los elementos eléctricos y mecánicos que conforman el climatizador. Así como verificar el buen estado del habitáculo donde se lo instalara.
- e) Realizar pruebas en el sistema para identificar posibles fallas.

#### **1.4.- ALCANCE DE LA INVESTIGACION:**

Debido a un acelerado crecimiento del mercado automotriz y de las necesidades humanas por conseguir cada vez un mayor confort utilizando cualquier recurso, entre estos los recursos naturales, se puede ofrecer cada día innovadores productos que mejoran la calidad del confort de los usuarios y a la gran necesidad de utilizar sistemas ecológicos de bajos recursos energéticos, que no dañen la capa de ozono, esta tesis tiene como objeto central proporcionar: los conceptos, los procedimientos, la información y las técnicas que se necesitan para la implementación de un climatizador automático ecológico en un ambiente cerrado el cual sea amigable con el medio ambiente y tenga un consumo bajo de energía, y que sea adecuado dentro de las condiciones climáticas normales dentro de la ciudad de Quito.

Dado los constantes cambios climáticos que tenemos en la actualidad en lapsos de tiempo muy reducidos, se ha visto la necesidad de implementar un sistema que nos permita mantener el habitáculo de nuestra cabina a una temperatura cómoda por tiempos extendidos, lo que significa que el sistema debe funcionar ya sea con el vehículo en contacto o apagado. Esto quiere decir que le vamos a dar independencia

al sistema para que controle la temperatura del habitáculo sin la intervención humana en todo momento va a tener la característica de quedar programado.

En este proyecto podemos ver reflejados todos los conocimientos y conceptos de los elementos termodinámicos y otros conceptos que se van a emplear en el estudio e implementación del climatizador para mejorar el confort del usuario además nos ayuda a la protección de la salud del ocupante debido a que este climatizador protege y estabiliza la temperatura interna de la cabina de tal manera que el ocupante no va a sufrir cambios bruscos por las distintas temperatura del exterior e interior del vehículo.

El estudio se realiza en un lapso aproximado de 8 meses, tiempo durante el cual pusimos a prueba el sistema exponiéndole a distintas situaciones climáticas para realizar pruebas de temperatura y lograr una correcta selección del climatizador que vamos a emplear.

Una vez realizado el estudio de los distintos datos obtenidos, estos podrán ser analizados para lograr la implementación del sistema en distintos lugares geográficos en los que la temperatura es distinta a la nuestra y en base a los datos podrán decidir si les es favorable la adaptación del sistema tanto económica como técnicamente.

Esta investigación y desarrollo del proyecto se llevara a cabo en la ciudad de Quito capital de Ecuador, ubicada sobre la Cordillera Occidental de los Andes, tiene una altitud que oscila entre los 2850 metros sobre el nivel del mar en los lugares llanos y los 3100 msnm en los barrios más elevados. Quito cuenta con un clima primaveral la

mayor parte del año por estar ubicada cerca de la mitad del mundo. La temperatura en el día es de 27 grados promedio y por la noche la temperatura baja de manera considerada, además que tiene grandes corrientes de viento que llega hasta una temperatura de unos 10 grados (Solís, 1998)

Para la elaboración de esta investigación se utilizará textos relacionados con sistemas de refrigeración, de aire acondicionado, sistemas electrónicos y sistemas de programación, para el cálculo de la capacidad y flujo de aire del sistema se utilizarán fórmulas ya preestablecidas en libros de termodinámica y matemáticos. Además se aplicarán todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Automotriz que nos facilitarán y guiarán en el estudio e implementación del proyecto.

### **1.5.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL PROYECTO.**

La tesis a realizar es un proyecto enfocado al aumento del confort dentro de la cabina donde se encuentre un ocupante o varios de ellos y está destinado a salvaguardar la salud de los ocupantes con el sistema del climatizador automático ecológico. Por otro lado analizando los costos y el presupuesto, creemos que este proyecto es factible a ser puesto a prueba, para así poder aportar un avance a la tecnología automotriz utilizando los conocimientos adquiridos.

El estudio que se realizó para que lleguemos a la conclusión de que el proyecto de un climatizador automático ecológico es una alternativa con cualidades superiores a los otros tipos de climatizadores para cabinas cerradas nos da la facultad y el soporte

para describir la factibilidad del proyecto dentro de los parámetros que los requiere, de tal manera ponemos al tanto todos los procesos que se llevaron a cabo para la ejecución de este proyecto llegando siempre a la conclusión de la factibilidad que este tiene dentro de nuestro entorno tanto climático como económico y por su preocupación por la salud y el confort de los ocupantes.

Este proyecto lo que busca es salvaguardar el confort y la seguridad de los usuarios además de la preocupación por la salud de los usuarios que se encuentren dentro de la cabina donde se va a instalar el climatizador. Otro punto importante de este proyecto es la importancia que hay en el tema ecológico por esta razón se decidió instalar un climatizador que no ocupe recursos naturales no renovables es un sistema que funciona ocupando la menor energía y recursos posibles de esta manera logramos cumplir con lo planteado.

## **CAPITULO 2**

### **CONCEPTOS FUNDAMENTALES**

#### **2.1.- TERMODINAMICA.**

La termodinámica es la ciencia que estudia la transformación de la energía. Profundiza todos los aspectos relacionados con el calor y el trabajo, y por ende todas las propiedades físicas de las sustancias que se relacionan. Es una rama de la física que investiga de forma macroscópica las transformaciones y cambios de la energía.

La termodinámica estudia y define los estados de equilibrio por medio de magnitudes o variable extensivas tales como la energía interna, la entropía, el volumen, o por medio de magnitudes no-extensivas derivadas de las anteriores como la temperatura, presión, potencial químico, etc. (Enciclopedia determinología Química, 1968)

#### **2.2.- SISTEMAS TERMODINAMICOS.**

Sistema es una parte, sección o porción del universo el cual pertenece a nuestro objeto de estudio. Un sistema es una región restringida, no necesariamente de volumen constante, ni fija en el espacio, en donde se puede estudiar la transferencia y transmisión de masa y energía. Todo sistema está limitado, ya sea por un límite, contorno o paredes, los cuales pueden ser reales o ficticios. A través de la frontera

sucedan los intercambios de trabajo, calor o materia entre el sistema y su entorno.

(Cruz, 2005)

### **2.3.- VARIABLES TERMODINAMICAS.**

Las variables termodinámicas son las magnitudes que caracterizan a un sistema termodinámico de otro, son variables que se usan para describir las particularidades de un sistema. Existen cinco variables de estado fundamental que son las más estudiadas en la termodinámica, las cuales son: masa (M), volumen (V), densidad (D), presión (P) y temperatura (T). (Buckius)

Aparte de estas cinco existen las variables de estado derivadas de las fundamentales como: la Entalpía (H), Energía libre de Helmholtz (A) y Energía libre de Gibbs (G), etc.

### **2.4.- VARIABLES DE TRANSFERENCIA**

Estas variables se generan cuando ocurren cambios de energía en un sistema, tienen el valor de cero hasta que ocurre algún proceso termodinámico en el cual exista una transferencia de energía hacia afuera del sistema, esto quiere decir que estas variables solo tienen valor cuando se da algún proceso térmico en el cual la energía se exporte fuera del sistema termodinámico a otro o a su entorno, y como resultado se genera un cambio en los sistemas, es por esto que las variables de transferencia no están asociadas con un estado del sistema sino con un cambio en el estado del sistema. (Castro A. , Variables de la Termodinámica, 2005)

Es por esto que las variables de estado son características particulares de un sistema en estado de equilibrio y las variables de transferencia son características de un proceso en la cual la energía es transferida entre el sistema y su entorno.

#### **2.4.1. Propiedades de las Variables.**

##### **2.4.1.1. Propiedades intensivas.**

Son aquellas propiedades que permanecen fijas a pesar de que en el sistema aumente o disminuya la cantidad de sustancia o su tamaño, por lo que cuyo valor permanece inalterable al subdividir el sistema inicial en varios subsistemas, por este motivo no son propiedades aditivas. Las más comunes en termodinámica son la temperatura, densidad y volumen específico. (Saenz)

##### **2.4.1.2 Propiedades extensivas.**

Son las que si dependen de la cantidad de sustancia del sistema, y son recíprocamente equivalentes a las intensivas. Una propiedad extensiva depende por tanto del "tamaño" del sistema. Una propiedad extensiva tiene la propiedad de ser aditiva en el sentido de que si se divide el sistema en dos o más partes, el valor de la magnitud extensiva para el sistema completo es la suma de los valores de dicha magnitud para cada una de las partes. Las más comunes son: son la masa, el volumen, el peso, cantidad de sustancia, energía, entropía, entalpía, etc.



## **2.5.- VARIABLES DE ESTADO FUNDAMENTAL.**

### **2.5.1. Masa.**

Es la magnitud que mide la cantidad de materia que existe en un cuerpo. La unidad de masa según el Sistema Internacional de Unidades es el Kilogramo (Kg), pero también la medimos en gramos, toneladas, libras, onzas, etc.

También existe lo que es la masa atómica ( $m_a$ ), que es la masa de un átomo, según el sistema internacional la unidad en la que se expresará es la unidad de masa atómica unificada, la masa atómica puede ser considerada como la masa total de protones y neutrones en un solo átomo.

(GNU, 2008)

### **2.5.2. Volumen:**

Es la cantidad de espacio que ocupa un cuerpo, según el Sistema Internacional de Unidades el volumen se mide en metros cúbicos ( $m^3$ ), pero por facilidad se usan también sus submúltiplos como son el decímetro cúbico o el centímetro cúbico. El volumen es el resultado de la multiplicación de tres dimensiones (largo, ancho y profundidad).

Para lograr medir el volumen de los líquidos y los gases utilizamos un recipiente el cual los contenga y nos fijamos en su capacidad, la unidad de medida que usamos es el litro (L).

## Ecuación 1 - Volumen

$$1\text{Litro} = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ Mililitro} = 1 \text{ cm}^3$$

### 2.5.3. Presión.

La presión ( $p$ ) es una magnitud física que mide una fuerza que se encuentra en una dirección perpendicular por unidad de superficie. Según el Sistema Internacional de medidas la unidad de presión en la cual se mide la fuerza resultante es pascal (Pa) lo cual equivale a 1Newton repartido sobre un metro<sup>2</sup> uniformemente. En el Sistema Inglés la presión se mide en una unidad derivada que se denomina libra por pulgada cuadrada (psi) que es equivalente a una fuerza total de una libra actuando en una pulgada cuadrada.

#### 2.5.3.1. Presión Atmosférica.

Es la presión ejercida por la atmosfera de la tierra, esto quiere decir que el aire que nos rodea ejerce su peso, lo cual nos somete a una presión, la cual la denominamos presión atmosférica, normalmente la medimos por medio del barómetro (presión barométrica). Al nivel del mar, el valor de la presión es cercano a 14.7 lb/plg<sup>2</sup> (101,35Kpa), disminuyendo estos valores de acuerdo con la altura a la que nos encontramos.

#### 2.5.3.2. Presión Absoluta.

Es la presión de un fluido medido con referencia al vacío perfecto. Este término se lo usa debido a que la presión atmosférica varia con la altitud sobre el nivel de mar al

que nos encontramos y muchos cálculos se los hace en lugares donde la presión atmosférica es distinta por lo que un término absoluto unifica criterios. (Creus, 1993)

### **2.5.3.3. Presión Manométrica.**

Son presiones superiores a la atmosférica, que se mide con una herramienta llamada manómetro, el cual muestra la diferencia entre la presión que es desconocida y la presión atmosférica que existe. (Giancoli, 2004)

### **2.5.4. Densidad:**

La densidad es la magnitud útil para determinar la cantidad de masa contenida en determinado volumen dentro de un cuerpo, se han establecido dos tipos de densidad, la densidad absoluta que mide la masa por unidad de volumen, esto quiere decir que expresa la relación que existe entre la masa y el volumen de un cuerpo, según el SI sus unidades se expresan en kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ), y su fórmula es:

#### **Ecuación 2 - Densidad**

$$d = \frac{m}{V}$$

Y la densidad relativa de una sustancia, que es la relación que hay entre su densidad absoluta y la densidad de otra sustancia que tenemos de referencia, dada esta razón la densidad relativa es una magnitud a dimensional esto quiere decir que no se expresa en una determinada unidad. Su fórmula es:

### Ecuación 3 - Densidad Relativa

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_0}$$

Donde  $\rho_r$  es la densidad relativa,  $\rho$  es la densidad absoluta de la sustancia, y  $\rho_0$  es la densidad de referencia de la otra sustancia. (Perez A. , Materiales, 2008)

Para los líquidos y los sólidos, la densidad de referencia habitual es la del agua líquida a la presión de 1 atm y la temperatura de 4 °C. Para los gases, la densidad de referencia habitual es la del aire a la presión de 1 atm y la temperatura de 0 °C.

#### 2.5.5. Temperatura:

La temperatura es una magnitud física o una propiedad física, la cual se refiere o se relaciona con los aspectos, de calor y frío. Es una magnitud que expresa el grado o nivel de la cantidad de calor que existe en un sistema o ambiente, que caracteriza la transferencia de energía térmica entre ese sistema y otros.

Aunque la temperatura y el calor tengan una estrecha relación no son lo mismo, el calor es la energía que se transmite de un cuerpo a otro, o de un ambiente a otro, desde el más caliente hacia el más frío hasta llegar a un equilibrio, esto nos dice que la temperatura también es un indicador de la dirección que toma la energía calorífica al pasar de un cuerpo a otro.

El instrumento más conocido para medir la temperatura es el termómetro, es un recipiente en forma de tubo fino el cual encierra Mercurio, el cual se dilata o expande

cuando aumenta la temperatura y así indica a que grado de temperatura nos encontramos. (Castro V. )

### Escalas:

Existen tres escalas para medir la temperatura, la Celsius que es la más común, la Fahrenheit que se usa solo en ciertos países, y la kelvin que es la de uso científico.

<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Temperaturas de referencia</b>	<b>Equivalencia</b>
Escala Celsius	°C	Puntos de congelación (0°C) y ebullición del agua (100°C)	
Escala Fahrenheit	°F	Punto de congelación de una mezcla anticongelante de agua y sal y temperatura del cuerpo humano.	$^{\circ}\text{F} = 1,8 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32$
Escala Kelvin	K	Cero absoluto (temperatura más baja posible) y punto triple del agua.	$\text{K} = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273$

**Tabla 1 - Escalas de Temperatura**

**Fuente: (Manuales Nail, 2010)**

### 2.5.6. Calor:

El calor es un fenómeno físico, es la energía que logra elevar la temperatura de un cuerpo, así como también logra dilatar, fundir o descomponer ciertos cuerpos, el

calor es la energía cinética total que se encuentra en sus moléculas. Mientras que la temperatura es la energía media de estas moléculas. El calor depende de la velocidad, cantidad, tamaño y tipo de moléculas mientras que la temperatura no depende de estos parámetros. Por ejemplo: la temperatura de una jarra de agua puede ser la misma que la temperatura de un vaso de agua, pero la jara tiene más calor porque tiene más agua y por lo tanto más energía térmica total.

El calor es lo que hace que la temperatura aumente o disminuya. Si añadimos calor, la temperatura aumenta, las temperaturas más altas tienen lugar cuando las moléculas se están moviendo con mayor energía.

## **2.6.- TRABAJO:**

El trabajo es una magnitud física escalar, la cual expresa la cantidad de fuerza multiplicada por una distancia que recorre cierta fuerza, la cual es aplicada a cierto punto.

### **Ecuación 4 - Trabajo**

$$T = F \cdot d$$

Es importante tomar en cuenta que la dirección de la fuerza influye en el resultado de la fuerza total que obtengamos, la dirección puede o no coincidir con la dirección sobre la que se está moviendo el cuerpo. En caso de no coincidir la dirección, hay que tomar en cuenta el ángulo que separa estas dos direcciones de la siguiente manera.

### **Ecuación 5 - Trabajo con ángulo de dirección**

$$T = F \cdot d \cdot \cos\alpha$$

Por lo tanto. El trabajo es igual a la multiplicación de la fuerza por la distancia y por el coseno del ángulo que existe entre la dirección de la fuerza y la dirección que recorre el punto o el objeto que se mueve.

La fuerza según el Sistema internacional de Unidades se expresa en julios o *joules*.

Cuando el vector fuerza es perpendicular al vector desplazamiento del cuerpo sobre el que se aplica, dicha fuerza no realiza trabajo alguno. Asimismo, si no hay desplazamiento, el trabajo también será nulo. (Boltzmann, 1986)

#### **2.6.1. El trabajo en la termodinámica:**

Cuando nos encontramos un sistema termodinámico, el trabajo no es necesariamente de naturaleza mecánica, ya que la energía intercambiada en las interacciones puede ser mecánica, eléctrica, magnética, química, etc. por lo que no siempre podrá expresarse en la forma de trabajo mecánico.

No obstante, existe una situación particularmente simple e importante en la que el trabajo está asociado a los cambios de volumen que experimenta un sistema.

Así, si consideramos un fluido que se encuentra sometido a una presión externa  $p_{\text{ext}}$  y que evoluciona desde un estado caracterizado por un volumen  $V_1$  a otro con un volumen  $V_2$ , el trabajo realizado será:

**Ecuación 6 - Trabajo con variación de volumen**

$$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p_{\text{ext}} dV$$

Resultando un trabajo positivo ( $W > 0$ ) si se trata de una expansión del sistema  $dV > 0$  y negativo en caso contrario, de acuerdo con el convenio de signos aceptado en la Termodinámica. En un proceso cuasi estático y sin fricción la presión exterior ( $p_{\text{ext}}$ ) será igual en cada instante a la presión ( $p$ ) del fluido, de modo que el trabajo intercambiado por el sistema en estos procesos se expresa como:

**Ecuación 7 - Trabajo como fuerza generalizada**

$$W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

De estas expresiones se infiere que la presión se comporta como una fuerza generalizada, en tanto que el volumen actúa como un desplazamiento generalizado; la presión y el volumen constituyen una pareja de variables conjugadas.



En el caso que la presión del sistema permanezca constante durante el proceso, el trabajo viene dado por:

**Ecuación 8 - Trabajo con presión constante**

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV = p \int_{V_1}^{V_2} dV = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

**2.7.- POTENCIA:**

Esto es igual a la velocidad de cambio de la energía en un sistema o al tiempo que se demora con determinada energía realizar un trabajo, según queda definido por:

**Ecuación 9 - Potencia**

$$P = \frac{dE}{dt}$$

Siendo:  $P$  la potencia,  $E$  es el trabajo,  $t$  es el que se demora en realizar dicho trabajo.

Según el Sistema Internacional De Medida la potencia se expresa en vatios (W), el cual es equivalente a un julio por segundo. (Ortega, 1989-2006)

**2.8.- ENERGIA INTERNA**

El calor es la medida neta de la cantidad de energía que se transfieren de los sistemas puestos en contacto y que se encuentran a diferentes temperaturas; la temperatura es una magnitud relacionada, mediante una proporcionalidad directa, con la energía cinética promedio que tienen las partículas de un cuerpo. Denominándose a la suma esa energía y la energía electromagnética de las

partículas, como la energía interna de las partículas. Al disminuir la temperatura, la energía cinética microscópica de las partículas disminuye (y viceversa).

Más concretamente, es la suma de la *energía cinética interna*, es decir, de las sumas de las energías cinéticas de las individualidades que lo forman respecto al centro de masas del sistema, y de la *energía potencial interna*, que es la energía potencial asociada a las interacciones entre estas individualidades. (Vasquez)

## **2.9.- LEYES DE LA TERMODINAMICA**

### **2.9.1. La Primera Ley**

La Primera ley de la termodinámica se refiere a la ley de conservación de la energía, al concepto de energía interna y al calor.

Afirma que, la energía no puede crearse ni destruirse, solo transformarse. Y es por esto que la cantidad de energía transferida a un sistema en forma de calor más la cantidad de energía transferida en forma de trabajo sobre el sistema debe ser igual al aumento de la energía interna del sistema. El calor y el trabajo son mecanismos por los que los sistemas intercambian energía entre sí.

Esto quiere decir que un aumento en algunas de las formas de energía debe estar acompañado por una disminución en alguna otra forma de la misma. Nos dice que si sobre un sistema con una determinada energía interna, se realiza un trabajo mediante un proceso, la energía interna del sistema variará. A la diferencia de la energía interna del sistema y a la cantidad de trabajo le denominamos calor. El calor

es la energía transferida al sistema por medios no mecánicos. Pensemos que nuestro sistema es un recipiente metálico con agua; podemos elevar la temperatura del agua por fricción con una cuchara o por calentamiento directo en un mechero; en el primer caso, estamos haciendo un trabajo sobre el sistema y en el segundo le transmitimos calor.

Cabe aclarar que la energía interna de un sistema, el trabajo y el calor no son más que diferentes manifestaciones de energía. Es por eso que la energía no se crea ni se destruye, sino que, durante un proceso solamente se transforma en sus diversas manifestaciones.

### **2.9.2. La Segunda Ley**

“No existe un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor de una fuente y la conversión íntegra de este calor en trabajo”. El Principio descubierto por Kelvin-Planck salió del estudio del rendimiento de las máquinas y del mejoramiento continuo de las mismas.

La segunda ley de la termodinámica no es una consecuencia de la primera, sino una ley independiente; en otras palabras la segunda ley nos dice que :

“Es imposible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de energía en forma de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura”, nos habla de las restricciones que existen al utilizar la energía en diferentes procesos..

De la segunda ley de la termodinámica, Rudolf Clausius, a mediados del siglo XIX introdujo por primera vez el concepto de entropía, el cual es una medición de la cantidad de restricciones que existen para que un proceso se lleve a cabo y nos determina también la dirección de dicho proceso. (Callen, 1985)

### **2.9.3. La entropía.**

Entropía en la física es un patrón de medida la cual representa el grado de desorden en el cual se encuentra un sistema. Así, cuando decimos que aumentó la entropía en un sistema, significa que creció el desorden en ese sistema. Y a la inversa: si en un sistema disminuyó la entropía, significa que disminuyó su desorden. También es una medida de la falta de grados de restricción; la manera de utilizarla es medirla en nuestro sistema inicial, es decir, antes de remover alguna restricción, y volverla a medir al final del proceso que sufrió el sistema.

Es importante señalar que la entropía no está definida como una cantidad absoluta  $S$  (símbolo de la entropía), sino lo que se puede medir es la diferencia entre la entropía inicial de un sistema  $S_i$  y la entropía final del mismo  $S_f$ . No tiene sentido hablar de entropía sino en términos de un cambio en las condiciones de un sistema.

También se podría decir que es una medida de cuánta energía o calor es inalcanzable para su conversión en trabajo. La entropía, al igual que la energía térmica, está contenida en el objeto. Si aumenta el calor de un objeto, aumenta su entropía. Si el calor disminuye, la entropía es menor. Sin embargo, si un objeto

realiza trabajo sin cambio de temperatura, la entropía no cambia si se desprecia el rozamiento.

## **2.10.- PROCESOS Y CICLOS TERMODINÁMICOS**

Proceso termodinámico se denomina a cualquier clase de transformación, variación o cambio dentro de un sistema, pasando de un estado de equilibrio a otro. En otras palabras, es la mutación de estado de una sustancia o un sistema, desde unas condiciones iniciales (estado inicial) hasta unas condiciones finales (estado final) por un camino definido.

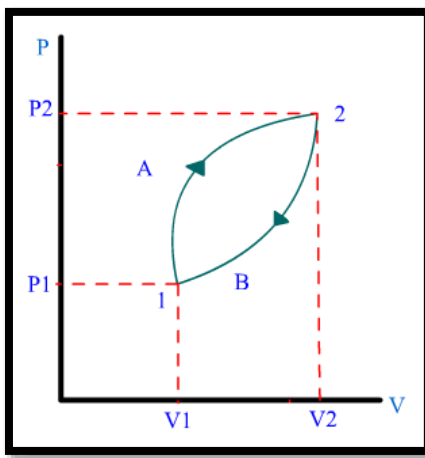
Para describir completamente un proceso se requiere de los estados de equilibrio inicial y final, así como de la trayectoria del sistema con su entorno durante el proceso. En muchos procesos es común observar que una propiedad permanece constante, y para indicar esto se usa el prefijo Iso; por lo tanto, un proceso a temperatura constante se denomina isotérmico, uno a presión constante, isobárico, uno a volumen constante, isométrico o isicórico, uno a entalpia constante, isentalpico, y uno a entropía constante, isentrópico.

En general los procesos dependiendo de sus características, trayectoria, o del comportamiento de las propiedades de la sustancia involucrada se pueden clasificar en procesos desarrollados con una propiedad constante y en procesos con características especiales. El primer grupo abarca los procesos Iso, y el segundo

grupo enmarca los procesos Adiabáticos (Sin transferencia de calor a los alrededores) y politrópicos (donde ninguna propiedad permanece constante).

## 2.11.- EL CICLO TERMODINÁMICO.

Es un conjunto de procesos que secuencialmente retornan la sustancia de trabajo a sus condiciones iniciales.



**Figura 1 - Ciclo Termodinámico**

**Fuente:** (Haywood, 1999)

Los ciclos termodinámicos son la aplicación más técnica de la termodinámica, ya que reproducen el comportamiento cíclico del fluido de trabajo de una máquina térmica durante el funcionamiento de ésta. En los apartados siguientes se estudiarán los ciclos termodinámicos más característicos por su carácter didáctico, por sus especiales propiedades o por su aplicabilidad a máquinas térmicas de utilización en la industria o en el transporte. (Haywood, 1999)

Es necesario indicar que los ciclos termodinámicos constituyen una referencia teórica, que a menudo no se corresponde con exactitud con la evolución real de un fluido en el interior de una máquina térmica, debido a muchas razones como son: las irreversibilidades de los procesos, las pérdidas de calor, las fugas másicas, las pérdidas de carga en los conductos, la heterogeneidad de los fluidos circulantes, y debido igualmente a otros fenómenos de compleja simulación. En este sentido puede afirmarse que los ciclos termodinámicos son los modelos matemáticos más sencillos, dentro del amplio espectro de modelos que pretenden simular el comportamiento de las máquinas térmicas

#### **2.11.1. Los ciclos termodinámicos puede clasificarse de las siguientes formas.**

##### **2.11.1.1. Ciclos directos y ciclos inversos.**

“Los primeros son los de aplicación a maquinas térmicas y recorren los diagramas típicos de representación (p-v), (T-s) y (h-s) en sentido horario. Los ciclos inversos son de aplicaciones a maquinas frigoríficas y recorren los diagramas típicos (p-h) y (h-s) en sentido anti horario.”

##### **2.11.1.2.Ciclos para sistemas abiertos y ciclos para sistemas cerrados.**

“Los sistemas abiertos se aplican a máquinas de flujo continuo. Cada una de las maquinas que componen la instalación tienen una permanente renovación de fluida, aunque en su conjunto el sistema puede recircular el flujo por completo, su representación grafica más habitual son los diagramas T-s o h-s. los ciclos para sistemas cerrados son de aplicación a maquinas de desplazamiento positivo, en

las que el volumen de control se modifica a lo largo del propio ciclo. Suelen renovar el fluido en una etapa determinada del ciclo, y no de forma continua. Su representación más común es el diagrama p-v.”

#### **2.11.1.3.Ciclos de fluido condensable y ciclos de fluido no condensable.**

“En los ciclos de fluida condensable el fluido cambia de fase durante su evolución, de modo que durante un tramo del ciclo el fluido es líquido y en el otro es vapor. Debido a las características del fluido, suele recircularse este por completo, y se aplican siempre a máquinas de flujo continuo. Los ciclos de fluido no condensable son de aplicación tanto a máquinas de flujo continuo como a máquinas de desplazamiento positivo. (Cengel, 2007)

### **2.12.- ENERGÍA LIBRE**

Según la Segunda Ley de la Termodinámica permite predecir la espontaneidad de un proceso conociendo el cambio en la entropía del sistema y del ambiente. A partir de esta Ley, es posible definir dos nuevas funciones de estado que dependen exclusivamente de las propiedades del sistema, y establecer nuevos criterios de espontaneidad para un proceso. Estas dos nuevas funciones de estado son la energía libre de Gibbs y la energía libre de Helmholtz, las cuales se relacionan con la cantidad de trabajo que puede realizar un sistema.



### **2.12.1. Energía libre de Helmholtz**

La Energía libre de Helmholtz es una magnitud que se usa para observar procesos y ciclos termodinámicos los cuales están con sus características de temperatura y volumen constantes.

### **1.12.2. Energía libre de Gibbs.**

Energía libre de Gibbs o también llamada entalpía libre: es un potencial termodinámico, es decir, es una variable de estado que describe un sistema termodinámico y su cantidad de energía disponible en el sistema. Esta energía está sujeta a ciertas restricciones. Además los potenciales sirven para predecir bajo las restricciones impuestas qué cambios termodinámicos serán espontáneos y cuales necesitarán aporte energético.

Esta energía es una función de estado , que da la condición de equilibrio y de espontaneidad para una reacción química (a presión y temperatura constantes).

La segunda ley de la termodinámica postula que una reacción química espontánea hace que la entropía del universo aumente.

La energía libre de Gibbs, sirve para calcular si una reacción termodinámica ocurre de forma espontánea tomando en cuenta solo las variables del sistema. (Cruz P. , 2005)

## 2.13.- Entalpia

La Entalpía es la cantidad de energía de un sistema termodinámico que éste puede intercambiar con su entorno.

Por ejemplo, en una reacción química a presión constante, el cambio de entalpía del sistema es el calor absorbido o desprendido en la reacción. En un cambio de fase, por ejemplo de líquido a gas, el cambio de entalpía del sistema es el calor latente, en este caso el de vaporización. En un simple cambio de temperatura, el cambio de entalpía por cada grado de variación corresponde a la capacidad calorífica del sistema a presión constante.

El término de entalpía fue acuñado por el físico alemán Rudolf J.E. Clausius en 1850. Matemáticamente, la entalpía  $H$  es igual a  $U + pV$ , donde  $U$  es la energía interna,  $p$  es la presión y  $V$  es el volumen.  $H$  se mide en julios.

### Ecuación 10 - Entalpia

$$H = U + pV$$

Cuando un sistema pasa desde unas condiciones iniciales hasta otras finales, se mide el cambio de entalpía ( $\Delta H$ ).

### Ecuación 11 - Variación de la Entalpía

$$\Delta H = H_f - H_i$$

La entalpía recibe diferentes denominaciones según el proceso, así:

Entalpía de reacción, entalpía de formación, entalpía de combustión, entalpía de disolución, entalpía de enlace, etc.; siendo las más importantes:

### **2.13.1. Entalpía de reacción:**

Es el calor absorbido o desprendido durante una reacción química, a presión constante.

### **2.13.2. Entalpía de formación:**

Es el calor necesario para formar una mol de una sustancia, a presión constante y a partir de los elementos que la constituyen.

## **2.14.- MODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR**

Existen tres métodos para la transferencia de calor: conducción, **convección** y **radiación**. Conocer cada tipo y saber cómo funcionan nos permite entender mejor cómo los sistemas de aislamiento protegen el espacio acondicionado.

### **2.14.1. Conducción:**

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree

que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura. Esta teoría explica por qué los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor. En 1822, el matemático francés Joseph Fourier dio una expresión matemática precisa que hoy se conoce como ley de Fourier de la conducción del calor. Esta ley afirma que la velocidad de conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección transversal es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el cuerpo (con el signo cambiado). (Helsdon, 2007)

#### **2.14.2. Convección:**

Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, es casi seguro que se producirá un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso llamado convección.

El movimiento del fluido puede ser natural o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina convección natural. La convección forzada se logra sometiendo el fluido a un gradiente de presiones, con lo que se fuerza su movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos. (Zemansky, 2007)

Supongamos, por ejemplo, que calentamos desde abajo una cacerola llena de agua. El líquido más próximo al fondo se calienta por el calor que se ha transmitido por conducción a través de la cacerola. Al expandirse, su densidad disminuye y como resultado de ello el agua caliente asciende y parte del fluido más frío baja hacia el fondo, con lo que se inicia un movimiento de circulación. El líquido más frío vuelve a calentarse por conducción, mientras que el líquido más caliente situado arriba pierde parte de su calor por radiación y lo cede al aire situado por encima. De forma similar, en una cámara vertical llena de gas, como la cámara de aire situada entre los dos paneles de una ventana con doble vidrio, el aire situado junto al panel exterior —que está más frío— desciende, mientras que al aire cercano al panel interior —más caliente— asciende, lo que produce un movimiento de circulación.

El calentamiento de una habitación mediante un radiador no depende tanto de la radiación como de las corrientes naturales de convección, que hacen que el aire caliente suba hacia el techo y el aire frío del resto de la habitación se dirija hacia el radiador. Debido a que el aire caliente tiende a subir y el aire frío a bajar, los radiadores deben colocarse cerca del suelo (y los aparatos de aire acondicionado cerca del techo) para que la eficiencia sea máxima. De la misma forma, la convección natural es responsable de la ascensión del agua caliente y el vapor en las calderas de convección natural, y del tiro de las chimeneas. (James, 2008)

### 2.14.3. Radiación.

Es la transferencia de calor, en forma de energía electromagnética, por el espacio. La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica. (Castro A. , Termodinámica Aplicada)

### 2.15.- CLIMATIZACIÓN

La climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados.

La climatización puede ser natural o artificial. Tiene dos vertientes: la calefacción, o climatización de invierno, y la refrigeración o climatización de verano.

La comodidad térmica, importante para el bienestar, está sujeta a tres factores:

- **El factor humano:** La manera de vestir, el nivel de actividad y el tiempo durante el cual las personas permanecen en la misma situación, influye sobre la comodidad térmica.

- **El espacio:** La temperatura radiante media de los paramentos del local considerado y la temperatura ambiental.
- **El aire:** Su temperatura, velocidad y humedad relativa.

Entre estos factores, el humano puede ser muy variable, puesto que depende del gusto o actividad de las personas. Los otros factores pueden controlarse para ofrecer una sensación de bienestar. (James, 2008)

El cambio de la manera de construir los edificios, los métodos de trabajo, y los niveles de ocupación han creado nuevos parámetros a los que los diseñadores ahora deben prestar atención. Los edificios modernos tienen más carga térmica que hace 50 años, por varios motivos:

- **La temperatura exterior:** los elementos separadores del interior de los edificios con el exterior no son impermeables al paso del calor, aunque pueden aislarse convenientemente. El calor pasa desde el ambiente más cálido al ambiente más frío dependiendo de la diferencia de temperaturas entre ambos ambientes.
- **La radiación solar:** Con el desarrollo de los nuevos edificios, las nuevas técnicas han favorecido el empleo del cristal y el incremento térmico es considerable en verano cuando la radiación solar los atraviesa, pero es favorable en invierno, disminuyendo las necesidades de calefacción.
- El acristalamiento excesivo no es deseable en climas cálidos, pero sí en climas fríos. Incluso en cerramientos opacos, no acristalados, calienta la superficie

exterior aumentando el salto térmico exterior interior y, por lo tanto el paso del calor por los cerramientos opacos.

- **La ventilación:** La introducción de aire exterior en el edificio puede modificar la temperatura interna de éste, lo cual puede suponer un problema cuando el aire exterior está a 30 °C.
- **La ocupación:** El número de ocupantes aumenta en los edificios, generando cada uno entre 80 y 150 W de carga térmica, según la actividad realizada.
- **La ofimática:** La proliferación de aparatos electrónicos, ordenadores, impresoras, y fotocopiadoras, que forman parte de las oficinas modernas, generan cargas térmicas importantes.
- **La iluminación:** la iluminación es un factor de calentamiento importante. Se estima en una carga de entre 15 a 25 W/m<sup>2</sup>. Muchos Grandes Almacenes modernos pueden calentarse gracias únicamente a su sistema de iluminación y al calor producido por los usuarios. Esta situación es bastante frecuente en Europa.

Evidentemente, muchas de estas cargas son favorables en invierno, pero no en verano. Todas ellas deberían ser dominadas y compensadas si uno desea obtener un ambiente confortable en verano. El único medio de asegurarse esta comodidad es la climatización. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Guía Técnica sobre condiciones ambientales en los lugares de trabajo)



## **CAPITULO 3**

### **3.- ANALISIS Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE CLIMATIZACION.**

Hoy en día existe una gran variedad de sistemas de climatización disponibles en el mercado, pero a la hora de escoger el más adecuado para las necesidades de cada persona, de acuerdo a las distintas características del lugar a climatizar, es muy complicado escoger el mejor. Es por esto que este proyecto analiza los principios del acondicionamiento de aire, estudia los principales tipos de aire acondicionado existentes, hace comparaciones y nos da un enfoque más profundo sobre en qué debemos basarnos para hacer la elección más precisa de nuestro sistema de aire acondicionado.

Cuando se trata de mejorar las características del ambiente que nos rodea siempre debemos escoger un sistema que nos brinde la mejor opción en términos de costo beneficio, un sistema que mejore la productividad, confort y seguridad de los conductores sin incrementar los costos de operación.

Más específicamente lo que buscamos en un sistema de climatización de aire para satisfacer las necesidades de las personas y de igual manera las necesidades del medio ambiente es que este primeramente sea eficiente a la hora de climatizar la habitación ya que esto desempeña un papel clave en los gastos de energía, debe tener un rendimiento confiable a lo largo del tiempo, los buenos sistemas deben ser silenciosos, de larga duración y de poca necesidades de servicio técnico. A continuación se analiza la creación de los sistemas de climatización, su desarrollo, su

clasificación, la problemática actual y las nuevas alternativas que hoy en día se están desarrollando para mejorar esta área de la ingeniería automotriz.

### **3.1.- QUE ES LA CLIMATIZACION DEL AIRE.**

Es el proceso por el cual se trata el aire del ambiente para regular a nuestra conveniencia sus condiciones en cuanto a la temperatura, humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire adentro de la habitación o habitáculo (en el caso de los vehículos).

La expresión o la forma de llamarlo al “aire acondicionado” normalmente suele referirse a la refrigeración (enfriamiento) del aire pero esta forma de referirse al tratamiento del aire es errónea, puesto que también aire acondicionado es la calefacción (calentamiento). Acondicionar el aire es modificar las condiciones iniciales de éste.

Lo que ocurre es que en el proceso de calefacción, la humedad del aire no tiene importancia, puesto que casi toda la humedad necesaria cuando se calienta el aire, se añade de modo natural por los procesos de respiración y transpiración de las personas. De ahí nace el problema que cuando se inventaron máquinas capaces de enfriar, hubo la necesidad de crear sistemas que redujesen también la humedad ambiente.

Un aparato de aire acondicionado sirve, tal y como indica su nombre, para acondicionar el aire. Éste es el proceso más completo de tratamiento del ambiente en un lugar cerrado y consiste en regular la temperatura, ya sea calefacción o

refrigeración, el grado de humedad, la renovación o circulación del aire y su limpieza, es decir, su filtrado o purificación.

### **3.2.- HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACION.**

Hace cientos de años atrás el primer sistema inventado para reducir el calor de una habitación fue diseñado en el imperio egipcio, donde para reducir el calor del emperador se diseñó su palacio con paredes internas móviles, que eran rocas gigantes, las cuales pesaban toneladas y no estaban pegadas al suelo. Durante la noche ya cuando el emperador no estaba se dice que alrededor de tres mil esclavos desarmaban estas paredes y las acarreaban al frío del desierto del Sahara donde las rocas se enfriaban durante toda la noche, y justo antes de que salga de nuevo el sol, los esclavos llevaban las rocas de vuelta al palacio en donde se supone que el faraón podía disfrutar de temperaturas de alrededor de 26 a 30 grados Celsius durante el día mientras que afuera la temperatura era de casi el doble.

No existieron muchas técnicas de acondicionamiento de temperatura ambiental si no hasta que en 1842, William Thomson o más conocido como Lord Kelvin inventó el principio del aire acondicionado, con el objetivo de conseguir un ambiente agradable y sano, el científico creó un circuito frigorífico hermético basado en la absorción del calor a través de un gas refrigerante.

Los sistemas frigoríficos no eran nada conocidos y nada desarrollados hasta que en 1902 en la ciudad de Nueva York, el dueño de una imprenta luchaba día a día con los problemas de alta temperatura y alta humedad durante los procesos de impresión

los cuales sabotaban cualquier intento de imprimir a color. Es aquí donde un recién graduado de la Universidad de Cornell inventa un nuevo sistema. Willis Haviland Carrier se acababa de graduar ingeniero térmico y trabajando en Buffalo Forge comenzó a experimentar e investigar cómo solucionar el gran problema que tenían con la alta humidificación del aire enfriado de la imprenta. Así diseñó una máquina que controlaba la temperatura y la humedad a través de tubos enfriados, convirtiéndose en el primer aparato de climatización de la historia.

Con el objetivo de conseguir un ambiente agradable y sano, el científico creó un circuito frigorífico hermético basado en la absorción del calor a través de un gas refrigerante. Para ello, se basó en 3 principios:

- El calor se transmite de la temperatura más alta a la más baja.
- El cambio de estado del líquido a gas absorbe calor.
- La presión y la temperatura están directamente relacionadas.

El invento hizo feliz al impresor de Brooklyn, que por fin pudo tener un ambiente estable que le permitió imprimir a cuatro tintas sin ninguna complicación. El “Aparato para Tratar el Aire” fue patentado en 1906.

Aunque Willis Haviland Carrier es reconocido como el “padre del aire acondicionado”, el término “aire acondicionado” fue utilizado por primera vez por el ingeniero Stuart H. Cramer, en la patente de un dispositivo que enviaba vapor de agua al aire en las plantas textiles para acondicionar el hilo

Las empresas dedicadas a los textiles, de los Estados Unidos fueron las primeras en usar el aire acondicionado de Carrier. Era de vital importancia para la creación de ciertos textiles debido a la ausencia de humedad, ya que se producía exceso de electricidad estática, lo que hacía que ciertas fibras de algodón se deshilaran. El sistema Carrier elevó y estabilizó el nivel de humedad para acondicionar las fibras, resolviendo así la cuestión. La primera venta internacional de Carrier fue hecha en 1907, para una fábrica de seda en Yokohama, Japón.

En 1911, Carrier reveló su Fórmula Racional Psicométrica Básica a la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. La fórmula sigue siendo hoy en día la base de todos los cálculos fundamentales para la industria del aire acondicionado.

Miles de empresas crecieron notablemente con la nueva técnica para controlar la temperatura y los niveles de humedad. Tabacaleras, empresas cinematográficas, carnes procesadas, productos medicinales y otros productos obtuvieron mejoras significativas en su calidad. En 1915, Carrier y seis amigos ingenieros reunieron alrededor de 32,000 dólares para formar la Compañía de Ingeniería Carrier, dedicada a la innovación tecnológica de su único producto, el aire acondicionado. Durante algunos años, su objetivo fue aumentar el desarrollo de los procesos industriales con máquinas que controlen la temperatura y la humedad. Por casi veinte años, el uso del aire acondicionado solo se le usaba para las industrias, más que a las personas.

En 1921, Willis Haviland Carrier patentó la Máquina de Refrigeración Centrífuga. Fue el primer método para acondicionar el aire en grandes espacios.

Esta máquina se estrenó en el año 1924 en la tienda departamental Hudson de Detroit. Una multitud de compradores llenó “el almacén con aire acondicionado” y poco tiempo después fueron instalados aparatos en otras tiendas.

El ingenioso sistema pasó de las tiendas a las salas de cine. La prueba de fuego se presentó en 1925, cuando el Teatro Rivoli de Nueva York solicitó a la joven empresa instalar un equipo de enfriamiento. Se realizó una gran campaña de publicidad, que provocó que se formaran largas colas de personas en la puerta del cine. Casi todas llevaban sus abanicos, por si acaso.

Desde esa noche el refrescante confort del aire acondicionado en el cine jamás fue olvidado. La industria creció rápidamente. Muchos estadounidenses disfrutaron por primera vez la experiencia de no tener que sufrir en los cines por el calor.

La industria creció rápidamente y cinco años después, alrededor de 300 salas de cine tenían instalado ya el aire acondicionado. El éxito fue tal, que inmediatamente se instalaron este tipo de máquinas en hospitales, oficinas, aeropuertos y hoteles.

En 1928, Willis Haviland Carrier desarrolló el primer equipo que enfriaba, calentaba, limpiaba y hacía circular el aire para casas y departamentos, pero la Gran Depresión en los Estados Unidos puso punto final al aire acondicionado en los hogares. Las ventas de aparatos para uso residencial no empezaron hasta después de la Segunda Guerra Mundial. A partir de entonces, el confort del aire acondicionado se extendió a todo el mundo.

La climatización es el proceso de tratamiento del aire que controla simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución para responder a las exigencias del espacio climatizado. (Medina, La historia del aire Acondicionado Motor, 2005)

El calor es una forma de energía relacionada directamente con la vibración molecular. Cuando calentamos una sustancia, sus moléculas se mueven rápidamente, generando así una energía, el calor. Si la enfriamos, el movimiento molecular se detiene, bajando la temperatura.

La humedad se refiere a la cantidad de agua contenida en el aire y está directamente relacionada con la sensación de bienestar. El aire ambiente se controla para mantener la humedad relativa preestablecida mediante la humectación o deshumectación de este. Para obtener el confort deseado, es necesario que el aire sea distribuido y circule uniformemente por todo el recinto, sin producir corrientes desagradables.

Por último, la eliminación de las partículas de polvo es fundamental para la salud. Conseguir un adecuado filtrado de aire es una labor básica de un equipo de aire acondicionado.

Además de la comodidad que disfrutamos con el aire acondicionado en un día cálido y húmedo de verano, actualmente muchos productos y servicios vitales en nuestra sociedad dependen del control del clima interno, como los alimentos, la ropa y la biotecnología para obtener químicos, plásticos y fertilizantes.

El aire acondicionado juega un rol importante en la medicina moderna, desde sus aplicaciones en el cuidado de bebés y las salas de cirugía hasta sus usos en los laboratorios de investigación.

Sin el control exacto de temperatura y humedad, los microprocesadores, circuitos integrados y la electrónica de alta tecnología no podrían ser producidos. Los centros computacionales dejarían de funcionar.

Muchos procesos de fabricación precisa no serían posibles. El vuelo de aviones y de naves espaciales sería solo un sueño. Minerales valiosos no podrían ser extraídos desde la profundidad de la tierra y los arquitectos no podrían haber diseñado los enormes edificios que han cambiado la cara de las ciudades más grandes del mundo.

El aire acondicionado inventado por Willis Haviland Carrier ha hecho posible el desarrollo de muchas áreas tropicales y desérticas del mundo, que dependen de la posibilidad de controlar su medio ambiente. (Crouse)

### **3.3.- EL AIRE ACONDICIONADO Y SU PROBLEMÁTICA EN LA ACTUALIDAD.**

En la actualidad existen miles, tal vez millones de sistemas de aire acondicionado, los cuales como ya dijimos anteriormente han contribuido inmensamente en el desarrollo de un sin número de actividades esenciales en nuestra sociedad. Pero el abuso de estos, la irresponsabilidad por parte de las empresas y las personas en general y la sobreutilización de sustancias inadecuadas y en casos innecesarios, nos



ha reflejado que el medio ambiente es el más perjudicado por este mal uso energético, puesto que estos aparatos consumen mucha electricidad, lo que agrava el problema del calentamiento global. Aunque hay equipos que consumen hasta un 60% menos de energía que otros similares, las ventas mayoritarias se dan en los equipos de más gasto energético. Según datos, en Europa, la cantidad de energía utilizada en la refrigeración de verano equivale al consumo energético de una ciudad como Madrid durante 4 meses. Asimismo, los equipos de refrigeración pueden tener fugas del fluido refrigerante, el cual es gases de efecto invernadero.

Los responsables del informe aseguran que el aire acondicionado no sería necesario en muchas ocasiones, si los edificios y automóviles seguirían criterios de construcción ecológicos como que cuenten con un buen aislamiento, fachadas con colores claros, diseños de circulación de aire adecuados y sistemas de protección solar como toldos, persianas, voladizos o aleros. Estas características les hacen ahorrar en calefacción y refrigeración hasta un 35%, y si además, y sobre todo si se tuvieran en cuenta criterios bioclimáticos, el ahorro puede alcanzar el 80%.

Para poder explicar y profundizar en lo que son los criterios bioclimáticos primero debemos conocer la problemática que los sistemas de acondicionamiento de aire traen.

En los últimos veinte años coincidiendo con un increíble avance de la electrónica y de las nuevas tecnologías, el sector automovilístico también ha dado pasos gigantescos en su industria de fabricación de productos que llevan en si los automóviles.

Los nuevos avances tecnológicos permiten incorporar de serie y a costes relativamente bajos productos que o bien antes no eran posibles por falta de desarrollo tecnológico o bien por su elevado costo.

Hoy en día todos los usuarios de vehículos están familiarizados con los nuevos avances y nuevos productos que su vehículo incorpora, como por ejemplo ya es muy común hablar sobre sistemas de frenado antibloqueo, control de tracción asistida, dirección asistida o suspensiones independientes automáticas. Pues bien, en este nuevo concepto de automóvil, en el que destacan por encima de toda la seguridad y la confortabilidad, cobra especial interés el acondicionamiento térmico del habitáculo. Esto quiere decir que los sistemas de climatización ambiental de los vehículos hoy en día no son ya productos de lujo o de especial adquisición si no que son ahora exigencias básicas de los demandantes de autos.

Un análisis general a nivel mundial del parque automovilístico muestra cifras de contaminación del aire significativas que son de suma preocupación ya que están ocasionando grandes cambios medioambientales. A la contaminación originada por las emisiones de los escapes de los motores se suma también la contaminación por causa de los refrigerantes de los sistemas de aire acondicionado que se han venido utilizando y que, de hecho, siguen en circulación en muchos países. Los refrigerantes utilizados en los equipos de aire acondicionado resultan ser agentes muy agresivos con la capa de ozono, además de contribuir de manera notable al efecto invernadero.

El líquido refrigerante más común en los sistemas de aire acondicionado de automóviles ha sido el R-12. En menor medida también se han utilizado el R-22 y el

R-502. Estos líquidos contienen cloro en su composición lo que es el principal destructor de la capa de ozono de nuestra atmosfera.

Se ha comprobado que la capa de ozono de la atmósfera es un escudo protector frente a la radiación ultravioleta procedente del sol. También es comprobado que esta capa se ha reducido progresivamente y que cada vez es menor la concentración de ozono, todo esto principalmente por la utilización de estas clases de sustancias que se las denomina compuestos CFC (Clorofluorocarburos) presentes tanto en aerosoles como en refrigerantes.

Después de varias reuniones entre los gobernantes de los principales países contaminantes del ecosistema y después de darse cuenta de la gravedad del asunto comenzaron a plantear restricciones legales a la producción y comercialización de estas sustancias.

Primero en 1989 se hizo el protocolo de Montreal el cual obliga a todos los países a reducir a la mitad la producción de estas sustancias contaminantes pero viendo que esto no daba resultado en 1997 se convocó a firmar el Protocolo de Kioto, el cual supuso reducir prácticamente a cero las emisiones de dichas sustancias.

Pero la pregunta era que hacer con los sistemas de climatización que usan estas sustancias, como R-12 el cual es un magnífico refrigerante pero que tiene un poder de degradación y destrucción de nuestra tan importante capa ozono atmosférica, la respuesta fue sustituir estas sustancias por el nuevo R-134a, de similar eficiencia pero mucho menos agresivo con el medio ambiente. Al principio parecía que el

problema estaba solucionado pero con nuevos estudios nos damos cuenta que estas nuevas sustancias no destruyen la capa de ozono pero si plantean problemas de efecto invernadero y han sido incluidos en el Protocolo de Kioto, de modo que su utilización se encuentra también sujeta a restricciones.

Es por este tipo de problemas, los cuales nos están afectando a todos y cada uno de los seres vivos del planeta los cuales han motivado a los constructores e ingenieros a la creación de nuevos aparatos y nuevos refrigerantes los cuales sean amigables con el ambiente. (Dominguez, 2007)

### **3.4.-OBJETIVOS DEL SISTEMA.**

#### **3.4.1. Objetivos principales del sistema de climatización:**

- En verano: debe enfriar y deshidratar el aire que entra al habitáculo (aire acondicionado).
- En invierno: se debe calentar y dependiendo del clima en el que nos encontremos debe humectar o des humectar el aire que ingresa.
- Invierno y verano: ventilación, filtrado y circulación.

#### **3.4.2. Objetivos secundarios del sistema de climatización.**

- Debe ser un sistema automático. El usuario no debe estar interviniendo constantemente para regular la temperatura ni el caudal, se debe seleccionar

la temperatura deseada y el sistema automáticamente enfría hasta llegar a determinada temperatura.

- Debe ser silencioso y no producir vibraciones, sobre todo en el caso de los sistemas a base de compresión, ya que este exige un esfuerzo mecánico.
- Se necesita rapidez al momento de seleccionar la temperatura deseada.
- El usuario elige la temperatura y el sistema debe proporcionar el mejor caudal y la forma de distribuirlo por el ambiente..
- Otro objetivo del sistema de climatización es que sirva como un sistema de seguridad para el usuario, esto quiere decir que deben contar con la función de desempañado de los cristales, entregando un gran caudal de aire hacia los cristales.

### **3.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS.**

#### **Argumentos a favor de los sistemas de acondicionamiento de aire.**

- Gracias a la disminución de temperatura aumenta la actividad intelectual de las personas ya que se crea un mejor ambiente dando mayor confort y comodidad, sobre todo en los lugares de trabajo, lo que ayuda a aumentar el rendimiento laboral. Y en el caso de los transportes también se crea un mejor ambiente laboral para el conductor lo que le permite manejar con mayor seguridad.

- Para las personas con problemas alérgicos, el aire acondicionado es una buena forma de filtrar el aire de agente nocivos (polvo, polen, etc.) se aconseja cerrar las ventanas del coche y poner el aire acondicionado.
- Controla la sudoración, por ende mejora la comodidad de las personas.
- Mejora la actividad física y la calidad del ocio.
- Disminuye la presencia de insectos y parásitos.
- Mantiene los niveles de humedad estables.
- Mejora la calidad del sueño, un buen sueño necesita unas condiciones ambientales correctas por lo que el exceso de calor puede provocar una mala calidad del sueño y agudizar el cansancio y la fatiga.
- Los sistemas de aire acondicionado mejoran la circulación del aire dentro del habitáculo cuando se está con las ventanas cerradas. Mejorando la calidad del aire.

#### **Argumentos en contra de los sistemas de acondicionamiento de aire.**

- Existe gran riesgo para la salud de que el aire acondicionado, sobre todo el abuso de este, cause alteraciones en el sistema respiratorio lo que puede llegar a ocasionar desde leves molestias hasta enfermedades potencialmente graves.

- El tener aire acondicionado exige cierta responsabilidad por parte del operario y sobre todo por parte del personal de mantenimiento. Ya que se deben hacer revisiones periódicas para la comprobación del buen estado del sistema.
- Los sistemas clásicos de aire acondicionado emiten gran cantidad de ruido (el compresor) al rato de su funcionamiento.
- Si existen cambios repentinos o bruscos de temperatura pueden provocar alteraciones a nivel de las mucosas respiratorias, causando resfriados o gripes.
- A muchas personas el aire acondicionado causa resequedad en la piel y las vías respiratorias.
- Existen personas sensibles al aire frío, contrayendo alergias.
- Si el sistema no está sumamente bien mantenido hay la posibilidad de que filtre polvo lo que trae consigo la creación de alergias al polvo y hongos.
- Problemas de rinitis crónica y faringitis.
- Problemas de irritación de la faringe, resequedad de garganta, conjuntivitis, irritación en los ojos.
- Transmisión por la vía aérea de enfermedades infecciosas del aparato respiratorio.

- Puede causar efectos secundarios en personas asmáticas, como sequedad de las mucosas, o resfriados en fumadores.
- Fatiga mental, somnolencia, apatía o estrés, que suelen darse entre personas que trabajan durante un tiempo prolongado en oficinas con una mala ventilación y un inadecuado funcionamiento de las instalaciones del aire acondicionado.
- Los cambios demasiado bruscos de temperatura pueden causar dolores articulares en cualquier parte del cuerpo.

### **3.6.- CALCULO DE LOS REQUISITOS TOTALES PARA LA ELECCION Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.**

En esta sección se describe cómo estimar la energía térmica, la cual es producida por los equipos de tecnología (todo aparato eléctrico), personas y ambiente (clima) del habitáculo de un auto, una cabina de un bus o una habitación, con el objeto de dimensionar los sistemas de aire acondicionado los cuales son nuestro centro de investigación.

Toda persona, equipo eléctrico o fuente de energía como el sol o el motor del vehículo produce calor, que debe extraerse para evitar que la temperatura siga aumentando hasta niveles incómodos o inaceptables para las personas. Por otro lado los equipos eléctricos también se refrigeran mediante aire el cual debería estar a temperatura baja para que de mejores resultados.



El dimensionamiento de un sistema de refrigeración exige comprender la cantidad de calor producida por los equipos contenidos en el espacio cerrado, junto con el calor producido por otras fuentes de calor que habitualmente también están presentes.

El calor es energía y generalmente se expresa en julios, BTU, toneladas o calorías. Las mediciones habituales de tasas de energía térmica producida para equipos son BTU por hora, toneladas por día y julios por segundo (julios por segundo equivale a vatios). No existe ningún motivo convincente que explique por qué se utilizan todas estas unidades de medida para expresar los mismos activos, pero aun así se puede utilizarse cualquiera de ellas para expresar capacidades energéticas o de refrigeración.

### **3.6.1 Determinación de la energía térmica producida por un sistema completo.**

La energía térmica total producida por un sistema es la suma de la energía térmica producida por cada uno de sus componentes. El sistema completo incluye los equipos eléctricos, iluminación, exposición del sol y personas que ingresan al habitáculo. Afortunadamente, las tasas de energía térmica producida por estos elementos pueden determinarse fácilmente utilizando reglas simples y estandarizadas.

La única información necesaria para determinar la carga de refrigeración de todo el sistema son unos valores fácilmente obtenibles, como el volumen de aire que se encuentra en el habitáculo, del suelo en metros cuadrados y la potencia nominal del sistema eléctrico.

Si bien es posible realizar un análisis térmico detallado de cada elemento del centro de datos utilizando los datos de la energía térmica producida de cada uno de ellos, una estimación rápida utilizando reglas simples da unos resultados que se encuentran dentro del margen de error típico de los análisis más complicados. La estimación rápida tiene también la ventaja de que puede ser realizada por cualquier persona, sin conocimientos ni formación específicos.

### **3.6.2 Medición de la energía térmica producida.**

#### **Condiciones recomendables para diseño y dimensionamiento.**

Las temperaturas en la ciudad de Quito durante el verano, por lo general varían desde 68° a 80° F (20° a 28°centigrados) con una humedad relativa que va desde 50 a 75%.

#### **Cargas de refrigeración.**

Es el espacio físico el cual se debe refrigerar que va de la mano con la cantidad de calor que debe ser desplazado con el aire refrigerado que emana el equipo, se denomina carga de refrigeración, todas estas cargas se deben a la ganancia de calor que tiene cada componente:

**1. El aumento de temperatura debido a la transmisión a través de paredes del bus, ventanas, puertas, techos.**

**Ecuación 12 –xyz**

$$Q_1 = UA (t_e - t_i)$$

**Ec. (3.1)**

$Q_1$  = Carga de calor en  $\frac{Btu}{h}$

$U$  = Coeficiente de transmisión de calor (constante):  $\frac{Btu}{h - pie^2 - °F}$

$A$  = Área neta en pies<sup>2</sup> (área a enfriar del bus)

$t_e$  = Temperatura de diseño exterior en 82.4°F (temperatura registrada en la Universidad internacional del Ecuador, temperatura promedio de verano).

$t_i$  = Temperatura de diseño interior en 71.6°F (dentro de la cabina para el diseño oscila esta en 22°C)

$$U = 0.29 \frac{Btu}{h - pie^2 - °F}$$

$$L = 1.20m = 3.93 \text{ pies}$$

$$L = 1.40m = 4.59 \text{ pies}$$

$$A = 18 \text{ pies}^2 \text{ (Área interna del Bus)}$$

$$t_e = 82.4 \text{ °F}$$

$$t_i = 71.6 \text{ °F}$$

$$Q_1 = UA (t_e - t_i)$$

$$Q_1 = 0.29 \times 18 (82.4 - 71.6)$$

$$Q_1 = 56.37 \frac{Btu}{h}$$

## **2. Ganancias de calor por sol:**

- La temperatura ganada por efectos del sol a través de las ventanas del bus.
- El calor absorbido por el techo del bus.

### **a. Exposición al Sol.**

La temperatura que llega a la tierra proveniente del sol promedia entre 415 Bth/h-pie<sup>2</sup> a 445 Bth/h-pie<sup>2</sup>.

### **b. Calor ganado a través de los cristales**

- Tipo de cristal usado.
- Dispositivo para sombrear.

Un cristal común absorbe alrededor del 6% del calor y deja pasar el resto del calor al interior un cristal más elaborado como el de los autos absorbe alrededor del 52% de calor dejando pasar menos temperatura al interior.

1. En tablas se encuentra de acuerdo con la latitud y orientación, la ganancia máxima de calor  $q_1$  en Btu/h-pie<sup>2</sup>.
2. Los valores tabulados en el libro de consulta se considera toda el área de la ventana que tenga aproximadamente el 85% de cristal; en caso donde la ventana sea de tipo lámina y ocupe más del 85% de la superficie se acostumbra multiplicar la ganancia de calor por el factor 1.17

$q = q' \times f_1 \times A$  Cuando no existe dispositivo sombreado

$q = q' \times f_2 \times A$  Cuando si existe dispositivo sombreado

$$q = q' [(F \times f_2) + (1 - F \times f_1)]$$

**Ec. (3.2 Ganacia de calor de acuerdo a la sombra)**

$q$  = Ganancia total en la ventana en  $\frac{Btu}{h}$

$q'$  = Ganancia máxima de calor en una ventana debido al efecto solar  $\frac{Btu}{h-pie^2}$

$f_1$  = Factor de corrección cuando no existe dispositivo sombreador

$f_2$  = Factor de corrección cuando si existe dispositivo sombreador.

$F$  = Fracción de ventana que se considera sombreada.

$A$  = Área del cristal en pies<sup>2</sup>

Se quiere saber el calor transmitido a través de una ventana de cristal de un Grand vitara.

Latitud 30° norte, orientación oeste, cristal con 45% de absorción.

$$q = 165 \frac{Btu}{h - pie^2}$$

$$f_2 = 0.56 \text{ (cristal con 45\% de absorcion)}$$

$$q_1 = 165 \times 0.56$$

$$q_1 = 92.4 \frac{Btu}{h - pie^2}$$

Si las ventanas tienen 12.85 pies<sup>2</sup>

$$q_t = 12.85 \times 92.4$$

$$q_t = 1187.34 \frac{Btu}{h}$$

Cuando los rayos del sol calientan la superficie del techo este calor atraviesa y calienta el flujo de aire del habitáculo, hasta llegar a un máximo.

Las mediciones se basan en 15°F diferenciales de temperatura de diseño; en caso de que la diferencia sea otra de 15°F debe corregirse agregando o disminuyendo a la temperatura equivalente la diferencia entre 15 y la diferencial del lugar.

Si la diferencia de temperatura exterior durante el día es distinta de 20°F, debe añadirse 1°F a la temperatura equivalente por cada 2°F debajo de 20 y disminuirse 1°F por cada 2°F arriba de 20.

$$q_2 = Ute \text{ Ec. (3.3)}$$

$q_2 =$  Calor ganado por transmisión + calor ganado por los rayos solares  $\frac{Btu}{h-pie^2}$

$U =$  Coeficiente de transmisión de calor en  $\frac{Btu}{h-pie^2-\text{ }^\circ F}$

$t_e =$  Temperatura equivalente obtenida en datos

El calor total que gana a las 12 p.m un techo metalico doble de 3 plg, cuando la temperatura interior es de 90°F y la exterior de 80°F

$$U = 0.29 \frac{Btu}{h} - pie^2 - \text{ }^\circ F$$

$$t_e = 48^\circ F$$

$$q = 0.29 \times 48$$

$$q = 13.92 \frac{Btu}{h-pie^2}$$

Si el techo tiene 75.71 pies<sup>2</sup>

$$q_t = 75.71 \times 13.92$$

$$q_t = 1053.88 \frac{Btu}{h}$$

3. Ganancia de calor debido a los ocupantes.

**El valor por persona es de 315 BTU/h (Fundamentos de termodinámica, aire acondicionado y refrigeración.)**

Para este proyecto se tendrá tres personas dentro del habitáculo de vehículo dando un total de 1575 BTU/HR

#### 4. Ganancia de calor debido a aparatos eléctricos, electrónicos, luces.

Generalmente en las placas de identificación de los equipos dan la información necesaria para obtener los datos aproximados del calor que generan los aparatos eléctricos.

En las placas se debe detallar la potencia consumida, esta se puede tratar del mismo modo que las luces incandescentes, multiplicando los vatios por 3,4 para obtener  $\frac{Btu}{Hr}$ .

Dentro del bus se tendrá 250 vatios (100 vatios en focos y aparatos eléctricos como radio y otros 150 vatios)

En total se tendrá  $850 \frac{Btu}{Hr}$  por aparatos eléctricos

### **Ventilación y cargas térmicas**

El aire exterior introducido en el habitáculo forma parte de la carga de acondicionamiento del espacio, la cual es una razón para limitar la cuota de intercambio de aire en los automóviles a un mínimo requerido.

El intercambio de aire típicamente representa de un 20% a un 40% de la carga térmica del automóvil.



Finalmente el intercambio de aire puede incrementar la carga del vehículo, disminuyendo el rendimiento del sistema de envoltura o aislamiento.

El aire fluyendo alrededor y a través del aislamiento puede incrementar la tasa de transferencia sobre las tasas de diseño.

El efecto de dicho flujo de aire en el rendimiento del sistema de aislamiento es difícil de cuantificar, pero debe ser considerado.

Sumando las cargas de calor nos queda:

$$QT = Q1 + Q2 + Q3 + Q4 + Q5 \text{ Ec. (3.4 Sumatoria de cargas termicas)}$$

$$QT = \frac{56.37 \text{ BTU}}{\text{Hr}} + \frac{1187.34 \text{ BTU}}{\text{Hr}} + \frac{1053.88 \text{ BTU}}{\text{Hr}} + \frac{1575 \text{ BTU}}{\text{Hr}} + \frac{850 \text{ BTU}}{\text{Hr}}$$

$$QT = \frac{4721.71 \text{ BTU}}{\text{Hr}}$$

### 3.7.- SELECCIÓN DEL EQUIPO

Ya hecho el cálculo para el dimensionamiento del sistema de acondicionamiento de aire en el cual conseguimos el valor de carga térmica que necesitamos para un espacio determinado, continuamos con la selección del tipo de equipo que se acople a nuestras necesidades.

**Para determinar el tipo de equipo a utilizar se debe considerar lo siguiente:**

**La Inversión:** si utilizamos el sistema clásico el cual comúnmente viene en los transportes construidos en serie, pero no en los transportes públicos, **el costo será excesivo**, ya que estos son mucho más complejos de instalar y no en todos los vehículos es posible, ya que funcionan con ayuda de la banda de accesorios la cual utiliza el movimiento del motor para transferir fuerza al compresor del aire acondicionado, utilizando el climatizador a base de evaporación **los costos se reducen** notablemente ya que sus componentes son más simples, no se invierte en sistemas de tuberías y su instalación es básica.

**Confiabilidad de funcionamiento:** Los equipos a **base de evaporación son sumamente confiables**, ya que no constan con elementos complejos, ni usa cañerías de alta presión las cuales comúnmente con el tiempo ceden y dejan escapar el líquido refrigerante de los sistemas de aire acondicionado clásico.

**Costo de mantenimiento:** De igual forma este costo sería excesivo en los equipos de aire clásicos, debido a que son más complejos como ya se detalló anteriormente, además que se debe hacer más a menudo que en los de evaporación.

**Consumo de Energía:** El consumo de energía de un sistema de agua helada es mucho más bajo que el consumo de energía de un sistema clásico que es de expansión directa ya que el de evaporación utiliza energía de la batería solo para el uso de las dos pequeñas bombas y un ventilador, mientras que el consumo de energía en los equipos comunes se ve reflejado en el consumo de combustible del

vehículo ya que al estar prendido le quita al motor alrededor de uno 10% hasta un 30% de potencia.

Después de haber analizado las consideraciones anteriores podemos continuar ha desarrollar una matriz de decisión para elegir el equipo más conveniente para este sistema, donde los valores designados para esta matriz están entre 1 y 10 siendo el valor 1 para el menos factible y 10 para el más factible.

**MATRIZ DE DECISION:**

	Sistema por evaporación de agua	Sistema clásico
Inversión inicial	8	3
Confiabilidad de funcionamiento	6	6
Costo de mantenimiento	9	3
Consumo de energía	2	8
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>20</b>

Tabla 2 - Matriz de Decisión

**Fuente:** (AutoMecanico , 2012)

Como se puede observar en la matriz de decisión el sistema más factible para climatizar un transporte de 14 metros cubico es el Sistema de climatización a base de evaporación de agua.

### **3.8.- TIPOS DE SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.**

Según su fuente energía existen dos tipos de sistemas de aire acondicionado: los autónomos y los centralizados.

#### **3.8.1. Los Autónomos:**

Producen el calor o el frío y tratan el aire con respecto al filtrado y movimiento dentro de la cabina. Estos no necesitan de un sistema secundario para obtener el calor o el frío, si no que este mismo lo produce.

Este tipo de sistemas funcionan en su gran mayoría con energía eléctrica, la cual es usada para producir calor utilizando laminas que se tornan incandescentes las cuales calienta el aire que pasa a su alrededor. O para enfriar se utiliza la energía eléctrica para usar el método de compresión o absorción.

#### **3.8.2. Los Centralizados:**

Tienen acondicionadores que solamente tratan el aire y obtienen la energía térmica (calor o frío) de un sistema central. En los sistemas de acondicionamiento de aire centralizado, la producción de calor suele confiarse a calderas o motores que funcionan con algún tipo de combustible y la producción de frío a máquinas frigoríficas.

### **3.9.- CALEFACCION Y REFRIGERACION.**

La calefacción y la refrigeración son dos procesos con la misma misión, cambiar las características iniciales del aire que ingresa al habitáculo, ya sea calentarlo o enfriarlo, humectarlo o des humectarlo, pero sea cual sea estos procesos son muy distintos tanto en los equipamientos autónomos como en los centrales es por esto que a continuación se habla sobre los dos tipos de equipamiento y sus funciones.

#### **3.9.1. Calefacción en los sistemas de A/C.**

La calefacción es una forma de climatización ambiental interna que consiste en compensar la temperatura del habitáculo del vehículo cuando existe un bajo calor corporal, ya sea por disminución de la temperatura en el clima o por disipación de temperatura hacia el ambiente externo, esta compensación calorífica es mediante un aporte calórico al aire que ingresa, lo cual permite una temperatura ambiente confortable.

##### **3.9.1.1. Calefacción en el modelo centralizado (clásico).**

Su funcionamiento se basa en intercambiar el calor que se encuentra en el líquido refrigerante que sale del motor del vehículo hacia el aire que entra al habitáculo, para esto se utiliza un radiador de calefacción, lo que hace es transmitir el calor del líquido que atraviesa su interior hacia afuera por donde circula el aire que luego ingresa al habitáculo.

El intercambio de temperatura se realiza por conducción al entrar en contacto el aire con las aletas del radiador. Este intercambio de calor no se produce inmediatamente ya que si el auto esta recién encendido y aun no llega a su temperatura de funcionamiento el refrigerante tampoco lleva consigo la temperatura adecuada que es de más o menos 55°C.

### **3.9.1.2. Calefacción en el modelo autónomo.**

Desde principios del nuevo milenio los reglamentos de instalación de sistemas de calefacción han incorporado nuevos criterios ecológicos y se ha aumentado la seguridad en los aparatos a favor de la salud de las personas. El almacenamiento de ciertos combustibles para sistemas de calefacción está prohibido por los riesgos lógicos de explosión o fugas. En resumen, de acuerdo al tipo de vehículo, las necesidades, el número de ocupantes que se ubicara en la zona donde calentara el sistema y el medio ambiente, los sistemas más utilizados son los de energía eléctrica por acumulación y eléctrica por sistemas directos.

#### **Por acumulación:**

Su funcionamiento se basa en acumuladores que calientan material refractario usando resistencias eléctricas por donde pasa el aire calentándose, estos tipos de sistemas de aire usan gran cantidad de energía eléctrica por eso es necesario que el vehículo este siempre prendido para su acumulación de calor.

Este tipo de calefacción eléctrica por acumulación cuenta con algunas ventajas. Como son: una fácil instalación, no necesita de tuberías ni grandes obras.

El mantenimiento que requiere es mínimo (solo hay que limpiar los acumuladores una vez al año, y reponer las pilas de los termostatos), Otra ventaja es la ausencia de gases u olores. Al no requerir depósitos o tanques, se reduce también la posibilidad de escapes, filtraciones e incluso explosiones.

En cambio como desventaja de este tipo de calefacción se encuentran u bajo rendimiento energético y su alto precio.

### **Sistemas directos:**

La calefacción eléctrica directa funciona a través de los conocidos radiadores y convectores, produce y emite un calor dentro del ambiente de manera simultánea; Son los sistemas más adecuados para espacios pequeños ya que no cuentan con sistemas de calefacción colectiva (solo usado en transportes grandes o casas). En esta categoría encontramos los sistemas de radiación por suelo y techo, los paneles radiantes, los convectores, las placas solares, los radiadores infrarrojos y los de aceite.

Constan de sistemas simples, poseen una resistencia eléctrica con un ventilador detrás el cual distribuye el calor en el ambiente, son considerados como uno de los mejores inventos en climatización.

### **3.9.2. Sistemas de refrigeración**

Logra bajar la temperatura del aire que ingresa al habitáculo, no es tan sencillo como subirla en el caso de la calefacción, es por esta razón que los sistemas de

refrigeración de aire son más complejos y han tardado más en aparecer en los vehículos en serie.

El sistema de aire acondicionado requiere unos componentes específicos más complejos, así como en el caso de los equipos centralizados usan un fluido con una serie de especificaciones requeridas que sea más adecuado para el intercambio de calor y sobre todo para el medio ambiente.

En la actualidad existen algunos métodos de refrigeración del ambiente, pero los más utilizados son dos, el método de compresión mecánica y el método de absorción.

#### **3.9.2.1. Refrigeración en el modelo centralizado.**

La refrigeración en el caso de los equipamientos con sistema centralizado más utilizado es el método de la Compresión mecánica: que consiste en un proceso de transferencia del calor interior de un lugar al exterior de este, mediante la evaporación de sustancias denominadas refrigerantes.

En la calefacción el líquido refrigerante absorbe calor del motor y al pasar por el radiador de calefacción y por el radiador de refrigeración sede este calor al aire que ingresa del ambiente externo al habitáculo.

En cambio en el caso de la refrigeración, el objetivo consiste en que el fluido frigorífico absorba el calor del aire que entra al habitáculo mediante el evaporador.



Por lo tanto, deberá cederlo al ambiente mediante otro intercambiador en este caso es un condensador.

El principio de funcionamiento del circuito de aire acondicionado se puede explicar siguiendo las siguientes etapas:

### **Etapa 1: Compresión**

El fluido que circula por el sistema de aire acondicionado el cual se encuentra en estado gaseoso es aspirado por el compresor, esto sucede baja presión (3 bar) y baja temperatura (5°C) y sale comprimido a alta presión (20 bar) y alta temperatura (110°C). Para esto el compresor utilizala energía del motor de vehículo la cual es transmitida por la banda del alternador, que también suele mover la bomba de líquido refrigerante.

### **Etapa 2: Condensación**

Luego del compresor el fluido en estado gaseoso entra en el condensador a alta presión y temperatura. Empieza la cesión de calor del fluido al aire que atraviesa el intercambiador, produciéndose la condensación del fluido frigorífico, saliendo del condensador en estado líquido a alta presión y temperatura media (19 bar, 60°C).

### **Etapa 3: Filtrado y desecado**

El fluido en estado líquido pasa por el filtro deshidratante, que absorbe la humedad que pueda contener el fluido. Además, pasa a través de un elemento filtrante que

retiene las impurezas presentes en el líquido. No debe producirse ningún cambio en el estado termodinámico del fluido.

#### **Etapa 4: Expansión**

El fluido en estado líquido a 19 bar y 60°C penetra en la válvula de expansión termostática, produciéndose una caída brusca de presión y temperatura. El fluido sale de la válvula en estado difásico, a una presión de 3 bar y una temperatura de 0°C.

#### **Etapa 5: Evaporación**

El fluido en estado difásico penetra en el evaporador, donde comienza el intercambio de calor con el aire exterior que penetra al habitáculo. El fluido necesita absorber calor para poder evaporarse, y lo toma del aire que atraviesa el evaporador. A su vez, la humedad presente en este aire se condensa sobre las aletas (superficie fría) y se acumula en una bandeja bajo el intercambiador, para después ser evacuada al exterior mediante un conducto de desagüe.

#### **Etapa 6: Control**

El fluido a la salida del evaporador y por lo tanto a la entrada del compresor debe estar en estado gaseoso, para evitar posibles deterioros en el compresor. En los circuitos equipados con una válvula de expansión termostática, el control se realiza a

la salida del evaporador, mediante el recalentamiento, o diferencia entre la temperatura a la salida del evaporador y la temperatura de evaporación.

Dicho valor debe estar comprendido entre 2 y 10°C, y en caso de encontrarse fuera de estos márgenes, la válvula se abre más o menos para permitir la entrada de una caudal mayor o menor al evaporador. Es por lo tanto imprescindible no variar el tarado de dicha válvula.

Una vez garantizada la evaporación de la totalidad del fluido, éste pasa de nuevo por el compresor, y el ciclo comienza de nuevo.

### **3.9.2.2. Refrigeración en el modelo Autónomo.**

En estos tipos de aparatos no se necesitan de sistemas secundarios para obtener un descenso de la temperatura, si no que este mismo la produce, además de enfriar el aire lo filtran y le dan movimiento dentro de la cabina.

Este tipo de productos nace a consecuencia de la demanda de un sistema de aire acondicionado que funcione con el motor parado. Es un sistema independiente del motor ya que no funcionan con la energía proveniente de éste si no que normalmente usan energía eléctrica proveniente de la batería en el caso de los vehículos o proveniente de un enchufe en el caso de los sistemas hechos para hogares.

Existen sistemas de aire acondicionado autónomos que funcionan por compresión que son iguales a los sistemas de compresión mecánica centralizados, con la pequeña diferencia de que el compresor funciona a base de energía eléctrica y no

usa energía del motor. Pero los sistemas autónomos con mejor rendimiento costo beneficio son los que funcionan por el método de absorción.

El sistema de refrigeración por evaporación y absorción del calor es un medio de producir frío que, al igual que en el sistema de refrigeración por compresión, aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. Así como en el sistema de compresión el ciclo se hace mediante un compresor, en el caso de la absorción, el ciclo se basa físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, al evaporarse para absorber. Como posibilidad es emplear el agua como sustancia absorbente.

Más en detalle, en el ciclo de la refrigeración; el agua (refrigerante), en un circuito a baja presión, se evapora en un intercambiador de calor, llamado filtro evaporador, en donde se logra absorber el calor del aire que está a punto de entrar al vehículo o a la habitación. (NAIL, 2012)

### 3.10.- DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS.

Diferencias y semejanzas entre el sistema clásico (compresión) y el modelo por absorción con respecto a sus beneficios y sus debilidades.

SEMEJANZAS	DIFERENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los dos sistemas cumple con la función de enfriar, filtrar y deshidratar o hidratar el aire que entra al habitáculo.</li> <li>• Ambos sistemas por más eficientes que sean utilizan cierta cantidad de energía eléctrica.</li> <li>• Son sistemas automáticos. En ambos casos el usuario fija una temperatura y/o caudal y el aparato se encarga de llegar a ambientar el aire a dichos parámetros. Por lo que el usuario no debe estar interviniendo constantemente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema clásico utiliza energía proveniente del motor del vehículo por lo cual le quita potencia mientras que el modelo por evaporación utiliza solo energía eléctrica proveniente de la batería.</li> <li>• El uno está instalado dentro del capot del vehículo mientras que el otro está instalado sobre el techo, lo cual es una carga extra para el vehículo.</li> <li>• El sistema clásico es un sistema mucho más complejo, este lleva una gran cantidad de partes que lo conforman. Por lo tanto el mantenimiento y reparación de este es mucho más compleja.</li> </ul>

**Tabla 3 - Diferencias y semejanzas entre modelo autónomo y el por absorción, calas de temperatura**

**Fuente:** (Journey, 2012)

### 3.11.- SISTEMAS DE CLIMATIZACION REGULADA AUTOMATICAMENTE.

Estos sistemas de climatización representan un salto cualitativo importante en la gestión del confort térmico en el habitáculo. De las características enumeradas de los distintos sistemas se desprende que se trata de un sistema de gestión complejo que combina varias características de enfriamiento, hidratación, deshidratación, ventilación, filtrado y circulación y que a la vez presenta ciertas limitaciones.

Se podría definir como un conjunto de sistemas menores con un fin en común, el cual es lograr un máximo confort ambiental dentro del vehículo. A continuación se especifican las funciones, partes e interacción de estos subconjuntos.

#### 3.11.1. El habitáculo.

Habitáculo comprende toda el área en donde se encuentran los ocupantes del vehículo, el objetivo principal de un sistema de climatización es acondicionar la temperatura y la humedad que existe en el aire que ingresa al habitáculo, para así alcanzar un nivel más alto de confort y comodidad del usuario.



Figura 2 - El Habitáculo

**Fuente:** (NAIL, Automocion. Estructuras Interna del Climatizador, 2010)

Para lograr el ambiente preciso de confort, el aire que ingresa del exterior es absorbido por la toma de aire, atraviesa el filtro evaporador y es distribuido a través de los canales de aire, que lo expulsan dentro del habitáculo. Este aire ya procesado térmicamente se mezcla con el aire del habitáculo hasta lograr la temperatura ambiente deseada.

El tiempo y la duración del aire con respecto a la temperatura del ambiente depende mucho de las características de fabricación del habitáculo. Como por ejemplo de la calidad del material de fabricación de este. (Andalucía, 2009)



**Figura 3 - Exterior Habitáculo**

**Fuente:** (NAIL, Automocion. Estructuras Interna del Climatizador, 2010)

### 3.11.2. Panel principal:

El panel principal cumple un papel muy importante con respecto a la conductividad térmica y a la temperatura inicial que este provea. Estas características influyen en el tiempo que se tarda el sistema de climatización para alcanzar la temperatura deseada.



**Figura 4 - Panel principal**

**Fuente:** (Nail, 2010)



**Figura 5 - Panel climatizador**

**Fuente:** (Luque, 2007)



### 3.11.3. Panel de control.

Los **controles o tablero de mandos** del climatizador normalmente se encuentran en el panel principal del vehículo, en el caso del climatizador por evaporación se ubica en el techo ya que el sistema se encuentra sobre el vehículo. En el panel podemos encontrar controles para: la velocidad de ventilación, la temperatura del aire a la que queremos el ambiente y para dirigir el aire en la dirección deseada.



**Figura 6 - Panel de control**

Fuente: (Alonso, 2012)

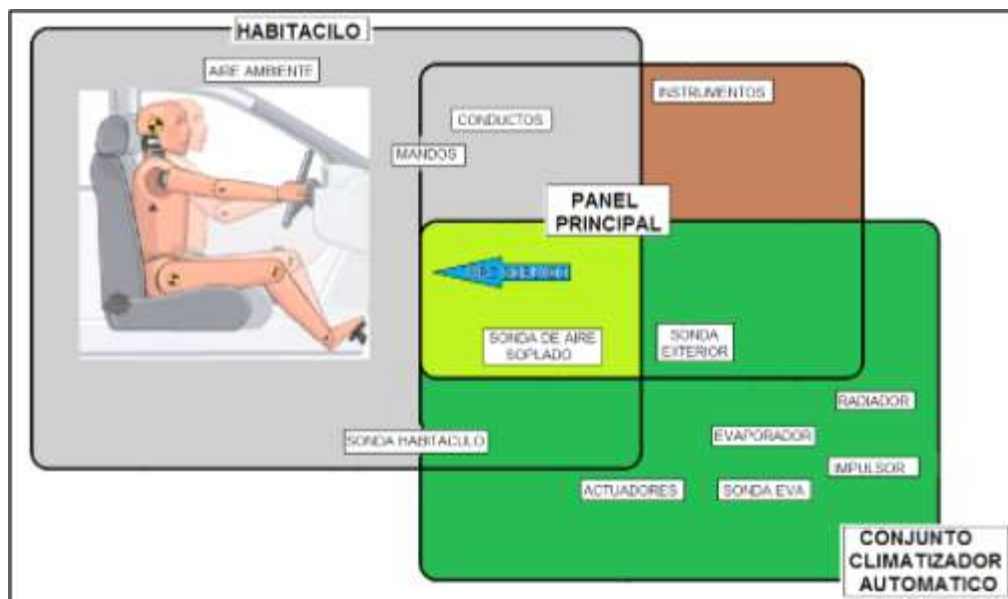
Los controles son el medio utilizado por el usuario del vehículo para gobernar el sistema de climatización, ya sea mediante una **regulación manual** o **automática**.

El botón (A/C) lo que hace es prender y apagar el compresor en los sistemas centralizados. Tenemos un botón que mueve la **trampilla de recirculación** que permite elegir entre el aire exterior o recirculado. Por último, dispone de un botón de **desempañado rápido** y un botón para conectar **la luneta térmica trasera**, y con ello aumentar la visibilidad en el habitáculo.

### 3.11.4. El conjunto de distribución de temperatura.

Es el conjunto de distribución de trampillas o de conductos que llevan el aire procesado hasta el panel principal, en la que los elementos más importantes de estos sistemas son: en el caso de los sistemas clásicos el radiador de calefacción y el evaporador, los cuales son los que intercambian el calor con el aire que viene del exterior; Y en los sistemas de evaporación son el filtro evaporador, la bomba humectadora y la bomba de reposición.

En ambos casos existe el impulsor el cual se encarga de realizar la correcta circulación del caudal de aire hacia el interior. El diseño del sistema de climatización se basa en la arquitectura de la que está hecho el habitáculo y el panel principal del vehículo.



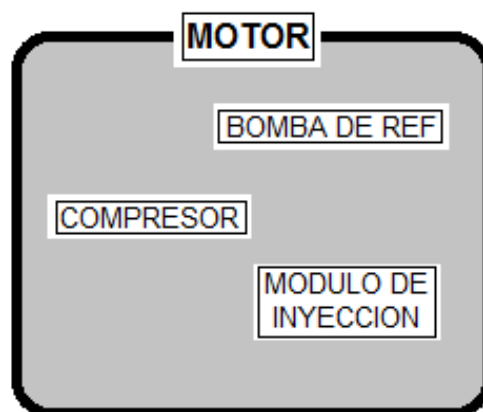
**Figura 7 - Conjunto de distribución de temperatura**

Fuente: (Nail, 2009)

En los sistemas centralizados clásicos, el motor del vehículo es la fuente principal de energía, mientras que en el sistema autónomo de climatización, normalmente la fuente de energía es la batería del auto la cual a su vez es cargada por el movimiento del motor durante su trabajo.

En los modelos clásicos el motor del vehículo a través de la banda del alternador mueve los elementos fundamentales para el sistema, como son el compresor y la bomba de líquido refrigerante.

La computadora del sistema de climatización o también llamada centralita es quien está en constante control del sistema, en los sistemas centralizados está conectada al módulo de inyección del motor, con el fin de que en el caso de que se produzca una aceleración brusca, el compresor debe inmediatamente apagarse para no restar potencia al motor. Esto no sucede en el sistema autónomo ya que el funcionamiento del climatizador no afecta en nada la potencia del motor.



**Figura 8 - Conjunto motor de distribución modelo clásico**

**Fuente:** (NAIL, 2010)

#### **3.11.4.1. Requerimientos del sistema.**

Como se ha venido mencionando, lo que se busca a la hora de escoger un sistema de climatización para vehículos, es que este nos brinde lo mejor en términos costo beneficio, sabemos que los recursos económicos y naturales son limitados al momento de satisfacer los deseos ilimitados dentro de la sociedad, por lo cual para conseguir algo debemos estar dispuestos a dar otra cosa a cambio. La relación que existe entre el costo y el beneficio que deseamos obtener es un razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados, tanto por eficiencia técnica como por eficiencia económica.

El valor o precio de una alternativa no elegida, se la conoce como costo de oportunidad, en nuestro caso, la alternativa no elegida serian los sistemas de aire acondicionado comunes, los cuales se vienen usando desde hace algunos años. Y la valoración se hace comparando los beneficios obtenidos por la nueva opción, en nuestro caso seria los sistemas de evaporación y el costo de renunciar a la otra alternativa (costo de oportunidad). Como resultado, determinamos nuestras alternativas y elegimos aquella que mayores beneficios nos entrega según nuestras preferencias.

Como dijimos, cuando se trata de mejorar las características del ambiente que nos rodea siempre debemos escoger el sistema más eficiente, que nos brinde la mejor opción en términos de costo beneficio. Los beneficios que obtenemos escogiendo los sistemas de evaporación como sustituto de los sistemas a base de compresión o clásicos son inmensos, el solo hecho de que esta nueva alternativa no emita ninguna

clases de sustancia dañina al medio ambiente ya es razón suficiente como para que el beneficio sea infinitamente superior al costo de oportunidad. Esta nueva alternativa nos brinda una mayor satisfacción ya que mejora la productividad, confort y seguridad de los conductores sin incrementar los costos de operación y sobre todo no emite ninguna clase de contaminación ambiental que es lo que estamos buscando. Además de estos beneficios al comparar los sistemas nos damos cuenta de que el evaporativo ahorra grandes cantidades de dinero en los gastos de energía, tiene un excelente rendimiento, los materiales que lo conforman parecen confiables y duraderos, es un sistema que no emite vibraciones ni sonidos molestos y también tiene necesidades de mantenimiento básicas y simples.

### **3.12.- VENTAJAS DEL SISTEMA POR EVAPORACION SOBRE EL CLASICO.**

Sobre la máquina.

- Funcionamiento automático. Los comunes del sistema clásico no son automáticos.
- Conexiones eléctricas preparadas.
- Ligero 70Kg.
- Sistemas de distribución de agua patentada.
- Sistema de pre-enfriamiento patentada.

#### Instalación:

- Fácil de instalar.
- Trasladable a otro vehículo fácilmente.
- Es manipulable entre dos personas por cubierta.
- Estos sistemas de climatización no requieren bastidor de soporte, se instala sobre el propio producto.
- Lleva incorporados todos los sistemas de instalación necesarios. Con todo, Usted evita tener que preparar complejos bastidores y requerir sistemas complejos para su alojamiento

#### Difusión:

- Aunque la unidad de caudal nominal máximo de nuestros sistemas de climatización es de 15.000 m<sup>3</sup> /h. y a Usted le pueda parecer pequeña, también es una ventaja. Al colocar más unidades de fácil instalación sobre la cubierta de distribución principal del aire es más simple. Bastará con ubicar cada unidad de climatización por evaporación sobre las áreas relevantes de la nave evitando tener que instalar conductos horizontales en el interior de la nave.

Extra:

- 25 años de garantía anti-corrosión
- 10 años de garantía estructural
- 5 años de garantía de piezas
- Opción de velocidad variable en los sistemas de climatización
- Opción de gestor automático de agua

## **CAPITULO 4**

### **INSTRUCCIONES GENERALES DEL CLIMATIZADOR.**

#### **4.1.- PRINCIPIOS DE EVAPORACION.**

“La evaporación es un proceso físico que consiste en el pasaje lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso, tras haber adquirido energía suficiente para vencer la tensión superficial. A diferencia de la ebullición, la evaporación se produce a cualquier temperatura, siendo más rápido cuanto más elevada aquélla. No es necesario que toda la masa alcance el punto de ebullición. Cuando existe un espacio libre encima de un líquido, una parte de sus moléculas está en forma gaseosa, al equilibrarse, la cantidad de materia gaseosa define la presión de vapor saturante, la cual **no** depende del volumen, pero varía según la naturaleza del líquido y la temperatura. Si la cantidad de gas es inferior a la presión de vapor saturante, una parte de las moléculas pasan de la fase líquida a la gaseosa: eso es la evaporación. Cuando la presión de vapor iguala a la atmosférica” (Vizán, 2010)

La evaporización es fundamental en el principio de nuestro climatizador debido a que de esto depende nuestro sistema todo esto formando parte de un conjunto de componentes que optimizan energía y desarrollan la climatización por evaporación

#### **4.2.- PRINCIPIO DE CLIMATIZACION EVAPORATIVA**

La climatización por evaporación también se le conoce con el nombre de “bioclimatización” y se caracteriza por hacer uso responsable de los recursos



naturales no renovables lo que por muy bien tenemos entendido es la optimización de fuentes de energía favorables para el ecosistema y que, de alguna forma, los técnicos y conocedores, especialistas de los sistemas de climatización están buscando una salida eficiente y respetuosa con el medio ambiente en términos de climatización debido a la alta contaminación que se produce en el entorno del ecosistema por usar sistemas que necesitan recursos que producen emisiones .

Para ser un poco más precisos, decimos que la climatización por evaporación es el uso del proceso natural de enfriamiento por evaporación combinado con la ventilación continua además hay que tener en cuenta que para lograr la climatización por evaporación tenemos que reunir y saber escoger de manera específica los componentes que van a formar parte del climatizador ; es así como se produce una renovación total del aire introduciendo aire fresco obtenido por un principio natural y a un costo mínimo y de manera ecológica

La importancia de contar un producto por parte de algunas empresas comprometidas con el medio ambiente ha variado de forma trascendente durante estos últimos 4 años, en esto encontramos empresas que nos ofrecen equipos de todas las gamas de todas formas donde podemos encontrar equipos de última generación dotados de electrónica digital o motor de velocidad variable para poder disfrutar de un control absoluto. Además cabe destacar que estos equipos no necesitan de mantenimiento alguno y su garantía excede los 25 años este dato proporciona un adicional de mucha importancia para saber que la climatización por medio de evaporizadores es la más adecuada del mercado. Una de las ventajas más singulares y ejemplares de

este sistema radica en la calidad del aire que se obtiene mediante su uso, los bioclimatizadores consiguen un ambiente de máximo confort porque el proceso natural de evaporación hace que ciertos parámetros varíen con el fin de que el aire adquiera “calidad”. Afirmamos que a través de los equipos se actúa sobre la temperatura reduciéndola, se consigue una renovación del aire debido a que no se recircula sino que se cambia por aire nuevo y fresco; también influye en la humedad relativa del mismo aumentándola hasta un nivel óptimo para la salud y la comodidad del usuario, por último señalamos que los climatizadores generan una pequeña sobrepresión impidiendo que se adentren en la vivienda las partículas de polvo, olores, polen o demás sustancias. La climatización por evaporación es sana, ecológica y económica; los equipos bioclimáticos renuevan el aire de una dependencia de forma constante eliminando a su vez el exceso de temperatura, los humos, la contaminación y la suciedad, reemplazando el aire viciado por otro nuevo, más fresco y con el grado de humedad necesario para garantizar la salud de quienes habitan el recinto. Decimos que la bioclimatización es económica porque al ser un proceso natural sólo necesitamos la aportación de agua, que al mismo tiempo se devuelve a la atmósfera en forma de vapor, es así como los bioclimatizadores no necesitan utilizar gases refrigerantes, ni similares que resultan perjudiciales para el medio ambiente. Si adquirimos un sistema eficiente entonces veremos los resultados de los bajos costos, los mismos son inferiores en un 80% si se los compara con los equipos de aire acondicionado tradicionales; a esta reducción se suma que para climatizar un espacio de 180 metros cuadrados sólo se necesitaría una máquina.

### **4.3.-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS CLIMATIZADORES.**

En la actualidad, por la existencia de índices extremadamente altos de contaminación y por el uso sin medida y con falta de conciencia ambiental además por la falta de fuentes de energía renovables y por una necesidad humana de mejorar nuestro confort, la climatización por evaporación se podría decir que es la solución más innovadoras en el ámbito de la climatización del aire, tanto para la industria automotriz como para los centros de trabajo fábricas , lugares donde se encuentran cantidades de personas donde se genera una temperatura interna adentro de estos lugares y que sabemos que hasta la fecha la manera de controlar ese problema alrededor de todo el mundo ha sido a través de los aires acondicionados pero lo que busca el ser humano para mejorar la calidad de sus condiciones de trabajo y pensando en el medio ambiente es por medio de la climatización por evaporación. Este eficaz sistema disminuye la temperatura del aire, utilizando solo agua. Recogiendo el aire del exterior a temperatura ambiente y mediante un ventilador lo impulsan en el interior haciéndolo pasar previamente por un filtro mojado. El proceso de enfriamiento ocurre de modo natural siempre que el agua entra en contacto con aire caliente. El calor del aire es absorbido por el proceso de evaporación del agua al entrar en contacto con el filtro húmedo debido a la evaporación, reproduciendo así la temperatura.

En el proceso de climatización se produce entonces, primero la absorción de aire caliente del ambiente por parte de un silencioso y potente ventilador interno del aparato, el sistema incorpora grandes almohadillas de enfriamiento que se

mantiene siempre húmedas durante el ciclo operativo. El aire pasa por este gran filtro humedecido, en donde el agua comienza a evaporarse, lo que hace que absorba calor del aire, enfriándolo y humectándolo consiguiendo con esto un entorno de trabajo más confortable, mejorando el estado de ánimo, disminuyendo el agotamiento y principalmente el cuidado de la salud y el confort de las personas que serán beneficiadas de este sistema todo esto hace de este sistema algo beneficioso para el ecosistema y da como resultado aumentando la productividad de las personas que están bajo este sistema de climatización otro motivo para implementar la climatización por evaporación en lugares de trabajo aumento productivo al mejorar la calidad de trabajo de las personas .

#### **4.4.- LA OPTIMIZACION Y VENTAJAS DE LOS SISTEMAS EVAPORATIVOS**

La climatización a base de evaporación es una tipología dentro del mundo de la climatización que no muchos individuos tienen en cuenta, debido a que la mayoría de productores de climatizadores no han hecho énfasis en encontrar sistemas amigables con el medio ambiente y que sean eficientes por tal razón la climatización por evaporación tiene un espacio muy poco conocido en el mundo de la comodidad climática en el mercado.

Los climatizadores a base de evaporación logran obtener un ambiente de máximo confort ya que en este proceso se consiguen parámetros necesarios para que el aire obtenga sobre todo calidad., economía y responsabilidad ambiental son tres parámetros fundamentales para que un producto en la actualidad tenga el reconocimiento mundial y sea un aporte ideal para lo que necesita la sociedad.

#### 4.5.-GRAFICO DEL CLIMATIZADOR POR EVAPORACION Y SUS PARTES.

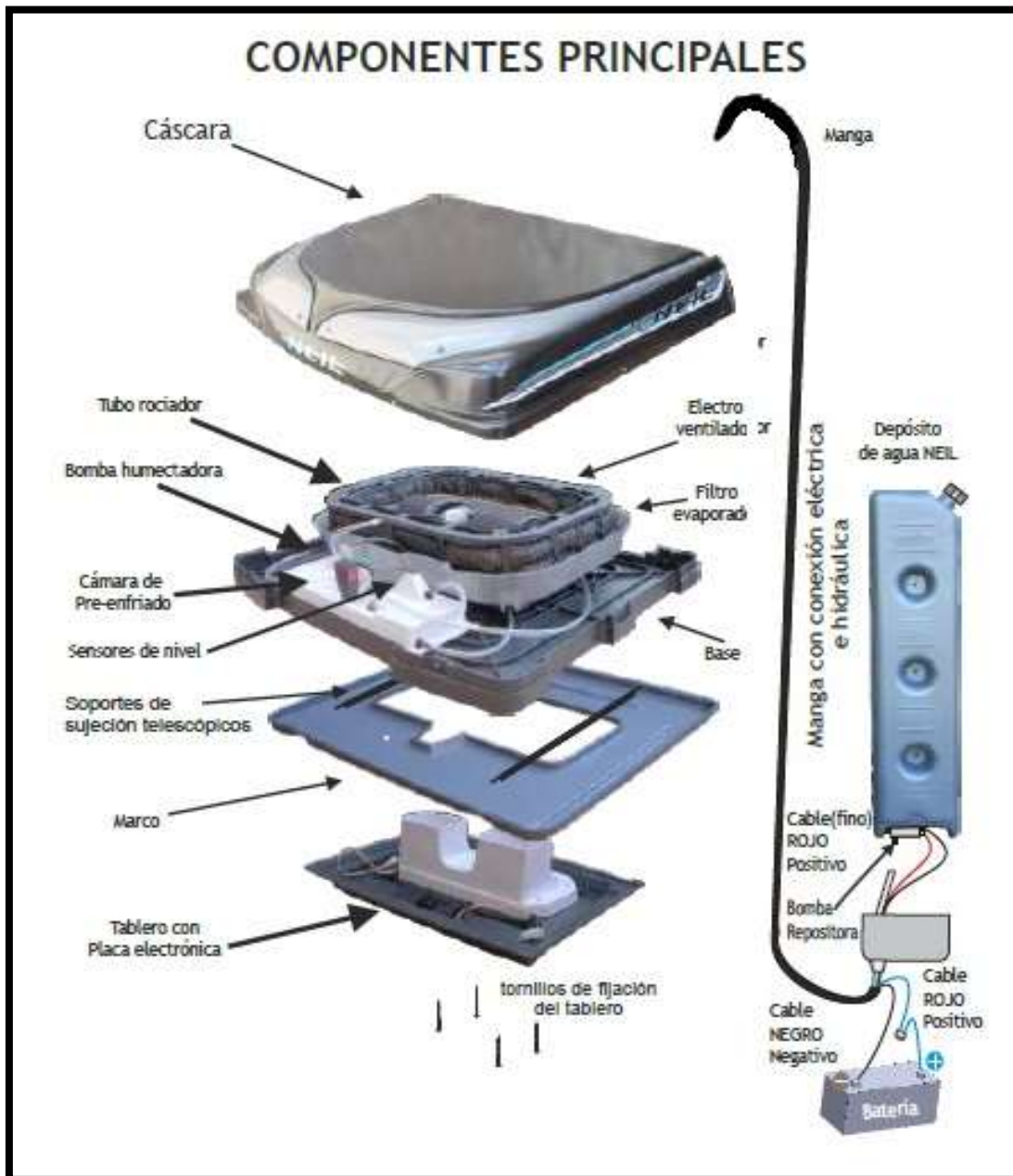


Figura 9 - Despiece del climatizador

Fuente: (NAIL, 2010)

#### **4.6.-SISTEMA DE PRE-ENFRIADO.**

El climatizador de pre-enfriado funciona de la siguiente y optima manera, tiene dos bombas de agua, una en el depósito de agua (de reposición) y otra dentro del equipo (humectadora).

La bomba de reposición es la encargada de subir el agua al equipo, se activa entre 3 y 7 veces / hora. La bomba humectadora es la encargada de mantener húmedo el filtro evaporador. La bomba humectadora trabaja en la cámara de pre-enfriado, donde dos sensores controlan que el nivel de agua sea correcto.

Cuando se enciende el climatizador, los sensores no detectan agua y activan la bomba de reposición que sube ½ litro de agua caliente al equipo.

Al detectar agua los sensores, activan la bomba humectadora que mantiene húmedo el filtro. El aire caliente que atraviesa el filtro, absorbe humedad y baja su temperatura como también la temperatura del agua sobrante, que vuelve a la cámara de pre-enfriado cada vez más fría.

Luego de algunos minutos, el agua de la cámara de pre-enfriado esta fría, lo que beneficia enormemente el enfriamiento del aire que sale del climatizador.

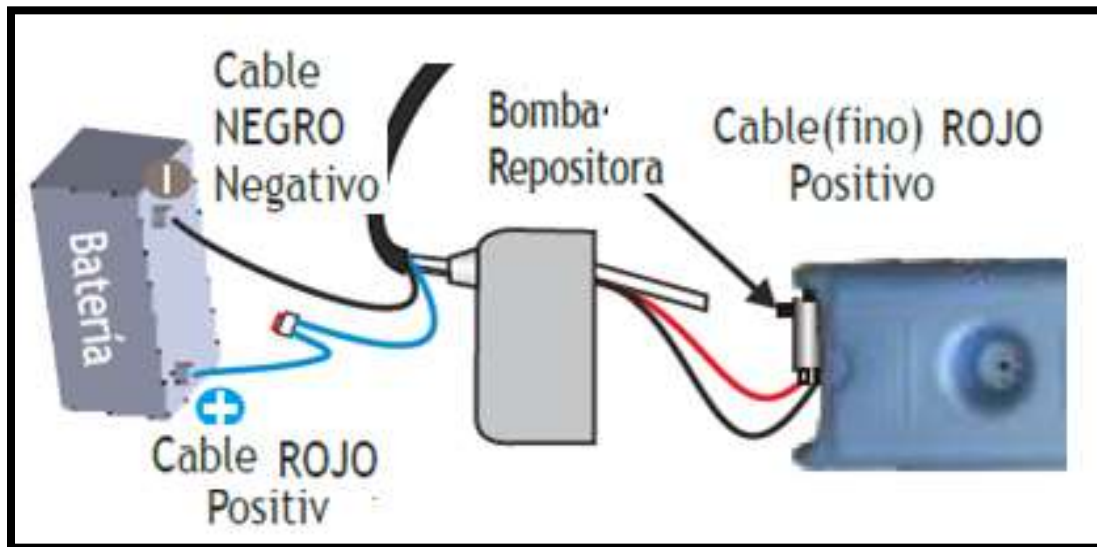
Cuando baja el nivel de agua en la cámara de pre-enfriado, los sensores vuelven a activar la bomba de reposición para completar el nivel.

El agua caliente que sube de la bomba de reposición, se mezcla con el agua fría de la cámara de pre-enfriado y en unos pocos minutos se vuelve a tener agua fría para

la humectación. Este sistema de pre-enfriado permite óptimos rendimientos del climatizador, aun con el agua del depósito a más de 80 grados centígrados.

#### 4.7.- BOMBAS QUE CONFORMAN EL SISTEMA.

##### 4.7.1. Bomba repositora (función).



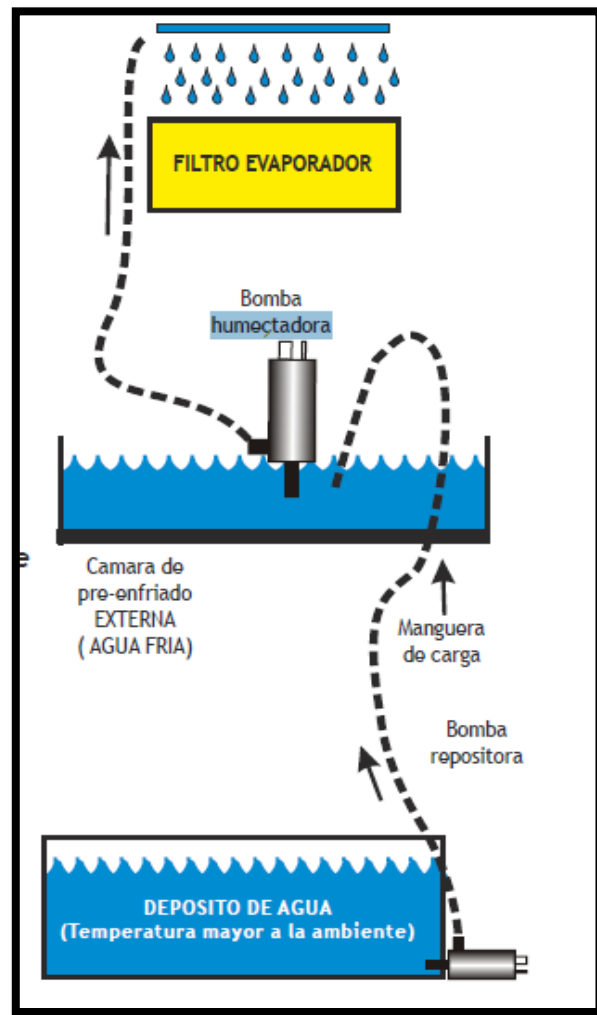
**Figura 10 - Bomba Repositora**

**Fuente:** (Manuales Nail, 2010)

La bomba de reposición tiene la función de inyectar la cantidad necesaria de agua que se encuentra en el depósito, la temperatura del agua que se encuentra en el depósito es mayor a la del ambiente en la que se encuentra de esta manera la bomba de reposición así como dice su nombre hace la función de equiparar el nivel de agua del climatizador la cantidad de agua que provee la bomba se mezcla con el agua fría que se encuentra en la cámara de pre-enfriado y el resultado es que en

unos pocos minutos se vuelve a tener agua fría para la humectación es importante hacer conocer que este sistema utiliza esta bomba de manera única y patentada.

#### 4.7.2. Bomba humectadora (función).



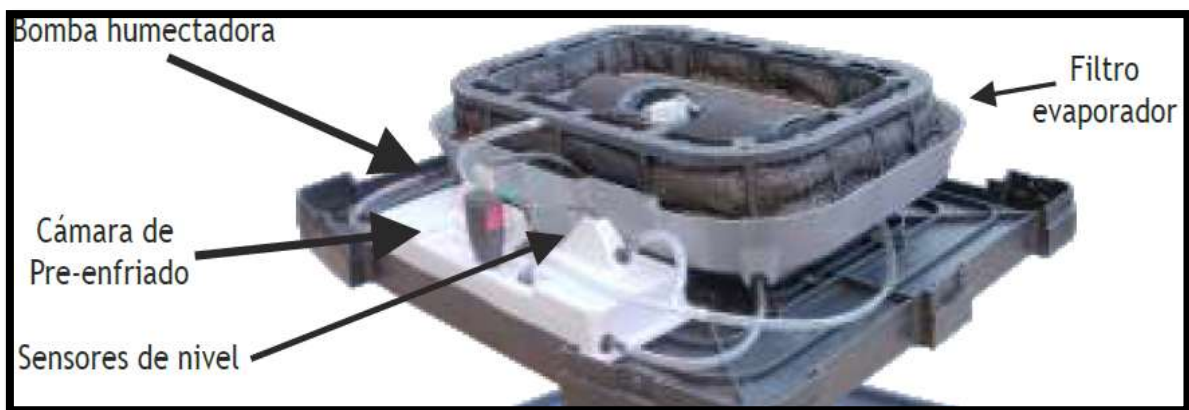
**Figura 11 - Bomba Humectadora del filtro**

**Fuente:** (NAIL, Mecánica Automotriz Plus, 2009)



La bomba humectadora es la encargada de mantener húmedo el filtro evaporador. La bomba humectadora trabaja en la cámara de pre-enfriado, donde dos sensores controlan que el nivel de agua sea correcto. La bomba humectadora lleva así su nombre por la función que realiza de humectar permanentemente al filtro evaporador y se encarga de enviar por el tubo rociador el agua necesaria para el perfecto funcionamiento del climatizador

#### 4.8.- FUNCION DEL FILTRO EVAPORADOR



**Figura 12 - Filtro Evaporador, Cámara de pre-enfriado, sensor de nivel**

**Fuente:** (NAIL, Automocion. Estructuras Interna del Climatizador, 2010)

El filtro evaporador su constitución es de fibra esto permite que las impurezas sean retenidas al momento de pasar por el filtro ayudando a la pureza de la filtración además el filtro actúa como agente de regulación, todo esto da paso y permite continuar con el proceso de pre- enfriar el agua antes de ser utilizada esto permite una excelente refrigeración y un eficaz uso del climatizador, la bomba humectadora es la encargada de mantener húmedo constantemente al filtro evaporador, el aire caliente atraviesa el filtro absorbiendo humedad y bajando la temperatura, este filtro

funciona como regulador térmico es el único sistema que con todos sus componentes logra una optimización de ellos logrando una climatización adecuada

#### **4.9.- CÁMARA DE PRE-ENFRIADO**

En la cámara de PRE-ENFRIADO se encuentran los dos sensores que se encargan de controlar el nivel del agua , además está la bomba humectadora, la cámara se encarga de controlar el nivel de temperatura del agua que cuando el sistema empieza a funcionar reduce su temperatura interna esto quiere decir que la temperatura del agua baja es decir esta más fría esto provoca que la cámara tenga el nombre de PRE-ENFRIADO aquí es donde se controla mediante los sensores el inicio del proceso de funcionamiento del climatizador.

#### **4.10.- SENSORES**

En el sistema contamos con dos sensores que son los encargados en la parte electrónica de avisar y activar el sistema esto depende cuando dentro de la cámara de PRE-ENFRIADO se registra una baja del nivel del agua esto provoca que los sensores activen la bomba de reposición llevando así una cantidad de agua al depósito de la cámara esto hace que por activación del sensor también actúe la bomba humectadora que es la encargada de mantener al filtro húmedo esto genera un ciclo en el climatizador de evaporación logrando que el sistema funcione correctamente, de esta manera los sensores son la parte electrónica de nuestro sistema nada complicado pero muy efectivo

#### **4.11.- TUBO ROCIADOR**

Es un elemento que se encarga como su nombre lo dice de rociar al filtro para que se encuentre siempre humectado proceso fundamental en nuestro sistema a base de evaporación se encuentra alojado en la parte superior del filtro y está conectado por la bomba humectadora

#### **4.12.- ELECTRO VENTILADOR**

El ventilador en nuestro sistema se encarga de mantener la temperatura como en todos los sistemas donde se utiliza un ventilador, este como ya es conocido funciona electrónicamente cuando la temperatura aumenta el electro ventilador se acciona disminuyendo la temperatura esto es fundamental debido a que nuestro sistema funciona por relaciones de temperatura esto quiere decir que no puede existir elevadas temperaturas dentro del sistema ya que esto afectaría a la correcta climatización del sistema

#### **4.13.- DEPÓSITO DE AGUA (FUNCION)**

El depósito de agua funciona de manera simple y efectiva en el climatizador es el encargado de almacenar el agua para casos en el que el depósito necesite abastecerse de agua para la humectación del filtro y la reposición de agua en la cámara de PRE-ENFRIADO el depósito de agua funciona directamente con la bomba de reposición y a través de una batería que es la provee de electricidad al sistema envía la cantidad de agua necesaria para que el sistema funcione de manera correcta y no se produzcan fallas. En el depósito de agua se puede colocar agua sin

la necesidad de colocar hielo esto se lo hacía en sistemas anteriores donde el hielo ayudaba al sistema a enfriar más rápido , este sistema solo depende de agua y de energía

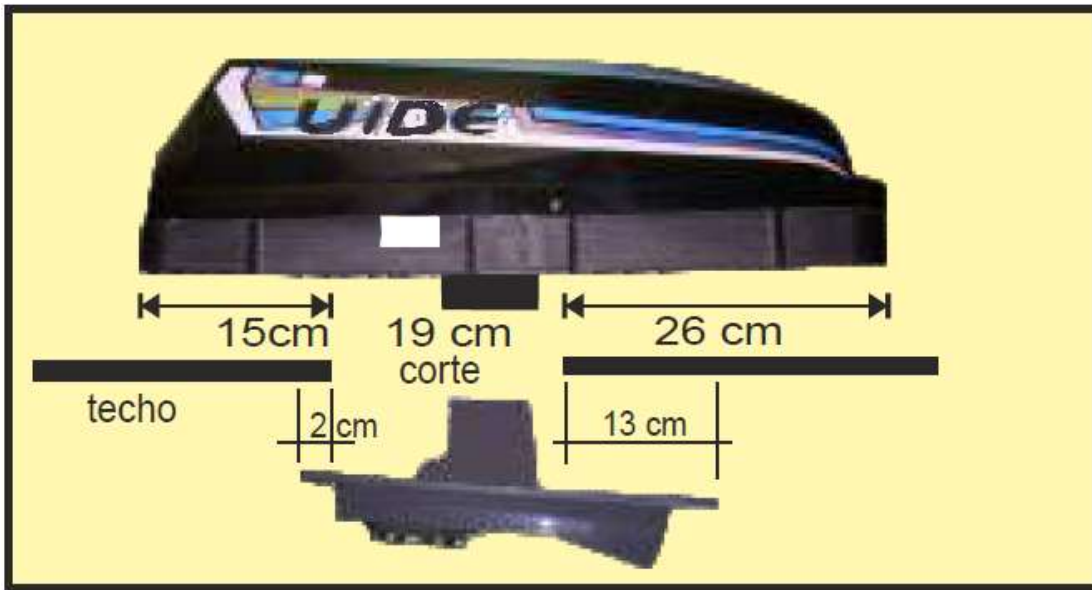
#### **4.14.- BATERÍA**

La batería que necesita este sistema es de 12 voltios una batería normal por así decirlo es la suficiente carga eléctrica que se necesita para que todos los componentes electrónicos funcionen a la perfección

#### **4.15.- SECUENCIA DE INSTALACIÓN**

##### **4.15.1. Techo sin escotilla:**

Cuando se pueda elegir el lugar para hacer la perforación en el techo, se recomienda realizarla sobre la línea de asientos del chofer, de esta forma la distribución del aire es óptima. (SIEMPRE ES MAS EFECTIVO RECIBIR EL AIRE FRÍO DESDE ADELANTE).

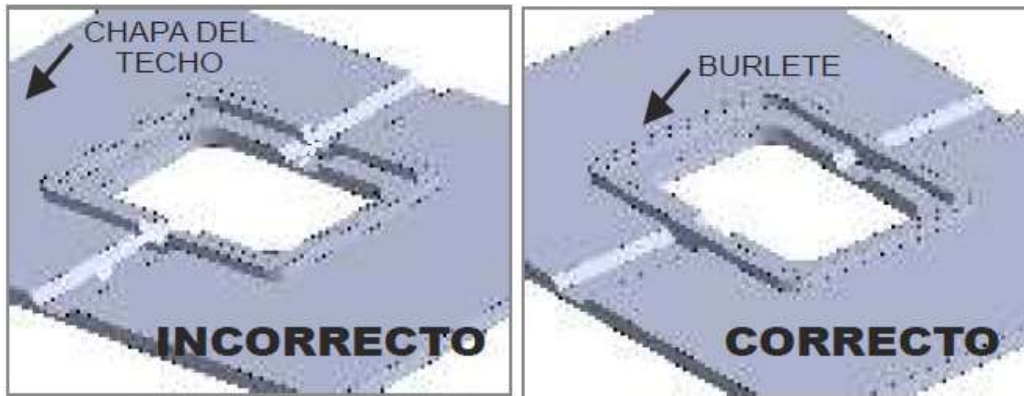


**Figura 13- Posición Climatizador**

**Fuente:** (NAIL, Automocion. Estructuras Interna del Climatizador, 2010)

Definido el mejor lugar, realizar una perforación de 480 mm x 190 mm, haciendo los ángulos con un radio aproximado de 40 mm y luego doblando la chapa hacia arriba para darle rigidez. (Altura aproximada 10 mm en todo el perímetro).

Colocar sellador siliconado neutro sobre el burlete y en el perímetro interno, antes de probar el equipo.



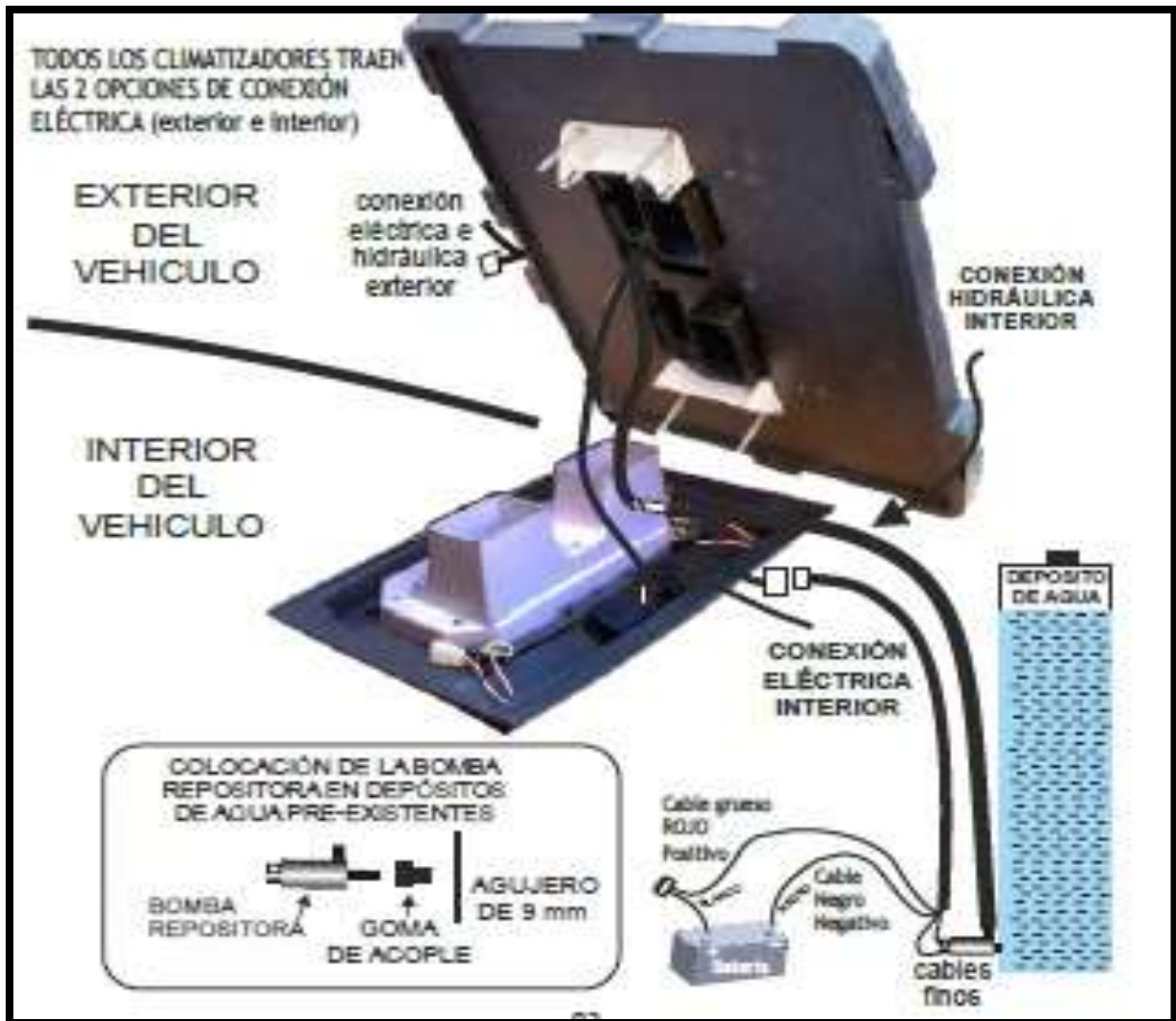
**Figura 14 - De chapa de burlete**

**Fuente:** (NAIL, 2010)

#### **4.16.- INSTALACIÓN CON TENDIDO DE MANGA INTERIOR.**

En vehículos donde el depósito de agua se ubica dentro de la cabina o se utiliza un depósito de agua pre-existente, se recomienda utilizar la conexión eléctrica e hidráulica interna.

La manguera de carga se pasa a la zona del electro ventilador a través del agujero que tiene la batea (extraer el tapón que lo mantiene cerrado) y de ahí introducirla por donde pasan los cables al interior de la cabina.



**Figura 15 - Manga Interior**

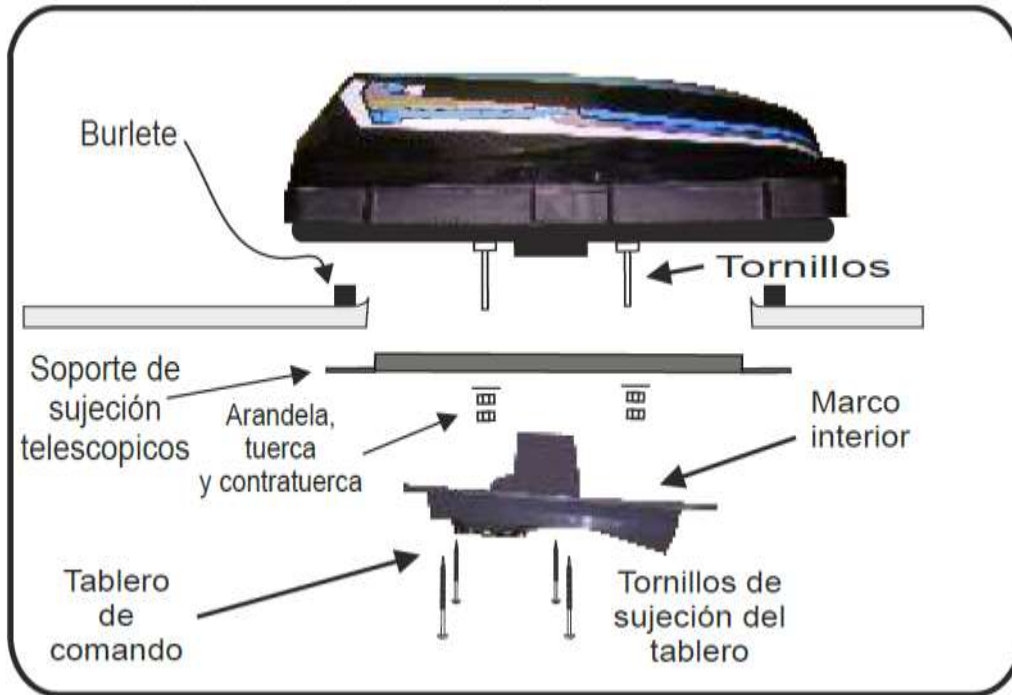
**Fuente:** (Manuales Nail, 2010)

#### 4.17.- FIJACIÓN DEL CLIMATIZADOR AL TECHO

Se presenta el equipo sobre el agujero del techo, se centra lo mejor posible, se colocan los soportes telescópicos como se observa en la figura:

Los 4 tornillos se ajustan en forma cruzada y pareja, hasta verificar que el burlete comienza a aplastarse con la base, impidiendo el paso de aire y agua del exterior.

**Figura 16 - Fijación del Climatizador**



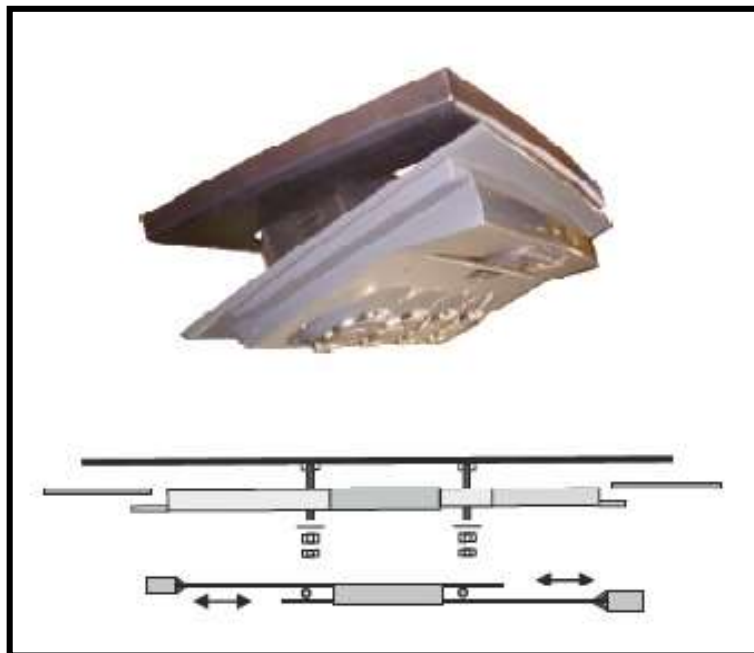
**Fuente:** (Nail, 2010)

Cuando la distancia entre la chapa del techo y el tapizado interior del vehículo supera los 6 cm, se enrosca en cada uno de los 4 tornillos de sujeción una tuerca doble que permite usar un tornillo extra para ajustar el soporte telescópico.



#### 4.18.- INSTALACIONES EN VEHÍCULO SIN ENTRETECHOS

Figura 17 - Instalación para vehículos pequeños



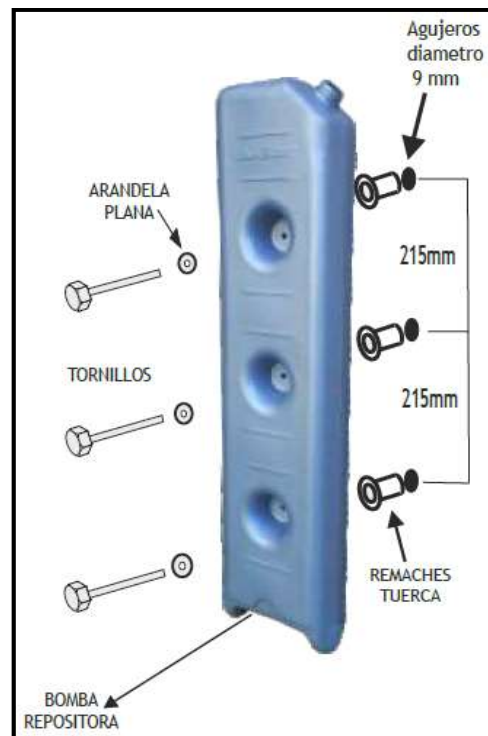
**Fuente:** (NAIL, Automocion. Estructuras Interna del Climatizador, 2010)

En los casos de instalaciones en vehículos sin tapizado interior o con éste muy cerca de la chapa del techo, se utiliza un marco (código 1105) que va colocado entre el tablero y el techo, permitiendo un ajuste perfecto y una Mejor terminación.

#### 4.19.- DEPÓSITO DE AGUA (INSTALACIÓN)

El sistema de pre-enfriado admite cualquier depósito de agua ubicado en cualquier lugar del (Por debajo del nivel del climatizador y en cualquier posición (horizontal o vertical) en casas rodantes o se puede usar el depósito que poseen para uso doméstico.

En camiones se puede utilizar los depósitos Standard que usa el chofer para higiene personal.



**Figura 18 - Depósito de agua**

**Fuente:** (NAIL, Mecánica Automotriz Plus, 2009)

#### **4.20.- CONTROL DE MANDOS**

##### **Encendido:**

El climatizador se enciende o apaga con la tecla 7.

##### **Variación de la velocidad del electro ventilador:**

Presionando la tecla 4 y 1 se aumenta o disminuye el caudal de aire .

### **Activación del sistema de pre - enfriado:**

Presionando la tecla 6 comienzan a funcionar, Automáticamente las bombas de agua.

### **Encendido de luces:**

Presionando la tecla 3 se enciende la luminaria del tablero.

### **Indicación de falta de agua en el depósito:**

Cuando el nivel de la cámara de pre-enfriado es bajo y la bomba de reposición se activa 4 veces seguidas sin completarlo, la placa electrónica interpreta que el depósito de agua está vacío y hace titilar rápidamente la tecla 6. Durante esta indicación, las bombas de agua no son activadas para su protección.

### **Programación del temporizador:**

El temporizador permite encender o apagar el climatizador en un lapso de tiempo a seleccionar. Si se programa con el climatizador encendido, pasado el tiempo seleccionado este se detiene.

Si se programa con el climatizador apagado, pasado el tiempo seleccionado, el equipo se enciende con el último nivel de aire usado.

Para programarlo, se presiona la tecla 8 y está comienza a titilar; cada vez que la tecla es presionada se incrementa una hora (máximo 5 horas) . Por ejemplo, si la tecla 8 titila 4 veces, significa que está programado para 4 horas.

### **Programación al sistema automático directo:**

Si por algún inconveniente técnico los sensores de la cámara de pre-enfriado dejaran de funcionar, se puede programar el climatizador para que funcione en forma automática directa, de esta forma se puede seguir usando el climatizador hasta que se pueda consultar al servicio técnico de NEIL. La forma de activarlo es la siguiente: con el climatizador

Encendido y el sistema de pre-enfriado activo (tecla 6 en rojo) presionar esta tecla por 9 segundos y el sistema pasa a funcionar en automático directo (la tecla 6 va a titilar

Lentamente). Para volver a operar con pre-enfriado basta presionar la tecla 6 o apagar el equipo y volverlo a encender.

#### **4.21.- DRENAJE DE ESCURRIDO:**

Una vez apagado el equipo transcurren 2 minutos y la bomba de reposición funciona 6 segundos y se apaga. Esto posibilita que el agua escurrida del filtro evaporador vuelva al depósito y no sobrecargue la cámara de pre-enfriado.

#### **4.22.- OBSERVACIONES:**

El diseño del climatizador LIGHT, permite instalarlo en vehículos con ventanas menores a 690 x 540 mm, y solo respetando que el voltaje del electro ventilador sea el mismo que el alternador (12 o 24 volt).

En los accesorios de cada equipo se entregan TODOS los componentes necesarios para la instalación (Excepto el sellador siliconado).

Todos los climatizadores están preparados para conexión de manga interior o exterior, según se ubique el depósito de agua dentro o fuera de la cabina.

#### 4.23.- RECOMENDACIONES PARA EL INSTALADOR

Las mangueras deben tener curvas suaves para evitar su estrangulamiento en días de altas temperaturas.

Igualmente, al ajustar los precintos, cuidar de no restringir el paso del agua.



Figura 19 - Recomendaciones de instalación

Fuente: (NAIL, 2010)

**IMPORTANTE:** Verificar La Polaridad Al Conectar Directo A Batería.

#### **4.24.- PREGUNTAS FRECUENTES**

##### **Enfría igual que un Aire Acondicionado?**

El aire acondicionado enfría únicamente con el motor del vehículo en marcha o con un grupo electrógeno funcionando.

##### **Esto provoca:**

- Mayor gasto de combustible por pérdida de potencia cuando se circular
- Contaminación ambiental por gases de combustión emitidos por el escape.
- Ruidos molestos del motor del vehículo o del grupo electrógeno.
- No es recomendable dejar el motor regulando con el aire acondicionado encendido, ya que produce un desgaste prematuro del mismo.

El climatizador por evaporación funciona tanto con el vehículo en marcha como detenido, su funcionamiento es exclusivamente eléctrico y solo consume agua.

##### **Cuantos grados puede bajar?**

Los climatizadores por evaporación basan su funcionamiento en la evaporación del agua.

La disminución de temperatura depende del clima (a mayor temperatura y menor humedad, el enfriamiento es mayor).

Puede bajar un promedio de 10 ° en climas cálidos y relativamente húmedos; y 20 ° en climas calurosos y secos.

### **Puedo regular la temperatura?**

En un aire acondicionado se puede regular la temperatura deseada. En un climatizador la temperatura de salida del mismo dependerá de las condiciones ambientales.

### **Sirve para climas muy calurosos?**

En general, cuanto mayor es la temperatura ambiente, menor es la humedad, por ende, los climatizadores por evaporación tendrán mayor capacidad de evaporación de agua y el enfriamiento será mayor. Se calculan 2200 BTU por litro de agua evaporada por hora.

### **Humedece todo el ambiente?**

Absolutamente NO. El proceso de enfriamiento se produce gracias a la capacidad de absorción de humedad del aire exterior, pero este proceso se realiza dentro del climatizador, cuando el aire es expulsado por las toberas comienza a perder humedad a medida que se aleja de las mismas y esto hace que la humedad total dentro del vehículo no sobrepase los valores normales. Según estudios realizados, las mejores condiciones de bienestar, rendimiento y atención en el ser humano están dadas entre los 18° C y 27° C con humedad relativa ambiente de entre 40% y 60 %; estas condiciones son las que mantiene en el ambiente el climatizador.

### **El climatizador comienza a enfriar apenas se pone en funcionamiento?**

El equipo demorará un tiempo en enfriar hasta que se humedezca totalmente el filtro

**MUY IMPORTANTE:** Desconectar el (-) y el (+) de la batería en el momento de realizar soldaduras en el vehículo, de lo contrario se puede dañar la placa electrónica.



**Figura 20 - Comparación de pre-enfriado**

**Fuente:** (Nail, 2009)

#### **4.25.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Cada 300 horas de uso se recomienda la siguiente tarea de mantenimiento:

1. Extraer la cascara, sacando los tornillos que se encuentran en sus laterales
2. El tubo rociador, que se ubica en el reverso del soporte del filtro, debe tener todos sus orificios destapados. (Limpiar con aire a presión desde la T que une los dos tramos).



3. Extraer el filtro evaporador y limpiarlo con abundante agua (sin productos Químicos). Cada 900 horas de uso, reemplazarlo por uno nuevo.
4. Extraer la cámara de pre-enfriado externa y limpiarla con abundante agua, reemplazarla cada 900 horas de uso.
5. Verificar funcionamiento de bomba humectadora de la siguiente manera:
  - a. Encender el equipo con el ventilador en mínima velocidad.
  - b. Activar el sistema de pre-enfriado y esperar que la bomba de reposición complete el nivel de agua.
  - c. Cuando funciona la bomba humectadora, la cantidad de agua que sale de la manguera de humectación debe llenar un recipiente equivalente a un pocillo de café.
  - d. Si el caudal de agua es menor, reemplazar la bomba humectadora por una nueva de igual voltaje
6. Volver a montar todas las piezas en sus lugares originales.

**NOTA:** Antes De Apagar El Equipo, Se Recomienda Dejarlo Funcionar Por Varios Minutos Sin El Sistema De Pre-Enfriado, Para Secar El Filtro Evaporador Y Evitar Malos Olores.

#### 4.28.- TABLA DE DATOS TÉCNICOS

<b>DATOS TÉCNICOS</b>	
CONSUMO MAXIMO EN 12 VOLT	4 AMPER
CAUDAL MAXIMO DE AIRE	8 AMPER
CAPACIDAD FRIGORIFICA APROXIMADA	700m3/hora
CONSUMO DE AGUA	1000 a 6000 BTU/hora

**Tabla 4 - Tabla de datos técnicos**

**Fuente:** (Manuales Nail, 2010)

#### 4.29.- REVISION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES

##### 4.29.1. Placa Electrónica

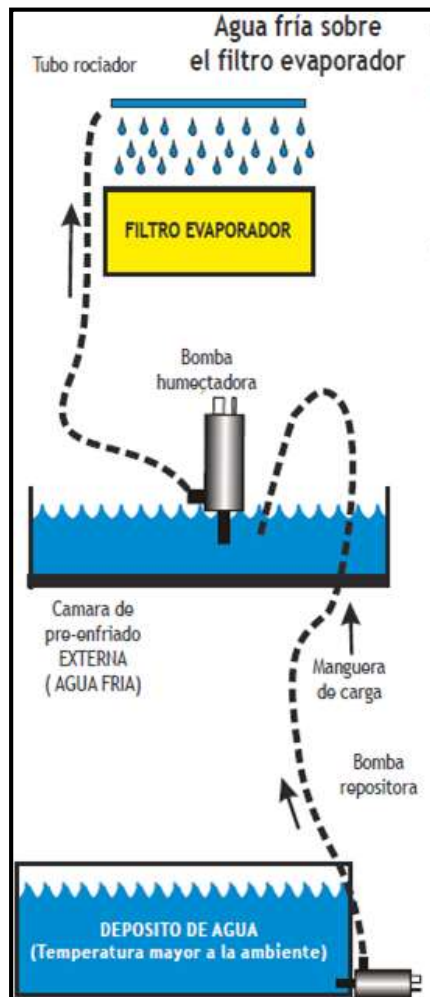
Verificar que se encuentre. Activada la tecla de pre enfriado 6 y que no se encuentre titilando (falta de agua). Si la tecla 6 titila y el depósito tiene agua revisar bomba de reposición y manguera de carga.

#### **4.29.2. Revisión de bomba repositora.**

Verificar que la bomba del depósito del agua (de reposición) no esté quemada o con la turbina suelta (puede hacer ruido pero no impulsar agua). Controlar, también, que la conexión eléctrica no esté sulfatada.

#### **4.29.3. Revisión de bomba humectadora.**

Verificar que no esté quemada o con la turbina suelta. Controlar que el tubo rociador tenga todos los orificios destapados y este humedeciendo el filtro evaporador en toda su extensión.



**Figura 21 - Sistema automático directo**

**Fuente:** (NAIL, 2010)

#### **4.30.- PROCESO DE INSTALACION:**

Para continuar con el proceso de instalación del climatizador automático se realizaron las medidas necesarias dentro de la cabina del bus y además se realizó la inspección de cada uno de los componentes que tiene el climatizador para en caso de fallas detectarlas y poder rectificarlas luego de todo el proceso de inspección de los

componentes procedemos a la instalación del equipo, y analizamos donde será la ubicación del sistema.

Dando como resultado que la capacidad de climatización del sistema da para climatizar una parte de la cabina, esto provoco que se proceda a dividir la cabina mediante un cálculo para determinar el área que va a ser climatizada por la capacidad del climatizador.



**Figura 22 - División de la Cabina del Bus**

**Fuente:** Trabajo de Campo

Después de realizar las medidas del área a climatizar se seleccionaron materiales con los cuales se va a proceder a la división de la cabina del bus, para esto en primer lugar se seleccionó el gypson que es un material para crear divisiones esto nos ayudó para hacer las paredes de la división, dejando un espacio para la ubicación de la puerta.

La puerta es de un material metálico para crear un ambiente térmico los materiales a utilizar en la división se los escogió para que no exista variación de temperatura, esto en relación de los materiales seleccionados para la división de la cabina.

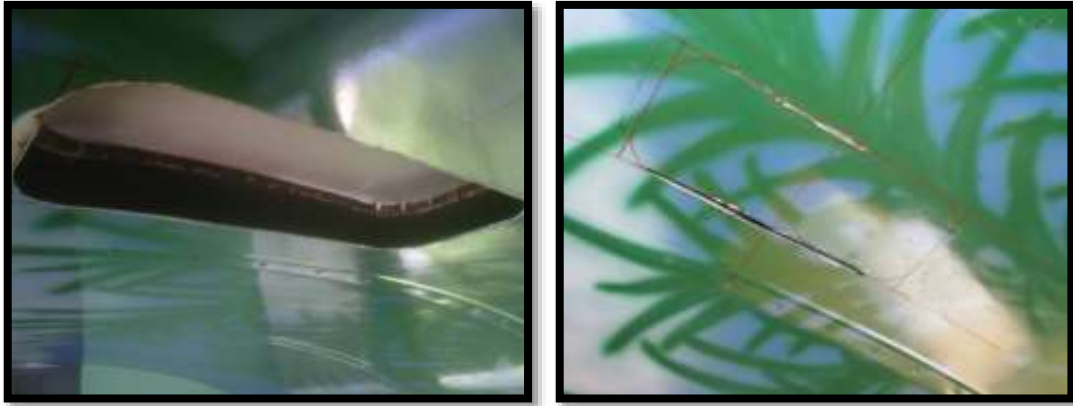


**Figura 23 - Puerta metálica**

**Fuente:** (Trabajo de Campo, 2012)

Para continuar con la instalación del climatizador se procedió a la ubicación central del equipo en el techo, para esto se realizo las medidas de centralización logrando así una perfecta ubicación para que la climatización sea de manera pareja en la cabina.

La perforación del techo se la realizo con una moladora y tomando en cuenta las medidas que son recomendadas para la instalación del equipo, de tal manera se logro la correcta ubicación del equipo, con un correcto sellado para evitar filtraciones.



**Figura 24 - Perforación Techo Cabina**

**Fuente:** Trabajo de Campo

Luego se procede a ubicar todos los componentes eléctricos y mangueras de conducción para hacer su respectiva instalación y de tal manera se procede a dar energía por medio de la batería. Esto da como resultado el correcto funcionamiento del climatizador, cumpliendo así con el objetivo principal.



**Figura 25 - Ubicación de los componentes eléctricos y mangueras.**

**Fuente:** Trabajo de Campo

Luego de tener todos los componentes en su correcto funcionamiento y de hacer las pruebas necesarias para poder constatar los datos, procedemos a la parte de limpieza y preparación del equipo para su presentación final, teniendo en cuenta que la imagen del proyecto debe ser impecable.



**Figura 26 - Sujeción del climatizador al techo**

**Fuente:** Trabajo de Campo



## CONCLUSIONES.

- Cuando se trata de escoger un climatizador ambiental siempre debemos fijarnos en los sistemas que nos brinden un mayor beneficio a diferencia de un menor costo económico y costo medio ambiental posible, para esto debemos saber cual sistema es el más eficiente según el lugar en donde vayamos a hacer la instalación.
- La determinación de los requisitos para la elección de un sistema de climatización puede reducirse a un proceso simple que puede ser realizado por cualquier persona sin formación especial.
- Gracias a al mejoramiento de las características ambientales de un lugar cerrado se puede concluir que la actividad intelectual de las personas aumenta, ya que se crea un mejor ambiente dando mayor confort y comodidad, sobre todo en los lugares de trabajo, lo que ayuda a aumentar el rendimiento laboral. Y en el caso de los transportistas se sienten mejor, ya que se crea un ambiente menos pesado con lo que están más atento a la vía, logrando también aumentar el tiempo de manejo, disminuyendo un el agotamiento de manejar largas distancias.
- Si se pueden aplicar nuevas alternativas para sustituir los actuales sistemas de aire acondicionado, sobre todo para dejar de destruir el medio ambiente que nos rodea.

- Haciendo un análisis de la matriz de comparación de los equipos a seleccionar da como resultado que el climatizador seleccionado mediante el estudio previo es la mejor opción no solo por ser ecológico si no por contar con todos los elementos necesarios para lograr una climatización ideal del espacio seleccionado. Además los resultados arrojados por el climatizador en consumo de energía y tiempo de climatización es optimo por eso lo convierte en la mejor opción a escoger.
- La idea de potencializar energía con ecología es la parte más importante de un sistema de climatización debido a que los anteriores sistemas cumplen con su objetivo de climatizar un espacio seleccionado pero con un consumo de energía considerable, esto hace que el sistema seleccionado establezca parámetros de rendimiento ideales para el espacio donde se realizara su instalación.

### **RECOMENDACIONES:**

- La selección de un equipo para un determinado espacio depende mucho de sus características lo más importante es ver los datos de consumo, espacio que ocupa el equipo sus componentes además de la parte ecológica que es de mucha importancia en la actualidad, dependiendo de todas estas características se procede a la selección de un equipo.

- En la actualidad los equipos se enfocan mucho en la parte ecológica y en el espacio que ocupan por eso es muy importante que la selección de un equipo de climatización sea de un estudio muy minucioso ya que en la actualidad contamos con un mercado que nos ofrece diversos sistemas unos más completos que otros pero también hay que tener muy en cuenta el valor de estos equipos ya que ciertos sistemas son más completos que otros pero con un valor demasiado alto. Lo más importante de la selección de un equipo es comparar todas las características del equipo porque en el mercado se ha podido constatar que existen empresas que cumplen con requerimientos de calidad y a un precio muy conveniente.
- Al momento de ya tener seleccionado el equipo es muy importante constatar que las medidas realizadas sean correctas con un mínimo margen de error esto nos ayuda a que el equipo funcione de manera optima sin que cause un problema de climatización por un mal cálculo.
- Es de mucha importancia a equipos darles un correcto mantenimiento esto debido a que están elaborados con materiales que sufren desgaste tales como filtros , bombas, sensores, y mangueras de conducción de agua por dichos elementos se considera un mantenimiento trimestral y siempre tener en cuenta la parte electrónica como los mandos de la consola, una falta de mantenimiento en estos equipos puede producir un error al momento de la climatización por tal motivo se pone énfasis en este aspecto

- Cuando se trata de seleccionar e implementar un equipo de climatización en un proyecto lo más importante es tener muy claro los conceptos y como funciona un climatizador y que lo compone ya que debido a una mala instrucción puede generar una falta de confort y incomodidad a las personas que se deberían beneficiar de este sistema para no tener este tipo de problemas se estudia a fondo el sistema para lograr los resultados que se requiere alcanzar.

## Bibliografía

- (s.f.). Recuperado el 20 de Abril de 2012, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeraci%C3%B3n\\_por\\_absorci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeraci%C3%B3n_por_absorci%C3%B3n)
- Alonso V. (2012). Bogotá: Paraninfo.
- Alonso, J. M. (2012). Técnicas Automóvil Chasis, Edición 9. En Alonso, *Técnicas Automóvil*. Andalucía. (2009). *Los sistemas de Climatización automática*. Madrid: Andalucía.
- AutoMecanico* . (2012). Obtenido de <http://www.automecanico.com/auto2014/oeindice.html>
- Boltzmann, L. (2007). *Escritos de mecánica y termodinámica*. Alianza.
- Brand, P. (2009). *Volumen*. Recuperado el 10 de Enero de 2012, de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/propiedades/volumen.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/volumen.htm)
- Buckius, H. &. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics English/SI Version*.
- Callen, H. (2007). Novena edición. *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*.
- Castro, A. *Termodinámica Aplicada*. McGraw-Hill Primera Edición.
- Castro, A. (2007). *Variables de la Termodinámica*. Recuperado el 30 de Diciembre de 2011, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Termodin%C3%A1mica# Variables \\_termodin.C3.A1micas](http://es.wikipedia.org/wiki/Termodin%C3%A1mica#Variables_termodin.C3.A1micas)
- Castro, V. (s.f.). Recuperado el 20 de Enero de 2012, de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/propiedades/temperatura.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/temperatura.htm)
- Cengel, Y. (2012). *M.A Termodinámica*. McGraw-hill.
- Creus, A. (2012). *Instrumentación Industrial*. Marcombo.
- Crouse, W. *Componentes de un sistema de acondicionamiento de aire*. Mexico D.F: Alfa Omega.
- Cruz, J. P. (2005). *La Termodinámica De Galileo*. Fundaciónn Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- Dominguez, E. (2007).
- (1968). *Enciclopedia determinología Química*. Mexico: Porrúa.
- Giancoli, D. (2007). *Physics*. Upper Saddle River.

- GNU. (13 de 01 de 2008). *Volumen y Masa*. Recuperado el 10 de Enero de 2012, de [http://www.ceibal.edu.uy/contenidos/areas\\_conocimiento/mat/midiendomasas/qu\\_es\\_la\\_masa.html](http://www.ceibal.edu.uy/contenidos/areas_conocimiento/mat/midiendomasas/qu_es_la_masa.html)
- Haywood, F. (2012). *Ciclos Termodinámicos de potencia y refrigeración*. Limusa.
- Helsdon, R. (2007) *Termodinámica Aplicada*. URMO .
- James, W. (2008). *Transferencias de Calor Aplicada a la Ingeniería*. Madrid: Limusa.
- Jimenez, J. L. (2002). En J. L. Jimenez, *Automocion. Estructuras del vehículo*. Paraninfo.
- Journey*. (Enero de 2012). Recuperado el Noviembre de 2012, de [http://www.google.com.ec/imgres?um=1&hl=es&newwindow=1&tbm=isch&tbnid=0KX2wuOiFCdq5M:&imgrefurl=http://co.snipertime.com/motor/dodge%2520journey&docid=94nBvul\\_dKChqM&imgurl=http://www.alamaula.com.co/uploads/5/189/Classified/2137039/barras-de-techo-journey-](http://www.google.com.ec/imgres?um=1&hl=es&newwindow=1&tbm=isch&tbnid=0KX2wuOiFCdq5M:&imgrefurl=http://co.snipertime.com/motor/dodge%2520journey&docid=94nBvul_dKChqM&imgurl=http://www.alamaula.com.co/uploads/5/189/Classified/2137039/barras-de-techo-journey-)
- Luque. (2012). *Ingeniería del Automovil* . En Luque.
- Manuales Gratis. (Marzo de 2010). *Manuales Gratis*. Obtenido de <http://losmejorestecnicosjunior.blogspot.com/2010/05/accesorios-de-aire-acondicionado.html>
- Medina, D. (s.f.). *La Historia del Aire Acondicionado Motor*. Recuperado el 2011 de Diciembre de 6, de [www.monografias.com/trabajos5/aaauto/aaauto.shtml](http://www.monografias.com/trabajos5/aaauto/aaauto.shtml)
- Medina, D. (s.f.). *La Historia del Aire Acondicionado Motor*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2011, de [www.monografias.com/trabajos5/aaauto/aaauto.shtml](http://www.monografias.com/trabajos5/aaauto/aaauto.shtml)
- Medina, D. (2012). *La historia del aire Acondicionado Motor*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos5/aaauto/aaauto.shtml>
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (s.f.). *Guía Técnica sobre condiciones ambientales en los lugares de trabajo* .
- Monarrez, A. (2009). En *Mecánica Automotriz Plus* . Royce .
- NAIL. (2010). Manual de uso Climatizadores. *Modelo Light* .
- Ortega, M. (1989-2011). *Lecciones de Física (4 volúmenes)*. Monytex.
- Perez, A. (2008). *Materiales*. Recuperado el 15 de Enero de 2012, de [http://curso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/propiedades/densidad.htm](http://curso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/densidad.htm)
- Perez, C. (2009). *La termodinámica de Gibbs*. Fundación Canaria Orotova de Historia de la Ciencia.
- Prestige. (2009). *Prestige* .

Saenz, S. (s.f.). *Variables Físicas*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2011, de <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo1 p/variables .html>

Scribd. (2011). Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/15905540/Ciclos-termodinamicos>

Solís, J. B. (2008). *El otro urbanismo*. Sevilla-España: Padilla.

Trabajo de Campo. (2007). *Trabajo de Campo*. LunArt.

Vasquez, D. Algunos aspectos a considerar en la didáctica del calor. En *Enseñaza de las ciencias*. España.

Vizán, G. (2010). Recuperado el 30 de Enero de 2012, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Evaporaci%C3%B3n>

VVAA. (2012). En *Ayudante Reparación Vehículos Garantía Social*. Madrid: Mc. Graw Hill.

Zemansky, M. (2007). *Calor y Termodinámica*.

## **Glosario:**

**Amoníaco:** es un gas incoloro de olor muy penetrante. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. Se disuelve fácilmente en el agua y se evapora rápidamente. El amoníaco producido en plantas químicas es usado para fabricar abonos. El resto es usado en textiles, plásticos, explosivos, en la producción de pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, refrigerantes y otros productos.

**Alúmina:** Junto con el silicio, es el ingrediente más importante en la constitución de las arcillas y los barnices, impartiendoles resistencia y aumentando su temperatura de maduración. El óxido de aluminio existe en la naturaleza en forma de corindón, y de esmeril.

**Átomo:** En física y química, átomo (del latín atomum, y éste del griego ἄτομον, sin partes; también, se deriva de "a" (no) y "tomo" (divisible); no divisible)<sup>1</sup> es la unidad más pequeña de un elemento químico que mantiene su identidad o sus propiedades, y que no es posible dividir mediante procesos químicos.

**Benceno:** es un líquido claro, sin color, aromático y altamente inflamable que se evapora rápidamente en el aire y puede disolverse en el agua. Se forma tanto por procesos naturales como por actividades humanas. Se utiliza industrialmente como solvente en las pinturas y otros químicos y productos tales como tinturas, detergentes, nylon, plásticos, drogas y pesticidas. El benceno es ampliamente utilizado en los Estados Unidos; califica en la cumbre de veinte químicos para el



volumen de producción y constituye alrededor del uno por ciento de cada galón de gasolina.

**Calor:** Se llama calor a la magnitud que fluye entre dos sistemas a causa únicamente de su diferencia de temperatura. Los mecanismos de flujo de calor entre sistemas son en general los de conducción, convección y radiación. En cualquier transferencia de calor, sin embargo, puede predominar uno cualquiera de estos mecanismos, según sean los procesos y los sistemas termodinámicos actuantes.

**Climatización:** La climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados. La normativa española ha abandonado cualquier referencia al aire acondicionado, por ser una expresión equívoca, ya que parece referirse exclusivamente a la refrigeración (climatización de verano), cuando en realidad debería referirse al acondicionamiento del aire en todas las épocas, verano e invierno.

**Confort:** Se trata de aquello que brinda comodidades y genera bienestar al usuario. El confort puede estar dado por algún objeto físico (un sillón, un colchón, un coche) o por alguna circunstancia ambiental o abstracta (la temperatura apropiada, el silencio, la sensación de seguridad).

**Condensación:** Es un fenómeno físico, Es el cambio de estado de la materia que se encuentra en estado gaseosa a forma líquida. Es el proceso inverso a la vaporización.

**Desplazamiento:** es el vector que define la posición de un punto o partícula en relación a un origen A con respecto a una posición B. El vector se extiende desde el punto de referencia hasta la posición final. Cuando hablamos del desplazamiento de un cuerpo en el espacio solo nos importa la posición inicial del cuerpo y la posición final ya que la trayectoria que describe el cuerpo no es de importancia si queremos hallar su desplazamiento

**Electro ventilador:** es un dispositivo eléctrico que sirve para mantener baja la temperatura del motor en los automóviles, antes se utilizaba un ventilador mecánico lo cual quitaba fuerza al motor del vehículo, en los autos modernos, el electro ventilador, no utiliza carga del motor, sino que tiene un motor eléctrico que mueve un sistema de paletas para bajar la temperatura del motor a los rangos normales de operación.

**Esfuerzo Mecánico:** acción enérgica física para la obtención de un fin

**Estado gaseoso:** Se denomina estado gaseoso cuando las sustancias no tienen forma ni volumen propio, adoptando el de los recipientes que las contienen. Las moléculas que constituyen un gas casi no son atraídas unas por otras, por lo que se mueven en el vacío a gran velocidad y muy separadas unas de otras.

**Estanqueidad:** Es una cualidad por la que determinamos si algo tiene fugas o posibilidad de tenerlas, o no. O sea, si tenemos estanqueidad, no hay fugas; si no hay estanqueidad, tenemos fugas

**Fuerza:** En física, la fuerza es una magnitud física que mide la intensidad del intercambio de momento lineal entre dos partículas o sistemas de partículas (en lenguaje de la física de partículas se habla de interacción). Según una definición clásica, fuerza es todo agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de los cuerpos materiales.

**Humedad:** Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Banda del Alternador:

**Magnitud a dimensional:** En física, química, ingeniería y otras ciencias aplicadas se denomina magnitud a dimensional a toda aquella magnitud que carece de una magnitud física asociada.<sup>1</sup> Así, serían magnitudes a dimensionales todas aquellas que no tienen unidades, o cuyas unidades pueden expresarse como relaciones matemáticas puras.

**Magnitud física:** Una magnitud física es una propiedad o cualidad medible de un sistema físico, es decir, a la que se le pueden asignar distintos valores como resultado de una medición. Las magnitudes físicas se miden usando un patrón que tenga bien definida esa magnitud, y tomando como unidad la cantidad de esa propiedad que posea el objeto patrón.

**Módulo:** En física, se llama módulo de un vector a la norma matemática del vector de un espacio euclídeo ya sea este el plano euclídeo o el espacio tridimensional. El módulo de un vector es un número que coincide con la "longitud" del vector en la representación gráfica.

**Neutrones:** El neutrón es una partícula subatómica sin carga neta, presente en el núcleo atómico de prácticamente todos los átomos, excepto el protón. Aunque se dice que el neutrón no tiene carga, en realidad está compuesto por tres partículas fundamentales cargadas llamadas quarks, cuyas cargas sumadas son cero. Por tanto, el neutrón es un barión neutro compuesto por dos quarks de tipo abajo, y un quark de tipo arriba.

**Packard:** fue una marca estadounidense de automóviles de lujo fabricados por la Packard Motor Car Company de Detroit, Michigan, y luego por la Studebaker-Packard Corporation de South Bend, Indiana. El primer automóvil Packard fue producido en 1899 y el último en 1958.

**Presión:** puede definirse como una fuerza por unidad de área o superficie, en donde para la mayoría de los casos se mide directamente por su equilibrio directamente con otra fuerza, conocidas que puede ser la de una columna líquida un resorte, un embolo cargado con un peso o un diafragma cargado con un resorte o cualquier otro elemento que puede sufrir una deformación cualitativa cuando se le aplica la presión.

**Punto de rocío:** El punto de rocío o temperatura de rocío es la temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire y [agua], produciendo rocío, neblina o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja, escarcha.

**Termocontacto:** Interruptor eléctrico accionado por temperatura. Los contactos pueden abrirse o cerrarse cuando se alcanza una determinada temperatura. Se

emplean en el circuito de refrigeración del motor para activar el electroventilador del radiador cuando la temperatura es alta. También se emplean en los sistemas de climatización y de aire acondicionado para poner en funcionamiento diversos elementos en función de temperaturas.

**Temperatura:** La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente o frío. Por lo general, un objeto más "caliente" que otro puede considerarse que tiene una temperatura mayor, y si es frío, se considera que tiene una temperatura menor. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica.

**Líquido refrigerante:** Un refrigerante es un producto químico líquido o gas, fácilmente licuable, que se utiliza para servir de medio transmisor de calor entre otros dos en una máquina térmica, y concretamente en aparatos de refrigeración. Los principales usos son los refrigeradores y los acondicionadores de aire.

**Radiador de calefacción:** es un tipo de emisor de calor. Su función es intercambiar calor del sistema de calefacción para cederlo al ambiente, y es un dispositivo sin partes móviles ni producción de calor. Forma parte de las instalaciones centralizadas de calefacción

**Radiador:** parte fundamental en el sistema de refrigeración de un vehículo. es básicamente un depósito formado por diferentes "láminas" por las cuales circula el agua que tiene, una polea accionada por el cigüeñal hace que gire un ventilador que

hace que pase el flujo del aire a través del radiador enfriando el líquido el cual a su vez enfría el motor.

**Vector:** En física o ingeniería, un vector (también llamado vector euclidiano o vector geométrico) es una herramienta geométrica utilizada para representar una magnitud física definida por un módulo (o longitud) y una dirección

**Silicio:** El silicio es el elemento electropositivo más abundante de la corteza terrestre.

El dióxido de silicio se emplea como materia prima para producir silicio elemental y carburo de silicio. Los cristales grandes de silicio se utilizan para cristales piezoeléctricos. Las arenas de cuarzo fundido se transforman en vidrios de silicio que se usan en los laboratorios y plantas químicas, así como en aislantes eléctricos. Se emplea una dispersión coloidal de silicio en agua como agente de recubrimiento y como ingrediente de ciertos esmaltes.

**Protones:** es una partícula subatómica con una carga eléctrica elemental positiva 1 ( $1.6 \times 10^{-19}$  C), igual en valor absoluto y de signo contrario a la del electrón, y una masa 1.836 veces superior a la de un electrón. Experimentalmente, se observa el protón como estable, con un límite inferior en su vida media de unos  $10^{35}$  años, aunque algunas teorías predicen que el protón puede desintegrarse en otras partículas.

**Pascal:** El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de Newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma

**Libra:** La libra (lb) es una unidad de masa usada desde la Antigua Roma. La palabra (derivada del latín) significa "escala o balanza", y todavía es el nombre de la principal unidad de peso y masa usada en los países anglosajones.

**Psi:** La libra-fuerza por pulgada cuadrada, más conocida como psi (del inglés pounds per square inch) es una unidad de presión en el sistema anglosajón de unidades.

**Variable de estado:** Una variable de estado de un sistema dinámico es una señal del sistema, es decir, una magnitud medible del mismo: Temperatura, posición, velocidad, capacidad, tensión... Éstas podrán ser:

**Función de estado:** En termodinámica, una función de estado o variable de estado es una magnitud física macroscópica que caracteriza el estado de un sistema en equilibrio. Dado un sistema termodinámico en equilibrio puede escogerse un número finito de variables de estado, tal que sus valores determinan unívocamente el estado del sistema.

El valor de una función de estado sólo depende del estado termodinámico actual en que se encuentre el sistema, sin importar cómo llegó a él.

**BTU:** Unidad Térmica Británica o British Thermal Unit (por sus siglas en inglés) es una medida internacional de energía

**Trabajo Mecánico:** Se dice que un sistema realiza trabajo mecánico sobre otro sistema cuando el primero le transfiere algún tipo de energía mecánica o electromecánica, ya sea una compresión, una expansión, etc.

Cuando se realiza trabajo mecánico sobre un sistema que está envuelto en paredes adiabáticas, es decir, sin que pueda emitir o adsorber calor durante el proceso, decimos que realizamos sobre el sistema un trabajo adiabático

**Energía Interna:** Se denomina energía interna de un sistema a la magnitud que cambia entre dos estados de un sistema en virtud únicamente de ejercer sobre el mismo un trabajo adiabático (sin flujo de calor).

**Procesos reversibles e irreversibles:** Un proceso termodinámico desde un estado inicial  $i$  a un estado final  $f$  tal que, tanto el sistema como el medio externo pueden reintegrarse desde el estado final  $f$  a su estado inicial  $i$ , de forma que no se origine ningún cambio exterior al sistema ni a su medio ambiente, se dice que es un proceso reversible. Caso contrario el proceso es irreversible.

**Maquina Térmica:** Es un sistema que realiza un trabajo mecánico sobre otros sistemas absorbiendo calor desde un foco caliente.

**Maquina Frigorífica:** Es un sistema que cede calor a un foco caliente cuando otros sistemas realizan sobre él un trabajo mecánico.



**Ciclo Termodinámico:** Es el conjunto de las transformaciones termodinámicas de un sistema que retorna a las condiciones iniciales después de haber realizado un trabajo sobre otros sistemas.

El estudio de los ciclos se lleva a cabo suponiendo que el ciclo está constituido por una serie de transformaciones termodinámicas ideales, como las adiabáticas (sin flujo de calor hacia o desde el sistema), isobáricas (a presión constante), isocoras (a volumen constante) e isotérmicas (a temperatura constante).