

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Tesis de grado para la obtención del Título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

**“Adaptación e implementación de un sistema de aire acondicionado y calefacción para evitar el empañamiento de los vidrios en la camioneta Chevrolet D-Max 3.0 CRDI”**

**Alex Maximiliano Hidrobo Coello**

**Director: Ing. Santiago Orozco**

**Quito, Octubre 2018**

## Certificación

Certifico que esta tesis fue realizada en su totalidad por: Alex Maximiliano Hidrobo Coello

---

Ing. Santiago Orozco

## Dedicatoria

Esta tesis va dedicada exclusivamente para mis padres, su sacrificio, apoyo, perseverancia y determinación han influenciado mucho en mi persona para encontrar la motivación y el deseo de superación como profesional, es por ello que esta tesis va dedicada con mucho esfuerzo y cariño para mis padres.

## Agradecimiento

Agradezco a mis padres y a todos mis maestros por las incontables ocasiones en las que supieron aconsejarme y no permitieron que en ningún momento desmaye en el camino de mi formación profesional, su apoyo y sacrificio hacen posible el poder seguir creciendo no solo como profesional sino como persona de bien.

## ÍNDICE GENERAL

Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
LISTA DE GRÁFICOS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRAC.....	xiii
Capítulo I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
2. Herramientas a utilizar.....	3
3 Finalidad.....	3
Capitulo II.....	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
1. Componentes del sistema del aire acondicionado.....	4
2.1 Compresor.....	4
2.2 El embrague electromagnético.....	8
2.3 Válvula de expansión.....	11
2.4 Tipos de válvula de expansión.....	12
2.5 Recalentamiento en válvula de expansión.....	12
2.6 Fluido frigorígeno refrigerante 134a.....	12
2.7 Panel de A/C.....	14
2.8 Condensador.....	15
2.9 Tipos de condensadores.....	16
2.10 Evaporador.....	18
2.11.1 Evaporador de tubos y aletas.....	19
2.11.2 Evaporador tipo serpentín.....	20
2.11.3 Evaporador de placas.....	21
2.12 El Termostato.....	22
2.12.1 Termostato electrónico.....	23

2.12.2 Termostato mecánico .....	23
2.13 Los presostatos.....	24
2.14 El depósito deshidratador.....	25
2.15 Las válvulas de llenado.....	26
2.16 El llenado del circuito frigorífico.....	27
2.16.1 Determinación de la carga de fluido frigorígeno .....	28
2.17 Mangueras y conexiones.....	29
2.18 Funcionamiento del A/C.....	30
2.19 Características del sistema .....	31
2.20 Refrigerantes y las condiciones que deben cumplir .....	32
Capítulo III .....	33
SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS .....	33
3.1 Resolución al problema.....	33
3.2 Lugares de medición.....	34
3.3 Procedimiento para la toma de datos .....	35
3.4 Aire acondicionado en condiciones normales.....	36
3.6 Funcionamiento del aire acondicionado a alta temperatura.....	40
3.7 Conclusiones de los datos obtenidos en las mediciones .....	40
3.7.1 En las mediciones de la mañana .....	40
3.7.2 En las mediciones del medio día.....	41
3.7.3 En las mediciones normales de temperatura .....	41
3.8 Con respecto a la temperatura deseada .....	42
3.9 Con respecto al tiempo de funcionamiento del A/C .....	42
3.10 Proceso de toma de medidas previa la instalación de extensiones.....	42
3.11 Toma de la medida del ancho de la ventana delantera.....	43
3.13 Toma de la medida del ancho de la ventana posterior .....	45
3.14 Toma de medida de la altura de la ventana posterior.....	46
3.15 Superficies calculadas.....	47
3.16 Ductos .....	47
3.17 Esquema de la camioneta con las extensiones a las ventanas .....	54
3.18 Transmisión de calor por convección .....	55
Capítulo IV.....	56

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	56
4.1 Diseño y construcción de la extensión de ductos.....	56
4.2 Proceso de selección de materiales.....	62
4.3 Construcción de la extensión de los ductos.....	64
4.4 Montaje.....	65
4.5 El divisor de caudal.....	67
4.6 El botón de control.....	68
4.7 Desmontaje.....	71
4.8 Posibles modificaciones al sistema actual.....	73
4.9 Respiración y transpiración de una o varias personas en la cabina.....	74
4.11 Condiciones de espacio en la cabina.....	76
4.12 Rejillas con flujo de aire acondicionado en el techo de la cabina de la camioneta.....	78
4.13 Rejillas inferiores dentro de la cabina.....	79
Capítulo V.....	81
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	81
5.1 Análisis de resultados en temperatura de la cabina.....	81
5.2 Análisis de comparación con los dos sistemas.....	83
5.3 Análisis de recursos utilizados para la implementación.....	84
6 DATOS DE INTERÉS.....	87
6.1 Resumen de la eficiencia térmica en sistemas termodinámicos.....	87
6.2 Ejercicios de eficiencia térmica.....	89
6.3 Compresores Delphi y compresores Denso.....	94
6.4 Aceite para compresores.....	97
6.5 Aire acondicionado y consumo de combustible.....	98
6.6 Eficiencia en compresores.....	99
Recomendaciones.....	103
Referencias y bibliografía.....	104
ANEXOS.....	105

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Compresor de aire acondicionado.....	5
Gráfico 2 Embrague electromagnético .....	8
Gráfico 3 Válvula de expansión.....	11
Gráfico 4 Refrigerante de A/C R134a.....	13
Gráfico 5 Panel A/C de la camioneta D Max.....	15
Gráfico 6 Condensador de serpentín.....	16
Gráfico 7 Condensador de tubos y aletas.....	17
Gráfico 8 Evaporador de serpentín .....	21
Gráfico 9 Evaporador de placas.....	22
Gráfico 10 Termostato electrónico .....	23
Gráfico 11 Termostato mecánico.....	24
Gráfico 12 Presostatos .....	25
Gráfico 13 Deposito deshidratador.....	26
Gráfico 14 Válvulas de llenado.....	27
Gráfico 15 Carga del refrigerante .....	28
Gráfico 16 Ubicación del taller de Vallejo Araujo .....	34
Gráfico 17 Camioneta en condiciones normales.....	37
Gráfico 18 Temperaturas de los días de junio del 2018.....	38
Gráfico 19 Termómetro dentro de la cabina .....	39
Gráfico 20 Mediciones en la mañana.....	41
Gráfico 21 Ancho de ventana .....	44
Gráfico 22 Alto de ventana.....	44
Gráfico 23 Ancho de la ventana posterior .....	46
Gráfico 24 Alto de la ventana posterior.....	46
Gráfico 25 Retiro de tapas del panel.....	48
Gráfico 26 Desacople del panel derecho.....	49
Gráfico 27 Acceso a ductos .....	50
Gráfico 28 Inspección de ductos.....	51
Gráfico 29 Acople hacia la puerta.....	52
Gráfico 30 Desacople puerta trasera .....	53
Gráfico 31 Esquema térmico de las extensiones.....	54

Gráfico 32 Perilla de flujo de aire.....	56
Gráfico 33 Flujo al frente.....	57
Gráfico 34 Flujo de aire al frente y abajo .....	58
Gráfico 35 Flujo hacia abajo .....	58
Gráfico 36 Desempañador con flujo abajo .....	59
Gráfico 37 desempañador .....	60
Gráfico 38 Perilla modificada .....	61
Gráfico 39 Desmontaje de puerta delantera.....	62
Gráfico 40 Material escogido manguera corrugada.....	63
Gráfico 41 Medición de longitud de manguera.....	64
Gráfico 42 Corte de los ductos.....	65
Gráfico 43 brocas para ensayo .....	66
Gráfico 44 Divisor de caudal .....	67
Gráfico 45 Botón de control.....	68
Gráfico 46 Detección del conjunto de cables.....	69
Gráfico 47 Instalación del botón de control.....	70
Gráfico 48 Circuito eléctrico para conexión del botón de control .....	71
Gráfico 49 Desmontaje de la extensión de ductos .....	72
Gráfico 50 Rejillas superiores.....	78
Gráfico 51 Rejillas inferiores.....	79
Gráfico 52 Rejillas de aire acondicionado con ubicación lateral .....	79
Gráfico 53 Diagrama de flujo energético.....	100

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Temperatura variada y tiempo constante .....	37
Tabla 2 Condiciones de frio .....	39
Tabla 3 Temperatura y tiempo en temperatura alta .....	40
Tabla 4 Caudal de aire para pasajeros.....	76
Tabla 5 Conversión de unidades de metros cubicos a litros .....	77
Tabla 6 Temperatura y tiempo en condiciones extendidas por la mañana .....	81
Tabla 7 Condiciones extendidas al medio día.....	82
Tabla 8 Condiciones extendidas por la noche.....	82
Tabla 9 comparación en desempañamiento .....	83
Tabla 10 Comparación de tiempo y temperaturas .....	83

## INDICE DE ANEXOS

Anexo A Contrato de alquiler de vehiculos.....	105
Anexo B Comprobante de ingreso Fast Car .....	106
Anexo C Rubro de garantía del alquiler .....	107
Anexo D Tríptico frontal FastCar .....	108
Anexo E Tríptico posterior Fastcar .....	109

## RESUMEN

Mediante procesos de medición, instalación y comprobación de flujo de aire en la estructura montada en el interior de la cabina de la camioneta Chevrolet D-Max 3.0 CRDI, se pudo lograr desempañar exitosamente todos los cristales de la camioneta tras hacer uso de la nueva estructura de ductos, que permite no solo desempañar sino también, acceder a recopilar y comparar datos de tiempo y cambio de temperatura que se han llegado a dar en la cabina con el sistema de ductos instalado de manera estándar en todos los vehículos. La extensión del conducto por donde circula el aire puede tener varias formas para lograr alcanzar la distancia requerida y transportar el aire hasta donde sea conveniente o a donde interese llevarlo, en este caso en particular se tiene en cuenta como destinos de la extensión de los conductos de aire, a la parte inferior de los cristales de la puerta del conductor y la parte inferior de los cristales de las puertas de los pasajeros, dándonos como resultado una extensión de 4.8 metros de longitud para las puertas traseras y 3.6 metros para las puertas delanteras. Las mediciones se efectuaron gracias a los procesos de medición e instalación planificados con anticipación, las cuales constan en las tablas del capítulo tres y también gracias al funcionamiento conjunto de la parte eléctrica para permitir al conductor tener el control del encendido y del apagado del sistema desempañador.

**PALABRAS CLAVES:** Extensión, sistema, desempañador, cabina, acondicionado

## ABSTRAC

Through processes of measurement, installation and checking of air flow in the structure mounted inside the cab of the Chevrolet D-Max 3.0 CRDI truck, it was possible to successfully demist all the windows of the truck after making use of the new structure of ducts, which allows not only to demist but also to collect and compare the data of time and temperature change that have been achieved in comparison with the duct system installed as standard in all vehicles. The extension of the duct through which the air circulates can have several ways to achieve the required distance and transport the air to where we are interested in taking it, in this particular case we have as destinations of the extension of the air ducts, to the lower part of the windows of the driver's door and the lower part of the windows of the passenger doors, giving us as a result an extension of 4.8 meters in length for the rear doors and 3.6 meters for the front doors. This could be done thanks to the measurement and installation processes planned in advance and also thanks to the joint operation of the electric part to allow the driver to have control of the ignition and the shutdown of the defroster system.

**KEY WORDS:** extension, sistem, steem, cabin, conditioned

## Capítulo I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Evitar el empañamiento de los vidrios en la camioneta Chevrolet D-Max 3.0 CRDI es un problema común y muchas veces cotidiano, en nuestra sociedad se ve presente en las personas que trabajan desde tempranas horas en la mañana y también en aquellas personas que frecuentan los viajes a los páramos a las lagunas y a los nevados del país. Entender cómo funciona el sistema de aire acondicionado puede resultar una idea que requiere de mucho ingenio y de muchas horas de estudio y entendimiento de dinámica de fluidos conjuntamente con termodinámica ya que para solucionar este fenómeno que se produce dentro de la cabina de la camioneta se debe conocer los datos de temperatura que se llegan a producir en distintas etapas del día, esto se realiza para encontrar las condiciones óptimas en las que los vidrios permitan tener una buena visibilidad y no se encuentren con empañamiento.

El principal problema se origina cuando la visibilidad del camino y del entorno disminuye mientras el parabrisas y los vidrios laterales comienzan a empañarse, dificultando al conductor maniobrar al momento de tomar una curva o entrar a un redondel. Es muy importante entender la ciencia detrás de este fenómeno y comprender como trabaja la entropía, los cambios de temperatura y la humedad en sistemas termodinámicos cerrados.

Como bien es de conocimiento general la camioneta estará expuesta a cambios de temperatura que se dan de forma natural a lo largo del día en la ciudad de Quito debido a radiación solar intensa, fuertes tormentas con lluvia y disminución de la temperatura en las horas de madrugada

obligándonos a utilizar el A/C que se dispone en la camioneta para de esta manera poder controlar la temperatura de la cabina y hacer sentir a los usuarios más cómodos.

La temperatura de referencia que el ser humano considera como confortable en un ambiente termodinámico cerrado es desde los 16°C hasta los 18 °C considerando condiciones normales de la persona, es decir sin estar agitada.

La cabina de la camioneta Chevrolet D-max CRDI se convierte en un sistema cerrado e impermeable al cerrar por completo sus puertas y sus ventanas para confort y seguridad del usuario. Este es un dato importante que debe ser tomado muy en cuenta debido a que desde el momento que la camioneta se encuentra cerrada se crean dos temperaturas la primera y más importante es la temperatura del exterior y posteriormente la temperatura de la cabina de la camioneta. Esta segunda temperatura es la que el usuario va a poder controlar y variar dependiendo de la situación en la que se encuentre gracias a la utilización del sistema de A/C que la camioneta actualmente posee. Dentro del desarrollo de esta tesis es necesario comprender el funcionamiento y también conocer los elementos mecánicos y eléctricos que participan y tienen gran importancia para la climatización de la cabina de la camioneta

Otro de los puntos a considerar es la cantidad de personas que se encuentren dentro de la cabina, es decir desde un mínimo de 1 persona que no necesariamente sea el conductor hasta 5 personas incluido el conductor dentro de la cabina de la camioneta con vidrios y puertas cerradas, el número de personas también es un dato muy importante ya que si existen más personas dentro de la cabina necesitaran más aire para poder respirar y al mismo tiempo más uso del sistema de A/C en caso de sentirse acalorados.

## 2. Herramientas a utilizar

El computador u ordenador es una herramienta muy útil para los ingenieros, es por eso que a través del computador y sus programas de edición de office podremos calcular valores de temperatura y tiempo para el A/C a través de tablas que contendrán datos recogidos de las cabinas de las camionetas para así continuar con el desarrollo de este tema de tesis. Sin embargo las herramientas como destornilladores de estrella y destornilladores planos son fundamentales en el proceso de desmontaje del panel del control de aire y de cobertores y tapas de las puertas.

A través del estudio de la flujometría del sistema de aire acondicionado es posible llegar a calcular los valores de, volumen y caudal de aire que se utilizan para modificar la temperatura en la cabina de los vehículos. Sin embargo los datos de las extensiones de los ductos de aire cambian de valores en cuanto a longitud y sección de área, obligando al operario a utilizar las herramientas de medida como un calibrador pie de rey y también un flexómetro.

## 3 Finalidad

Comprender los datos y los valores que maneja el sistema de aire acondicionado nos ayudará a poder modificar ciertos elementos, que de ser necesario pudieran llegar a cambiar la temperatura del interior de la cabina en menor tiempo cuando se utilice el sistema de aire acondicionado modificado propiamente para satisfacer la expectativa de los conductores y de los ocupantes del vehículo.

Utilizar estos datos para poder evitar el empañamiento de los vidrios de la camioneta y para no salirnos de la expectativa del usuario utilizando una extensión del sistema actual, lo cual nos permitiría acceder a los vidrios de puertas delanteras y posteriores.

## Capítulo II

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1. Componentes del sistema del aire acondicionado

Se procederá a detallar de forma individual las partes que componen el sistema de A/C para tener un entendimiento más profundo, poder entender el funcionamiento y observar si se puede realizar mejoras en uno o varios elementos con el fin de mejorar los niveles de eficiencia y confort que el usuario espera al adquirir de la camioneta. La mayoría de vehículos modernos poseen incorporado el sistema de aire acondicionado, dicho sistema consta de varios elementos que se van a detallar a continuación.

#### 2.1 Compresor

El compresor es un elemento motor del conjunto frigorífico, se trata de una bomba que transforma la energía mecánica transmitida por el motor del vehículo en energía de presión, provocando la circulación del fluido frigorífero, aspirándolo de la salida del evaporador e impulsándolo dentro del condensador. Después de elevar su presión en valor óptimo de utilización actúa sobre el fluido exclusivamente en fase de vapor seco, la capacidad frigorífica del compresor depende de la cilindrada y de su relación de transmisión o velocidad de rotación. La cilindrada se elige entre las gamas propuestas por los constructores del compresor en función de la potencia frigorífica de la instalación. La relación de transmisión es el radio entre el régimen máximo en continuo del compresor, este valor se debe indicar en la ficha técnica al operario.

El régimen máximo del motor del vehículo tiene una relación de transmisión variando el diámetro de las poleas conductor y conducido, su valor diferente de 1 para evitar las vibraciones es de 0.9 a 0.95 o de 1.05 a 1.03.



Gráfico 1 Compresor de aire acondicionado

Fuente Alex Hidrobo

Los compresores de uso más corriente son los de cilindrada fija, es decir que comprimen el volumen máximo de gas en cada rotación, en estos compresores la regulación de la potencia frigorífica se obtiene alternando el funcionamiento y la parada a partir de la medición de la temperatura del aire que atraviesa el evaporador. La medición se efectúa por medio de un captador termostático que provoca la alternancia del funcionamiento o ciclo, actuando sobre el embrague electromagnético del compresor. Los compresores llamados de cilindraje de variable o de desplazamiento variable también comienzan a utilizarse. Comprimen un volumen de gas optimizado en cada rotación. Lo que prácticamente permite suprimir el ciclo, las características

de los compresores se miden en un banco de pruebas las cuales constan de operaciones simultaneas con un conjunto formado por un condensador y un ventilador axial de refrigeración así como un conjunto que incluye una válvula termostática de expansión, un evaporador y un ventilador centrifugo. Los parámetros impuestos son los siguientes:

Presión de salida del compresor P1

Presión de entrada o de aspiración

En la subrefrigeración el recalentamiento puede imponerse por la válvula de expansión

Las presiones en Bar del fluido frigorígeno

La capacidad del frigorígeno Qf en fase líquida a la salida del condensador

La velocidad de rotación del compresor N en revoluciones por minuto

El par resistente C en Nm

El conjunto de parámetros impuestos y de valores medidos permiten calcular los aspectos siguientes:

La potencia frigorífica producida por el compresor es:

$$P = R \cdot Q_f (H_B - H_A) / 3600 \text{ }^1$$

Dónde:

Potencia del compresor en kW

R: masa volumen del fluido frigorífico líquido en Kg/litro

Qf: caudal de volumen del fluido frigorífico líquido en litros/hora

H: entalpia en KJ/Kg

---

<sup>1</sup>Martínez Gil Hermogenes, Enciclopedia practica del automóvil reparación y mantenimiento página 1119

Ejemplo:

Un sistema de aire acondicionado se ha llenado con 23 bares de presión a las 11.30 de la mañana a una temperatura ambiente de 12 grados Celsius, se conoce que la entalpia del refrigerante se halla en la tabla A-11 y se desea calcular la potencia frigorífica del compresor sabiendo que R tiene un valor de 2,5Kg/Litro y el caudal del fluido frigorífico es de 35Kg/hora.

$$P = R \times Q_f (H_b - H_a) / 3600$$

$$H_b - H_a = H_{fg}$$

Dato de tabla A-11 entalpía de  $H_{fg}$  a 12°C

$$H_{fg} = 189.09 \text{ KJ/Hg @ } 12^\circ \text{C}$$

$$Q_f = 35 \text{ Litro/hora}$$

$$P = 2,5 \text{ Kg/Litro (35litros/hora)(189.09KJ/Kg) / 3600}$$

$$P = 4,59 \text{ Kw}$$

El caudal másico teórico del fluido frigorígeno con:

$$Q_m = 60R \times C_y \times N^2$$

Dónde:

$Q_m$ : caudal masa en kg/h

R: masa de volumen del fluido frigorígeno a la entrada del compresor Kg/litros

$C_y$ : cilindrada del compresor en litros

Ejemplo numérico:

---

<sup>2</sup> Martínez Gil Hermogenes, Enciclopedia practica del automóvil reparación y mantenimiento página 1119

Se desea calcular el caudal másico de un compresor de aire acondicionado que tiene de cilindrada 160 cm<sup>3</sup> y que se encuentra girando a 800 rpm mientras el motor del automóvil se mantiene en bajas revoluciones, la masa del volumen de fluido a la entrada es de 0.01 Kg/litro.

$$Q_m = 60 \times R \times C_v \times N$$

$$Q_m = 60 (0.01\text{Kg/litro})(0.16\text{litros})(800)$$

$$Q_m = 76,8 \text{ Kg/h}$$

## 2.2 El embrague electromagnético

Como se puede observar en la ilustración 2 se tiene la ilustración de un embrague electromagnético, éste embrague asegura el accionamiento del ciclo del compresor, es idéntico para todos los tipos de compresor y está formado por los siguientes elementos:

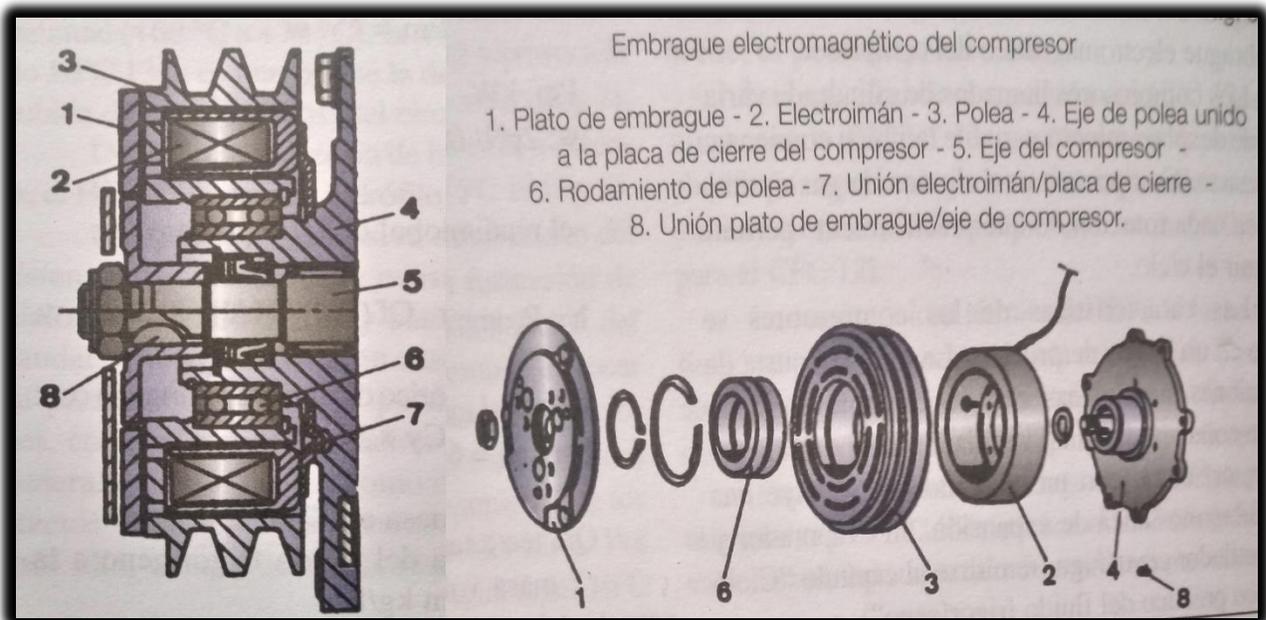


Gráfico 2 Embrague electromagnético

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1120

Una polea montada floja por medio de un rodamiento de bolas sobre un eje unido a la placa de cierre del cuerpo del compresor, un plato de embrague solidario con el eje del compresor, un electroimán en forma de corona fijado en la placa de cierre del cuerpo del compresor e insertado en la polea loca. Al poner en funcionamiento el sistema frigorífico, el electroimán sometido a la tensión eléctrica atrae el plato de embrague contra la polea loca, solidariza esta última con el eje del compresor al que arrastra en rotación. Las diferentes señales emitidas por los elementos de seguridad del sistema frigorífico actúan igualmente sobre la alimentación eléctrica del embrague, la polea loca es arrastrada mediante una correa trapezoidal o una correa de canales. Por la correa conductora solidaria con el cigüeñal del motor térmico, la correa trapezoidal es más bien utilizada cuando el compresor es accionado solo por la polea del cigüeñal. La correa de canales se utiliza si tiene que arrastrar otros equipos el motor, como la bomba de agua, el alternador, las diversas bombas de dirección asistida, etc.

El número de canales que dan el ancho de la correa, va en función del número de equipos accionados.

Este tipo de accionamiento múltiple permite limitar el volumen del grupo motor- propulsor sobre todo cuando se instala transversalmente dentro del vehículo. Todas las poleas se encuentran alineadas dentro de un mismo plano, las tensiones de las correas van en función de sus propias características y son precisadas por los fabricantes. El peso de los embragues es de 2.7kg para los compresores de 5 pistones con plato oscilante de 2.4kg. Para los compresores de 7 pistones (polea doble trapezoidal) y de 2.2kg para compresores el plato rotatorio.

Lubricación de los compresores.- el aceite contenido dentro del compresor asegura dos funciones:

La lubricación de las piezas mecánicas en movimiento dentro del compresor y de las válvulas de expansión

La mejora de la estanqueidad de los racores al asentarse sobre los planos de junta.

Circula por el circuito frigorífico, íntimamente mezclado con el fluido frigorígeno. La mezcla depende de varios factores: Temperatura, presión, naturaleza del aceite y del fluido frigorígeno, así como de su concentración relativa. Con todas las temperaturas de funcionamiento del sistema frigorífico. El aceite debe ser perfectamente miscible para volver fácilmente al compresor sin acumularse en el evaporador. Si así ocurre podría darse una pérdida de producción y el grifado del compresor. Los aceites frigorígenos están especialmente purificados, deshidratados y acondicionados para que no se forme hielo dentro del circuito. No deben mezclarse dos aceites frigorígenos diferentes. Con el fluido CFC12 se utilizan aceites minerales parafínicos tales como:

El ELF: zum oil suniso 5GS

Kalex: caplia WF100

Kiodo se kiu: puleol S100

Con el fluido frigorígeno HFC134a estos aceites no son suficientemente miscibles por lo que se han puesto a punto dos grandes familias de lubricantes sintéticos:

Los polialquilenos glicoles (PAG) fueron los primeros aceites disponibles para responder a las necesidades de aplicación con el HFC134a.

Los poliésteres polioles, que también poseen un excelente poder lubricante y gran estabilidad térmica, así como higroscopia. Ambos tipos de aceites presentan un poder lubricante parecido al

observado al utilizar aceites minerales parafínicos con el CFC12 así como una miscibilidad buena con el HFC134a.

### 2.3 Válvula de expansión

La válvula termostática de expansión es el regulador del caudal del fluido frigorígeno dentro del evaporador, controla el caudal en función del recalentamiento y alimenta regularmente el evaporador, todo esto lo hace independientemente de las variaciones de rotación del compresor, de este modo solo se inyecta la cantidad de fluido necesario para una evaporación óptima. También asegura el control de la evaporación para que sea completa e impida al fluido no evaporado volver al compresor.

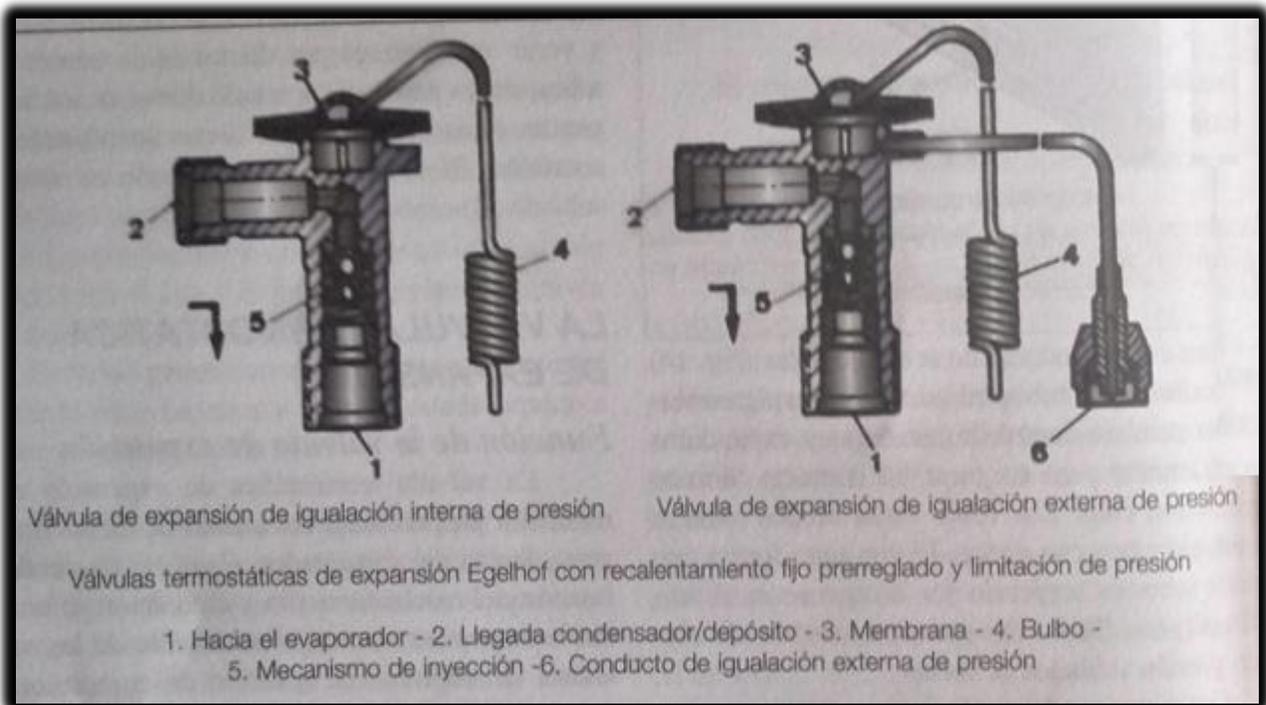


Gráfico 3 Válvula de expansión

Fuente: Enciclopedia práctica del automóvil página 1124

## 2.4 Tipos de válvula de expansión

Las válvulas termostáticas de expansión pueden ser de igualación de presión interna o externa. Se utiliza frecuentemente para los circuitos frigoríficos de los automóviles a modo de válvulas de expansión monobloque y por motivos de facilidad de montaje y de aislamiento térmico. La válvula de expansión de igualación de presión interna funciona con la presión de comienzo de la evaporación, la válvula se utiliza principalmente en las instalaciones frigoríficas de baja capacidad, ofreciendo al evaporador poca resistencia la salida del fluido frigorífico. Es preferible utilizar una válvula de expansión de igualación externa de presión, este tipo de válvula reacciona con la presión final de la evaporación, recoge las pérdidas de carga del evaporador

## 2.5 Recalentamiento en válvula de expansión

La válvula termostática de expansión no es un regulador de la temperatura de evaporación, sino que solo ajusta el recalentamiento del fluido frigorígeno al final de la evaporación. Existe interacción entre el calentamiento y la regulación del caudal por el orificio de inyección. El fluido es una mezcla de líquido y vapor que penetra dentro del evaporador y que debe evaporarse completamente. En el punto de fijación al tubo de salida del evaporador, el gas es recalentado a una temperatura  $T_2$ , superior a la temperatura de evaporación  $T_1$ . El recalentamiento es indispensable para el funcionamiento de la válvula de expansión ya que ayuda a la capacidad frigorífica del evaporador.

## 2.6 Fluido frigorígeno refrigerante 134a

La función del fluido frigorígeno es la de captar el calor del aire exterior cambiando de estado mediante un sistema frigorífico. Luego de muchos años de investigación y pruebas realizadas, el refrigerante R134a (HCF134a) ha surgido como la elección de la industria como alternativa de

reemplazo para el CFC12. El refrigerante R134a tiene un factor de 0 ODP (potencial destructivo de la capa de ozono) y un valor de 0.26 GWP. No es inflamable y tiene niveles de toxicidad aceptables. El refrigerante R134a aunque posee propiedades fisicoquímicas muy semejantes, no es un reemplazo directo (drop-in) para el R12. Hay diferencias significativas entre el R12 y el R134a, las cuales deben ser consideradas cuando se lo maneja, procesa, y aplica o se realiza el retrofit con R134a.



Gráfico 4 Refrigerante de A/C R134a

Fuente: Alex Hidrobo

Solubilidad en el agua: el refrigerante R134a en estado líquido, al igual que el refrigerante R22, pueden absorber mucha más cantidad de agua que el refrigerante R12 por lo tanto será menos recomendable para sistemas de baja temperatura por la posibilidad de bloqueo del tubo capilar debido a la formación de hielo.

Luego de muchos años de investigación y pruebas realizadas, el refrigerante R134a ha surgido como la elección de la industria como alternativa de reemplazo para el CFC12. El refrigerante 134a es considerado por la industria para equipar equipos frigoríficos hogareños y comerciales.

Sin embargo, esto no reduce la necesidad de un sistema deshidratado. Investigaciones y pruebas exhaustivas han conducido a determinar que el refrigerante R134a es compatible con todos los materiales usados en los compresores herméticos y sus unidades condensadoras.

Miscibilidad: es la habilidad del lubricante de mezclarse con el refrigerante. Esta miscibilidad es un factor importante para el retorno adecuado del lubricante hacia el compresor en un sistema frigorífico por sobre todo el rango de temperaturas de funcionamiento. El refrigerante R134a y los aceites minerales no son miscibles. Los aceites polyol ester son miscibles. La miscibilidad del aceite polyol ester y el refrigerante R134a es similar a los aceites diseñados para el refrigerante R22. Algunos tipos de aceites son completamente miscibles con el R134a, mientras que otros POE son parcialmente miscibles con el R134a.

Humedad: la humedad es difícil de quitar incluso con calor y la aplicación de vacío al sistema. Deben tomarse medidas para prevenir la entrada de humedad dentro del sistema frigorífico. No se debe dejar el compresor o el sistema abierto por más de 15 minutos. El método adecuado para ensamblar un compresor sería remover las conexiones y tapas protectoras de los caños justo antes de soldar. El contenido máximo de humedad luego de completada la instalación del compresor es de 80 PPM (partes por millón).

Luego de hacer funcionar la unidad durante cierto tiempo y con el filtro deshidratador apropiadamente instalado, el nivel de humedad en el sistema debería ser de 10 PPM o menor.

## 2.7 Panel de A/C

El panel de control de aire acondicionado se encuentra dentro de la cabina de la camioneta Chevrolet D-max 3.0 CRDI y debe presentar cada una de las siguientes opciones: para la

circulación interior del aire, para la selección de temperatura del mismo y para la cantidad de caudal de aire deseado.



Gráfico 5 Panel A/C de la camioneta D Max

Fuente: Alex Hidrobo

## 2.8 Condensador

El condensador es un intercambiador térmico que nos permite realizar las siguientes funciones:

- hacer que el aceite frigorífico circule a alta presión dentro del compresor del estado líquido al estado gaseoso y lograr así una presión de condensación que le permita expandirse dentro del evaporador.
- Evacuar el calor absorbido por el fluido en las fases de evaporación y compresión. Para lo cual el fluido circula por una red de tubos separados por aletas, este conjunto es atravesado por una corriente de aire impulsado por uno o dos electro-ventiladores

La refrigeración sucede por un intercambio calórico que sucede entre el aire y el fluido frigorífero a través de la rejilla del intercambiador. El fluido penetra en estado gaseoso dentro del tubo de la parte superior y llega en estado líquido a la parte baja de la rejilla.

## 2.9 Tipos de condensadores

Para los circuitos que utilizan el circuito frigorígeno CFC12 se emplean normalmente dos tecnologías principales de tuberías de condensador:

Las tuberías formadas por un serpentín y por aletas intercaladas soldadas

Las propiedades que se tienen según el tipo de condensadores varían muy poco en relación a las diferencias visibles, en cambio cuando se busca tener una larga durabilidad entra mucho en juego la calidad del material con el que se encuentran fabricados ya que no es lo mismo trabajar con un condensador que sea de aluminio a diferencia de un condensador que haya sido fabricado con aleación y tenga mayor espesor de pared.



Gráfico 6 Condensador de serpentín

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1123

- Las tuberías que constan de tubos y de aletas planas remachadas.

Los condensadores tipo serpentín de un tubo cuya sección ovalada está dividida en 3 o 4 partes, suelen ser de aluminio y los componentes como aletas de persiana son soldadas al horno. Los condensadores de tubos y aletas están formados de tubos cilíndricos en espiga insertados en paralelo dentro de las aletas y expandidos mecánicamente para asegurar un contacto térmico estrecho con ellas. Los tubos están unidos entre sus extremos por codos, el conjunto forma varios tubos de serpentín por los que corre el fluido frigorígeno, todos los componentes son de aluminio.

Los circuitos que trabajen con fluido frigorígeno HFC 134a trabajan a presiones y temperaturas más elevadas en la salida del compresor en comparación con el fluido CFC 12. Se necesitan evacuar más calorías para que el fluido pase al estado líquido y a una presión que no perjudique los diferentes componentes.

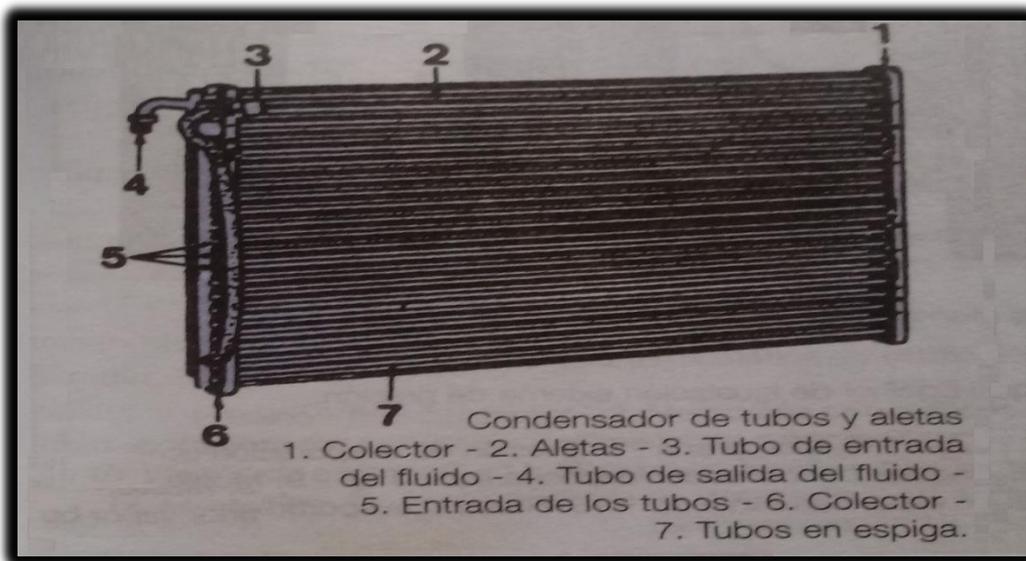


Gráfico 7 Condensador de tubos y aletas

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1123

En los turismos, debido a las fuerzas aerodinámicas, la superficie frontal del condensador no puede aumentarse. Por ello los constructores de automóviles utilizan condensadores de flujo paralelo. La tubería de estos condensadores consta de tubos procesados a partir de aluminio, pero con la diferencia principal en sus colectores que permiten que el fluido pueda ir y venir varias veces por la dentro de la tubería, el serpentín está separado por aletas apersianadas en acordeón.

## 2.10 Evaporador

El evaporador es un intercambiador térmico cuya función es asegurar la evaporación total del fluido frigorígeno aflojado por la válvula de expansión, pasando de la fase de vapor saturado al estado gaseoso antes de su reaspiración por el compresor. Durante la evaporación el fluido absorbe la energía del aire impulsado, que se enfría atravesando la tubería del evaporador.

El calor es transferido a través del evaporador por una acción de conducción y un movimiento de convección.

El fluido llega al evaporador a una temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$  para salir en estado gaseoso a otra temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ . la fase de evaporación se produce bajo una presión de 3 bares, el aire es impulsado al interior del evaporador a una temperatura de  $45^{\circ}\text{C}$  y vuelve a salir a otra de  $20^{\circ}\text{C}$ . El evaporador conjuntamente con la válvula térmica de expansión tiene el fluido frigorígeno circulando en su interior y es atravesado por aire impulsado homogéneamente a lo largo de la tubería.

El evaporador tiene diversas capacidades, pero tiene la función de absorber el calor que aparece en los días cálidos en el interior del vehículo.

## 2.11 Tipos de evaporadores

Los evaporadores más comunes son aquellos cuyo cableado está formado por tubos redondos y aletas planas ya que tienen un bajo coste de fabricación, por otro lado su precio de venta al público es mayor debido a la soldadura que se usa.

### 2.11.1 Evaporador de tubos y aletas

Estos evaporadores están compuestos de tubos cilíndricos formados en espiga, insertados paralelamente dentro de las aletas. Los tubos están unidos entre ellos por sus extremos con codos para subdividir el cableado en varias secciones paralelas de longitud.

En este evaporador los tubos son de cobre por su facilidad para la soldadura, lamentablemente utilizando el fluido 134a, el cobre estaría expuesto a corrosión con presencia de humedad. Estos evaporadores de similar forma que los condensadores están compuestos de tubos cilíndricos formados en espiga, insertados paralelamente dentro de las aletas y expandidos mecánicamente para favorecer los cambios térmicos entre tubos y aletas. Debemos tomar en cuenta que el rendimiento del evaporador no aumenta en función del aumento de su superficie ya que se requiere de tubos largos y de igual diámetro. El evaporador está dividido en varias secciones paralelas con tubos de longitud relativamente corta, es indispensable que todos los tubos tengan las mismas secciones, la misma longitud, igual resistencia de pérdida, igual capacidad de intercambio y que los tubos de reparto sean de longitud y diámetro idénticos. Si las dimensiones del evaporador lo permiten, es preferible montar el distribuidor del fluido frigorígeno verticalmente. La elección de la capacidad del distribuidor esta en:

- El tipo de fluido
- La capacidad del evaporador

- La temperatura de evaporación
- Número y longitud de los tubos capilares

### 2.11.2 Evaporador tipo serpentín

Se trata de un evaporador formado de un tubo plano de aluminio de 90mm de largo conformado por múltiples canales internos que dejan salir el flujo del fluido frigorígeno, este tubo tiene forma de serpentín y por sus secciones hay intercaladas aletas apersianadas, este evaporador presenta las siguientes ventajas:

- Una relación correcta entre su superficie total y su eficacia
- Un ensamblado de los componentes más simple

El evaporador es la parte del sistema frigorífico en el que el refrigerante alcanza su temperatura de saturación y se vaporiza, es decir el refrigerante entra en estado líquido en el evaporador a baja presión, y en consecuencia también a baja temperatura. Como el medio que le rodea está a una temperatura superior, existe una cesión de calor que proviene del ambiente, la cual será absorbida por el fluido refrigerante para poder así llevar a cabo su cambio de estado de líquido a vapor.

El inconveniente de los evaporadores es que el agua contenida en el aire se condensa y se congela sobre la superficie de los tubos para formar hielo y escarcha. Cuanto menor es la temperatura del evaporador mayor es la velocidad de formación de escarcha. Por supuesto no se tiene formación de escarcha en aquellos evaporadores donde la temperatura de trabajo es superior a 0° C.

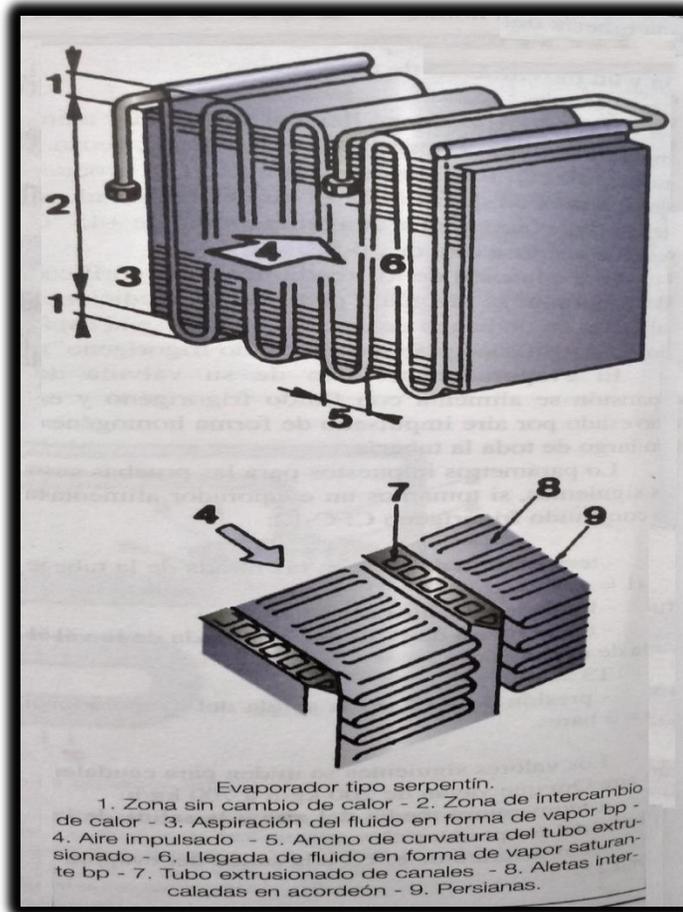


Gráfico 8 Evaporador de serpiente

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1128

### 2.11.3 Evaporador de placas

Este tipo de evaporador está conformado en aluminio y existen dos tipos:

- Colector en los extremos
- Colector doble

El colector doble permite una circulación en U del fluido, que tiene lugar dentro del tubo formado por las placas, este tipo de evaporador tiene turbulencias internas que mejoran los cambios térmicos.

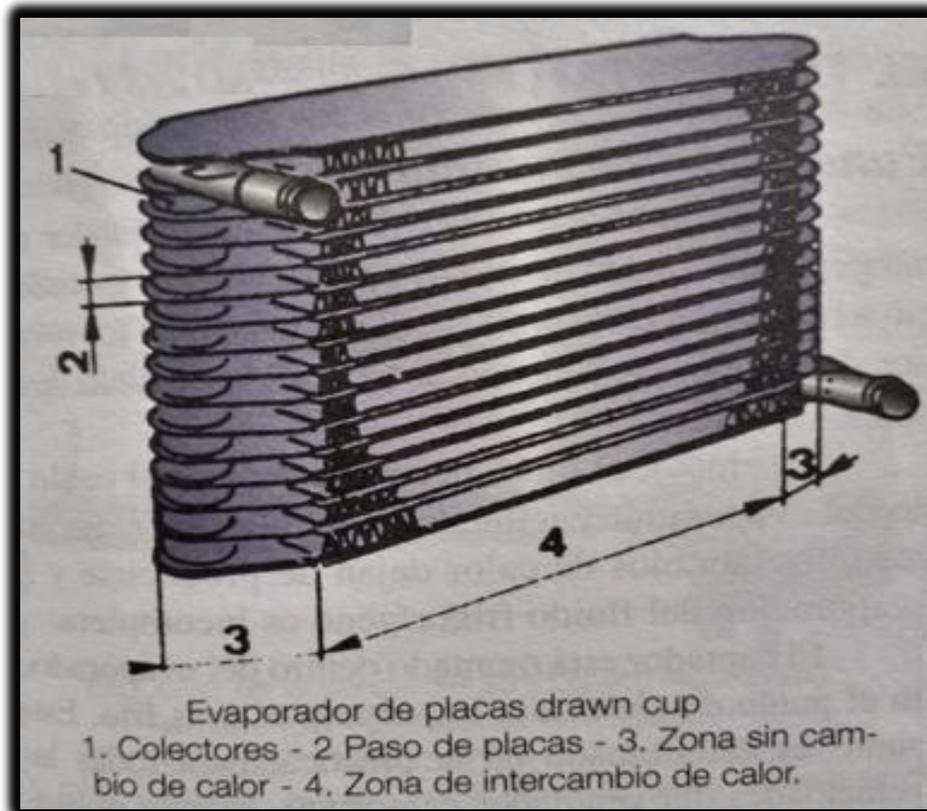


Gráfico 9 Evaporador de placas

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1129

## 2.12 El Termostato

El termostato está provisto de un captador de temperatura, cuya función es la de proteger al compresor de la formación de hielo de la condensación, el captador está montado dentro del evaporador, en el punto donde el aire impulsado es más frío. Cuando las temperaturas del aire impulsado dentro del evaporador se acercan a  $0^{\circ}\text{C}$  el termostato interrumpe el funcionamiento del compresor actuando sobre la alimentación eléctrica del embrague electromagnético. Con el ciclo interrumpido, la temperatura del aire impulsado se eleva. Si la temperatura del aire generado por el ventilador centrifugo es inferior a los cero grados  $0^{\circ}\text{C}$ , el ciclo no se pone en marcha.

### 2.12.1 Termostato electrónico

El captador de este tipo de termostato es una termistancia en la que la resistencia eléctrica varía en función de la temperatura, se encuentra ubicado en un tubo metálico que a su vez se halla dentro de la conexión del evaporador. Una tarjeta electrónica es encargada de controlar la variación de corriente que actúa sobre un relé de mando de la alimentación eléctrica del embrague del compresor.

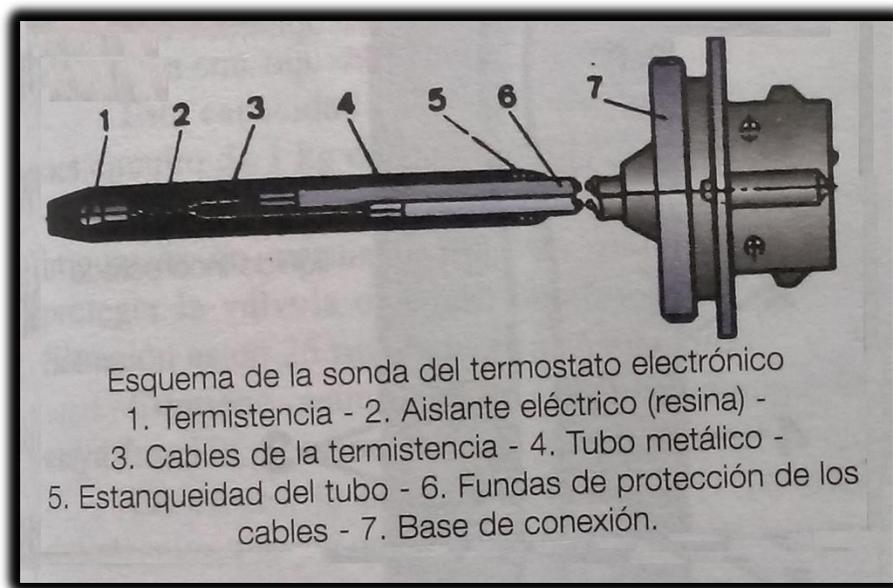


Gráfico 10 Termostato electrónico

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1131

### 2.12.2 Termostato mecánico

Este tipo de termostato es más antiguo que el termostato electrónico, su elemento sensible está formado por un tubo capilar metálico introducido dentro de la conexión del evaporador y unido a una capsula con una membrana, que será accionada por la variación de la presión y que actúa sobre un relé eléctrico que a su vez abre o corta la alimentación eléctrica al embrague del compresor

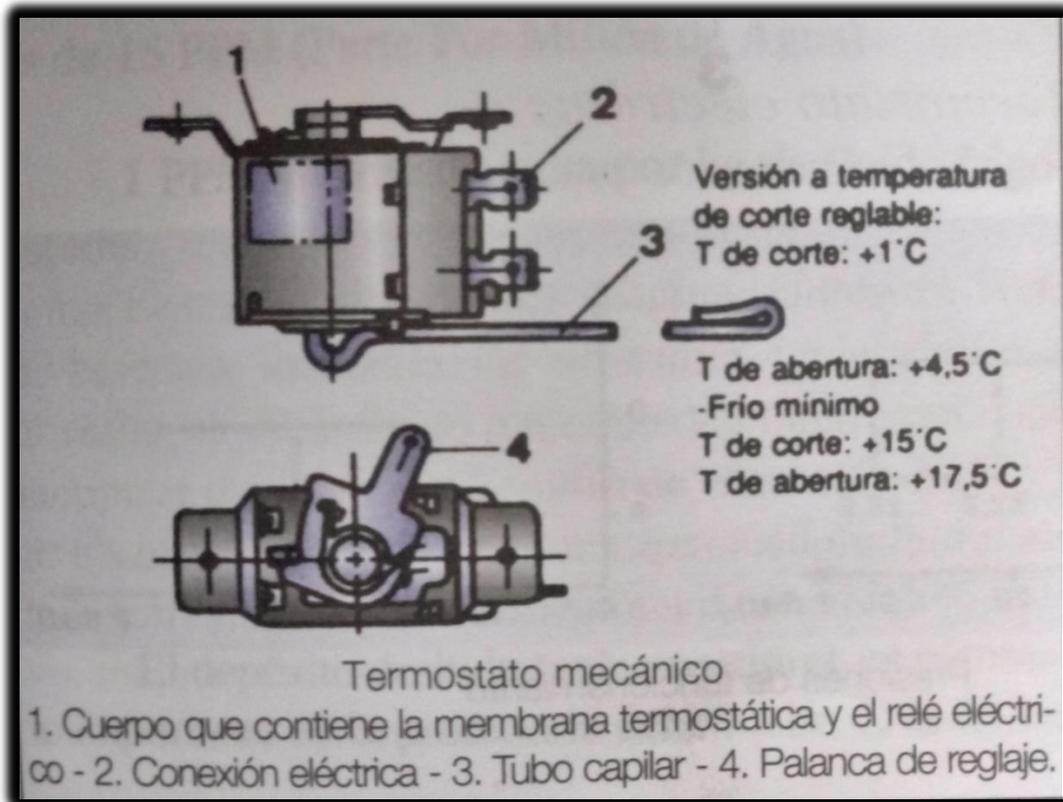


Gráfico 11 Termostato mecánico

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1131

### 2.13 Los presostatos

Los presostatos son dispositivos de protección, tiene un rango de operación de 22.9 bares de presión para comenzar a operar y otro rango de 28.5 bares de presión para desconectarse, su objetivo principal es evitar el exceso de alta presión. Evitar la alta presión permite proteger los tubos, las juntas y los intercambiadores.

Los presostatos están situados después del condensador, están atornillados sobre una base que permite desarmar sin vaciar el fluido. Los usos son muy variados por ejemplo para proteger

ciertos tipo de motores refrigerados por aceite, se utilizan presostatos diferenciales, cuando la presión de aceite se acerca a la presión máxima del circuito detiene al motor.

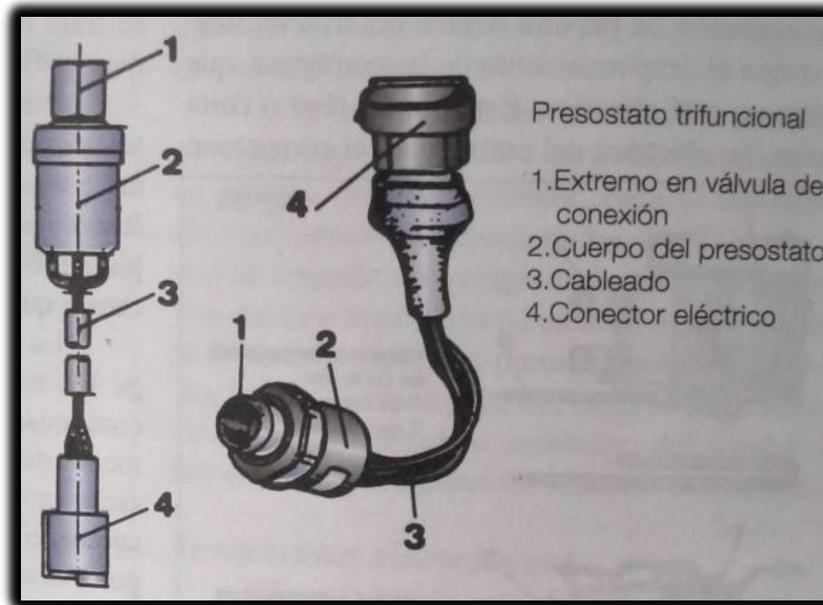


Gráfico 12 Presostatos

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1132

#### 2.14 El depósito deshidratador

Como su nombre lo indica, este depósito tiene como finalidad deshidratar el fluido frigorígeno pero su otra función también es de trabajar como filtro, además permite alimentar permanentemente la válvula de expansión con líquido, la capacidad de almacenamiento rodea los 350cm<sup>3</sup> para una carga de 1 kg de fluido.

El depósito contiene un filtro que absorbe las impurezas en circulación dentro del circuito para proteger la válvula de expansión, posteriormente contiene un filtro deshidratador. El filtro está formado por sales que son capaces de absorber la humedad, estas sales se las conoce como desecantes. Las sales desecantes están compuestas por dióxido de silicio y aluminio con gran

poder de neutralización de ácidos. El depósito deshidratante es importante porque ayuda al circuito a protegerse de la corrosión. Por último es indispensable que el depósito sea sustituido en cada mantenimiento del sistema.

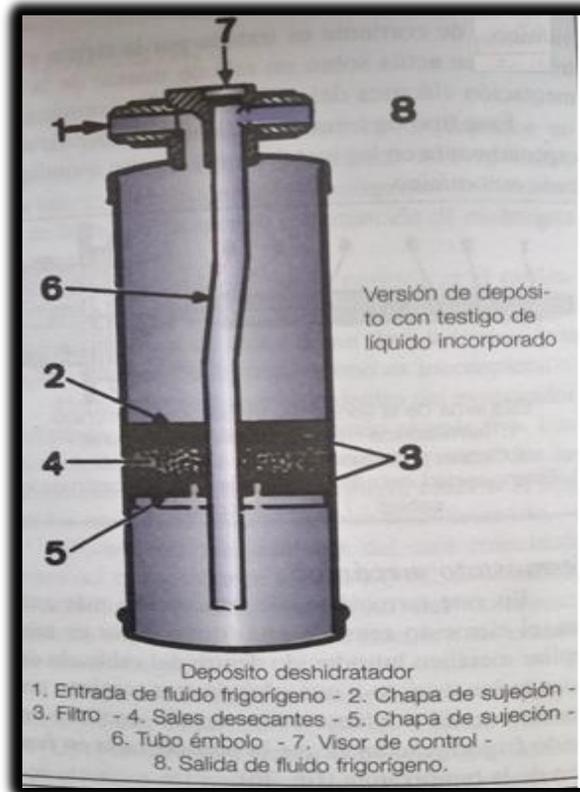


Gráfico 13 Depósito deshidratador

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1132

### 2.15 Las válvulas de llenado

Estas válvulas conjuntamente con los racores autorizan la conexión de la instalación de carga en el circuito frigorífico. También aseguran la abertura del circuito para eliminar los vacíos de aire, son utilizadas para efectuar el llenado o el vaciado del circuito y garantizar la estanqueidad en durante el funcionamiento del sistema completo.

Las válvulas aseguran el cierre del punto de carga a través de la acción de un muelle. Las válvulas son dos, una situada en la parte AP del circuito entre el condensador y la válvula de expansión y otra en la parte BP entre el evaporador y el compresor. Esta posición de las válvulas permite una repartición homogénea del fluido dentro del circuito, ya que la válvula de expansión y ciertas válvulas del compresor pueden estar cerradas en el momento del llenado, su localización es precisa para facilitar el acceso a la hora de conectar los racores de la instalación de carga, para que de esta manera puedan atornillarse dentro del cuerpo o dentro de la culata del compresor.

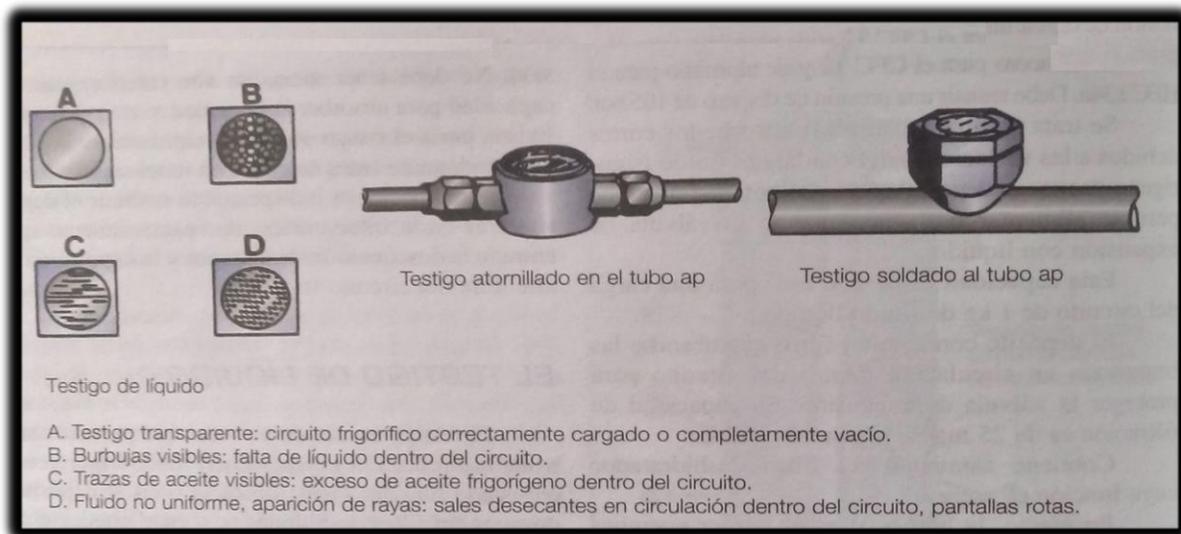


Gráfico 14 Válvulas de llenado

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1134

## 2.16 El llenado del circuito frigorífico

En esta parte se inicia por llenar el nivel del fluido de aceite del compresor, es preciso evitar cualquier error de manipulación ya que para ejecutar este llenado se debe usar aceite mineral con CFC 12 o a su vez aceite sintético HFC 134a. Para completar el nivel de aceite del compresor se debe seguir los siguientes pasos:

- Localizar el tapón de aceite
- Cambiar el tapón de vaciado comprobando que la junta y su superficie estén limpias, no descuadrar la junta durante el ensamblado y apretar el tapón al par de 1mKg
- Introducir la cantidad de aceite correcta por el orificio del compresor
- Enroscar los tapones en los extremos de entrada y salida del fluido.

### 2.16.1 Determinación de la carga de fluido frigorígeno

Después que tenemos confirmado el correcto nivel de aceite en el compresor introducimos 600 gramos de fluido y hacemos funcionar la instalación del aire acondicionado con la toma de aire exterior en el modo de reciclaje y la válvula de mezcla de aire en posición de frío máximo. El régimen de revoluciones del motor es 900rpm, después de estabilizarse las presiones y las temperaturas, se aumenta la carga del fluido en 50 gramos de fluido frigorígeno cada 5 minutos hasta llegar al límite de presión de 23 bares.

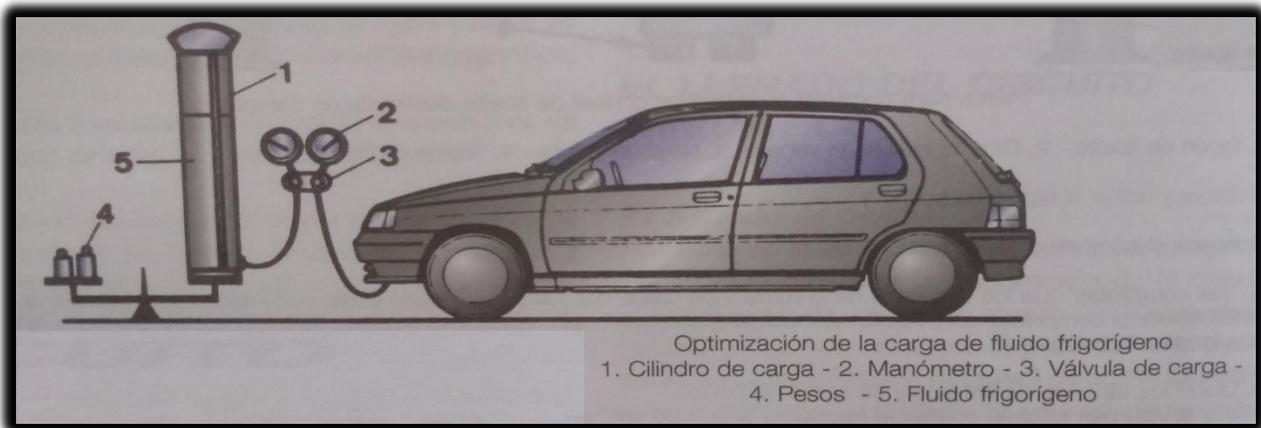


Gráfico 15 Carga del refrigerante

Fuente: Enciclopedia practica del automóvil página 1136

El trabajo que realizan los mecánicos no es difícil de aprender, sin embargo muchas personas debido a su experiencia realizan las conexiones con mayor rapidez y precisión a la hora de rellenar el sistema. A continuación se dispone de los pasos que mayor importancia tienen al momento de usar el fluido los manómetros y la bomba de vacío.

- Disponer de la estación de carga móvil equipada con la bomba de vacío
- Dos válvulas y dos manómetros, una para la alta presión y otro para la baja presión.
- Abrir completamente las dos válvulas de la caja de enlace y poner en marcha la bomba de vacío durante 60 minutos a una temperatura ambiente
- Cerrar las válvulas de enlace y detener la bomba de vacío
- Controlar la estanqueidad observando los manómetros hasta llegar a la presión correcta.
- Cuando comience el llenado se debe comprobar que al menos se contenga la cantidad prescrita de 600 gr de fluido.

### 2.17 Mangueras y conexiones

Existen 4 conexiones principales que trabajan con las mangueras del sistema de aire acondicionado, la primera resulta de la conexión entre la salida del compresor hasta la entrada del condensador, posteriormente la conexión desde la salida del condensador hacia el depósito deshidratador, como tercera conexión se observa desde la salida del depósito hacia la válvula de expansión, finalmente tenemos la conexión desde la válvula de expansión hacia el compresor, dentro del compresor hay fricción, pero principalmente es el componente que se encarga de comprimir el refrigerante y al hacerlo eleva su temperatura, dicha temperatura es transferida al cuerpo mismo del compresor.

La tubería que transporta el refrigerante desde el condensador al evaporador debe presentar una temperatura ambiente, la tubería de alta presión que se encuentra entre el compresor y el condensador, debe encontrarse a alta temperatura ya que es la línea que transporta el refrigerante comprimido por el compresor.

La tubería de salida del evaporador debe tener una temperatura fría. La tubería que transporta el refrigerante desde el evaporador hacia el compresor debe tener una temperatura fría hasta la entrada al compresor.

## 2.18 Funcionamiento del A/C

Para iniciar el funcionamiento del sistema ponemos en contacto el switch de encendido con la llave de la camioneta y nos dirigimos hacia el panel del A/C para poder seleccionar la temperatura deseada y configurar en base a nuestra necesidad o deseo la temperatura que queremos que se mantenga en la cabina de la camioneta D-Max 3.0 CRDI. Es necesario saber cómo funciona el aire acondicionado y el ejemplo más parecido a su modo de funcionar es el de un refrigerador ya que ambos requieren de un refrigerante que fluye a través del sistema.

Después que nosotros seleccionamos del panel de A/C con perillas o botones, las condiciones climáticas ideales y/o deseadas inmediatamente el compresor inicia su funcionamiento utilizando potencia del motor para accionarse comprimir y circular el gas refrigerante a través del sistema. El compresor se encuentra en funcionamiento y jala refrigerante de la tubería del evaporador y lo empuja hacia la tubería del condensador disminuyendo la presión del evaporador e incrementando la del condensador. El refrigerante pasa a través del condensador hacia la válvula de expansión. El refrigerante pasa de la válvula de expansión al evaporador y, después de pasar por la tubería del evaporador, es regresado al compresor.

Cuando las presiones de operación adecuadas se establecen, la válvula de expansión se abre, permitiendo al refrigerante regresar al evaporador a la misma velocidad que el compresor lo está retirando. Bajo estas condiciones, la presión en cada punto del sistema alcanza un nivel constante, pero la presión del condensador será mucho mayor que la presión del evaporador.

La presión en el evaporador es lo suficientemente baja para que el punto de ebullición del refrigerante sea bastante inferior a la temperatura interior del vehículo, por lo tanto, el líquido se evapora, remueve calor del interior y sale del evaporador como gas. El efecto calorífico producido al pasar el refrigerante a través del compresor le impide al gas licuarse y ocasiona que sea descargado del compresor a muy altas temperaturas. Este gas caliente pasa al condensador. La presión en este lado del sistema es lo suficientemente alta para que el punto de ebullición del refrigerante esté muy por encima de la temperatura exterior. El gas se enfriará hasta llegar a su punto de ebullición y se condensará al ser absorbido el calor por el aire exterior. El refrigerante líquido se vuelve a forzar a través de la válvula de expansión por la presión del condensador.

Los especialistas recomiendan realizar anualmente una limpieza exterior del radiador y del condensador con aire a presión, pero en caso de recorrer muchos kilómetros las verificaciones deben hacerse cada 20.000 km.

## 2.19 Características del sistema

Las características que cumple el sistema se encuentran limitadas por la complejidad de sus componentes y básicamente se han agregado pocas propiedades a las del sistema como:

- Tener accionamiento manual de perilla o botón
- Tener la opciones de acondicionamiento de aire que el usuario desee escoger ya sean estas aire frio, aire simple o aire caliente

- Tener las opciones de acondicionamiento de aire hacia lugares dentro de la cabina como frente al conductor, debajo de los asientos, o hacia el parabrisas.
- Debe tener una modificación en los conductos de circulación del aire para que de esta manera exista la opción de que el usuario pueda escoger si desea redirigir el aire y que el mismo circule desde atrás del panel de la camioneta hacia abajo hacia las ventanas de las puertas.
- Un compresor de mayores prestaciones volumétricas para abastecer la mayor demanda de aire acondicionado en caso de ser absolutamente necesario

## 2.20 Refrigerantes y las condiciones que deben cumplir<sup>3</sup>

Los refrigerantes poseen ciertamente propiedades que los diferencian de otras sustancias, es así que se puede nombrar varias condiciones que deben cumplir como son las siguientes:

- Deben tener el mayor calor latente de evaporación, es decir, que en el cambio de estado de líquido a vapor, absorba la mayor cantidad de calor posible.
- Deberá poseer una alta conductividad y poder de cesión de calor para su fácil condensación
- Su volumen específico en estado gaseoso deberá ser lo más bajo posible para obtener así el mínimo dimensionado de evaporador y condensador.
- La presión de condensación será la más baja posible
- La temperatura de evaporación deberá ser siempre inferior a la temperatura de régimen del espacio a acondicionar o refrigerar.

---

<sup>3</sup> Villanueva Rafael Manresa, Refrigerantes para aire acondicionado y refrigeración

## Capítulo III

### SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En el capítulo III se detalla y demuestra cómo fueron los procedimientos para la toma de datos de este trabajo a realizar antes de instalar la extensión del sistema de aire acondicionado.

#### 3.1 Resolución al problema

El problema del empañamiento de los cristales se lo intentará resolver con la instalación de una extensión de los conductos de aire acondicionado de la camioneta, esta nueva extensión permitirá tomar nuevos datos de tiempo mientras el sistema de aire funciona y desempaña todos los vidrios de la cabina.

Hay varias formas de resolver los inconvenientes de climatización que se dan en la vida cotidiana, muchas de las expectativas hacen referencia al tiempo en que se demora el sistema de aire acondicionado en climatizar por completo la cabina, para resolver este inconveniente además de la instalación de la extensión de los ductos de aire tenemos la posibilidad de incorporar al circuito eléctrico el botón de control ON-OFF del sistema.

Para solucionar todos los objetivos que fueron planteados para esta investigación, es indispensable tener a disposición la camioneta Chevrolet 3.0 CRDI para poder trabajar con ella, caso contrario no se podría realizar los avances de los capítulos.

Básicamente, la resolución de problemas es un proceso metodológico de cuatro pasos que se resume en definir el problema, identificar las opciones, evaluar opciones y aplicar la solución pensada.

### 3.2 Lugares de medición

Inicialmente se debía tomar mediciones del funcionamiento normal del aire acondicionado, lo cual se lo realizo en el taller del concesionario Vallejo Araujo en abril del 2018 obteniendo beneficiosamente los datos de medición en condiciones normales.

Posteriormente se requiere hacer la instalación del prolongamiento de los ductos del aire, pero la disposición de la camioneta tomó 3 meses y medio en aprobarse, sin embargo la instalación de las extensiones se llevó a cabo y la toma de tiempos nos dio nuevos datos como lo podemos constatar en las tablas. Las mediciones se realizaron en dos lugares:

- En el taller de servicio de Vallejo Araujo.
- En el patio de un taller de servicio de aire acondicionado.

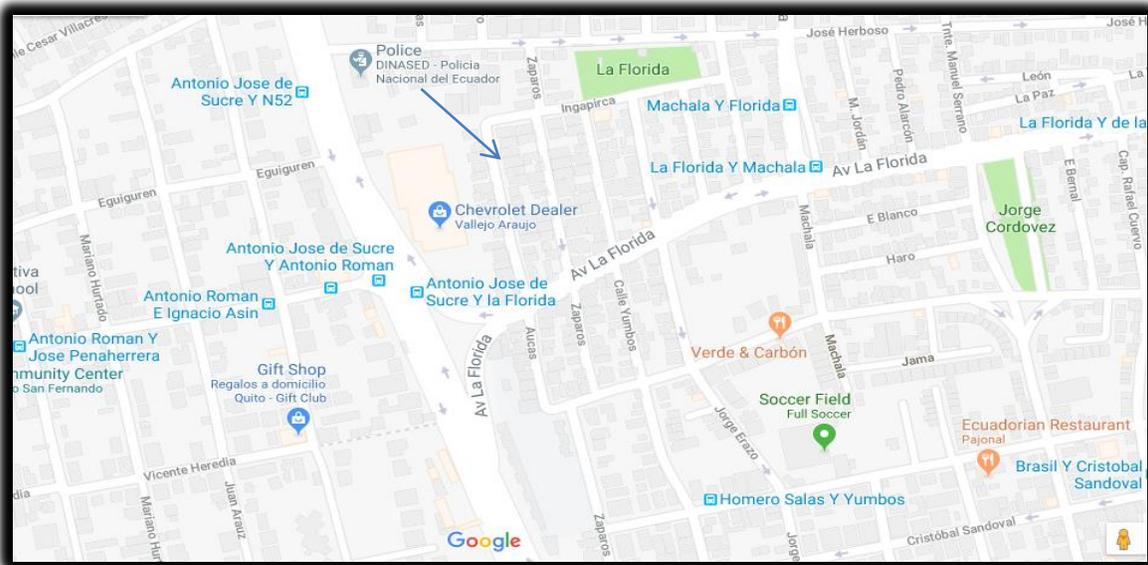


Gráfico 16 Ubicación del taller de Vallejo Araujo

Fuente: Google Maps

### 3.3 Procedimiento para la toma de datos

Suponiendo que ya tenemos la camioneta lista para ser usada, la toma de datos va a seguir los siguientes pasos para cumplir el procedimiento de mediciones:

- Disponer de un flexómetro
- Medir con el flexómetro la longitud de las ventanas de las puertas de la camioneta
- Medir con el flexómetro la altitud de las ventanas de las puertas de la camioneta
- Disponer de un cronometro para medir la duración del tiempo de climatizado
- Medir el tiempo que tarda el circuito de aire en actuar sobre el parabrisas
- Disponer de un termómetro
- Medir con el termómetro la temperatura inicial en la cabina
- Medir con el termómetro la temperatura secundaria en la cabina
- Acercar el termómetro al ducto de aire frontal de la camioneta
- Medir la temperatura a la que se inicia el proceso
- Medir la temperatura 5 minutos después de encendido el aire acondicionado

Una vez en funcionamiento el circuito de A/C que utiliza la camioneta 3.0 CRDI se puede proceder a realizar las mediciones correspondientes al aire acondicionado, en primera instancia se debe saber cómo medir los datos que se requiere, es indispensable tener en cuenta que se va a recolectar datos de temperatura dentro de la cabina de la camioneta en condiciones adversas y diferentemente cambiantes en función del clima a través de investigación práctica.

Cabe resaltar que no se realizará ningún tipo de mantenimiento correctivo ni tampoco vaciado del fluido del sistema, tampoco ninguna revisión de presión ni revisiones para que el funcionamiento del aire acondicionado esté en condiciones de uso estándar.

La recolección de los datos, del tiempo de funcionamiento del A/C y de las temperaturas medidas en la cabina se encuentra detallada en las siguientes tablas y figuras.

### 3.4 Aire acondicionado en condiciones normales

Las condiciones normales para el uso del sistema de aire acondicionado se encuentran limitadas, ya sea por la naturaleza del clima y su temperatura, o por el funcionamiento correcto del sistema de aire acondicionado. Tener condiciones normales para medir el cambio de temperatura dentro de la cabina de la camioneta involucra que los datos que se busca tomar no se los recogerá en la noche ni tampoco en las horas de la mañana donde las temperaturas son bajas, sino que se recogió datos usando un horario desde las nueve de la mañana hasta las cinco de la tarde.

Antes de proceder a recolectar la información necesaria para el desarrollo de uno de los objetivos, es indispensable resaltar que fueron utilizadas dos camionetas Chevrolet D-Max 3.0 CRDI en distintos lugares, en distintos meses y con distintas especificaciones en sus sistemas de aire acondicionado para la climatización de la cabina. La primera en utilizarse fue la de la figura 17, la cual contaba únicamente con la calefacción estándar.

Esta primera camioneta fue de mucha utilidad para la toma de medidas de los cristales de las puertas, la longitud de extensión de los ductos dentro de la cabina, los tiempos de climatización y el tiempo de reacción del sistema de aire acondicionado en arranque en frío. Las siguientes mediciones con un sistema de aire acondicionado no estándar, sino extendido a las puertas del interior de la cabina fueron tomadas en distintas condiciones de horario desde muy en la mañana y también a temperatura de la noche con la camioneta que se procedió a alquilar para la instalación del sistema de aire en el interior de la cabina de la camioneta.



Gráfico 17 Camioneta en condiciones normales

Fuente: Alex Hidrobo

Tabla 1 Temperatura variada y tiempo constante

<b>Mediciones de temperatura dentro de la cabina</b>			
Hora	10.00am	13.30pm	16.00pm
Temperatura 1	18	20	19
Temperatura 2	16	16	16
Temperatura deseada °C	16	16	16
Tiempo A/C	5 minutos	5 minutos	5 minutos

Fuente: Alex Hidrobo

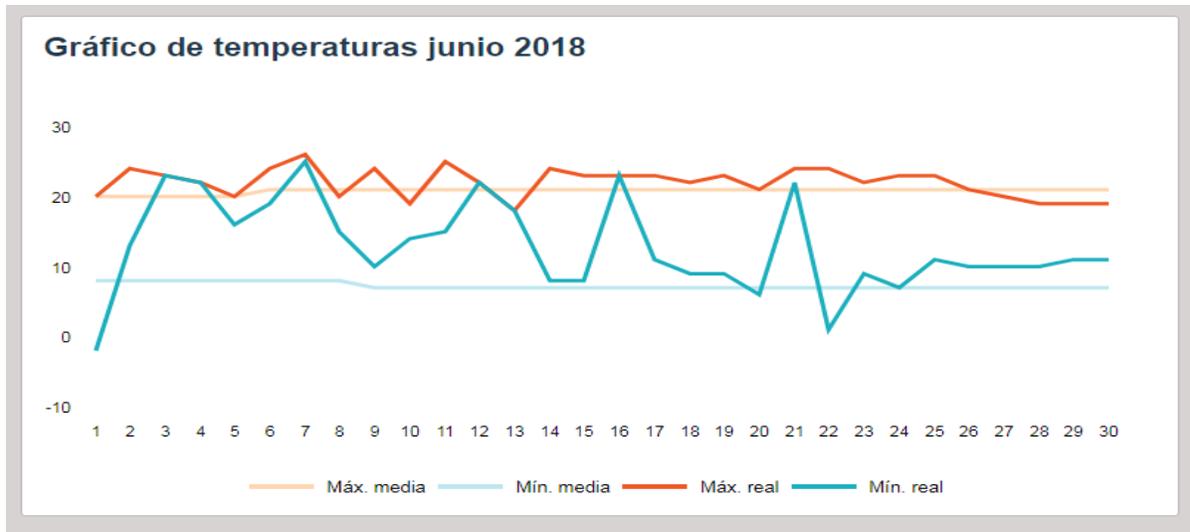


Gráfico 18 Temperaturas de los días de junio del 2018

Fuente: [www.accuweather.com](http://www.accuweather.com)

En este gráfico 18 se puede observar las diferentes variaciones en la temperatura que sucedieron el mes de junio del presente año, si se observa con detenimiento se puede notar que existen cuatro mediciones correspondientes a: la temperatura máxima real, la temperatura máxima media, a la temperatura mínima real y a la temperatura mínima media. Con el fin de cumplir uno de los objetivos planteados al inicio de la tesis es necesario tomar estos datos de temperatura reales y hacer las mediciones para registrar los datos en las tablas de medición con tiempo constante y de variación de temperatura en la cabina. El sistema de aire acondicionado que integra la camioneta D-Max 3.0 CRDI trabaja normalmente en estas condiciones variadas del clima, las mediciones hechas al medio día fueron las que alcanzaron una temperatura máxima real de 25°C en el medio ambiente y hasta 32°C dentro de la cabina con los vidrios cerrados, las puertas cerradas y el aire acondicionado apagado, sin embargo al momento de realizar las mediciones del cambio de temperatura con el aire acondicionado encendido la temperatura máxima que se registró fue de 28 °C.

### 3.5 Funcionamiento del aire acondicionado a baja temperatura

Tabla 2 Condiciones de frio

<b>Aire acondicionado en condiciones de temperatura baja</b>			
Hora	6.00 am	6.30am	7.00am
Temperatura 1	7	7	8
Temperatura 2	28	28	28
Temperatura deseada	30	30	30
Tiempo A/C	5 minutos	5 minutos	5 minutos

Fuente: Alex Hidrobo



Gráfico 19 Termómetro dentro de la cabina

Fuente: Alex Hidrobo

### 3.6 Funcionamiento del aire acondicionado a alta temperatura

Tabla 3 Temperatura y tiempo en temperatura alta

<b>Aire acondicionado en condiciones de temperatura alta</b>			
Hora	12.30pm	13.00pm	13.30pm
Temperatura 1	28	28	28
Temperatura 2	16	16	16
Temperatura deseada	16	16	16
Tiempo A/C	5 minutos	5 minutos	5 minutos

Fuente: Alex Hidrobo

### 3.7 Conclusiones de los datos obtenidos en las mediciones

La toma de datos de tiempo de funcionamiento del aire acondicionado benéficamente no fue complicada, en esta primera parte de la etapa de toma de medidas ingresan también los datos que debemos considerar útiles antes de la construcción en instalación de la extensión del ducto nuevo.

#### 3.7.1 En las mediciones de la mañana

A las 6:00am la temperatura en el exterior, es decir en el medio ambiente es generalmente fría y se espera que la temperatura de la cabina de la camioneta también lo sea, la recolección de datos inicia con temperaturas ambiente de alrededor de 8 °C y 10 °C, para ello debemos disponer de un termómetro que nos permite ver el cambio de temperatura de manera casi inmediata.

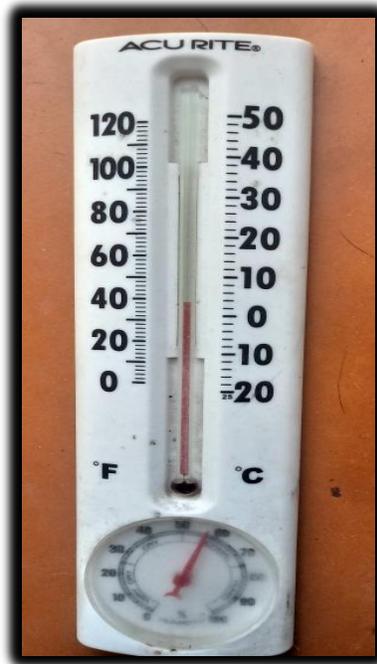


Gráfico 20 Mediciones en la mañana

Fuente: Alex Hidrobo

### 3.7.2 En las mediciones del medio día

Al medio día se esperaba tener una temperatura relativamente normal en caso de que no haya lluvias. Las condiciones para medir la temperatura dentro de la cabina fueron relativamente altas en comparación a las efectuadas en la mañana, esto nos trajo una variación en los grados centígrados en la temperatura inicial, es decir la medición se realizó ya no a una temperatura de 8°C sino a una temperatura mayor de 12 °C

### 3.7.3 En las mediciones normales de temperatura

Aunque los datos ya se encuentran en las tablas de mediciones cabe recalcar ciertas diferencias que aunque parezcan no tener ninguna relación con el tema del aire acondicionado intervienen directamente en el tiempo de climatización de la cabina de la camioneta, el arranque en frío del

motor por ejemplo dura alrededor de 5 minutos hasta llegar a su temperatura de funcionamiento normal de 90°C y con el arranque al medio día o en la tarde sin el motor frío el funcionamiento del aire acondicionado parece responder de forma un poco más inmediata a diferencia que el arranque del motor en frío.

### 3.8 Con respecto a la temperatura deseada

En la mayoría de los casos, una temperatura de 24 ó 25 grados centígrados son más que suficientes para sentirnos cómodos a una temperatura agradable, sin embargo las temperaturas que se dan día a día en la ciudad de Quito son muy irregulares e inestables y la temperatura deseada podría convertirse en 18 grados centígrados y no en los 25 grados sugeridos con anterioridad ya que el conductor de la camioneta podría encontrarse en un medio día en una carretera de la ciudad y naturalmente va a desear un aire refrescante a una temperatura menor a la del exterior.

### 3.9 Con respecto al tiempo de funcionamiento del A/C

El tiempo de funcionamiento en distintas situaciones de temperatura no tuvo mayor variación ya que en esta ocasión conviene centrarse más en el cambio térmico que se desea poder controlar dentro del plazo de 5 minutos. El rango de 5 minutos es tiempo suficiente como para que se pueda notar una variación de temperatura o mejor aún una climatización que satisfaga a los ocupantes de la cabina. Posteriormente en las otras tablas de medición se podrá apreciar la variación de tiempo con el sistema de extensión instalado.

### 3.10 Proceso de toma de medidas previa la instalación de extensiones

Medidas de los vidrios de las puertas

Para poder avanzar es necesario realizar recolección de las dimensiones de las ventanas delanteras y posteriores, en altura y en ancho, entonces podremos calcular el área de las ventanas delanteras y de las ventanas posteriores.

Esta actividad se la realiza con el fin de obtener datos de superficie que necesitan flujo directo de aire acondicionado para evitar empañarse. Para continuar iniciamos midiendo el ancho de la ventana con una cinta métrica o con un flexómetro y anotamos la medida que corresponde al ancho

### 3.11 Toma de la medida del ancho de la ventana delantera

El ancho de la ventana delantera es de 30 pulgadas en su punto más largo, se puede observar claramente que en la parte superior de la ventana delantera la longitud del ancho de la ventana es menor en 8 unidades y tiene una longitud de 22 pulgadas.

Las ventanas delanteras son las más cercanas al final del ducto de aire detrás de las tapas del panel de la camioneta, lo que significa que al momento de recorrer el aire por los ductos modificados, las ventanas delanteras serán las primeras en iniciar el proceso de desempañamiento dentro de la cabina, sin embargo el aire no tarda sino solo un par de segundos en llegar a la parte posterior de la cabina.

Los vidrios o cristales de un automóvil tienen características especiales y son diferentes a los que podemos encontrar en el hogar. Los cristales son parte fundamental en un automóvil, hacen parte de la seguridad activa y pasiva, además de permitir la visibilidad del conductor del camino y todo el entorno.



Gráfico 21 Ancho de ventana

Fuente: Alex Hidrobo

### 3.12 Toma de la medida de la altura la ventana delantera

Altura de ventana delantera = 18 pulgadas



Gráfico 22 Alto de ventana

Fuente: Alex Hidrobo

Se requiere realizar el mismo trabajo con las ventanas posteriores de la camioneta y de igual manera anotar los valores obtenidos de altura y de ancho. En este punto es muy importante mencionar que las ventanas no son totalmente cuadradas ni rectangulares, sino que poseen un diseño curvo que influye parcialmente en el cálculo del área de las mismas, es por esta razón que el cálculo de superficie de ventana se realizará multiplicando los datos de ancho y de altura medidos debido a la razón que estos datos ya incluyen los valores máximos y no los valores mínimos de longitud de la ventana, teniendo como resultado un excedente en el área de la ventana y no el caso contrario.

Es preferible tener este pequeño excedente en la superficie de las ventanas porque no trabajamos dinamicamente con ellas, por el contrario nos interesa que permanescan fijas mientras estan cerradas, dejando el trabajo termodinamico al flujo del aire acondicionado que rodeará específicamente la superficie de las mismas para evitar posibles empañamientos.

### 3.13 Toma de la medida del ancho de la ventana posterior

Ancho de ventana posterior = 25 pulgadas

El vidrio que se ubica en la puerta trasera es de seguridad, es procesado por tratamientos térmicos o químicos para aumentar su resistencia con respecto a un vidrio normal, esto se logra colocando las superficies exteriores a compresión y las internas a tensión provocando que cuando el vidrio se rompe, se fracture en varios pedazos en lugar de astillarse. La ventaja de estos tipos de vidrios es que, en caso de rotura, se transforma en pequeños fragmentos representando menor peligro de daño a los ocupantes del vehículo. Cuando el vidrio es templado el cristal es sometido a temperatura dentro de un horno y luego es enfriado, logrando elevar las propiedades mecánicas del cristal hasta proporcionarle alta resistencia.



Gráfico 23 Ancho de la ventana posterior

Fuente: Alex Hidrobo

### 3.14 Toma de medida de la altura de la ventana posterior

Altura de ventana posterior = 16 pulgadas



Gráfico 24 Alto de la ventana posterior

Fuente: Alex Hidrobo

### 3.15 Superficies calculadas

Superficie de ventanas delanteras de la camioneta

Superficie = 30 pulgadas x 18 pulgadas

Superficie = 540 pul<sup>2</sup>

Superficie lado izquierdo y lado derecho = 540 x 2

Superficie delantera = 1080 pul<sup>2</sup>

Superficie de ventanas posteriores de la camioneta

Superficie = 25 pulgadas x 16 pulgadas

Superficie = 400 pul<sup>2</sup>

Superficie lado izquierdo y lado derecho = 400 x 2

Superficie posterior = 800 pul<sup>2</sup>.

### 3.16 Ductos

Una vez que se ha pasado la fase de medidas de los cristales se debe pasar al siguiente proceso que es la medición de la extensión de los ductos de aire. Para poder realizar esta actividad es necesario disponer de la camioneta con el panel derecho delantero desarmado, de esta manera se puede acceder a tomar las mediciones del ducto. Para desarmar el panel delantero derecho se debe tomar muchas precauciones, ya que se corre el riesgo de romper una bincha, rayar el plástico o perder los tornillos que sostienen los puntos de apoyo de las piezas que se deben retirar.



Gráfico 25 Retiro de tapas del panel

Fuente: Alex Hidrobo

Una vez retiradas las tapas se procede con un metro a tomar medidas de longitud desde el ducto del aire hasta la parte superior de las tapas de cada puerta de la camioneta para así conocer la longitud de ducto que vamos a necesitar.

También es muy importante medir las dimensiones del ducto en su terminal debido a que en esa precisa superficie se realizará un acople para que el aire se mantenga circulando hacia los cristales de las puertas.

El uso de los plásticos en la fabricación de piezas para el automóvil aumenta cada día más, las características de estos materiales, su coste económico y su reciclabilidad, son puntos importantes a tener en cuenta por los constructores a la hora de realizar el diseño y elegir el material con el que fabricar determinadas piezas.



Gráfico 26 Desacople del panel derecho

Fuente: Alex Hidrobo

En el gráfico 25 se puede observar la parte frontal del panel en la parte derecha inferior de la cabina de la camioneta, es aquí en esta parte donde se logra tener el acceso visible y también medible del ducto que se va a utilizar para la prolongación de los cristales del lado derecho. Esta ilustración fue posible gracias a los cautelosos procesos de desarmado y retiro de sujetadores y tapas.

Existen otros factores que también influyen en la decisión del material a utilizar, entre las que se encuentran las propias características que ofrece el material, las posibilidades de diferentes diseños o formas geométricas más o menos complicadas, el aumento de la protección contra la corrosión, la disponibilidad de medios adecuados para trabajar con los materiales y la posibilidad de su reciclaje e impacto medioambiental. En los acabados interiores se observa el mayor porcentaje de utilización, el plástico es el material mayoritario a la hora de revestir el interior del habitáculo de pasajeros, ejemplos de estas piezas son los revestimientos de puertas, montantes y techo.



Gráfico 27 Acceso a ductos

Fuente: Alex Hidrobo

Como se mencionó con anterioridad, la remoción de las tapas del panel delantero derecho nos permitió acceder a la parte final del ducto de aire en donde las modificaciones de la adaptación de las extensiones serán instaladas para aprovechar el flujo de aire. Estos ductos tienen como finalidad orientar el flujo de aire, en esta ilustración en específico tenemos el ducto de la parte derecha que será aprovechado para la toma de medidas y para el acceso a la instalación de la extensión del cuerpo del ducto.

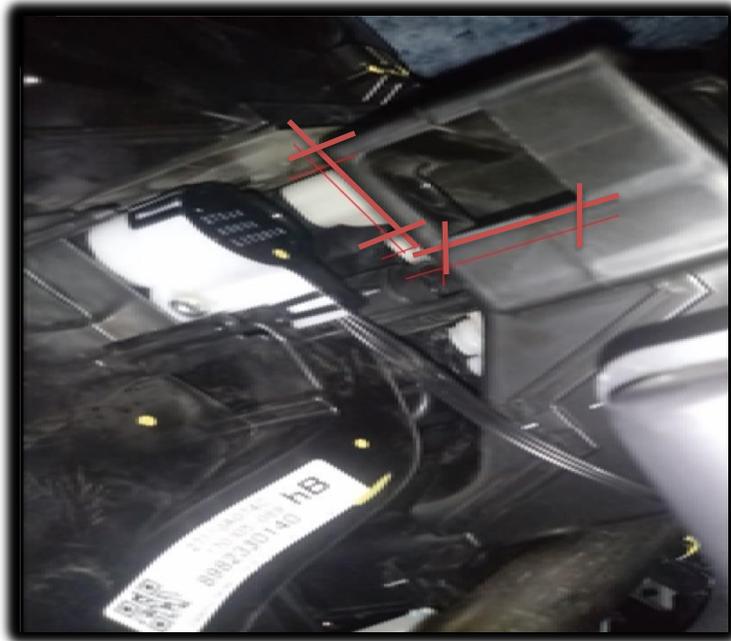


Gráfico 28 Inspección de ductos

Fuente: Alex Hidrobo

Las dimensiones tomadas de la parte final de este ducto tienen las siguientes medidas:

Medida del alto del ducto: 2 pulgadas

Medida del ancho del ducto: 2,5 pulgadas

Estas dimensiones permiten diseñar un acople para el ducto, dicho acople permitirá unir el terminal del ducto originalmente instalado con el inicio de la extensión hacia las ventanas de las puertas, el diseño del acople de ductos debe ir en función de las mediciones tomadas, es necesario recalcar que los ductos deben ser herméticos a lo largo de su extensión, por lo que es necesario que al momento de la instalación de la extensión conjuntamente con el acople las juntas queden totalmente selladas para que no pueda existir ninguna fuga de aire.

Cualquier fuga de aire en la implementación traerá consigo una falla directa a la extensión de los ductos y también hará que se escape el aire por donde no se desea.

De igual manera es indispensable realizar la medición de la primera longitud de alargamiento del aire acondicionado la cual consta desde el final del ducto de aire hasta la parte inferior de las puertas delanteras de la camioneta 3.0 CRDI.

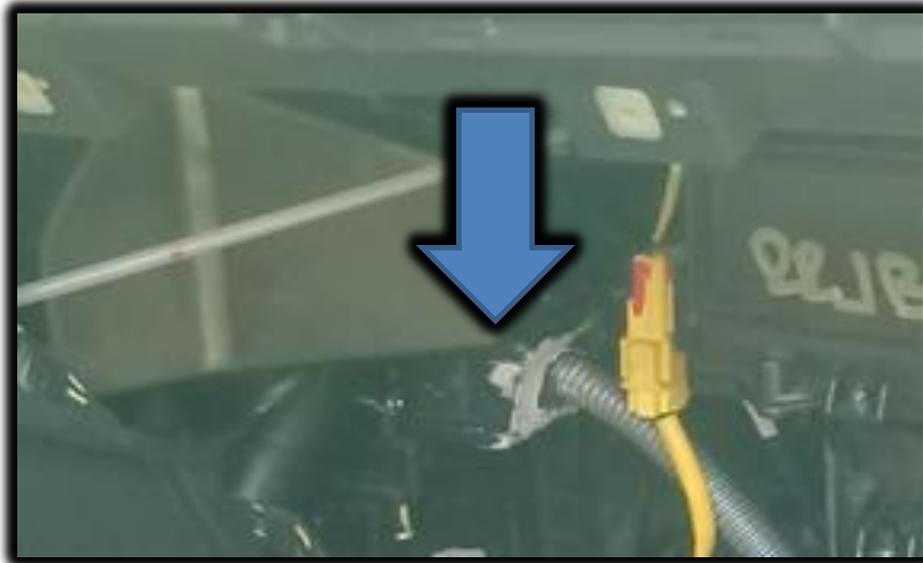


Gráfico 29 Acople hacia la puerta

Fuente: Alex Hidrobo

Para proceder a retirar las tapas de las puertas posteriores, se debe seguir trabajando con la misma cautela con la que se ha recomendado hacerlo, las tapas de las puertas traseras en cierto modo fueron más fáciles de retirar, las tapas cuentan con seguros sobre los tornillos y también con vinchas sujetas a puntos estratégicos alrededor de la tapa de la puerta, sin embargo no se debe olvidar desconectar el contacto del vidrio eléctrico, para así poder remover la tapa de la puerta trasera en su totalidad.

Las mangueras y conectores especiales como las de metal flexible están específicamente diseñadas para amortiguar o suprimir el ruido, absorber la vibración, acomodar la expansión térmica y tensiones y ajustar o corregir el desbalance de los sistemas de tuberías.

La pieza unida a la tapa de la puerta trasera que encaja al botón de subir y bajar el cristal aún sigue conectada al vidrio eléctrico, antes de su completo retiro no se debe jalar ni tratar de estirar la pieza de la tapa sino en cambio desconectar los contactos y después de hacerlo retirar la base del botón contactor del vidrio eléctrico.



Gráfico 30 Desacople puerta trasera

Fuente: Alex Hidrobo

En caso de que se desee retirar por completo la puerta trasera se consigue quitando el perno de giro o pasador que enlaza las dos hojas de cada una de las bisagras. Cuando ello se ha realizado, las dos hojas de la bisagra se separan y la puerta queda suelta. Sin embargo para este procedimiento de instalación de extensiones de ductos de aire no fue necesario retirar por completo ninguna de las 4 puertas.

### 3.17 Esquema de la camioneta con las extensiones a las ventanas

En este esquema se intenta recrear la transferencia de calor por convección, la convección en sí es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido, en este caso utilizado para desempañar las ventanas de la camioneta.

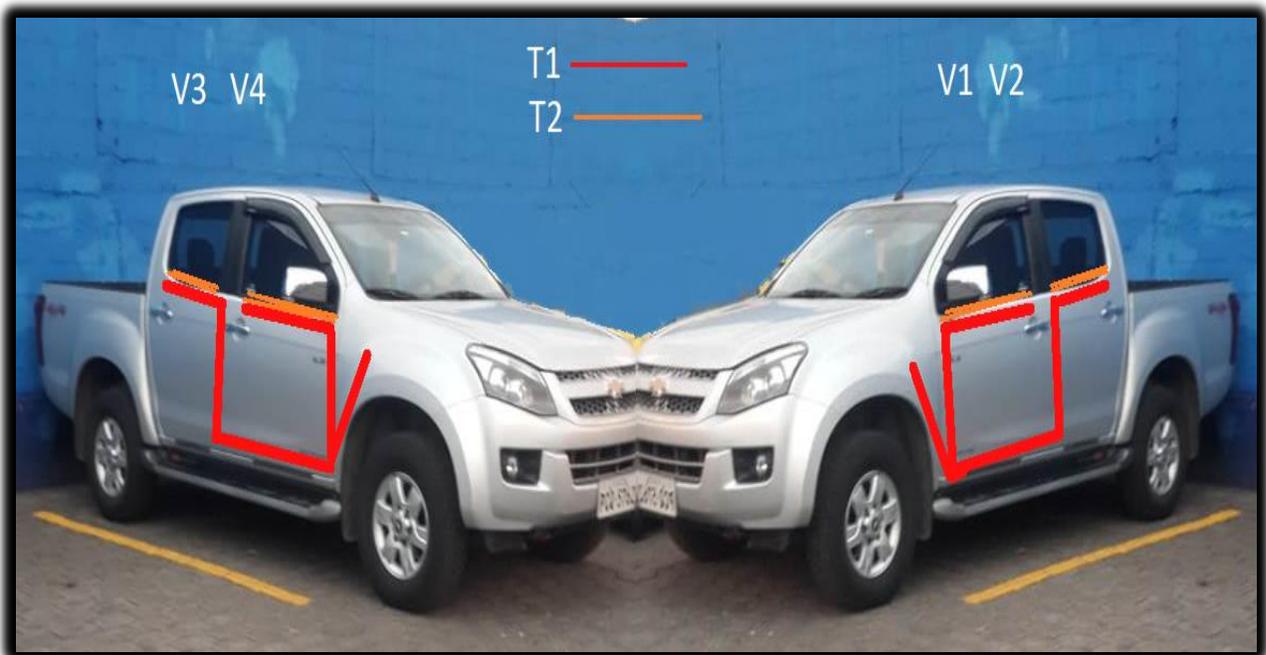


Gráfico 31 Esquema térmico de las extensiones

Fuente: Alex Hidrobo

Como se puede observar en el grafico existen extensiones que se diferencian por dos lados, un lado izquierdo y un lado derecho, dando un total de cuatro ventanas para ser desempañadas numeradas desde V1 hasta V4 y dos líneas distintas de temperatura, una T1 donde se hace referencia al flujo de aire caliente y T2 la temperatura del cristal cuando ya tiene contacto con el aire acondicionado.

### 3.18 Transmisión de calor por convección <sup>4</sup>

Consiste en la transferencia de calor entre un fluido que puede ser líquido o gas y entre un sólido, como las moléculas del fluido no están fijas, estas se mueven llevando consigo el calor, bien sea por gravedad o por efecto de un sistema mecánico como puede ser un ventilador o una bomba mecánica. Cada vez que se debe pasar calor entre un sólido y entre un líquido debemos tener presente que la convección entre un líquido y un sólido es más eficiente que entre un gas y un sólido. La convección es la causa por la que una cámara de aire es eficaz como aislante térmico, ya que toda cámara de aire tiene dos caras en contacto con un sólido y en cada cara la convección dificulta el paso de calor.

En la cabina de la camioneta los elementos sometidos a convección son indudablemente el aire proveniente del sistema de aire acondicionado y el sólido que son las ventanas de las puertas, se produce una transferencia de calor la cual permite que el fluido desempañe los vidrios sólidos de la camioneta, esto sucede desde un punto de inicio y cuatro trayectorias de recorrido guiadas por extensiones que se dirigen cada una hacia las puertas de la camioneta, la convección en este caso en particular no es inmediata debido a que cuando se realizó mediciones y también pruebas con el aire acondicionado que utiliza la camioneta se logró detectar que la temperatura del aire no es caliente desde el encendido del sistema, sino que debe pasar un tiempo de cinco minutos hasta que el aire salga caliente y se pueda observar más claramente los efectos de la convección actuando directamente en los cristales de la camioneta. Es apropiado también mencionar que existe convección entre el fluido que en este caso es aire caliente y entre la manguera que viene a ser el sólido que se calienta o que también se puede enfriar dependiendo la temperatura del aire.

---

<sup>4</sup> Ribot Martin Jaume. Guía rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado

## Capítulo IV

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

#### 4.1 Diseño y construcción de la extensión de ductos

Para esta actividad es necesario tomar en cuenta las opciones que se tiene del panel de aire, en este caso, la perilla seleccionadora del flujo de aire es uno de los elementos más importantes que se debe considerar en este tema, permite dirigir el aire en tres direcciones dentro de la cabina y es precisamente por esta cualidad que se debe iniciar por esta perilla para la posterior instalación de la extensión de ductos.

Esta perilla del panel es de accionamiento manual, no utiliza ninguna conexión eléctrica y se la utiliza girándola radialmente hasta seleccionar la opción que queramos dentro de la cabina.



Gráfico 32 Perilla de flujo de aire

Fuente: Alex Hidrobo

En orden de derecha a izquierda la perilla marca 5 posiciones para el uso del pasajero,

La primera posición de la perilla que controla el flujo del aire dentro de la cabina permite tener un solo flujo, el cual va a ir direccionado hacia la parte frontal de los pasajeros, esta opción se utiliza cuando existe mucho calor en la cabina y los pasajeros desean refrescarse con una corriente permanente de aire que llegue a su rostro, a su vez que también existe la posibilidad que los pasajeros tengan mucho frio y decidan que es buena idea calentarse un poco con el aire que sale de frente del panel hacia ellos.



Gráfico 33 Flujo al frente

Fuente: Alex Hidrobo

La segunda posición nos permite tener una salida de aire hacia la parte frontal de los pasajeros y también hacia la parte inferior de los asientos, de este modo se puede observar que el flujo del aire se puede dividir para llegar hacia distintos lugares dentro de la cabina. No es muy conveniente tener muchas divisiones del caudal pues esto causaría que por cada división que se desee instalar se tendrá un flujo de aire más débil.



Gráfico 34 Flujo de aire al frente y abajo

Fuente: Alex Hidrobo

En la tercera posición podemos observar que la dirección del aire es únicamente hacia la parte interna inferior de la cabina, aquí es importante saber que se tiene una oportunidad para adaptar la extensión del sistema debido a que no existen divisiones de caudal y que el flujo de aire será constante y recorrerá hasta donde decidamos llevar nuestra extensión del ducto, desafortunadamente esta opción no nos permite acceder al parabrisas pero si nos permite tener una alternativa de instalación



Gráfico 35 Flujo hacia abajo

Fuente: Alex Hidrobo

La figura que se muestra a continuación es la posición más adecuada para nosotros poder instalar la extensión de los ductos que tendrán como destino la parte inferior de los cristales de las puertas. Pero después de hacer el siguiente razonamiento se puede llegar a determinar que el flujo de aire para esta posición se encuentra dividido en dos partes, es decir la primera parte redirigirá el flujo hacia la parte inferior del parabrisas de la camioneta, mientras que la otra parte redirige el flujo de aire hacia la parte interna inferior de la cabina de la camioneta, lo cual nos da como resultado una menor cantidad de aire dirigido en ambas direcciones al mismo tiempo, dando un resultado inconveniente para el completo desarrollo del tema de tesis debido a que la instalación de la extensión contará con 2 divisiones adicionales, una para las puertas delanteras y otra división para las puertas traseras, reduciendo de esta forma la concentración del flujo del aire en un solo lugar dentro de la cabina.

El flujo total de aire que se dispone por el correcto funcionamiento del sistema de aire acondicionado será dividido para que dicho caudal llegue a las 4 ventanas de la camioneta y logre desempañar sus cristales



Gráfico 36 Desempañador con flujo abajo

Fuente: Alex Hidrobo

Finalmente tenemos la quinta posición de la perilla ubicada en el panel de la camioneta, esta opción permite redirigir al aire únicamente hacia la parte inferior del parabrisas, en esta posición es en la que el aire concentra todo su caudal y temperatura para que de esta manera se logre desempañar el parabrisas y se pueda tener visibilidad al momento de la conducción. En esta posición de seleccionado de perilla es en la que se puede aprovechar la otra opción de la instalación de la extensión del ducto, es decir esta posición es la que se debe escoger al momento de desempañar todos los cristales desde el interior de la camioneta una vez que se ha logrado instalar exitosamente los acoples de los ductos hacia las ventanas delanteras y traseras.



Gráfico 37 desempañador

Fuente: Alex Hidrobo

Sin embargo para avanzar con el trabajo de tesis es aconsejable cambiar el icono de la perilla para saber que la redirección del aire no será únicamente al parabrisas, sino también a todos los cristales de la cabina de la camioneta.

Interiormente la perilla direcciona el flujo de aire por dentro de los ductos de aire gracias a la utilización de un diseño de brazo interior que la mayoría de vehículos utiliza para direccionar el flujo de aire en la cabina.

A continuación se tiene como ejemplo la ilustración de la figura que hace referencia a las posiciones de la perilla, en especial de la posición final ya que de las opciones que normalmente conocemos ninguna controla la redirección del flujo de aire hacia los cristales de las puertas.



Gráfico 38 Perilla modificada

Fuente: Alex Hidrobo

No es aconsejable escoger la segunda ni la cuarta opción de la perilla dado que cuando existe división de los ductos de aire el flujo del mismo disminuye, haciendo que la eficiencia del sistema sea menor que cuando se utiliza el caudal de aire completo.

La observación de la geometría de los ductos es sumamente importante, es por ello que con anterioridad se procedió a retirar las tapas que dificultan esta tarea, posteriormente se tomó las medidas para la adaptación de los ductos, se debe aprovechar para observar por donde es mejor hacer la conexión, que ducto utilizar y sobre todo de qué manera conectar.

El tiempo que se empleó para realizar el desmontaje de las tapas del panel, la toma de medidas y la observación del espacio disponible de trabajo fue de 65 minutos.

#### 4.2 Proceso de selección de materiales

Para este proceso fue necesario retirar las tapas de las puertas de la camioneta, de este modo se puede seleccionar un material que se amolde a las curvaturas de los lugares que debe recorrer el aire para llegar a la superficie de los cristales. De otro modo no se puede llegar a conocer el lugar y la posición de la extensión de los ductos de aire, las puertas de la camioneta tienen buen espacio interno, suficiente para adaptar una manguera maleable que se acople a la prolongación del ducto por donde fluirá el aire.



Gráfico 39 Desmontaje de puerta delantera

Fuente: Alex Hidrobo

Se retiró las 4 tapas de las puertas antes de iniciar cualquier conexión, esto permite acceder a lugares donde el recorrido del aire puede darse sin problemas, en las puertas posteriores

El material que más se logró adaptar a las condiciones de doblado que se presentaba en el interior de la cabina y en el interior de las puertas es la manguera corrugada automotriz, además de la manguera corrugada fue necesario añadir ciertos materiales más como un divisor de caudal de material polímero y el acople al ducto que también resultó ser de un material polímero.



Gráfico 40 Material escogido manguera corrugada

Fuente: Alex Hidrobo

Las mangueras se construyen bajo normas de seguridad y cumpliendo ciertos requisitos como:

- Seguridad
- Flexibilidad
- Desempeño
- Resistencia

- Durabilidad

#### 4.3 Construcción de la extensión de los ductos

La construcción de la extensión ventajosamente trajo consigo a la parte del diseño la posibilidad que se podía variar y moldear la figura de la manguera según se requiera, esto es de muchísima ayuda para el operario que será encargado de la instalación debido a que no se necesitan sujetadores. Posteriormente después de medir la longitud de hasta la puerta trasera se debe proceder a medir la longitud hasta la puerta delantera y finalmente se debe medir la longitud desde el fin del ducto normal de aire hasta el inicio de la puerta delantera donde van ubicados los divisores de caudal.



Gráfico 41 Medición de longitud de manguera

Fuente: Alex Hidrobo

Cada una de las 6 mangueras es importante que tenga la dimensión adecuada, para ello se debe señalar con un marcador los puntos de inicio y fin de longitud.

Para que la extensión de ductos tenga las dimensiones correctas se debe cortar donde fueron puestas las señalizaciones de corte marcadas previamente en el proceso de medición de la longitud, para ello este trabajo se lo puede realizar con ayuda de un par de tijeras normales.



Gráfico 42 Corte de los ductos

Fuente: Alex Hidrobo

#### 4.4 Montaje

Para el montaje de las mangueras fue necesario tener la pieza modificada para el acople de la conexión, esta pieza fue fundamental ya que permite pasar de la rigidez del ducto principal a la facilidad de acoplar la manguera por debajo del panel frontal y por dentro de la puerta delantera y posterior. Es importante señalar que se necesita de dos acoples para esta extensión del sistema, uno que llegue para las puertas derechas y otro para las puertas izquierdas.

Posteriormente tenemos el proceso de maquinado de la manguera, esta perforación es muy importante, como podemos apreciar en la figura tenemos varias brocas para el maquinado de la perforación, pero la selección de la correcta fue a través de un pequeño ensayo realizado brevemente previa a la instalación completa de las extensiones de los ductos derechos e izquierdos, el ensayo constaba en realizar las perforaciones correspondientes con cada broca en la manguera, después en el extremo final se colocaba un tapón, para que finalmente en el extremo inicial se disponga a enviar aire a baja presión con la utilización de un compresor teniendo así como resultado diferentes flujos de aire en función del orificio por donde saldría antes de contactar al cristal.



Gráfico 43 brocas para ensayo

Fuente: Alex Hidrobo

La perforación de la manguera trajo resultados visibles inmediatos, estaba claro que una broca de 1/4" una de 1/8" y una broca de 1/16" permitían flujos distintos de aire lo cual nos deja escoger un diámetro óptimo de trabajo con el cual la perforación en la manguera es aprovechable.

#### 4.5 El divisor de caudal

Este elemento es esencial para que la extensión del sistema de aire permita su paso hacia las puertas traseras. Se instalaron 2 divisores de caudal en el interior de la camioneta, los divisores son de un material polímero y se aseguró que no existan fugas de aire utilizando una abrazadera en cada uno de sus extremos. Estos divisores fueron esenciales al momento de utilizar la longitud de manguera por secciones, ya que a este dispositivo se conectaron 3 diferentes mangueras con 3 diferentes longitudes y hacia 3 distintas secciones del interior de la cabina de la camioneta.

El impacto de este elemento divisor en la extensión de los ductos es notoriamente alarmante cuando se revisa la tabla de mediciones con condiciones extendidas, la principal razón del aumento del tiempo en las tablas es este divisor, ya que al dividir el caudal de aire se incrementa el tiempo en el que el sistema desempeña.



Gráfico 44 Divisor de caudal

Fuente: Alex Hidrobo

#### 4.6 El botón de control

La instalación de este componente permite al usuario encender y apagar el circuito a través de una conexión directa con el panel del A/C, incluyendo la extensión de aire hacia las puertas de la camioneta, su funcionamiento depende de la posición de accionamiento que puede estar en encendido o en apagado, permitiendo al aire fluir a través de las extensiones y dejando de alimentar eléctricamente al compresor deteniendo de esta manera el flujo de aire con la posición de apagado.

Al inicio de esta actividad se tenía la idea de desarrollar un nuevo sistema electrónico, el cual sería controlado por un botón de dos posiciones pero no fue llevado a cabo, tenía la facilidad de prender o apagar el flujo de aire acondicionado por los nuevos ductos extendidos. Sin embargo la idea de un nuevo diseño para el panel del aire acondicionado requiere de adaptación, en los conductos que se utilizan internamente.



Gráfico 45 Botón de control

Fuente: Alex Hidrobo

Para poder realizar la conexión de este dispositivo fue necesario alargar el cable de cobre 30 centímetros para que se permita conectar al cable del embrague compresor que está situada en la parte posterior del panel de aire de la camioneta, la selección de la resistencia adecuada nos permitirá el funcionamiento del sistema con el flujo de aire a su máxima capacidad.

Se debe conectar el botón de encendido y apagado justamente en donde señala la flecha de la ilustración, ya que ese conjunto de cables es el que nos permite activar el blower, que a su vez permite el flujo de aire en función de su velocidad de funcionamiento.

Cada cable es asignado a una resistencia  $R$  que consta de un valor específico, la diferencia de valores de resistencia permite al usuario acceder a los valores de velocidad de flujo de aire que se desee en el vehículo.

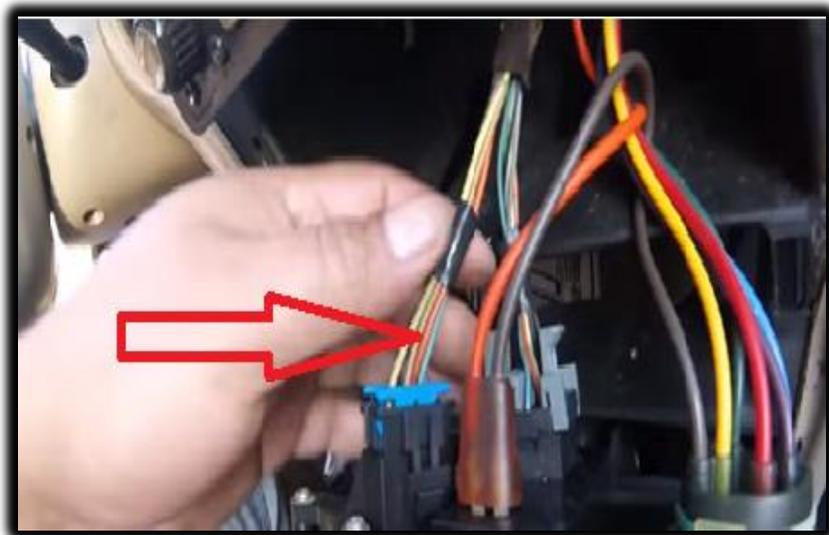


Gráfico 46 Detección del conjunto de cables

Fuente: Alex Hidrobo

La ubicación de este botón se esperaba que sea en la parte superior del panel, pero se optó por situarlo en la parte izquierda debido a que creaba una estética de mal ambiente al salir por la parte superior del panel y la otra razón por la cual el botón fue situado en la parte inferior izquierda del panel fue para dar al conductor la posibilidad de accionar el sistema de desempañado cuando el mismo lo requiera dependiendo de las condiciones climáticas.

Hoy en día los equipos de aire acondicionado son más sofisticados e inteligentes pues disponen de sistemas de control electrónicos que permiten que usen de manera eficaz la temperatura. Los climatizadores permiten una diferenciación de flujo entre el puesto del conductor, su acompañante y las plazas traseras, este tipo de implementación y de beneficios para el usuario por lo general lo vemos plasmado en vehículos de diferente gama como son los SUV ya que a diferencia de la camioneta D Max, que es una camioneta para trabajo, los SUV se enfocan mayormente en la comodidad del conductor.



Gráfico 47 Instalación del botón de control

Fuente: Alex Hidrobo

En esta otra ilustración en cambio se puede visualizar el esquema eléctrico que se debe comprender antes de instalar las conexiones eléctricas comprendidas entre el botón de control del sistema y el compresor del aire acondicionado cuyo botón se encuentra ubicado en el panel en la cabina y es diferente del nuevo botón de control del sistema, así se podrá tener una conmutación en el circuito eléctrico para que de esta manera el accionamiento del aire acondicionado ser activado con cualquiera de los dos botones sin correr ningún peligro de corto circuito ni de quemado en los controles del panel.

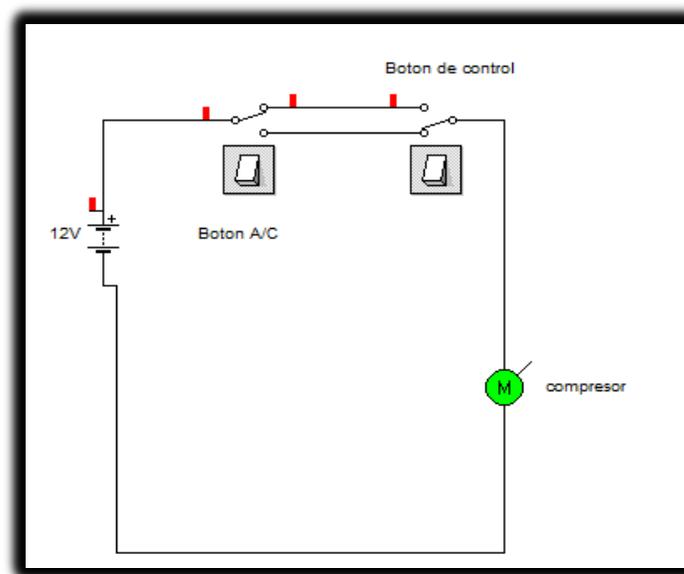


Gráfico 48 Circuito eléctrico para conexión del botón de control

Fuente: Alex Hidrobo

#### 4.7 Desmontaje

Para el desmontaje del sistema extendido se requiere iniciar por retirar las mangueras que llevan el aire hacia los cristales de las puertas traseras. Para ello se debe volver a retirar las tapas de las

puertas con todas las debidas precauciones de no perder tornillos y de romper binchas para cuando se haya retirado la manguera corrugada se pueda dejar las puertas en condiciones normales de funcionamiento. Toda estas precauciones podrían llegar a parecer molestosas pero no son sino fundamentales al momento de trabajar, posteriormente de retirar las tapas se procede a retirar las mangueras de por dentro de las puertas hasta los divisores de caudal. Para esta acción es benéfico tener aflojadas las abrazaderas de los divisores de caudal para proceder a seguir desconectando las demás mangueras.



Gráfico 49 Desmontaje de la extensión de ductos

Fuente: Alex Hidrobo

Se debe realizar el mismo procedimiento para las puertas delanteras y para las mangueras que contienen los divisores de caudal se requiere retirar nuevamente el panel en la parte inferior derecha de la cabina

El desmontaje de las extensiones ciertamente requiere de menos tiempo pero también requiere precaución para no dañar ni doblar o romper nada en el proceso.

#### 4.8 Posibles modificaciones al sistema actual.

El sistema actual de aire acondicionado de la camioneta trabaja y normalmente, es preferible buscar que el sistema se convierta en un sistema más eficaz, y que satisfaga mayormente la comodidad del usuario.

Elementos del aire acondicionado que se podrían modificar

Hay algunos componentes que se podrían modificar sus dimensiones u otros que se podrían modificar por completo. A continuación enunciamos las posibles variaciones que se pueden incluir en un nuevo circuito de aire acondicionado.

El Compresor

El compresor es uno de los elementos primordiales con el que el circuito de A/C trabaja, sus funciones en el sistema de aire acondicionado son absolutamente necesarias, es por ello que se busca lograr una mayor eficiencia del circuito completo al cambiar este elemento por otro de mayores dimensiones y prestaciones

El Condensador

El condensador cumple un papel sumamente importante con el fluido, es por ello que si logramos aumentar el volumen del fluido frigorígeno que recorre su interior tendremos inmediatamente un

sistema de mayores prestaciones, para ello se recomienda instalar un condensador de mayor tamaño y con 2 o posiblemente 3 ventiladores.

En el condensador se concentra esencialmente energía térmica contenida en el sistema, El líquido refrigerante fluye entonces a través del condensador, y el aire que fluye a través del condensador enfría sólo el refrigerante, por ello es conveniente más de un ventilador con el condensador.

El Evaporador

Su modificación nos beneficia ya que durante el proceso de evaporación, el fluido pasa del estado líquido al gaseoso reduciendo su temperatura. Si modificamos al evaporador lo haríamos con el fin de buscar absorber el calor que aparece en los días cálidos en el interior del vehículo a mayor escala o por lo menos de manera más eficaz y rápida.

Sustento del cambio o de la modificación en los componentes del sistema de A/C

Los elementos detallados anteriormente como el compresor el condensador y el evaporador podrían ser considerados para cambiarse con el propósito de poder cumplir con el aumento de la eficiencia del aire acondicionado como lo percibiría un usuario o conductor de la camioneta.

Sin embargo en la camioneta a la que se logró implementar la extensión hacia las ventanas del aire acondicionado tubo su modificación en la parte eléctrica, ya que el botón de encendido ON – OFF fue instalado al lado izquierdo del panel de control para el A/C.

#### 4.9 Respiración y transpiración de una o varias personas en la cabina

La frecuencia respiratoria normal en personas adultas oscila entre 12 a 20 respiraciones por minuto y se puede abarcar un volumen de oxígeno cerca a los 500ml en cada ciclo de respiración. Al analizar las condiciones dentro de la camioneta podemos decir que la frecuencia

respiratoria del conductor es un poco mayor a la frecuencia respiratoria de un pasajero ya que se encuentra realizando la actividad física de conducir, es por esta razón que necesitara de mayor volumen de oxigeno que los pasajeros dentro de la cabina. Por otra parte los pasajeros mayormente leen, observan afuera de la camioneta, conversan, usan celulares o duermen, lo que nos permite sacar una media de 16 respiraciones por minuto en estos casos

#### Empañamiento de las ventanas y parabrisas

El parabrisas y las ventanas se empañan por la diferencia de temperaturas y humedad entre el aire del exterior y del interior. Es habitual que el cristal este frío debido a que está en contacto con el exterior, mientras que el aire adentro del vehículo es más caliente y húmedo a causa de la respiración y transpiración de los ocupantes del vehículo. Cuando ese aire entra en contacto con el cristal, libera la humedad en forma de condensación.

#### Respiración de conductor y pasajeros

Para poder tener una mejor idea y comprensión sobre los valores relativos del volumen y del caudal de aire que se necesita para poder respirar dentro de la cabina, se realizó la siguiente tabla de datos en donde se logra calcular un aproximado bastante real de los valores de volumen y caudal de aire que 5 personas incluido el conductor necesitan. Esta tabla utiliza la frecuencia de 20 respiraciones por minuto para el conductor y de 16 respiraciones por minuto como referencia para los pasajeros que están dentro de la cabina, esto se debe a que no tenemos seguridad de lo que un ocupante puede encontrarse haciendo ni cuanto volumen de oxígeno en función de su actividad necesitará, cabe recalcar que la mayoría de personas no conocen su frecuencia respiratoria ni tampoco el volumen de aire que se necesita el cuerpo para respirar cuando no estamos agitados.

#### 4.10 Caudal de aire según los pasajeros

Cuando dentro de la cabina de la camioneta se encuentra un ocupante, el mismo consumirá una determinada cantidad de aire, en caso de tener todas las ventanas cerradas y se tenga más de un ocupante se terminara de consumir la cantidad de oxígeno de la cabina de manera muy pronta obligándonos a abrir las ventanas o a encender el aire acondicionado.

Tabla 4 Caudal de aire para pasajeros

<b>Personas</b>	<b>Tiempo</b>	<b>O<sub>2</sub>/min</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>ml/min</b>
Conductor	5 min	500 ml	20 / min	10 000
Pasajero 1	5 min	500 ml	16 / min	8000
Pasajero 2	5 min	500 ml	16 / min	8000
Pasajero 3	5 min	500 ml	16 / min	8000
Pasajero 4	5 min	500 ml	16 / min	8000
	<b>Suma</b>	2500 ml	-----	42000
	<b>Caudal de aire necesario para 5 personas en la cabina</b>			<b>8400 ml/min</b>

Fuente: Alex Hidrobo

#### 4.11 Condiciones de espacio en la cabina

La cabina de la camioneta Chevrolet es lo suficientemente amplia como para darnos cuenta que el espacio que requerimos para el aire acondicionado para los 4 pasajeros y para el conductor nos basta y sobra. Tomadas las medidas del interior de la camioneta llegamos a calcular lo siguiente:

Altura de la cabina = 2,2 metros

Ancho de la cabina = 2,5 metros

Profundidad de la cabina = 3.2 metros

Para el cálculo del volumen teórico de la cabina utilizaremos las medidas de altura ancho y profundidad para poder obtener una unidad de volumen, primero en metros y luego con una conversión de submúltiplos determinaremos dicho valor en mililitros para así poder relacionar estas unidades con el caudal que es medido en mililitros/minuto según unidades de la tabla 3. La fórmula para calcular el volumen total de la cabina es el producto de multiplicar sus 3 dimensiones de la siguiente manera:

$$\text{Volumen de la cabina} = \text{altura} \times \text{ancho} \times \text{profundidad}$$

$$\text{Volumen de la cabina} = (2,2 \text{ metros}) \times (2,5 \text{ metros}) \times (3,2 \text{ metros})$$

$$\text{Volumen de la cabina} = 17,6 \text{ metros}^3$$

Conversión a mililitros

$$17,6 \text{ metros}^3 \text{ a mililitros}$$

$$1 \text{ metro cubico} = 1000 \text{ litros}$$

Tabla 5 Conversión de unidades de metros cubicos a litros

17,6 m <sup>3</sup>	1000 litros
Volumen	1 m <sup>3</sup>

Fuente: Alex Hidrobo

$$\text{Volumen de la cabina} = 17\ 600 \text{ litros} = 17\ 600\ 000 \text{ ml}$$

#### 4.12 Rejillas con flujo de aire acondicionado en el techo de la cabina de la camioneta

Para que se pueda realizar una instalación de una rejilla en la parte superior de la camioneta se necesita de un mayor esfuerzo para que el flujo del aire acondicionado se disponga a circular desde la parte superior de los cristales hacia abajo para así poder desempañarlos, esta opción de diseño fue tomada en base a los sistemas de aire que se usan en los aviones, pero se llegó a concluir que el espacio requerido es mayor del que se dispone.

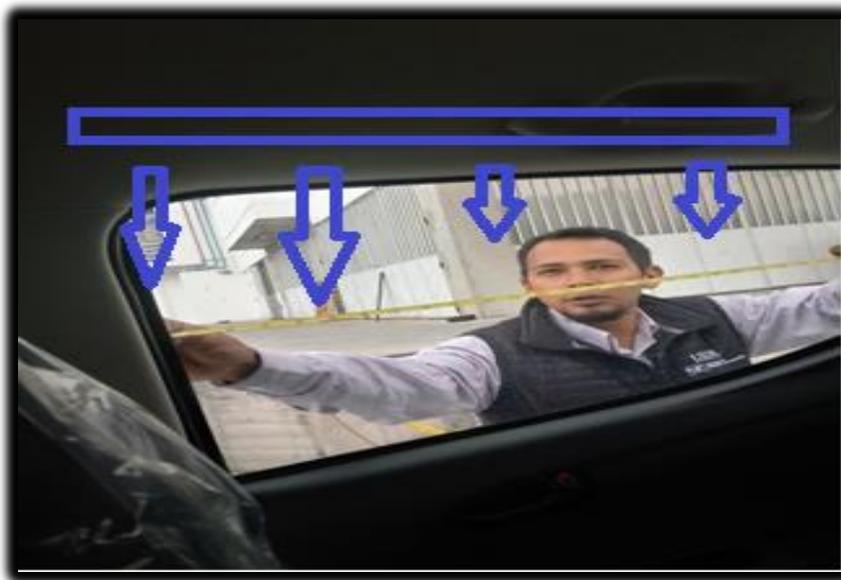


Gráfico 50 Rejillas superiores

Fuente: Alex Hidrobo

Si se desea realizar la implementación de rejillas para que se instalen en las partes superiores de las ventanas de la cabina de la camioneta, se debe pensar de manera muy distinta a partir de la de la extensión, porque se debe preparar la misma con otras medidas un poco variadas en longitud y también se debe pensar en recubrir la manguera desde la parte superior para cuidar la estética del interior de la cabina. El recubrimiento de la manguera se podría dar con tapas alfombradas a lo largo de la extensión.

#### 4.13 Rejillas inferiores dentro de la cabina



Gráfico 51 Rejillas inferiores

Fuente: Alex Hidrobo

#### 4.14 Rejillas laterales dentro de la cabina

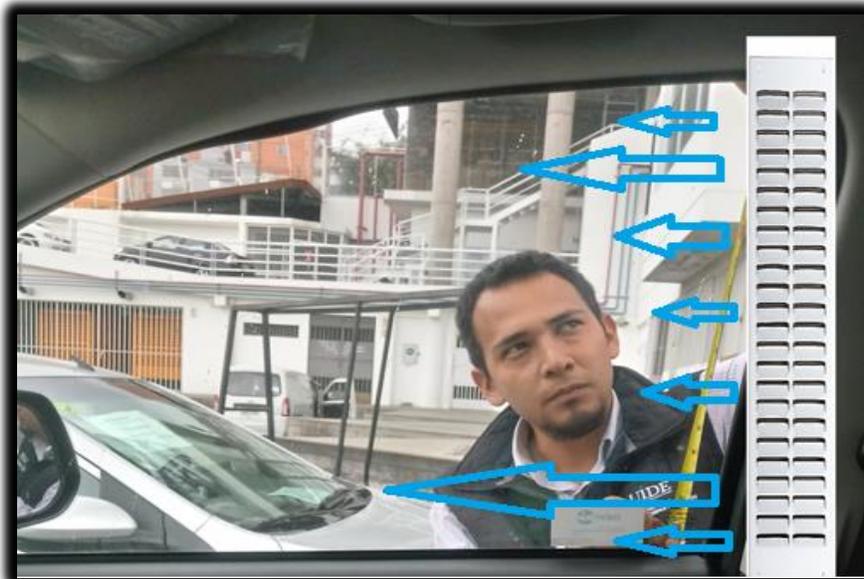


Gráfico 52 Rejillas de aire acondicionado con ubicación lateral

Fuente: Alex Hidrobo

### Rejillas de aire acondicionado con ubicación lateral

Cuando se consideró en realizar una instalación de una rejilla lateral para el interior de la cabina de la camioneta D-Max 3.0 CRDI se pensó en que la rejilla tenga la capacidad de permitir un flujo de aire hacia ambas direcciones, es decir un flujo de aire para las ventanas delanteras y otro flujo de aire para las ventanas traseras, ambos flujos tendrán origen al salir de la rejilla especialmente diseñada, lastimosamente este modelo de rejilla no se logró implementar a la camioneta debido a que se tenía 3 divisiones de caudal que a la final hacía ineficaz al sistema, además de que el espacio entre las puertas tenía una curvatura que limitaba las medidas de longitud de la rejilla obligando a ser menor que la altura misma de las ventanas.

De las tres opciones de implementación de aire acondicionado la mejor sin duda es la que dirige a la extensión del ducto por dentro de las puertas de la camioneta, se decidió esta opción por dos razones principales, la primera es por la estética de la cabina que no se ve comprometida con la instalación y la segunda razón es por tiempo de trabajo y de instalación menores.

### Datos a considerar de los vidrios de las puertas

Previamente se ha calculado que necesitamos cubrir una superficie de 1080 pul<sup>2</sup> en la parte delantera y otra de 800 pul<sup>2</sup> en la parte posterior la cabina de la camioneta.

Claramente estas áreas son ligeramente superiores a las dimensiones reales de los cristales porque se utilizó la medida de mayor longitud tanto para el ancho como para el largo de los cristales. La razón es muy sencilla, ya que el ducto utilizado en la parte inferior o el que se pensaba utilizar en la parte lateral tienen una longitud similar a la más larga de los cristales. Se tomó esta medida en referencia para poder adaptar e instalar la manguera con los orificios por donde el flujo de aire recorrerá convenientemente hacia los cristales.

## Capítulo V

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los nuevos análisis de resultados en la segunda etapa de mediciones con distinta camioneta y con distinta participación de circuito de aire acondicionado incluirán datos diferentes en las nuevas tablas de medición, a continuación se puede observar que las temperaturas no tienen mayor modificación en comparación a la importancia del tiempo.

#### 5.1 Análisis de resultados en temperatura de la cabina

Tabla 6 Temperatura y tiempo en condiciones extendidas por la mañana

Aire acondicionado en condiciones extendidas			
Hora	6.00am	6.30am	7.00am
Temperatura 1	10	10	10
Temperatura 2	24	24	24
Temperatura deseada °C	24	24	24
Tiempo A/C	20 minutos	20 minutos	20 minutos

Fuente: Alex Hidrobo

Para esta tabla los análisis de temperatura se realizaron en la mañana, con condiciones de baja temperatura y con un tiempo de duración de 20 minutos entre cada intervalo de medición.

Tabla 7 Condiciones extendidas al medio día

Aire acondicionado en condiciones extendidas			
Hora	11.30am	12.00pm	12.30pm
Temperatura 1	25	25	25
Temperatura 2	16	16	16
Temperatura deseada °C	16	16	16
Tiempo A/C	20 minutos	20 minutos	20 minutos

Fuente: Alex Hidrobo

Tabla 8 Condiciones extendidas por la noche

Aire acondicionado en condiciones extendidas			
Hora	8.30pm	9.00pm	9.30pm
Temperatura 1	9	9	8
Temperatura 2	23	23	23
Temperatura deseada °C	23	23	23
Tiempo A/C	17 minutos	18 minutos	17 minutos

Fuente: Alex Hidrobo

## 5.2 Análisis de comparación con los dos sistemas

Tabla 9 comparación en desempañamiento

Sistemas	Sistema normal	Sistema extendido
Ayuda a desempañar Parabrisas	Si	Si
Desempaña cristales delanteros	No	Si
Desempaña cristales traseros	No	Si

Fuente: Alex Hidrobo

Tabla 10 Comparación de tiempo y temperaturas

Temperaturas	Sistema normal	Sistema extendido
En la mañana	5 minutos	20 minutos
Al medio día	5 minutos	20 minutos
En la noche	5 minutos	20 minutos

Fuente: Alex Hidrobo

En estas dos tablas de comparación finales se pudo constatar la notable diferencia entre los dos sistemas, la primera tabla hace referencia a los lugares de desempañamiento mientras que la segunda tabla permite notar la diferencia de la eficiencia de ambos sistemas en función del tiempo que se demoran en climatizar la cabina de la camioneta.

### 5.3 Análisis de recursos utilizados para la implementación

Ciertamente es conocido que pueden aparecer todo tipo de inconvenientes mientras se desea avanzar un tema, las limitaciones económicas pueden llevar a la demora o al retraso del avance del proyecto. Mientras se planifica para realizar únicamente los gastos necesarios, hay ocasiones que el presupuesto estimado tiende a agrandarse dado cualquier imprevisto que se salga de nuestra planificación.

#### Alquiler de la camioneta

Disponer de la camioneta para poder hacer uso de la misma no fue tarea fácil, se requirió de varias semanas de espera para la aprobación del uso de la camioneta y sin embargo no se logró el objetivo de instalación de la extensión del sistema de aire por una solicitud rechazada, después de esperar y negociar con las empresas y con los dueños mismos de cooperativas de camionetas que trabajan con varias marcas, se logró concluir que el alquiler de la camioneta Chevrolet D-Max 3.0 CRDI era la mejor opción para poder llevar a cabo los capítulos finales de esta tesis.

Existió la posibilidad de disponer de una camioneta de cooperativa pero después de explicar todos los procedimientos por los que debía atravesar el automotor, los dueños no deseaban alquilarlas porque tenían mucho temor de que sus herramientas de trabajo queden inservibles, queden dañadas o simplemente se rompa o se pierda algún elemento de los paneles o de las puertas. La mejor solución para disponer de la camioneta por un total de 3 días fue alquilarla en una empresa de alquiler de automóviles y devolverla después de realizar la instalación de la extensión de los ductos de aire acondicionado.

A pesar de la planificación que se tenía para desarrollar este tema, los periodos de espera para disponer de la camioneta se vieron alargados en todos los lugares donde se podía ir a alquilarla.

Finalmente la camioneta Chevrolet D-Max 3.0 CRDI tuvo una reserva con anticipación de una semana para poder usarla en el proyecto de tesis durante 3 días, en los cuales se realizó el montaje y el desmontaje del nuevo sistema de aire acondicionado y se realizó las nuevas mediciones de tiempo y temperatura para las tablas de comparación teniendo a la camioneta con sus cristales empanados a las seis de la mañana.

#### Recursos eléctricos

Contar con los recursos eléctricos es una parte fundamental y muy importante en la instalación del sistema, los recursos eléctricos que se disponían por la camioneta son: la batería de 12V y el panel de aire acondicionado conectado todos sus contactos. Como recurso eléctrico adicional tenemos el botón pulsador B que sirve para encender el máximo flujo de aire dentro de la cabina, este botón debe ir conectado al blower en la parte interior de la camioneta, y debe ser accesible para el conductor cuando el mismo requiera usar el sistema.

#### Pasajes y transporte

Aunque parezca algo que no tiene mucha importancia, la planificación del transporte va de la mano con el avance del proyecto debido a que se planificó visitar uno por uno los lugares en donde se dispone la camioneta. En primer lugar se visitó la concesionaria de Chevrolet Vallejo Araujo ubicada en la avenida occidental al norte de Quito.

En segundo lugar se visitó empresas que trabajan con la camioneta Chevrolet D-Max y se realizó la solicitud de uso para poder acceder a realizar el trabajo, sin embargo unas empresas negaron la solicitud inmediatamente haciendo que el procedimiento tardara más.

Finalmente el transporte hacia dos talleres que se especializan en el trabajo de aire acondicionado, reparaciones y soluciones para problemas con el sistema A/C.

Como siguiente paso para avanzar este proyecto era necesario disponer de la camioneta para realizar el trabajo de instalación, por ello el gasto para transporte se vio incrementado una vez más al intentar buscar una camioneta disponible de entre las cooperativas que trabajan en la ciudad de Quito.

Finalmente se requería pagar los pasajes de transporte en bus para ir a reservar la camioneta y disponer de su alquiler en el local de renta, también se debe recordar pagar el transporte de regreso una vez devuelta la camioneta y tener para el combustible que se vaya a utilizar para devolver la camioneta con la cantidad de combustible recibida en el local de alquiler.

Anillados y empastados

Si bien es cierto el anillado y el empastado no tienen nada que ver con la instalación del sistema de aire acondicionado hacia las puertas, pero si cabe recalcar que anillar un documento es un gasto, al igual que el transporte que se utiliza para ir al lugar donde se realiza este tipo de trabajos. El empastado tiene que ser impecable y se debe disponer de 3 copias antes de la presentación a los lectores.

Tiempo

El tiempo utilizado en la idea de la implementación al aire acondicionado para la camioneta Chevrolet D-Max 3.0 CRDI a partir de la aprobación del tema fue de tres meses, tomando en cuenta desde la búsqueda de la disponibilidad de la camioneta hasta poder trabajar en ella. La planeación para la disposición de la camioneta tomó 3 meses debido a la falta de permisos, además el proceso para realizar los pasos de la instalación de la implementación y adaptación del aire acondicionado se alargó por no disponer de la camioneta, finalmente se pudo lograr realizar la instalación dentro de un día, teniendo la D-Max ya lista para utilizar.

## Capítulo VI

### 6 DATOS DE INTERÉS

Este capítulo final de la tesis tiene varios temas de entre los cuales se puede ampliar el conocimiento relacionado con el funcionamiento de sistemas termodinámicos, es por ello que uno de los subtemas es precisamente la eficiencia térmica, consumo de combustible con aire acondicionado y los principales fabricantes de compresores automotrices. Para la eficiencia térmica, se ha hecho un pequeño resumen, se debe tomar en cuenta que la eficiencia se la puede medir no solo en sistemas de refrigeración sino también en sistemas térmicos como es el motor de combustión interna o el motor diésel.

#### 6.1 Resumen de la eficiencia térmica en sistemas termodinámicos

El rendimiento térmico o eficiencia térmica de una máquina es un coeficiente adimensional calculado como el cociente de la energía producida en un ciclo de funcionamiento y la energía suministrada a la máquina o al sistema termodinámico para que logre completar el ciclo de trabajo. Se entiende al rendimiento de un motor como el trabajo realizado por cada unidad de energía consumida, también se conoce que más de la mitad de la energía contenida en el combustible se pierde inevitablemente en forma de calor antes de empezar a mover los cilindros del motor y la transmisión de la camioneta. En el caso de la camioneta Chevrolet D-Max 3.0 CRDI existen dos sistemas termodinámicos que se encuentran a disposición del usuario, el primero y más importante incluye al motor de combustión diésel, el segundo sistema termodinámico es el sistema de aire acondicionado. Indudablemente, a los dos sistemas se los puede medir su eficiencia térmica.

Si en el motor se realiza un trabajo igual a la energía química del combustible utilizado ya sea gasolina o en el caso de la camioneta que se ha venido utilizando el diésel, la eficiencia que dicho motor tendría el cien por ciento, teniendo así en teoría la eficiencia perfecta.

Para el ciclo Diésel, que permite relaciones de compresión mayores al del ciclo Otto, su rendimiento para una relación de compresión de 18:1 sería de un 63,2%. En el ciclo Diésel la combustión se realiza teóricamente a presión constante y por superación del grado de auto inflamación del combustible.

La expresión general del rendimiento de una máquina térmica se obtiene restando de una unidad la división entre el calor que sale del sistema dividido entre el calor que entra al sistema.

Los factores a considerar para calcular la eficiencia de un sistema de aire comprimido según el tipo de compresor y el tipo de instalación son indudablemente los siguientes:

La temperatura del aire de admisión

Esta temperatura dicta cuál es la densidad requerida en la admisión de aire. Cuando el aire es más frío tiende a ser más denso, por tanto, requiere menos energía para comprimirlo. La temperatura del aire de admisión es directamente proporcional a la energía de consumo de un compresor de aire.

La composición del aire de admisión

Se debe reconocer la cantidad exacta de aire limpio y sucio que está entrando al sistema de compresión. La ingesta limpia es ideal, debido a que el aire comprimido entra en movimiento sin problemas a través de todo el proceso y evita taponamientos o breve llenado al filtro de aire.

Cuando la composición del aire de admisión se encuentra con partículas que pudiesen quedarse adheridas a la superficie del interior del sistema de admisión, se ven forzadas a ser filtradas por el filtro de aire antes de la cámara de combustión en un ciclo Otto.

## 6.2 Ejercicios de eficiencia térmica<sup>5</sup>

### Ejercicio 1

Un motor tipo OTTO de 4 cilindros desarrolla una potencia efectiva de 65 CV a 3500 rpm. Se sabe que el diámetro de cada pistón es de 72 mm, la carrera de 94 mm y la relación de compresión  $r_c=9:1$ .

Determinar:

- Cilindrada del motor.
- Volumen de la cámara de combustión.
- Rendimiento térmico del motor, tomar el coeficiente adiabático  $\gamma = 1,33$

a)

$$V_u = \pi \times D^2 \times L / 4$$

$$V_u = \pi \times (7,2\text{cm})^2 \times 9,4 \text{ cm} / 4$$

$$V_u = 382,7 \text{ cm}^3$$

$$V_t = V_u \times N$$

$$V_t = 382,7 \text{ cm}^3 \times 4$$

$$V_t = 1531 \text{ cm}^3$$

b)

$$r_c = V_u + V_{cc} / V_{cc}$$

$$9 = 382,7 \text{ cm}^3 + V_{cc} / V_{cc}$$

$$9V_{cc} = 382,7 \text{ cm}^3 + V_{cc}$$

$$8V_{cc} = 382,7 \text{ cm}^3$$

$$V_{cc} = 47,8 \text{ cm}^3$$

---

<sup>5</sup>Escobar Martin, Hernández Quintero Agustín. Principios de termodinámica y electromagnetismo

c)

$$\gamma = 1,33 - 1$$

$$\gamma = 0,33$$

$$\eta = 1 - 1/Rc^{0,33}$$

$$\eta = 1 - 1/9^{0,33}$$

$$\eta = 1 - 1 / 2,065$$

$$\eta = 0,515$$

$$\eta = 51,5 \%$$

## Ejercicio 2

Un motor de explosión tipo OTTO de 4 cilindros y 4 tiempos que gira a 3600 r.p.m. y tiene las siguientes características:  $V_u = 285 \text{ cm}^3$ ,  $rc = 8:1$ , rendimiento motor 34,8%. El motor se alimenta con un combustible de densidad igual a  $0,76 \text{ g/cm}^3$  y poder calorífico igual a  $10700 \text{ kcal/kg}$ .

Datos: Equivalente térmico del trabajo =  $4,18 \text{ J / cal}$

Relación de combustión (aire / combustible) =  $12000 / 1$ .

Calcular:

a) Cilindrada del motor.

b) Masa de gasolina por ciclo de funcionamiento Potencia absorbida.

c) Rendimiento térmico ( $\gamma=1,33$ )

a)

$$V_t = V_u \times N$$

$$V_t = 285 \text{ cm}^3 \times 4$$

$$V_t = 1140 \text{ cm}^3$$

b)

$$\text{Volumen de aire / ciclo} = 1140 \text{ cm}^3 / \text{ciclo}$$

$$\text{Volumen combustible / ciclo} = 1140 \times 1/12000$$

$$\text{Volumen combustible / ciclo} = 0,095 \text{ cm}^3 / \text{ciclo}$$

$$\text{Masa de combustible / ciclo} = \text{volumen de combustible} \times \text{densidad}$$

$$\text{Masa de combustible / ciclo} = 0,095 \text{ cm}^3 \times 0,76 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Masa de combustible / ciclo} = 0,0722 \text{ gr/ ciclo}$$

c)

$$\eta = 1 - 1/Rc^{y-1}$$

$$\eta = 1 - 1/8^{0,33}$$

$$\eta = 0,4965$$

$$\eta = 49,65\%$$

### Ejercicio 3

El ciclo Otto de un motor mono cilíndrico de dos tiempos y 65mm de calibre está limitado por los volúmenes  $v_1 = 500 \text{ cm}^3$  y  $v_2 = 520 \text{ cm}^3$ , por las presiones  $P_1 = 1 \text{ Kp/cm}^2$ ,  $P_2 = 8 \text{ Kp/cm}^2$ ,  $P_3 = 29 \text{ Kp/cm}^2$  y  $P_4 = 6 \text{ Kp/cm}^2$ . Dicho motor utiliza un combustible cuya densidad es de  $0,75 \text{ g/cm}^3$  con un poder calorífico de  $9500 \text{ kcal/kg}$  siendo su rendimiento  $30,90\%$ .  $V_1$  = volumen con el pistón en el PMI;  $V_2$  = volumen con el pistón en el PMS.

Determinar:

a) cilindrada con carrera y relación volumétrica de compresión

b) Rendimiento térmico

c) Masa de gasolina por ciclo de funcionamiento y relación de combustible aire =  $1/12000$

a)

$$V_u = v_1 - v_2$$

$$V_u = 520 \text{ cm}^3 - 80 \text{ cm}^3$$

$$V_u = 440 \text{ cm}^3$$

$$L = V_u / S$$

$$L = 4 V_u / D^4 \pi$$

$$L = 4 V_u / \pi^2$$

$$L = 440 \text{ cm}^3 / \pi (6,5 \text{ cm})^2$$

$$L = 13,25 \text{ cm}$$

$$R_c = V_u + V_2 / V_2$$

$$R_c = 520 \text{ cm}^3 / 80 \text{ cm}^3$$

$$R_c = 10,8$$

b)

$$\eta_T = 1 - 1/R_c^{y-1}$$

$$\eta_T = 1 - 1 / 6,5^{(1,33-1)}$$

$$\eta_T = 46 \%$$

c)

$$V_{\text{aire/ciclo}} = 440 \text{ cm}^3 / \text{ciclo}$$

$$V_{\text{combustible/ciclo}} = 440 \text{ cm}^3 \times 1 / 12001 = 0.036 \text{ cm}^3 / \text{ciclo} \times 0,75 \text{ g/cm}^3$$

$$V_{\text{combustible/ciclo}} = 0.027 \text{ g/ciclo}$$

#### Ejercicio 4

El siguiente ejercicio tiene lugar en un ciclo de refrigeración por compresión de un vapor que opera con refrigerante R134a, se han hecho unas mediciones y se sabe que el vapor último entra

en el compresor a  $-10\text{ C}$ , 2 Bares de presión,  $h = 241\text{ KJ/Kg}$ , sale a 16 bares de presión y  $h = 296\text{ KJ/Kg}$ . Sabiendo que entra a la válvula de expansión con una entalpia especifica de  $134\text{ KJ/Kg}$  determine:

- El calor referido a la unidad de masa en el evaporador
- El calor referido a la unidad de masa en el condensador
- La potencia del compresor cuando hay un gasto másico de  $1.5\text{kg/s}$

a)

$$Q_{\text{evaporador}} = h_1 - h_2$$

$$Q_{\text{evaporador}} = 241\text{ KJ/Kg} - 134\text{ KJ/Kg}$$

$$Q_{\text{evaporador}} = 107\text{ KJ/Kg}$$

b)

$$Q_{\text{condensador}} = h_3 - h_2$$

$$Q_{\text{condensador}} = 134\text{ KJ/Kg} - 295\text{KJ/Kg}$$

$$Q_{\text{condensador}} = -161\text{ KJ/Kg}$$

c)

$$W_{\text{compresor}} = -Q_{\text{evaporador}} - Q_{\text{condensador}}$$

$$W_{\text{compresor}} = -107\text{ KJ/Kg} - (-161\text{ KJ/Kg})$$

$$W_{\text{compresor}} = 54\text{ KJ/Kg}$$

$$\text{Potencia del compresor} = W_{\text{compresor}} \times \text{gasto másico}$$

$$\text{Potencia del compresor} = 54\text{ KJ/Kg} (1.5\text{ Kg/s})$$

$$\text{Potencia del compresor} = 81\text{ KJ/s}$$

$$\text{Potencia del compresor} = 81\text{ Kw}$$

### 6.3 Compresores Delphi y compresores Denso

Las marcas más conocidas y más utilizadas en el mercado ecuatoriano con las que se trabajan en sistemas de aire acondicionado para la industria automotriz son Delphi y Denso.

#### Delphi Corporation

Esta es una compañía de empresas multinacional con sede en la ciudad de Míchigan, Estados Unidos y cuyas actividades de negocio comprenden el diseño, fabricación y distribución de componentes y sistemas mecánicos y electrónicos para el sector industrial de la automoción y transporte. General Motors hizo la separación de actividades, ahora Delphi cuenta con 156 centros de producción y cuenta con subsidiarias en 34 países.

En Ecuador, específicamente en Quito y Guayaquil los distribuidores de repuestos trabajan con las importaciones a esta fábrica. También existen distribuidores en la ciudad de Cuenca.

Las últimas novedades de aplicaciones de equipo original según Delphi incluye, compresores y radiadores para las marcas automotrices Opel Insignia, Astra J, Cascada y Chevrolet Cruze, así como radiadores para Volkswagen Transporter T5 y Polo VII, Audi A1.

Delphi ha desarrollado sus sistemas de ingeniería para poder cumplir y de ser posible exceder los altos estándares de calidad y de desempeño de la industria automotriz, a pesar de esto, Delphi Corporation tiene una diversificación en su cartera de clientes lo cual no le permite limitarse únicamente al sector automotriz, sino también con incursión en las áreas de computación, sistemas de comunicación, productos electrónicos y finalmente en el área de las aplicaciones médicas en equipos de aplicaciones médicas.

## Denso Corporation

Denso es una compañía multinacional japonesa, cuyo negocio principal es la fabricación de componentes para la automoción. Denso constaba de 184 filiales, 68 en Japón, 34 en América, 34 en Europa y 48 en Asia y Oceanía, con un total de 132 276 empleados alrededor del mundo. Denso fue fundada en 1949 y un 25% de la compañía está formando parte del grupo Toyota Motors. La compañía es conocida por la fabricación de casi todas las partes de los vehículos de automoción, por ejemplo los componentes del motor Diésel, de Gasolina, componentes de vehículos híbridos, sistemas de control del clima, grupos de instrumentos, Airbag y sistemas de seguridad. Actualmente, Denso Corporation es la cuarta compañía mundial de fabricantes de componentes para la automoción. La Gama DENSO contiene los siguientes tipos de compresores rotativos:

### Compresor eléctrico ES

Compresor de espiral de accionamiento eléctrico a caudal variable, asegura que el aire acondicionado sigue en funcionamiento con el motor parado. La cámara de compresión está constituida por un par de espirales planas, una fija y la otra rotativa.

Aceite de compresor: ND-11 con conductividad eléctrica cero

### Compresor de espiral SC

Este tipo de compresor rotativo a caudal constante, es conocido mayormente por sus altas prestaciones y por su bajo ruido. Su cámara de compresión está constituida por un par de espirales planas, una fija y la otra rotativa. El aceite de recomendado para este compresor es:

ND – 8

### Compresor de paletas TV

Este compresor es de tipo rotativo, su cilindrada viene en dos presentaciones: de 120 cm<sup>3</sup> y de 140 cm<sup>3</sup>. Sus cámaras de compresión están formadas por un rotor con dos paletas deslizantes que atraviesan el propio rotor. El aceite que utiliza este tipo de compresor es: ND – 9

### Compresor 10 PA

Este compresor contiene 10 cilindros, los cuales son accionados por un plato oscilante bilateral de caudal constante, es reconocido por la ausencia de pulsaciones y utiliza un aceite de compresor: ND – 8

Existen pequeñas variaciones en la constitución física de este tipo de compresores que entregan al usuario un funcionamiento óptimo, en especial por menores pulsaciones.

### Compresor 7 SBU

Este compresor de plato oscilante posee 7 pistones con un caudal variable entre 7% y 100%. La regulación del caudal se puede hacer internamente con una regulación mecánica, el aceite que utiliza este compresor es: ND – 8

### Compresor 10 S

Este modelo de compresor es una versión mejorada del compresor 10PA, las principales diferencias son el peso y el tamaño reducidos, tampoco se emplea más la válvula de suministro y los manguitos se conectan directamente a la carcasa del compresor

### Compresor SE/SL

Este compresor es de plato oscilante simple con variaciones de 5, 6 y 7 pistones. El caudal es variable con regulación electrónica que oscila desde el 2% al 100%

#### 6.4 Aceite para compresores

La función del aceite es lubricar las partes móviles del compresor y proteger las juntas de goma de todo el circuito para evitar las fugas de refrigerante.

Existen diferencias importantes entre las distintas tipologías y calidades de aceite para compresores. Para garantizar una circulación correcta en el circuito de refrigeración, el aceite ha de ser resistente a temperaturas y presiones en todas las condiciones operativas. Es importante que los talleres de reparación usen solamente el aceite aprobado por el fabricante del automóvil o del compresor y eviten usar un aceite universal o multi-grado. La lubricación insuficiente causada por el uso del aceite universal es la segunda razón más común de averías en el sistema de climatización. El análisis de las quejas en garantía de compresores DENSO ha destacado que, en un cuarto de los casos, los talleres no usan el aceite indicado. El uso del aceite no indicado, tal como un aceite universal o mezclas, provoca inevitablemente averías y daños. Esto ocurre porque los aceites universales son del tipo minerales con una viscosidad y composición diversa de la de los aceites sintéticos y, por consiguiente, no se mezclan correctamente con los últimos y con los refrigerantes R134a, con la consiguiente escasa lubricación y el desgaste de las partes. Asimismo las distintas viscosidades provocan la formación de una capa demasiado fina de aceite entre cilindro y émbolo y esto podría ser la causa de una avería o de todas formas de la reducción de las expectativas de vida útil del compresor. Para identificar el aceite correcto que usar, se ha de verificar la etiqueta de identificación, ubicada en la parte trasera o en el lado del compresor.

## 6.5 Aire acondicionado y consumo de combustible

Un sistema de AC fundamentalmente consta de 3 elementos clave: evaporador, condensador y compresor. El compresor comprime un gas refrigerante que se expande en el evaporador produciendo frío y después se condensa en el condensador produciendo calor. En realidad este sistema es un poco más complejo que estos tres componentes y no es todo tan sencillo como se piensa, sin embargo son las piezas más importantes cuando hablamos en términos de consumo de energía o disipación de la misma.

La potencia térmica de un compresor varía entre los 2,3kW y los 6,5kW, parece mucho pero hay que pensar que el coche funciona casi siempre con 100% de aire exterior (sin recirculación) por lo tanto el compresor tiene que enfriar el aire desde la temperatura de la calle. En una prueba realizada para medir el consumo del aire acondicionado con un vehículo estándar se dispuso a recorrer el vehículo una distancia de 79 kilómetros a una velocidad de 90 km/h sin el uso del aire acondicionado, el total de combustible utilizado fue de 4,52 litros.

En la segunda ocasión donde el vehículo realizó la misma distancia de recorrido y a la misma velocidad se registró un consumo de combustible de 4,63 litros lo cual nos indica que mientras se utiliza el aire acondicionado el consumo de combustible será mayor con un incremento del 2,45% bajo las condiciones de conducción establecidas a velocidad constante de 90 km/h.

Es indispensable mencionar que la percepción del consumo del combustible no es la misma para todos los usuarios, sino mayormente para un conductor experimentado que conoce a su vehículo y que sabe que si aumenta la velocidad y las revoluciones del motor con el sistema de aire acondicionado encendido sin duda el incremento de combustible superará fácilmente el 2,45%

## 6.6 Eficiencia en compresores<sup>6</sup>

En una maquina frigorífica o de enfriamiento la eficiencia es la relación del calor o energía de entrada, entre el trabajo de entrada requerida para producir la refrigeración. El ciclo de enfriamiento de mayor eficiencia es aquel que toma la mayor cantidad de calor de la máquina, con el consumo mínimo de trabajo mecánico del compresor. Cuando se trata de eficiencia dentro del ciclo de refrigeración podemos describir estos tres tipos:

### Eficiencia Mecánica

Este tipo de eficiencia toma en cuenta las pérdidas de potencia mecánica que pueden ser por fricción interna, el mal uso de los aceites intervienen directamente en este desgaste por no tener la lubricidad o la viscosidad necesaria.

### Eficiencia Volumétrica

En este tipo de circunstancia participa principalmente la re expansión del gas refrigerante, existe la posibilidad de que haya fugas en el sistema por los anillos de los pistones del compresor o por algún otro lugar dentro del sistema donde se pueda dar una variación volumétrica del gas refrigerante.

### Eficiencia Eléctrica

Las corrientes parasitas son las responsables de la existencia de perdidas debido al material cobre utilizado y también debido al efecto Joule, también se conoce que puede existir magnetización y des magnetización en el rotor y el estator del motor. Para obtener una mayor eficiencia se puede utilizar conductores de mayor diámetro para aumentarlas dentro del motor.

---

<sup>6</sup> Ortega Javier C. Eficiencia en compresores Mundohvacr, México 2018

La eficiencia del sistema se obtiene de realizar la división de la energía de entrada para la diferencia de la energía salida menos la energía de entrada. Dicho de otras palabras la eficiencia se obtiene también de dividir la energía de entrada dividida para el trabajo del compresor

$$W = Q_h - Q_c$$

$$\text{Eficiencia} = Q_c / Q_h - Q_c$$

$$\text{Eficiencia} = Q_c / W$$

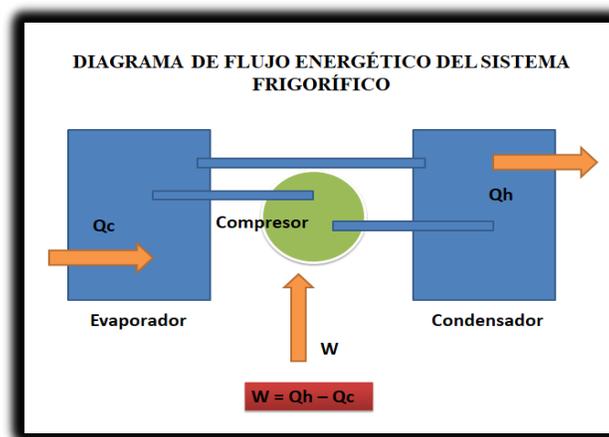


Gráfico 53 Diagrama de flujo energético

Fuente: Alex Hidrobo

En el siguiente gráfico se puede observar un diagrama de flujo energético, para ilustración de cómo funciona el compresor conjuntamente con el condensador y el evaporador. Se tiene así que la simbología está representada por:

$Q_c$  = Calor de entrada en el evaporador

$Q_h$  = Calor de salida o energía de salida

$W$  = Trabajo de entrada del compresor

## Conclusiones

Entender el funcionamiento del sistema de aire acondicionado requirió de horas de consulta y de bibliografía enfocada al tema, un desarrollo teórico de sus componentes facilita entender más a fondo cómo funciona el sistema en su totalidad.

Para poder incrementar la eficiencia en este sistema de aire se pensó realizar cambios a componentes que se encuentran detallados a continuación:

El cambio de compresor:

- El cambio de compresor, por uno cuyo volumen de trabajo sea mayor, como por ejemplo el compresor hermético nos trae una gran ventaja porque con mayor volumen trabajado en el sistema se puede ambientar la cabina en menos tiempo brindando al conductor o propietario del vehículo un poco más de confort.
- El cambio por un compresor centrífugo es bastante buena idea debido a que es capaz de manejar volúmenes muy grandes de gas refrigerante con bajas relaciones de compresión, su caja de engranajes tiene el engranaje motor, más grande, y el engranaje accionado, que se mueve más rápido.

Razones por el cambio de condensador y electro-ventiladores:

- Al momento en que nosotros decidimos cambiar el condensador por uno de mayores dimensiones, ganamos mayor volumen de conversión del fluido frigorígeno desde su estado gaseoso a su estado líquido.

- Al ser el condensador de mayor tamaño indudablemente tendrá una mayor área frontal, la cual debe tener una corriente continua de aire que es producido por uno o dos ventiladores dependiendo el tipo y la marca de vehículo.
- El cambio de electro ventiladores es necesario tomando en cuenta que se desea incrementar el tamaño regular del condensador por uno de mayores dimensiones. Cambiar los ventiladores por unos de mayor potencia es una pequeña solución ideal para incrementar la eficiencia del sistema completo ya que el cambio de estado del fluido que recorre el condensador se puede dar en menos tiempo.

#### Razones de cambio de evaporador:

- En el evaporador del aire acondicionado se produce el aire frío que necesitará la cabina, la razón por la cual cambiar este elemento es muy sencilla ya que en la cabina no solo se necesita de aire caliente, sino también, de aire frío en especial cuando hace calor dentro de la misma y está llena de ocupantes, el cambio de evaporador al igual que el condensador debe ser por uno de mayores dimensiones, así podemos aprovechar un mayor volumen de aire frío producido para que exista una sensación más refrescante contra el calor que siente el conductor y sus pasajeros cuando se encuentran con la cabina llena
- El evaporador es el encargado de hacer que el aire acondicionado de nuestro vehículo salga a una temperatura fría y agradable, ayudando a combatir el calor cuando más se necesita. Es por ello que cuando se tiene algún problema mecánico con el evaporador, el sistema de enfriado se ve comprometido.

## Recomendaciones

Para aprender el funcionamiento completo del sistema de aire acondicionado fue necesario ir a los talleres donde se realizan reparaciones a este sistema o donde realizan recargas de refrigerante, esto permitió apreciar la experiencia de las personas que se dedican a este campo de la mecánica, también es sumamente indispensable aprender por medio de libros, manuales, artículos científicos o páginas de internet que se dediquen a la enseñanza del aire acondicionado automotriz.

La recolección de los datos para las tablas de calor y de frío tuvieron visibles variaciones marcadas en el tiempo de climatización, las condiciones que se requirieron para el trabajo con el aire acondicionado involucraron estar probando el nuevo sistema con las extensiones a las seis de la mañana de un día cualquiera y además contar con los cristales empañados, como recomendación para esta situación se puede mencionar tener la planificación del tiempo para disponer trabajar en la mañana desde las cinco de la mañana en adelante.

Para aumentar la eficiencia del aire acondicionado no hace falta realizar ningún cambio a ninguno de sus elementos, sin embargo para trabajar con el nuevo sistema de desempañamiento de cristales es necesario cambiar ciertos elementos como el compresor y el blower inicialmente para mejorar y aumentar la eficiencia.

Realizar el diagrama eléctrico del nuevo sistema de aire acondicionado fue sencillo utilizando el programa crocodile, es recomendable utilizar este software cuando se requiere emular una instalación eléctrica antes de llevarla a cabo en la práctica e instalación.

## Referencias y bibliografía

- Grimm, Nils, R. Rosaler, Robert C. (2002), Manual de diseño de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Volumen I , Barcelona España, Editorial CEAC.
- Hermogenes Gil Martínez (2009) Enciclopedia practica del automóvil, Reparación y mantenimiento. Tercera edición, Editorial CULTURAL S.A.
- Villanueva Manresa, Rafael (2009) Refrigerantes para aire acondicionado y refrigeración
- Jaume Ribot Martín and Josep Nacenta Anmella (2010) Guía rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado

ANEXOS

Anexo A. Contrato de alquiler de vehículos

**FASTCAR**  
Alquiler de Vehículos

CONTRATO DE ALQUILER DE VEHÍCULOS  
Dirección: Av. Amazonas N49-177 y Río Curaray Nº 000903  
Teléfonos: 3301007 / 0959599999 / 0995411115 / 0958778076 / 0998572929  
E-mail: fastcar-alquilervehiculos@outlook.es Web: www.fastcar.com.ec

PICO Y PLACA

En la ciudad de Quito, a los 25 días del mes de Julio del 2018. Se celebra el presente contrato de Alquiler de vehículo, bajo las siguientes estipulaciones:

PRIMERA.-COMPARECIENTES: Comparecen a la celebración del presente contrato de alquiler, por una parte FAST CAR ALQUILER DE VEHÍCULOS, y por otra parte el señor (a) Hidrobo Cevala Alex Meximilpanc. I o pasaporte 171776364-2. El conductor extra señor (a)..... C.I o pasaporte..... Todos plenamente capaces para contratar y obligarse cual en derecho se requieren.

SEGUNDA.- ANTECEDENTES: FAST CAR ALQUILER DE VEHÍCULOS es una empresa dedicada a la renta de todo tipo de vehículo a motor para uso local e interprovincial con sujeto a la ley.

TERCERA.-OBJETO:El presente contrato tiene por objeto el alquiler del siguiente vehículo:  
MARCA Chevrolet..... MODELO D-MAX..... MOTOR.....  
CHASIS..... PLACAS..... COLOR blanco..... AÑO 2018.....

El mismo que será entregado en renta a entera satisfacción, tanto en el precio, así como en su estado físico y mecánico al contratante de estos servicios.

CUARTA.-DIAS DE SERVICIO Y PRECIO: El presente alquiler es de 3 días desde el inicio de la fecha de emisión o reserva del presente contrato hasta el 28 de Julio del 2018. el valor pactado, como justo precio por la negociación del presente alquiler es de valor diario \$ 100.00 valor total \$ 300.00 LIBRE \$ 24.00 KM CONTROLADO..... + 2% = \$ 15.00

QUINTA.- GARANTÍA: El contratante acepta entregar en garantía la cantidad de \$ 15.00.  
TARJETA DE CRÉDITO:  VISA  DISCOVER  CTA.....  
EFECTIVO  \$..... CHEQUE  N°..... BANCO.....

La misma que servirá eventualmente para cubrir los gastos que generen el pago de deducible del seguro del vehículo en caso de daño o accidente que es del 10% al 15 % del valor asegurado, en caso leve el deducible del seguro mínimo a pagar es de \$350 USD, así como también lucro cesante que será correspondiente al 90% del valor total de renta por día mientras subsista el impedimento que no permita generar mayor rentabilidad por parte del vehículo alquilado, sin que se pueda alegar nada al respecto.  
Dicha garantía será exigible y ejecutable de pleno derecho sin necesidad de pronunciamiento judicial previo al instante mismo de la notificación de daño o siniestro, luego de lo cual, se realice la correspondiente liquidación de costos y de ser el caso se devolverán los valores cobrados en exceso, en caso de que la garantía no fuese suficiente para cubrir los gastos generados por estos conceptos, por medio del presente instrumento se faculta expresamente al compareciente a iniciar las acciones legales que se consideren pertinentes para el cobro de dichos valores.

SEXTA.-PROHIBICIONES: El vehículo dado en arrendamiento no podrá ser utilizado para transporte ilegal de pasajeros, carga, remolque, sobrecargado en lugares peligrosos, en actividades prohibidas por la ley y fuera de los límites del territorio ecuatoriano y bajo ningún concepto deberá ser conducido bajo el efecto de sustancias psicótropas o estupefacientes.

SÉPTIMA.- OBLIGACIONES DEL ARRENDATARIO: En virtud de este instrumento el arrendatario se obliga a lo siguiente: a) Devolver el vehículo en las mismas condiciones en las que le fue entregado ; b) Responder económicamente de manera inmediata por los daños o desperfectos causados por negligencia o mal uso del vehículo e inclusive por los generados por causa fortuita o fuerza mayor inevitable; c) Responder por el robo o daños de accesorios que no se encuentren cubiertos por el seguro del vehículo por considerarse de mínima cuantía, tales como robo de radio, llanta de emergencia, tapacubos, etc. d) A cancelar o

FECHA DE RESERVA SALIDA 

HORA	DIA	MES	AÑO
10:40	25	07	2018

\*Declaro que los datos consignados en el presente formulario son verídicos y autorizo en forma expresa a FASTCAR Alquiler de vehículos a solicitar confirmación de los mismos. Autorizo(amos) expresa e irrevocablemente a FASTCAR Alquiler de vehículos a utilizar los datos para el futuro cesionario, beneficiario o acreedor del crédito solicitado o del documento o título cambiario que lo respalde para que lo respalde cuantas veces sean necesarias de cualquier fuente de información, incluidos los Buros de Crédito, información de riesgos crediticio, de igual forma, FASTCAR Alquiler de vehículos o quien sea el futuro cesionario, beneficiario o acreedor del crédito solicitado o del documento o título cambiario que lo respalde queda expresamente autorizado para que pueda transferir o entregar dicha información a los buros de crédito o a las entidades que lo sustituyan, a cualquier persona jurídica que preste servicios de referencias crediticias y/o a la Central de Riesgos si fuere pertinente.\*

**Anexo B. Comprobante de ingreso Fast Car**

 **FAST CAR**  
Alquiler de Vehículos.  
www.fastcar.com.ec

**COMPROBANTE DE INGRESO**

Dir.: Av. Amazonas N49-177 y Río Curaray (La Concepción)  
Telfs.: 025 117 652 - 3301 007 • Cels.: 0979 337 288  
0983 881 895 • E-mail: info@fastcar.com.ec  
Quito - Ecuador

N° 0003048

Fecha: 26-02-2018 Valor: 80<sup>00</sup>

Recibimos de: Alex Hidrobo

La suma de letras: \_\_\_\_\_

Abono: 80<sup>00</sup>

Saldo: \_\_\_\_\_

Banco  Cheque  Cta.:

OBSERVACIONES: Renta D-MAX por 1 DIA

\_\_\_\_\_  
F. FASTCAR

\_\_\_\_\_  
F. CLIENTE

GRÁFICA SIJA Telf.: 3463 974 / Impreso del 0002901 a la 0003800 x 2 ORIGINAL - APROBADO

**Anexo C. Rubro de garantía del alquiler**

3641 720043 3385  
 ALEX HIDROBO COELLO CADUCA EN  
 06 DC ZD 11/17 02/2008

INDIQUE LA TARJETA QUE CORRESPONDA  
 DISCOVER  DISCOVER  VISA

CORRIENTE  DIFERIDO  PLAN PAGOS  OTROS

CON INTERESES  SIN INTERESES

INDIQUE EL NÚMERO DE MESES  
 3 6 9 12 18 24 OTROS

CONSUMOS	TARIFA %	US\$
	TARIFA 0%	US\$
SUBTOTAL CONSUMOS		US\$
IVA		US\$
SERVICIO, I.C.E. Y/O OTROS IMPUESTOS		US\$
PROPINAS O MISCELANEO		US\$
TOTAL CONSUMO		US\$
INTERES DE FINANCIAMIENTO DIFERIDO		
TOTAL		1500

CIUDAD DIA MES AÑO No. AUTORIZACION

Debo y pagare incondicionalmente y sin protesto al emisor el total de este pagare más los impuestos legales, así como los intereses y cargos por servicios, en el lugar y fecha que se convenga. En caso de mora pagare la tasa máxima autorizada por el emisor. Declaro que el producto de esta transacción no será utilizado en actividades de lavado de dinero y activo (Ley 1087). Estoy obligado a desagregar el IVA en los comprobantes de venta o documentos equivalentes que entregare al cliente caso contrario las casas emisoras de tarjetas de credito no tendrán los comprobantes y serán devueltos al establecimiento.

FIRMA DEL CLIENTE TEL: 099135532

C.C. N° No. **34829797 D** CLIENTE

F. FASTCAR F. CLIENTE



## Anexo E. Tríptico posterior Fastcar

**Requisitos Generales:**

- \* Mayor de 18 años
- \* Licencia de Conducir
- \* Tarjeta de Crédito
- \* Céd. Identidad o Pasaporte

**Requisitos del Alquiler:**

- \* Las tarifas **NO INCLUYEN IVA** y pueden ser modificadas sin previo aviso.
- \* La diaria del auto es de 24 horas, con 1 hora de tolerancia para devolución. A partir de la hora 26 se cobrará extras de acuerdo con el tarifario, incluida la hora de tolerancia y un día de seguro adicional.
- \* Se cobrarán hasta 5 horas como extras, a partir de la sexta hora será considerado como un día adicional.
- \* Entregamos el auto con gasolina y debe ser devuelto de la misma forma como fue entregado, de lo contrario se cobrará un recargo de acuerdo a las tablas de FAST CAR.
- \* En caso de robo, hurto, incendio o colisión es necesario llamar de inmediato a nuestras oficinas.
- \* Para la devolución del auto en otra ciudad, cobramos tasa de retorno.
- \* Los descuentos no son acumulativos ni aplicables sobre tarifas especiales y/o promocionales.
- \* Garantizamos la reserva por un periodo de hasta 2 horas luego del horario previsto para retirar el auto.
- \* Las reservas deben ser canceladas con un mínimo de 24 horas de anticipación, en caso contrario se cobrarán USD 25.
- En el caso de NO-Show se cobrará USD 50.
- \* El valor mínimo de deducible será de 350 dolares
- \* El cliente podrá contratar a su elección las diferentes opciones de protección.
- \* Todas las tarifas están expresadas en dólares americanos.
- \* En caso que el vehículo sea entregado en estado de suciedad extrema, interna y/o externa, se cobrará en autos \$ 10 y en vehículos grandes \$ 20.
- \* En caso que el vehículo sea entregado en estado de suciedad media, interna y/o externa, se cobrará en autos \$ 5 y en vehículos grandes \$ 10.
- \* Los pagos deben realizarse en efectivo.
- \* en caso de extensión de renta comunicarse con 48 horas de anterioridad.

**PICK UP AUTOMÁTICA**

**Ford 150**

**VAN ECONÓMICA**

**Chevrolet N300**

**Hyundai HI**

**HORARIO DE ATENCIÓN**  
Lunes a Sábado: 7:00 am a 19:30pm  
Domingos: 9:00am a 17:00pm

Av. Amazonas N49-177  
Quito, Pichincha  
ECUADOR

[www.fastcar.com.ec](http://www.fastcar.com.ec)

**FASTCAR**  
Alquiler de Vehículos

- ATENCIÓN PERSONALIZADA
- PROMOCIONES
- DESCUENTOS