



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

“EVALUACIÓN DEL AIRE ACONDICIONADO EN VEHÍCULOS DE 1300CC UTILIZANDO R-134a Y R-12 PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE. CHICLAYO, 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

AUTOR:

CHANCAFE ZARPAN JONNY EDUARDO

ASESOR:

ING: JAMES SKINNER CELADA PADILLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

PERÚ 2017

DEDICATORIA

Esta tesis lo dedico a Dios por guiarme por buen camino, por siempre cuidarme e iluminarme, por la salud y la vida que me brinda. Lo dedico también a mis padres, pilares fundamentales en mi vida, sin ellos, jamás hubiera podido conseguir lo que hasta ahora soy. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de mí el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mi sino también para mis hermanos y familiares en general.

A Uds. Papá Dionicio, Mamá María y Hermanos.

JONNY

AGRADECIMIENTO

Gracias primeramente a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo mi periodo de estudio. A mis queridos padres y hermanos, ya que gracias a ellos yo ahora estoy por concluir esta formación profesional, por ese gran esfuerzo de mis padres de brindarme su apoyo siempre, por sus buenos consejos, por sus enseñanzas y por mucho más, estoy muy agradecido por todo lo que hicieron por mí, seré un gran orgullo para ustedes y a mi familia que aportaron en la etapa de mi formación profesional.

También agradezco mucho a todos los docentes por las enseñanzas que me brindaron durante mi formación profesional.

Y por último agradecer a todas mis amistades por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles que tuve que pasar para poder concluir esta carrera profesional.

JONNY

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Jonny Eduardo Chancafe Zarpán con DNI N° 74151733, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, Julio del 2017



JONNY EDUARDO CHANCAFE ZARPAN

DNI N° 74151733

PRESENTACIÓN

Ante ustedes señores miembros del jurado la presente tesis que conlleva por título “Evaluación del aire acondicionado en vehículos de 1300cc utilizando R-134a y R-12 para determinar el consumo de combustible, buscando conocer el flujo de energía dentro de un vehículo cuando utiliza el sistema de aire acondicionado con diferentes refrigerantes, es decir mediante algún modelo numérico, establecer el incremento del consumo de combustible, en función a la temperatura ambiente y al tiempo de funcionamiento del aire acondicionado, a diferentes velocidades de giro del motor y de la velocidad del vehículo.

En la ciudad de Chiclayo, debido a los cambios climáticos, es de necesidad el uso del aire acondicionado, aun no estando normado su uso por el Ministerio de Transportes, sin embargo, el incremento de la temperatura dentro del vehículo, puede ocasionar malestar y problemas de salud al conductor y pasajeros, problemas de quemaduras, insolación, etc.

Así mismo se plantea, medir los valores de los valores emitidos de emisión de gases de la combustión, debido a la mayor potencia que desarrolla el motor; ésta información permite comparar con las emisiones de gases sin la activación del aire acondicionado, para finalmente buscar un modelo numérico que permita determinar la cantidad de cada uno de éstos gases.

Índice

Página Del Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria De Autenticidad.....	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice De Tablas	x
Índice De Figuras	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCION.....	15
1.1. Realidad Problemática	15
1.2. Trabajos Previos	18
1.3. Teorías relacionadas al tema	21
1.3.1 sistema de aire acondicionado automotriz	21
1.3.1.1. Control de temperatura.....	22
1.3.1.2. Control de humedad	22
1.3.1.3. Limpieza y distribución	22
1.3.1.4. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor.....	23
1.3.1.5. Proceso de compresión de vapor.	28
1.3.1.6. Proceso de condensación	28
1.3.1.7. Rendimiento del ciclo de vapor-compresión.	29
1.3.1.8. Balance energético del aire.	31
1.3.1.9. Gas refrigerante.....	31
1.3.1.10. Volumen de desplazamiento del refrigerante.....	32
1.3.1.11. Refrigerantes CFC.....	32
1.3.1.12. Refrigerantes HFC.....	33
1.3.2. Consumo de combustible.....	34

1.3.2.1. Cantidad de combustible inyectado	38
1.4. Formulación del problema	40
1.5. Justificación del estudio.....	40
1.6. Hipótesis	41
1.7. Objetivos	41
 II. MARCO METODOLOGICO.....	 42
2.1. Diseño de la investigación	42
2.2. Variables y Operacionalización	42
2.3. Población y muestra	44
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
2.5. Métodos de análisis de datos	46
2.6. Aspectos éticos	46
 III. RESULTADOS	 45
3.1. Diagnóstico de los consumos de combustible con el aire acondicionado, desactivado y activado con refrigerantes R-134a y R-12, a través de mediciones en vehículos de 1300cc.	47
3.1.1. Ventajas y desventajas del refrigerante R-134a sobre el refrigerante R-12	50
3.2. Medir los tiempos de inyección de combustible en el motor a diferentes régimenes de velocidad con el aire acondicionado desactivado y activado con refrigerantes R-134a y R-12.....	52
3.2.1. Funcionamiento con aire acondicionado desactivado.	52
3.2.2. Funcionamiento con aire acondicionado activado, utilizando R-134a como refrigerante.	55
3.2.3. Funcionamiento con aire acondicionado activado, utilizando R-12 como refrigerante	57
3.2.4. Análisis de las variables de funcionamiento del motor.	60
3.2.5. consumo de combustible sin aire acondicionado.	67

3.2.6. consumo de combustible con aire acondicionado.....	68
3.3. Evaluar comparativamente los gases de la combustión cuando el vehículo funciona con el aire acondicionado desactivado y activado con R-134a y R-12.	70
IV. DISCUSIÓN.....	75
V. CONCLUSIONES	77
VI. RECOMENDACIONES.....	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	79
VIII. ANEXOS	82

Índice de Tablas

Tabla 1. Tipos de compresores que normalmente se usan en el sistema de aire acondicionado de un vehículo automotriz.....	30
Tabla 2. Pruebas de consumo de Gasolina desactivación y activación (R-134a y R-12) del aire acondicionado.....	49
Tabla 3. Pruebas del tiempo de inyección sin activación de aire acondicionado ..	53
Tabla 4. Pruebas del tiempo de inyección con activación de aire acondicionado R-134a.	55
Tabla 5. Pruebas del tiempo de inyección con activación de aire acondicionado R-12.....	57
Tabla 6. Resultado de Análisis de Gases de Escape a 4 vehículos, sin desactivar el aire acondicionado y activado el aire acondicionado con R-134a y R-12.	71

Índice de Figuras

Figura 1. Consumo de combustible con y sin aire acondicionado en vehículos livianos	15
Figura 2. Venta de vehículos Nuevos por países	16
Figura 3. Inmatriculación de vehículos nuevos en Perú	17
Figura 4. Circuito Aire acondicionado Automotriz.....	21
Figura 5. Ubicación de los elementos del aire acondicionado automotriz.....	23
Figura 6. Componentes del sistema de aire acondicionado por compresión de vapor	24
Figura 7. Elementos del sistema de aire acondicionado automotriz	25
Figura 8. Elementos del sistema de aire acondicionado automotriz	26
Figura 9. Diagrama eléctrico de aire acondicionado automotriz	27
Figura 10. Procesos Termodinámicos del ciclo de refrigeración.....	28
Figura 11. Circuito frigorífico con gas refrigerante.....	32
Figura 12. Nomenclatura de los refrigerantes CFC	33
Figura 13. Nomenclatura de los refrigerantes HFC	33
Figura 14. Circuito de control del inyector de gasolina	34
Figura 15. Tiempo de Inyección en un motor de gasolina	35
Figura 16. Sistema de Inyección Electrónica de un motor de gasolina.....	36
Figura 17. Esquema eléctrico de sensores unidad de control electrónico y actuadores del motor vehicular.....	37
Figura 18. Variación del tiempo de inyección (milisegundos) a diferentes regímenes de velocidad de los 4 vehículos de prueba, sin activación del aire acondicionado.	54

Figura 19. Variación del tiempo de inyección (milisegundos) a diferentes regímenes de velocidad de los 4 vehículos de prueba, con activación del aire acondicionado con R-134a.....	56
Figura 20. Variación del tiempo de inyección (milisegundos) a diferentes regímenes de velocidad de los 4 vehículos de prueba, con activación del aire acondicionado con R-12.....	58
Figura 21. Comparación de los tiempos de inyección en cada uno de los 4 vehículos cuando no está activado el aire acondicionado, cuando se activa el aire acondicionado con R-134a, y cuando se activa el aire acondicionado con R-12.	59
Figura 22. Ficha técnica de vehículos de prueba	60
Figura 23. Curva característica del motor de vehículo de prueba Potencia (HP) - rpm.....	61
Figura 24. Curva característica del motor de vehículo de prueba Torque (kg-m) – rpm.....	62
Figura 25. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor	63
Figura 26. Compresor del sistema de aire acondicionado.....	63
Figura 27. Ciclos termodinámicos en el compresor de vapor	64
Figura 28. Diagrama P-h (R-134a) del problema con subenfriamiento y recalentamiento.....	64
Figura 29. Variación del CO ₂ +CO (en%), en 4 vehículos sin desactivar el aire acondicionado y activado el aire acondicionado con R-134a, y R-12. ...	72
Figura 30. Variación del HC (ppm), en 4 vehículos sin desactivar el aire acondicionado y activado el aire acondicionado con R-134a y R-12	73
Figura 31. Variación del CO (%), en 4 vehículos sin desactivar el aire acondicionado y activado el aire acondicionado con R-134a, y R-12.	74

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se enmarca dentro de las políticas energéticas en el Perú, en cuanto a consumos de combustibles en el sector automotriz, en el afán de incrementar la eficiencia energética, llegando a valores cada vez superiores a los existentes. El uso del aire acondicionado en los vehículos no solo tiene un objeto de confort en los pasajeros, sino también en brindar condiciones ambientales para que la salud no se afecte.

El consumo de combustible se incrementa cuando se utiliza el aire acondicionado, debido a que es el sistema de aire acondicionado funciona mediante la acción de un compresor de refrigerante en estado de vapor, por lo que requiere de energía mecánica para su accionamiento. El requerimiento de energía mecánica del sistema de aire acondicionado incrementa el consumo de combustible del motor, y eso está en función al tipo de refrigerante que utiliza, esto fue el objeto de estudio de la presente tesis, en la cual se emplea dos refrigerantes diferentes, en los cuales se analizó el incremento de combustible, así como también los valores de contaminación de los gases de escape.

Las pruebas se realizaron en vehículos con las especificaciones técnicas establecidas, de acuerdo a un protocolo previamente establecido, utilizando equipos calibrados. Se estableció que al utilizarse el refrigerante R-134a, ofrece mayores ahorros de combustible con respecto al R-12, alrededor de 27%, así como también para el R-12, los valores de contaminación de hidrocarburos son ligeramente superior a cuando el sistema utiliza refrigerante R-134a.

Palabras clave: Aire acondicionado, consumo de combustible, Líquido refrigerante.

ABSTRACT

This research project is part of the energy policies in Peru, in terms of fuel consumption in the automotive sector, in an effort to increase energy efficiency, reaching values that are higher than the existing ones. The use of air conditioning in vehicles not only has an object of comfort in passengers, but also in providing environmental conditions so that health is not affected.

Fuel consumption is increased when air conditioning is used, because it is the air conditioning system operated by the action of a refrigerant compressor in the vapor state, so it requires mechanical energy for its operation. The mechanical energy requirement of the air conditioning system increases the fuel consumption of the engine, and this is a function of the type of refrigerant used, this was the object of study of the present thesis, in which two different refrigerants are used, In which the fuel increase as well as the exhaust gas pollution values were analyzed.

The tests were performed in vehicles with the established technical specifications, according to a previously established protocol, using calibrated equipment. It was established that when R-134a refrigerant is used, it offers higher fuel savings than R-12, around 27%, as well as for R-12, the oil pollution values are slightly higher than when the system uses R-134a refrigerant

Keywords: Air conditioning, fuel consumption, Coolant.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

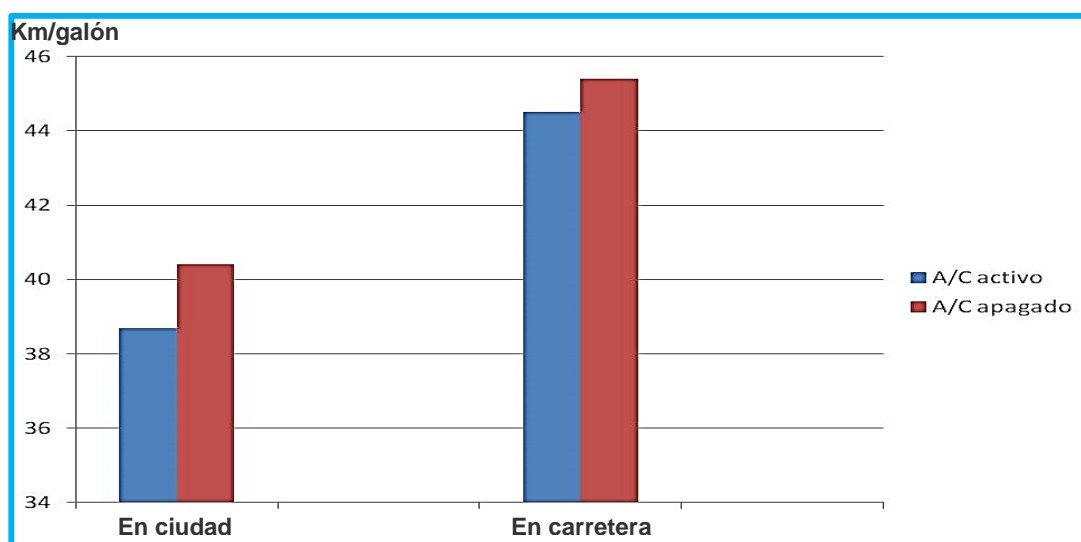
1.1.1. Realidad problemática internacional

“Existe un incremento significativo de consumo de combustible en automóviles con sistemas de aire acondicionado, que trae mayor confort, pero mayor gasto, un aspecto que si afecta a la economía de los usuarios” (Cáceda, 2014, p.3).

Los consumos de combustibles, difieren si el vehículo está circulando en ciudad o si lo hace en una carretera sin parar, bajo éste principio, las necesidades energéticas que requiere el vehículo serán mayores, y también lo serán el sistema de aire acondicionado, por tal razón, muchos usuarios optan por abrir las ventanas y utilizar la ventilación natural; ésta situación está generando dejar de utilizar los aires acondicionados, y sólo utilizarlos en tiempos pequeños. Lo consumos de combustible al activar el aire acondicionado en muchos casos son mayores al 10%, y si éste pequeño incremento es cuantificado en un año o más, se tiene ahorros significativos. (Sena, 2015, p.3).

“En la figura 1, se muestra la tendencia de los consumos de combustible en ciudad y en carretera en vehículos livianos, se puede observar un mayor rendimiento de kilometraje cuando el aire acondicionado está apagado, y también como podemos ver que el rendimiento en carretera es mucho más, alrededor del 10%, activado y desactivado” (Torres, 2013, p.4).

Figura 1



Fuente: Torres, 2013

Consumo de combustible con y sin aire acondicionado en vehículos livianos

Estudios revelan y realizan estimaciones medias, es que el consumo sube entre un 5% y un 20%. Si nuestro coche consume 7 litros por cada 100 kilómetros, por el uso del aire acondicionado pasará a consumir entre 7,3 a 8,4 litros por cada 100 kilómetros. A esto hay que añadir, especialmente en los coches con motores pequeños, pérdidas de potencia. El punto de corte en el que por esta razón el motor tenga que trabajar más y consumir más dependerá del modelo del vehículo, pero generalmente está alrededor de los 80-90 km/h. Por tanto, a pequeñas velocidades será más barato abrir las ventanas, pero en la mayoría de los trayectos por carretera o autopista lo es tener encendido el aire acondicionado a una velocidad moderada. (Gallardo, 2014, p.12).

Figura 2



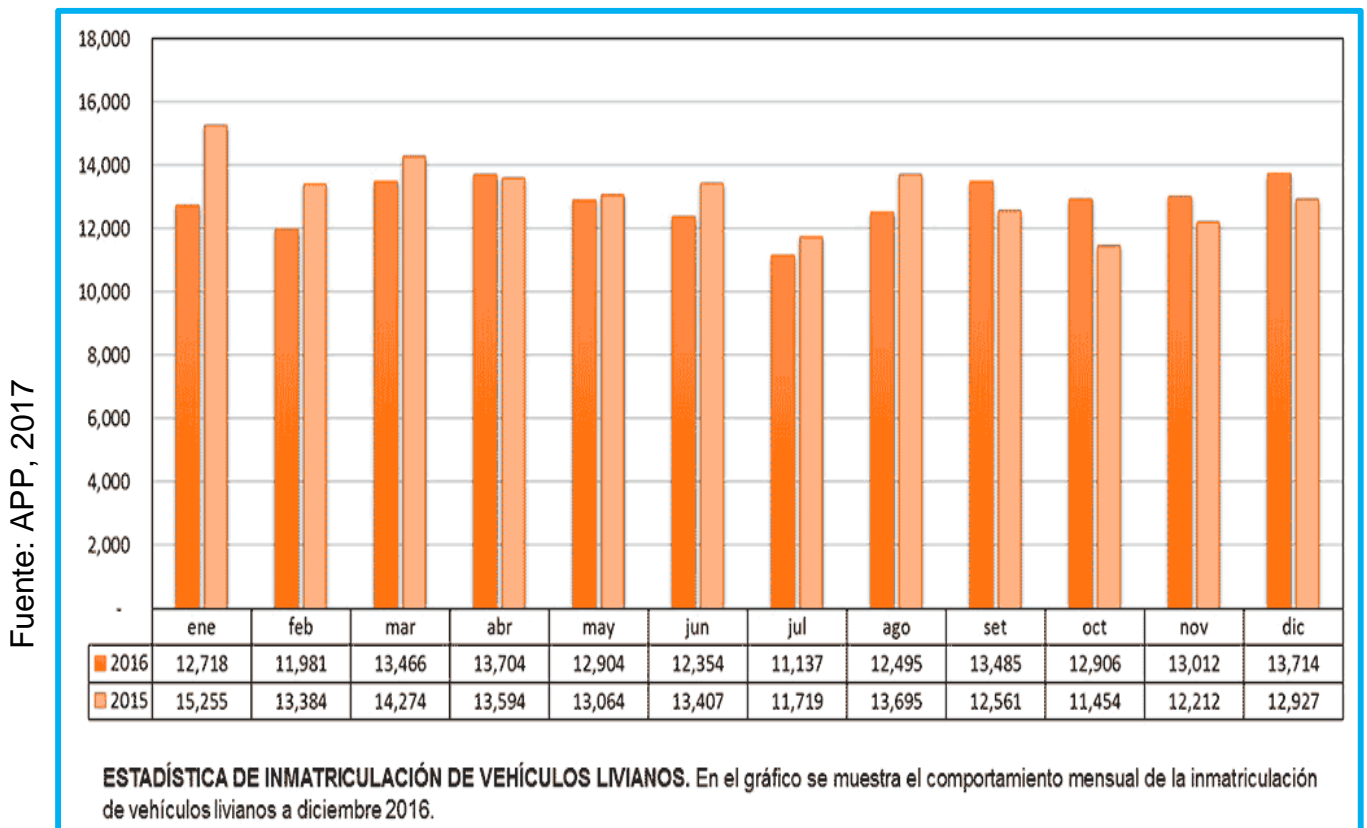
Venta de vehículos Nuevos por países

En la figura 2, podemos apreciar que Brasil lidera en la Región Latinoamericana, en la adquisición de vehículos nuevos, y el Perú ocupa el sexto lugar; un porcentaje que supera el 80% de éstos vehículos, tienen sistemas de aire acondicionado.

1.1.2. Realidad problemática nacional

“La Asociación Automotriz del Perú, muestra los registros de los vehículos livianos inmatriculados en el Perú, en el año 2015 y 2016, de los cuales el 80% cuenta con sistemas de aire acondicionado (Asociación Automotriz del Perú, 2017, p,3).

Figura 3



Inmatriculación de vehículos nuevos en Perú

En las ciudades del Norte del Perú, en la ciudad de Lima y en la Selva del Perú, son los lugares en donde se accionan los aires acondicionados, con lo cual el consumo de combustible se incrementa, si normalmente un vehículo automotriz de 1300 cc, consume 40 Km por galón, activando el aire acondicionado el consumo es de 32 Km por galón, afectando la economía del conductor del vehículo.

1.1.3. Realidad problemática local

“El desarrollo económico, la creciente motorización y el crecimiento urbano de nuestra ciudad, aunados a una inadecuada o inexistente visión estratégica, planificación y gestión del transporte, juegan un papel protagónico en la afectación de calidad de vida en la ciudad” (Sena, 2015, P.7).

Los concesionarios en la ciudad de Chiclayo, ofertan los vehículos, según la marca y el modelo, en niveles de equipamiento, siendo éstos tres: nivel básico, nivel intermedio y el Full Equipo; los de nivel básico son los que no cuentan con el sistema de aire acondicionado, mientras que lo del Full Equipos, traen un sistema de aire acondicionado, que es accionado normalmente por un compresor del gas refrigerante. Ellos reportan que aproximadamente el 35% los clientes adquieren el nivel básico sin aire acondicionado. (Concesionario Hyundai, 2016, p.4).

“A pesar de la existencia del aire acondicionado, un 50% de éstos no son activados por el incremento del consumo de combustible, que es aproximadamente entre el 10 y 20%, dependiendo de las condiciones de manejo y temperaturas del lugar” (Concesionario Hyundai, 2016, p.5).

1.2. Trabajos previos

Mata (2014), en su trabajo de investigación denominado “Sistemas de climatización de automóviles”, de la Universidad de Castilla - La Mancha, España, Se asiste en los últimos años a un desarrollo espectacular del conjunto de tecnologías que incorporan los automóviles, dominado por la presencia de sistemas electrónicos y automáticos cada vez más sofisticados que han ido dejando obsoletos a los circuitos y mecanismos tradicionales.

Con este punto de partida, se analizan en este artículo los sistemas de climatización implantados actualmente en automóviles, centrándose en la tipología y características de los refrigerantes utilizados. En particular, se analiza la problemática asociada a los refrigerantes convencionales, suscitada en parte a raíz de las exigencias de la legislación ambiental y por la necesidad de mejorar la eficiencia energética del proceso. Además, dado que no está

permitida la eliminación de las sustancias refrigerantes, se estudian los equipos necesarios para su recuperación y reciclado, aspecto de suma importancia en el sector.

En conclusión, para solventar el problema medioambiental que originan los refrigerantes se hace necesaria no sólo la concienciación de todos los usuarios, sino especialmente el compromiso firme de los dirigentes políticos que son, en última instancia, quienes marcan el rumbo de los acontecimientos. La sustitución de los derivados CFC y HCFC requiere inversiones en adaptación de equipos y desarrollo de nuevas tecnologías para la refrigeración. Ahora bien, es imprescindible la colaboración de las empresas del sector, dando lugar a una cierta sinergia que acabe por implantar nuevos refrigerantes más ecológicos, en consonancia con otros avances deseables como la utilización de combustibles no fósiles, la reducción de las emisiones contaminantes, etc.

Vega (2015), en su Tesis denominada “Estudio y análisis del sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius modelo a”, de la Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador, concluye que se investigó los conceptos de los componentes que conforman el sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A, mediante prácticas realizadas en el vehículo y recopilación de datos de los libros detallados en la bibliografía.

Se investigó el funcionamiento del sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A y de sus componentes, mediante la realización de pruebas activas a cada uno de los sistemas por medio del software Techstream.

Se analizó los resultados obtenidos de las pruebas realizadas al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A con los parámetros expuestos en el manual del fabricante, obteniendo un resultado positivo del sistema después de 96000 km, si el mismo es sometido a los mantenimientos recomendados por la marca Toyota. Se determinó los equipos necesarios para realizar las pruebas al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A, basado en el manual de taller del vehículo Toyota Prius 2010 e información obtenida de los libros detallados en la bibliografía. También determinó el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A, basado en el manual de taller del vehículo Toyota Prius 2010.

Castaño (2010), en su Tesis Doctoral, denominada “contribución al estudio y desarrollo del Accionamiento eléctrico de reluctancia Conmutada en el sistema de aire Acondicionado en automóviles a 42v”, de la Universidad Rovira I Virgili, concluye desde un punto de vista muy particular esta tesis establece un antecedente en las aplicaciones específicas de máquinas eléctricas con accionamientos SRM en el entorno de la automoción, en lo que respecta al Grupo de Automática y Electrónica Industrial de la URV. Por ese motivo la tesis en sí misma es un reto, aunque gran parte del desarrollo no es novedoso, si es intentar llegar al nivel de grupos que llevan valiosos años en el medio.

Es bien conocido que las contribuciones y desarrollos de las aplicaciones de máquinas u automatismos para propósitos industriales y comerciales implican una buena dosis de pensamiento de grupo y actuación multidisciplinar, que muchas veces no es fácil de encontrar. Prosiguiendo, a lo largo de esta tesis se han desarrollado tres áreas de trabajo perfectamente diferenciadas, la primera es el desarrollo correspondiente al sistema A/C automotriz; la segunda al desarrollo del accionamiento SRM y de su control con respecto a la aplicación y el tercero acerca de la integración de ambos modelos y el control de la temperatura en la cabina de un vehículo. La ejecución experimental y la operación con un motor real de cercanas prestaciones permiten cerrar el vínculo accionamiento-aplicación y establecer por tanto las siguientes contribuciones:

En primera instancia la aplicación está enfocada a la utilización de un accionamiento eléctrico como sustitución de un accionamiento mecánico manejado por polea asociado al motor del compresor en un sistema de aire acondicionado del automóvil aplicando un bus de tensión de 42V. Cabe aclarar que los motores de reluctancia de baja potencia, hasta 3 hp, ya se usan para algunas aplicaciones, entre las que se encuentran *plotters*, operadores de puerta, lavadoras, secadoras, etc. Sin embargo, en aplicaciones automotrices, el accionamiento SRM no ha sido explotado comercialmente ni técnicamente en lo que refiere a accionamientos para servicios auxiliares del automóvil, no de tracción por lo que un estudio en este sentido era imprescindible. A raíz de ello, y como se ve en el transcurso de esta tesis, los parámetros de par y velocidad del compresor están asociados a parámetros de operación del sistema general por lo que el desarrollo de la totalidad del sistema A/C se hace necesario. Para ello se ha expuesto un desarrollo completo de un sistema A/C

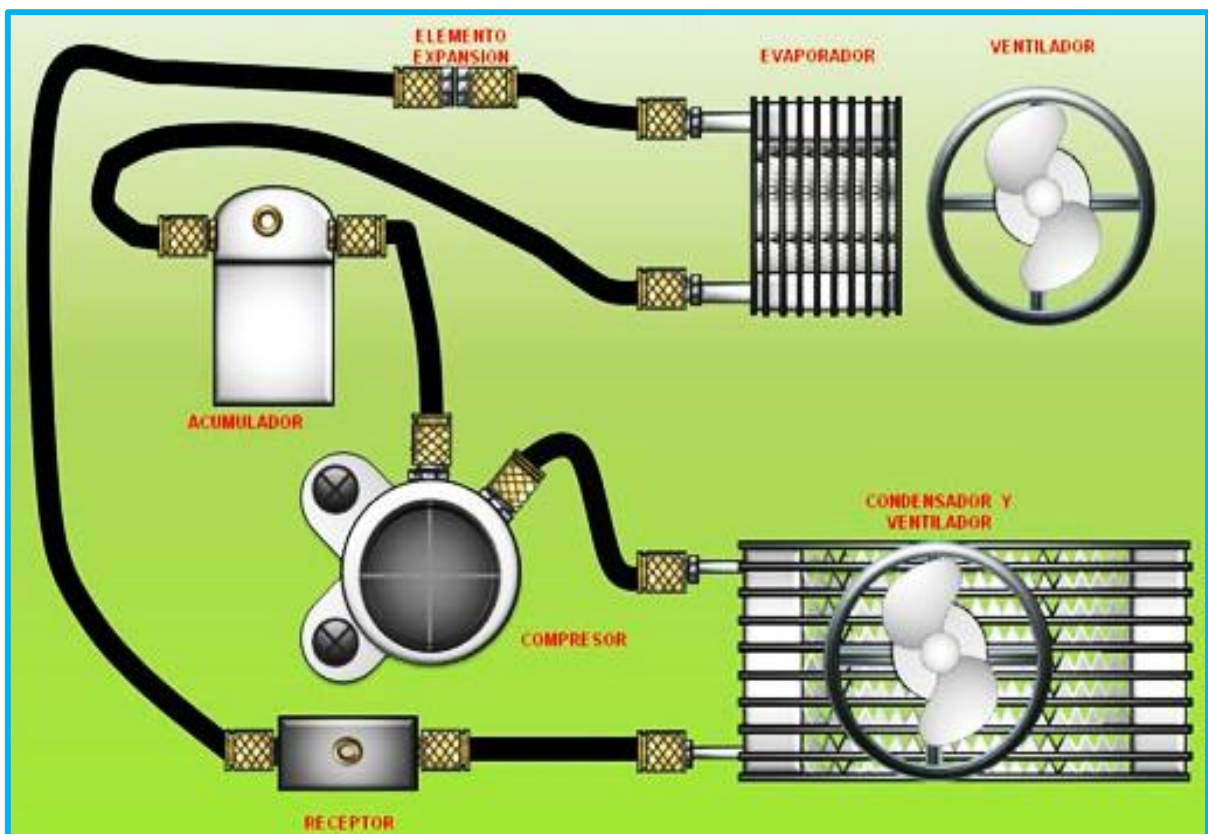
en el automóvil; debido a su complejidad se abordó de manera simple en asociación a un conjunto de suposiciones que se han establecido en cada uno de los módulos que intervienen en el sistema A/C incluyendo la cabina.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Sistemas de Aire Acondicionado Automotriz.

“El acondicionamiento de aire automotriz consiste en regular las condiciones del aire en cuanto a temperatura (refrigeración), humedad y limpieza, dentro del salón del vehículo automotriz, que da sensación de confort al pasajero” (Castillo, 2014, p.9).

Figura 4



Fuente: Castillo, 2009

Circuito de Aire Acondicionado Automotriz

1.3.1.1. Control de la Temperatura

El calor es una forma de energía relacionada directamente con la vibración molecular. Cuando calentamos una sustancia, sus moléculas se mueven rápidamente, generando así una energía: el calor. Si la enfriamos, el movimiento molecular se detiene, bajando así la temperatura. (Castillo, 2014, p.11).

1.3.1.2. Control de la humedad

La humedad, se refiere a la cantidad de agua contenida en el aire y se registra por sensaciones de humedad. Este concepto está directamente relacionado con la sensación de confort. El aire ambiente se controla para mantener la humedad relativa preestablecida mediante la humidificación o deshumidificación del aire ambiente. (Castillo, 2014, p.14).

1.3.1.3. Limpieza y Distribución

Para obtener el confort deseado, es necesario que el aire sea distribuido y circule uniformemente por todo el recinto, sin producir corrientes desagradables.

“La eliminación de las partículas de polvo es fundamental para la salud. Conseguir un adecuado filtraje de aire es una labor básica de un equipo de aire acondicionado” (Castillo, 2014, p.15).

Figura 5



Fuente: Castillo, 2009

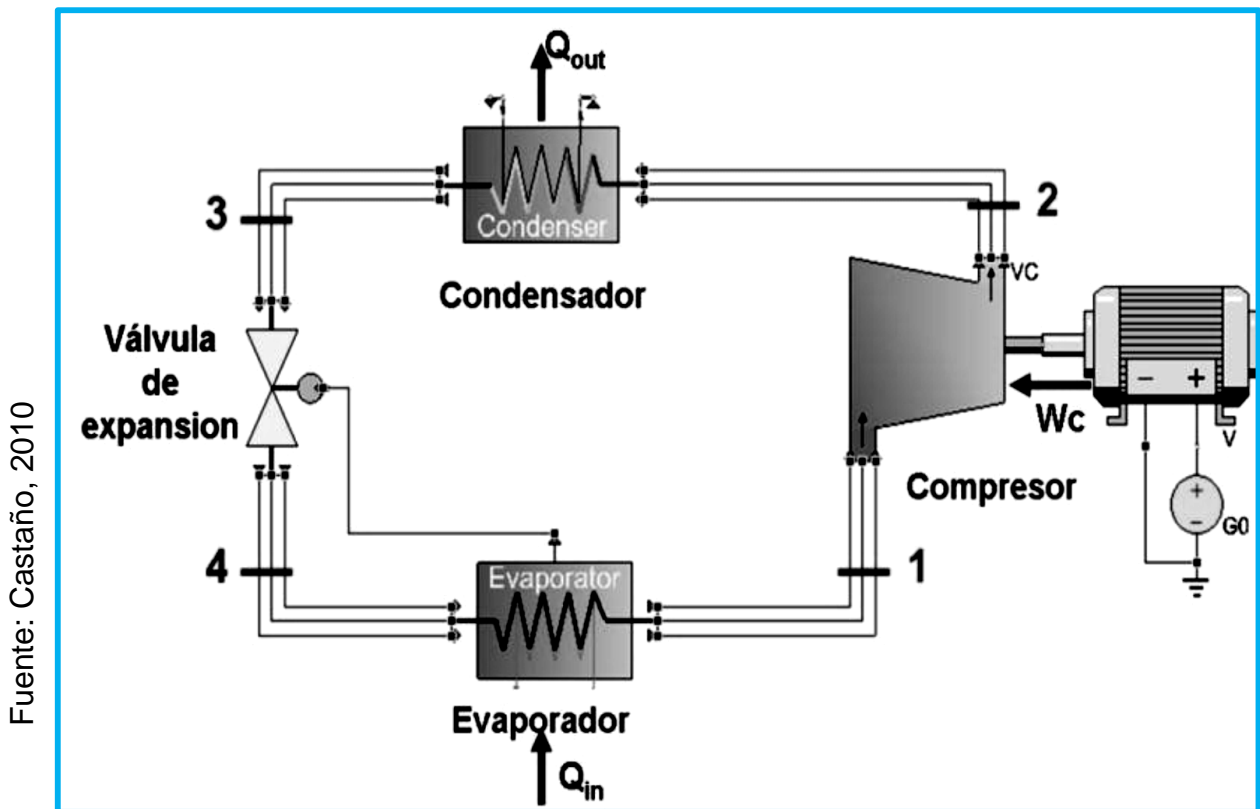
Ubicación de los elementos del aire

1.3.1.4. Ciclo de Refrigeración por compresión de vapor

“En el ciclo de refrigeración circula un refrigerante que pasa por diversos estados o condiciones, cada uno de estos cambios se denomina procesos, en el cual el líquido refrigerante intercambia energía con el ambiente externo” (Díaz, 2015, p.31).

La condensación en la cual el vapor fluye por la línea de descarga hacia el condensador donde evacua calor hacia el aire relativamente frío que el ventilador del condensador hace circular a través del condensador. Cuando el vapor caliente evacua calor hacia el aire más frío, su temperatura se reduce a la nueva temperatura de saturación que corresponde a la nueva presión y el vapor se condensa, volviendo al estado líquido. Antes de que el refrigerante alcance el fondo del condensador se condensa todo el vapor y luego se subenfria. (Díaz, 2015, p.33).

Figura 6



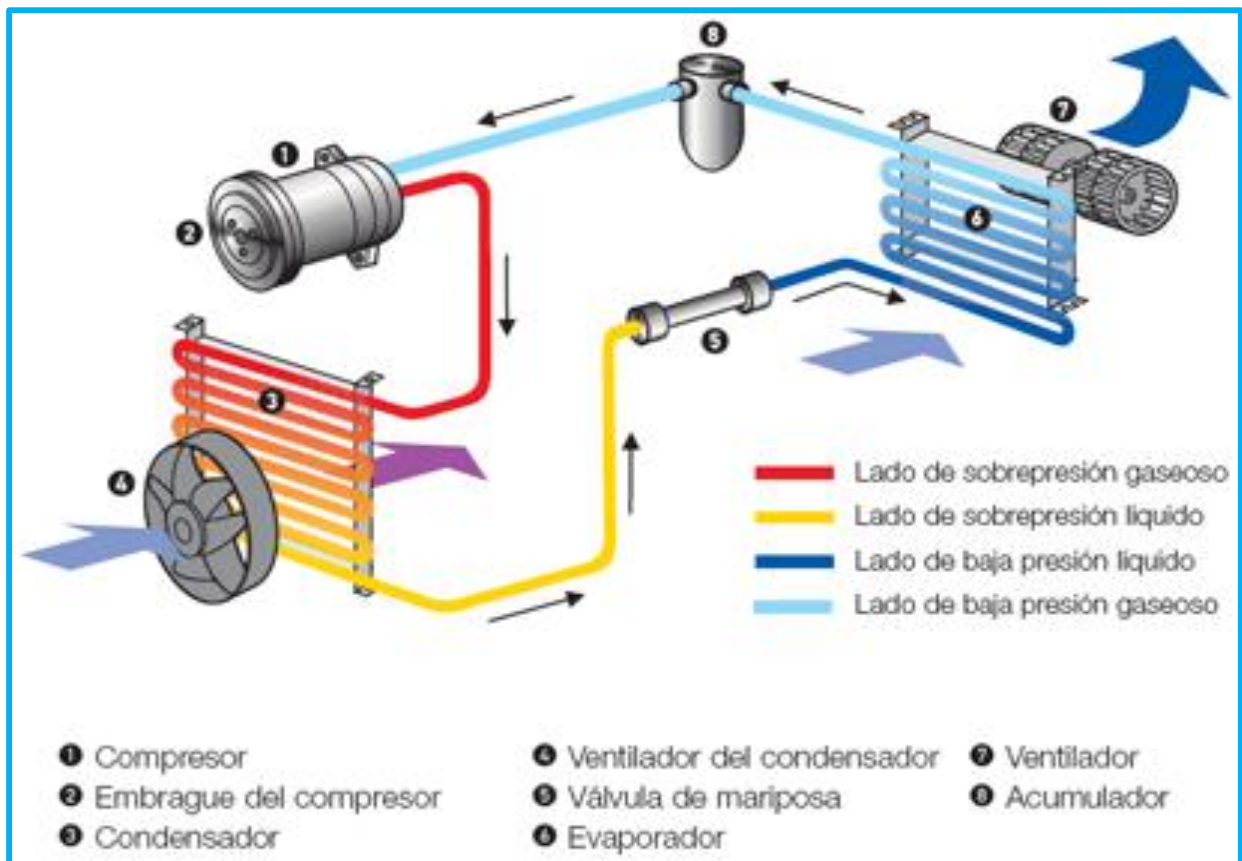
Fuente: Castaño, 2010

Componentes del sistema de aire acondicionado por compresión de vapor

En la figura 6, se observa de manera esquemática el proceso de refrigeración por compresión de vapor, empieza con el compresor que comprime el vapor del refrigerante desde el estado termodinámico 1 al 2, éste compresor es accionado por un motor eléctrico, luego el vapor comprimido a alta presión ingresa en el condensador, en donde cede energía al medio; inmediatamente después el vapor ingresa hacia una válvula de expansión en donde se libera la presión, para finalmente ingresar al evaporador, que es ahí donde intercambia energía con el medio a enfriar. (Díaz, 2015, p.34)

Figura 7

Fuente: Castaño, 2010



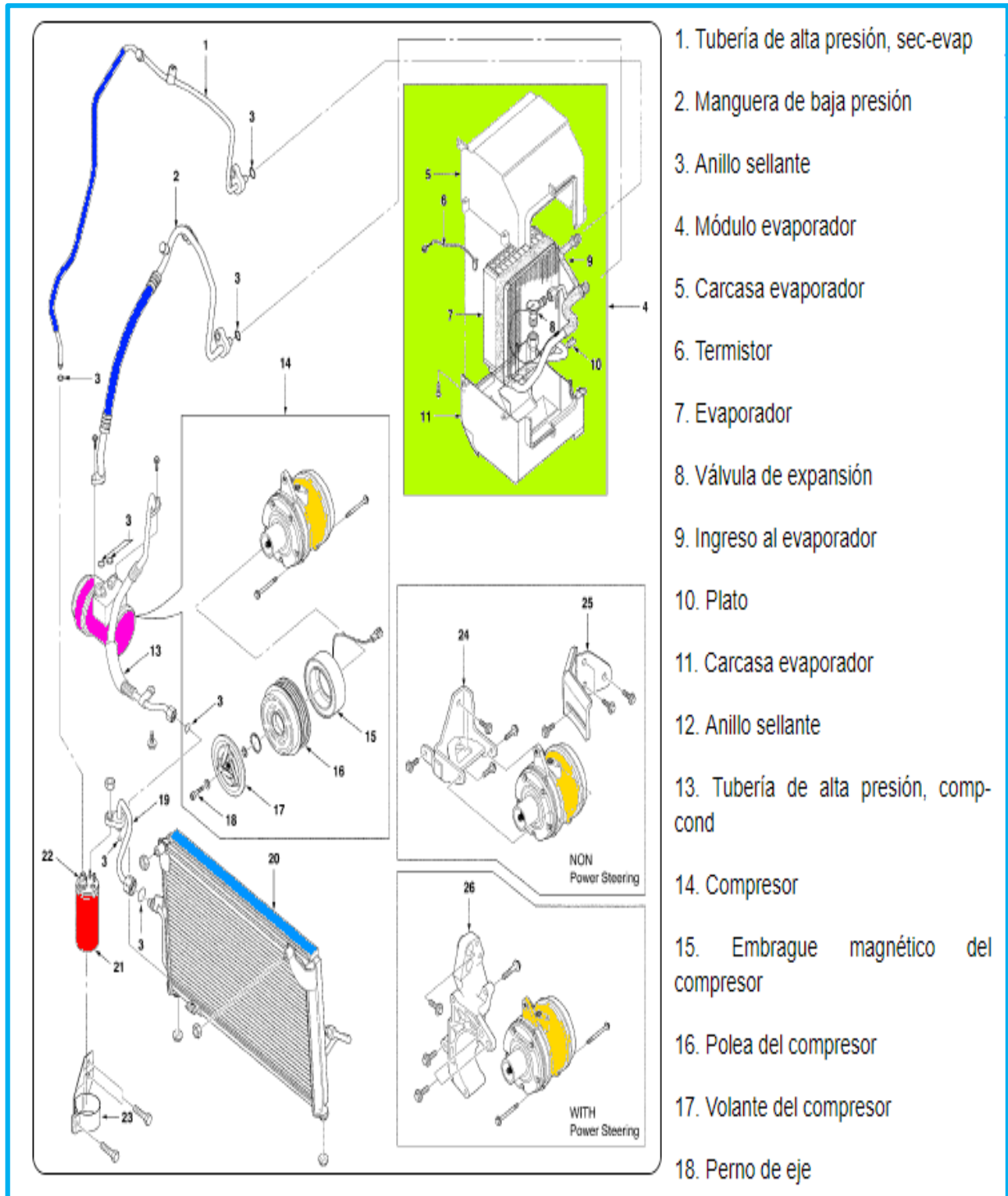
Elementos del sistema de aire acondicionado automotriz

Los elementos del sistema de aire acondicionado están agrupados en elementos del lado de sobrepresión gaseoso, lado de sobrepresión líquido, lado de baja presión líquido y lado de baja presión gaseoso, tal como se muestra en la figura 7.

1. Compresor
2. Embrague del compresor
3. Condensador
4. Ventilador del condensador
5. Válvula de mariposa
6. Evaporador
7. Ventilador
8. Acumulador

En la figura 8, se muestra a detalle los componentes del sistema de aire automotriz, en el cual se observan elementos que son utilizados cuando la sustancia refrigerante está en la fase líquida o fase vapor.

Figura 8

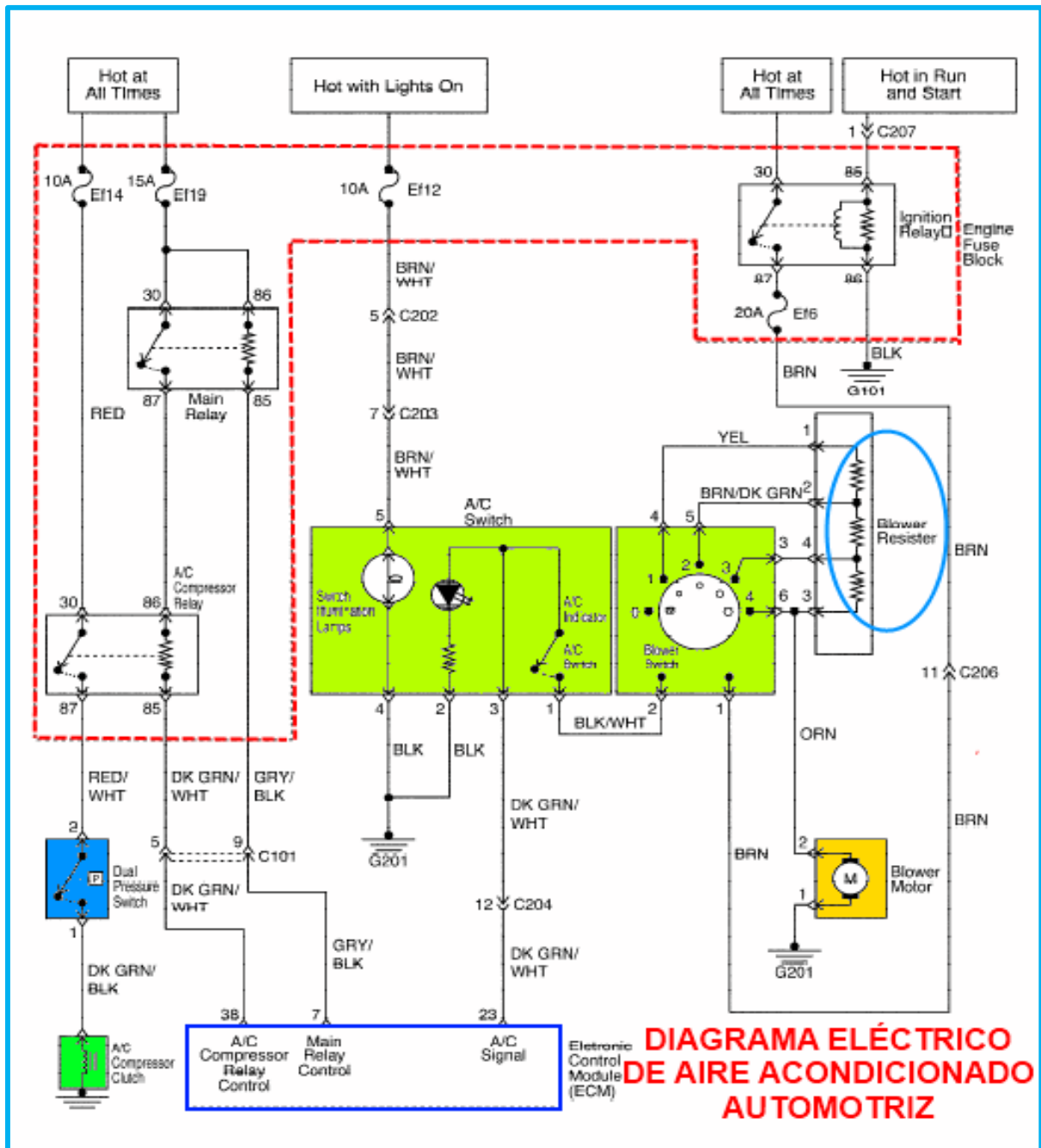


Fuente: Toyota, 2015

Elementos del sistema de aire acondicionado automotriz

En la figura 9, se observa el esquema eléctrico que controla el funcionamiento del aire acondicionado en un vehículo automotriz, el cual es controlado por la unidad de control electrónico, que activa y desactiva los relés de los sensores, que finalmente enviarán información para después de ser analizadas en el microprocesador de la computadora del vehículo, ésta emite señales eléctricas hacia los actuadores del vehículo. Los componentes eléctricos lo conforman el relé principal, fusibles, motor eléctrico entre otros.

Figura 9



Fuente: Toyota, 2015

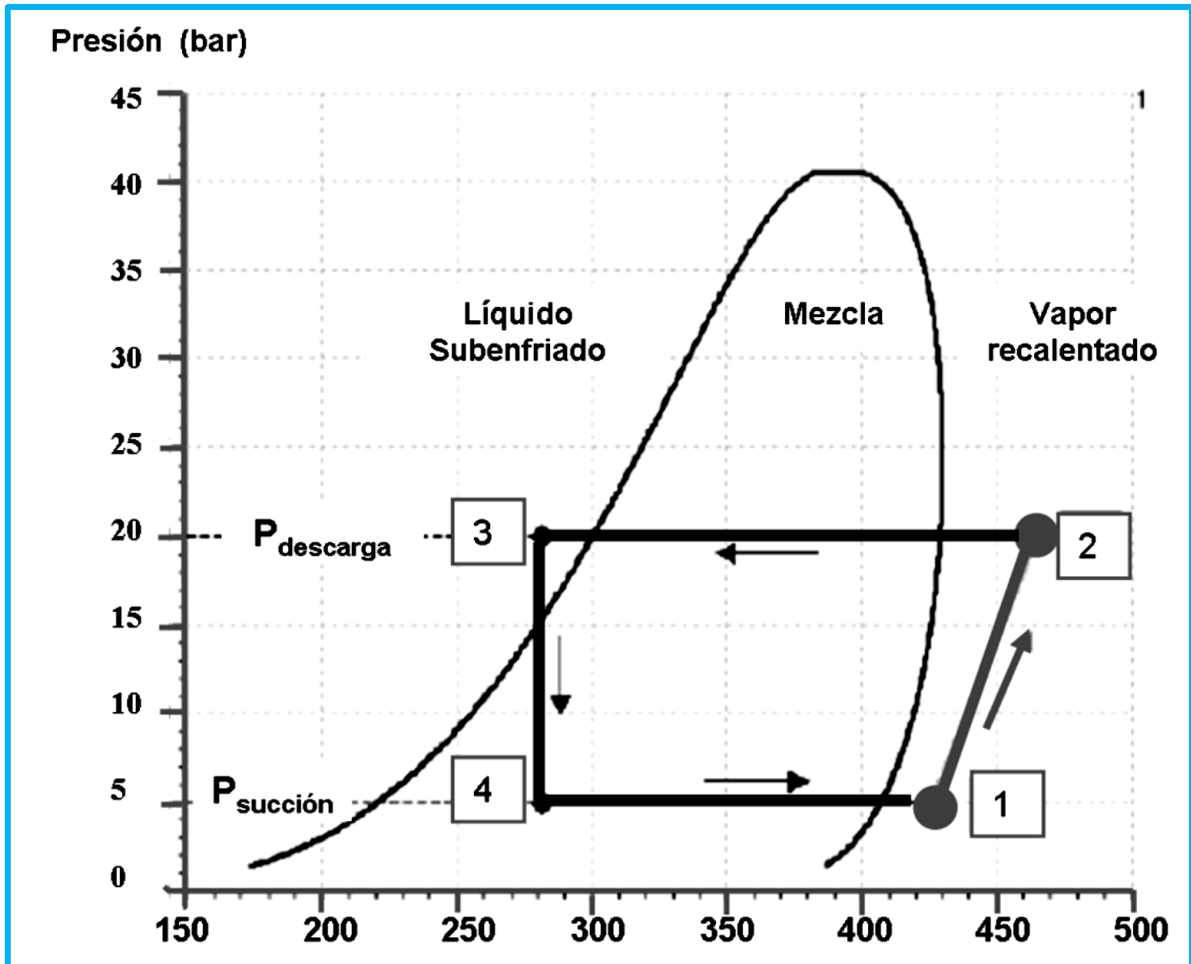
Diagrama eléctrico de aire acondicionado automotriz

1.3.1.5. Proceso de compresión de vapor.

“El punto 1 establece que el refrigerante deja el evaporador e inmediatamente es comprimido a una presión y temperatura relativamente alta. Es por ello que el compresor tiene dos funciones dentro del ciclo de refrigeración: extraer los vapores de baja presión generados en el evaporador” (Castaño, 2010, p,23).

Figura 10

Fuente: Castaño, 2010



Procesos Termodinámicos del ciclo de refrigeración

1.3.1.6. Proceso de Condensación.

“La condensación es el proceso realizado en un intercambiador de calor denominado condensador correspondiente a los puntos 2-3 de la figura, esto significa que, al pasar el fluido refrigerante a través del condensador, el refrigerante es condensado” (Castaño, 2010, p,28).

1.3.1.7. Rendimiento del ciclo Vapor-Compresión

“El propósito de la máquina de refrigeración A/C consiste en la remoción de calor del interior de la cabina, mientras el trabajo para realizar dicho proceso sea el mínimo posible. Una medida de la eficiencia energética del sistema general es el COP” (Díaz, 2015, p,39).

$$COP = \frac{\dot{Q}_{in}}{\dot{W}_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

Dónde:

COP: Coeficiente de Performance.

Q: Flujo de Calor que ingresa al sistema.

Wc: Trabajo realizado por el compresor.

h: Entalpías en cada estado termodinámico.

“La eficiencia isentrópica es usada para computar el incremento de entalpía a través del Compresor, y relaciona las entalpías antes y después del compresor, la teórica y la real” (Castaño, 2010, p.52).

$$\eta_{is} = \frac{h_2' - h_1}{h_2 - h_1}$$

Dónde:

η_{is} corresponde a la eficiencia isentrópica, h_2' es la entalpía específica de descarga isentrópica, h_1 es la entalpía específica de succión y h_2 es la entalpía específica de descarga.

En la tabla 1, se muestra los tipos de compresores que normalmente se usan en el sistema de aire acondicionado de un vehículo automotriz.

Tabla 1

Tipos de compresores que normalmente se usan en el sistema de aire acondicionado de un vehículo automotriz.

Tipo de compresor	Características Representativas	
	Descripción	Ventajas
Alternativos con pistones y cigüeñal	De uno a tres cilindros y pistones de aluminio con uno o dos aros, bielas de aluminio o acero, cigüeñal de acero sobre cojinetes de bronce, bolas o agujas.	Ampliamente establecido y más antiguo. Mayor fiabilidad, alto rendimiento y menor absorción de potencia.
Rotativos de paletas	Pueden ser cilíndricos u ovalados con rotor excentrico de dos a cinco paletas o tres o cuatro paletas respectivamente. El rotor tiene ranuras longitudinales inclinada donde va alojada las paletas. Al girar el rotor, las paletas por la fuerza centrífuga tienden a salir del mismo y se produce el contacto con el interior de cilindro efectuandose el barrido del gas comprimiendolo.	Buen rendimiento a velocidades medias y altas debido a que las paletas barren perfectamente por la parte frontal. Sin embargo en los laterales presentan deficiencia al presentarse escape del gas comprimido.
Rotativos sistema wankel	Formado por un rotor semitriangular movido por un cigüeñal excentrico y en una doble cámara. Dispone de dos lumbreras de admisión y dos válvulas de descarga situadas en el lateral del compresor	Alto rendimiento volumetrico para giros de hasta 12.000 r.p.m.
Compresores de espiral	Es un tipo rotativo sin paletas, utiliza un sistema de espirales fija y movil.	Silencioso y prometedor
Compresores radiales	Lanzado al mercado en 1975. Actualmente en estudio y desarrollo los turbo compresores, los de membrana magnetica y los de pistones electromecánicos	Usado durante años con buen resultado y rendimiento. La desventaja radica en su peso
Compresor de cilindrada fija	Compuestos por cinco o siete pistones donde el ángulo del plano oscilante define el desplazamiento de los pistones. Asimismo la variación del palto oscilante es impuesta por la rotación en el eje del compresor	Diseñado para trabajar a máxima capacidad o equivalente a condiciones climáticas de verano donde por lo general esta en marcha. El COP empeora debido a que el flujo masico refrigerante es mayor
Compresor axial de cilindrada variable	Sus pistones pueden acelerar una cilindrada variable entre el 6% y 100% de su cilindrada. Estos tienen los pistones listos en un plato-leva de ángulo variable, el cual varia su ángulo de giro según la presión de retorno del gas variando entre el 1,5° y 24°. Corresponde a un compresor controlado internamente a través de una válvula automática llamada <i>Mass Flow Compensated Valve (MFCV)</i> que controla la presión de evaporación; teniendo en cuenta la presión de descarga del compresor se activa las posiciones del plato-leva	Este compresor no se ve expuesto al golpe de entrada, osea al retorno de gas en fase líquida al compresor, causante de los gripamientos

Fuente: Castaño, 2010

1.3.1.8. Balance energético del aire.

“La potencia cedida por el aire o potencia frigorífica del circuito, Q_{evap} , se puede descomponer en un término correspondiente a la potencia de refrigeración y otro debido a la potencia de condensación” (Díaz, 2015, p.39).

$$Q_{evap} = \dot{m}_a \cdot C_{p_a} \cdot (T_i - T_f) + \dot{m}_a \cdot L \cdot (Ha_i - Ha_f)$$

Dónde.

Ma: Caudal másico del aire que atraviesa el evaporador en kg/s.

Cpa: Calor específico del aire, en J/kg °C.

Ti: Temperatura a la entrada del haz del tubo del intercambiador °C

Tf: Temperatura a la salida del haz del tubo del intercambiador °C.

Hai. Humedad absoluta del aire a la entrada del intercambiado, en kg de agua por kg de aire seco.

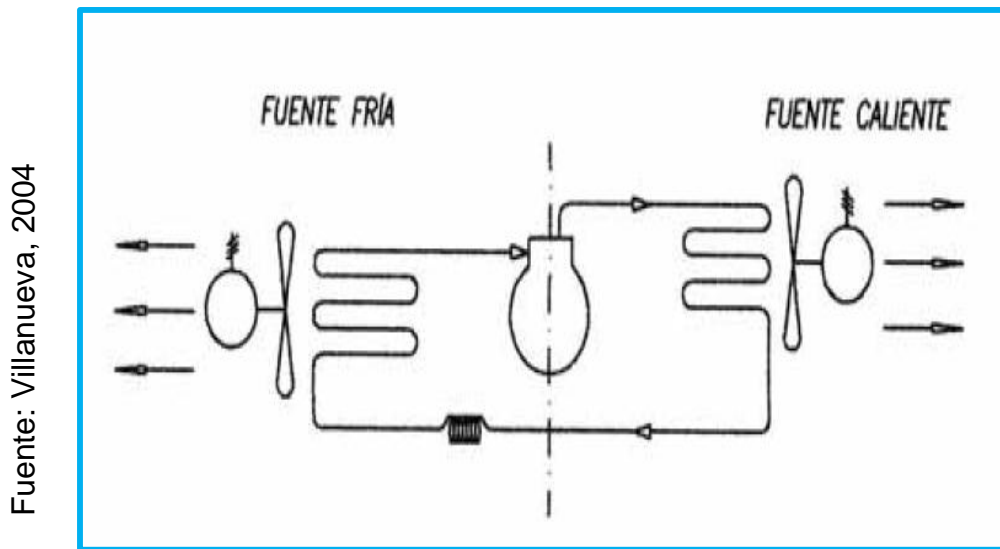
Haf. Humedad absoluta del aire a la salida del intercambiado, en kg de agua por kg de aire seco.

L: Calor latente de evaporación del agua, en J/kg.

1.3.1.9. Gas refrigerante

Es un fluido frigorífico cuya misión es impregnar calor en la fuente fría a baja presión y temperatura, para concederlo a la fuente caliente a alta presión y temperatura. Todo ello cambia de estado de líquido a vapor y viceversa. (Villanueva,2004, p.15)

Figura 11



Circuito frigorífico con gas refrigerante

1.3.1.10. Volumen de desplazamiento de refrigerante

El volumen de deslizamiento del refrigerante es el que debe circular en m³/h por el circuito para obtener la potencia frigorífica esperada bajo las condiciones previstas de temperatura de evaporación y condensación. (Villanueva,2004, p.15)

Para un determinado refrigerante se debe hacer circular más kilos por hora cuando mayor sea la potencia frigorífica deseada, de esto se comprime fácilmente que el compresor disponible en nuestro sistema ha de ser capaz de transportar dicho volumen de refrigerante. A mayor volumen de deslizamiento, mayor potencia del compresor. (Villanueva,2004, p.15)

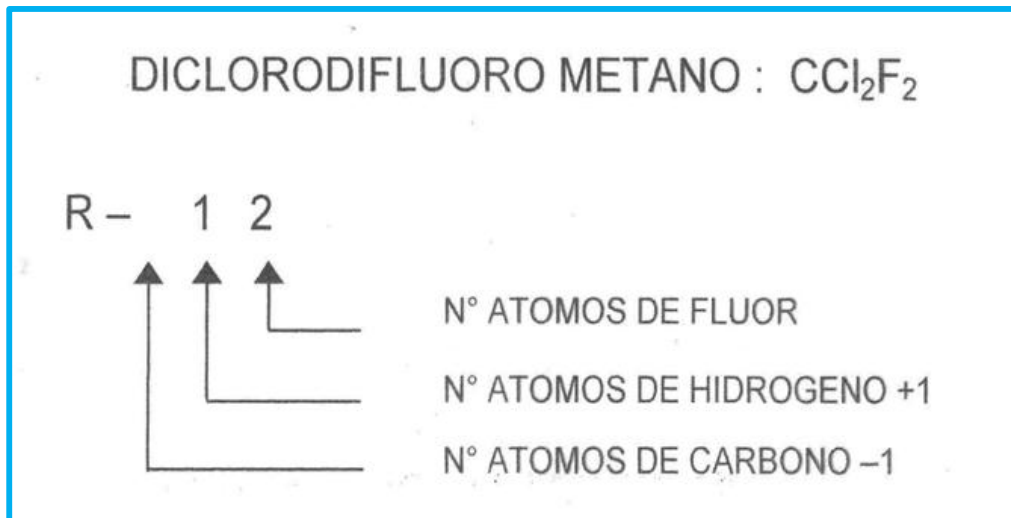
1.3.1.11. Refrigerantes CFC

Son los refrigerantes que contienen cloro, (2 átomos), flúor y 1 carbono en su molécula, Distinguidos también como clorofluorcarbonados, fueron negados, tanto su venta como su uso el 1 de octubre de 2000 por el reglamento europeo(CE) n°2037/2000, por ser sustancia que agotan la capa de ozono.

Entre los cuales está el refrigerante diclorodifluorometano (R-12), refrigerante utilizado para aire acondicionado automotriz. (Villanueva,2004, p.15).

Figura 12

Fuente: Villanueva, 2004



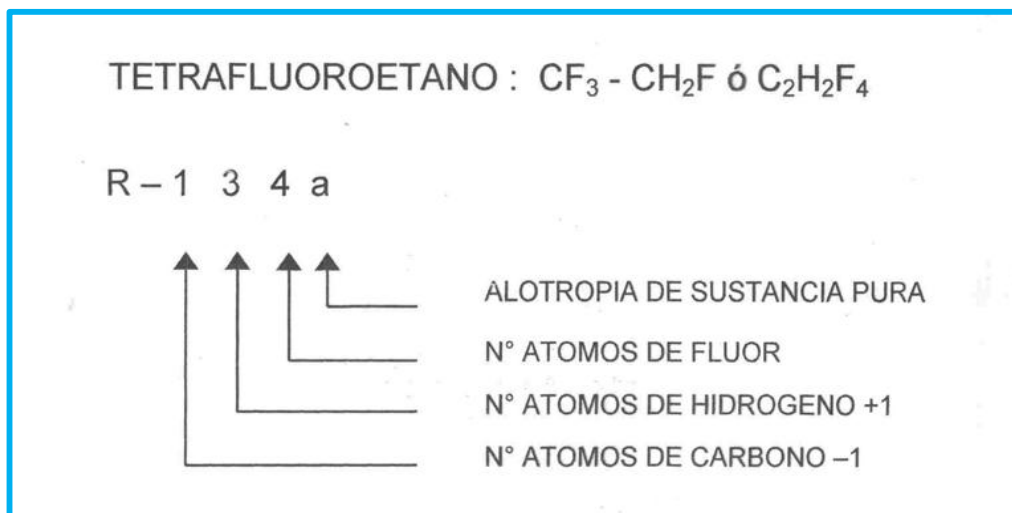
Nomenclatura de los Refrigerantes CFC

1.3.1.12. Refrigerantes HFC

Son los refrigerantes que no contienen cloro y que contienen hidrogeno, flúor y carbono en sus moléculas, designados, por lo tanto, hidrofluorocarbonados. Su ODP es cero. Son sustancia que no lastiman en absoluto la capa de ozono. En los cuales tenemos al refrigerante tetrafluoroetano (R-134a) usado en aire acondicionado automotriz y comerciales. (Villanueva,2004, p.15)

Figura 13

Fuente: Villanueva, 2004



Nomenclatura de los Refrigerantes HFC

1.3.2. Consumo de Combustible.

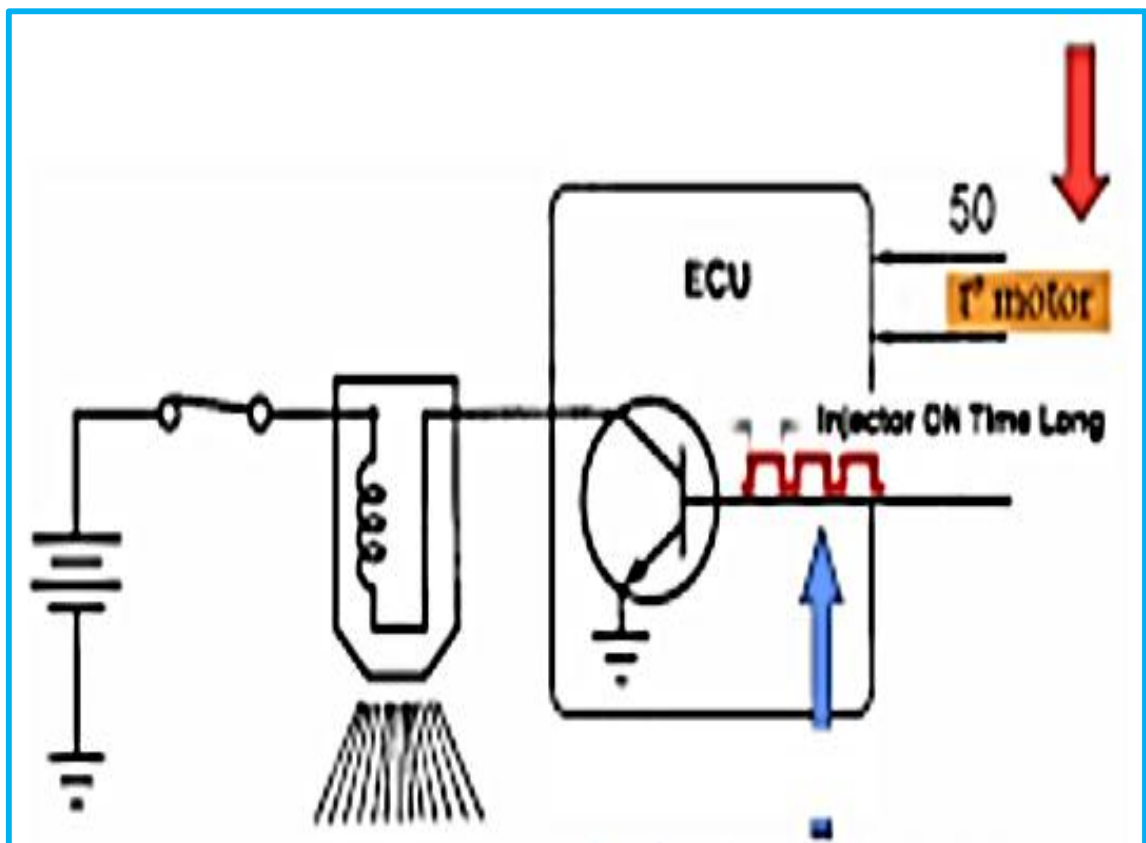
“El consumo de combustible en un motor de un vehículo está comandada por la unidad de control, que determina el tiempo de inyección de cada inyector, y por lo tanto la cantidad de combustible que ingresa al motor” (Bosch, 2014, p.3).

“La energía que entrega el cigüeñal del motor es para accionar las ruedas del vehículo, pero también a los sistemas propios de funcionamiento del motor, así como a los mecanismos complementarios” (Bosch, 2014, p.5).

El consumo de combustible del motor está dado por el tiempo de inyección, éste tiempo que se mide en milisegundos, determina la cantidad exacta de combustible de acuerdo a las solicitudes de energía que necesita el motor; si el tiempo de inyección aumenta, es porque el caudal se incrementa, así como también por el régimen de velocidad del vehículo. El inyector recibe una señal eléctrica de la unidad de control para abrir y cerrar la electroválvula. (Bosch, 2014, p.6).

Figura 14

Fuente: Bosch, 2014

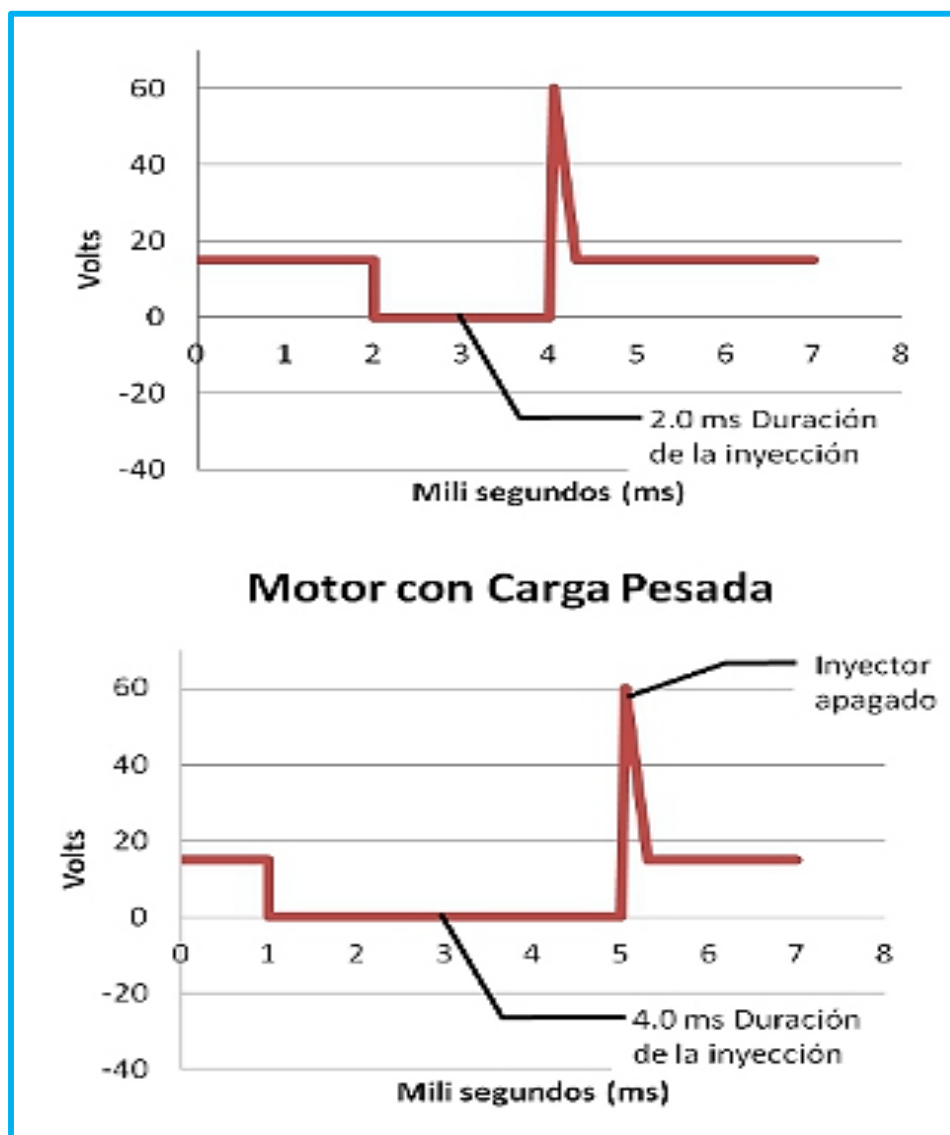


Circuito de control del inyector de gasolina

“Los tiempos de inyección varían de acuerdo al régimen de velocidad del motor, se debe tener en cuenta que éstos motores son de inyección indirecta, es decir la inyección lo realizan en el múltiple de admisión, antes de la válvula de admisión” (Bosch, 2014, p.7).

En la figura 15, se muestra las señales eléctricas que se registran con un osciloscopio automotriz, el cual determina el tiempo exacto de la inyección en dos momentos, tanto en el ralentí, como en máxima velocidad.

Figura 15

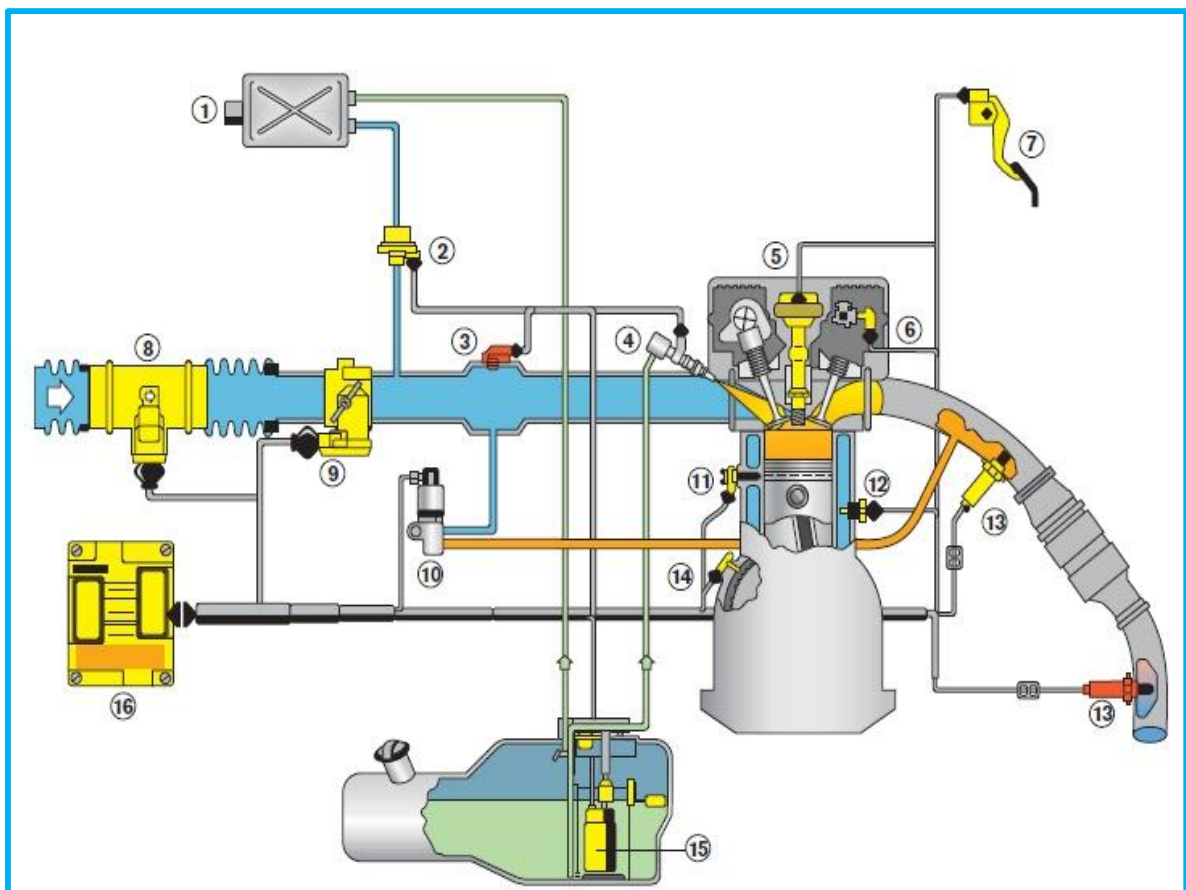


Fuente: Bosch, 2014

Tiempo de Inyección en un motor de gasolina

En la figura 16, se muestra los componentes del sistema de inyección electrónica, el cual combina el control del sistema de combustible y el sistema de encendido, es decir desde el recorrido de la batería automotriz hasta las bujías, y desde el tanque de combustible hasta el inyector, todos éstos accesorios cuentan con sensores que envían información mediante señales eléctricas hacia la unidad de control electrónica, para luego ésta procesar la información y enviar las señales hacia los actuadores. (Bosch, 2014, p.8)

Figura 16



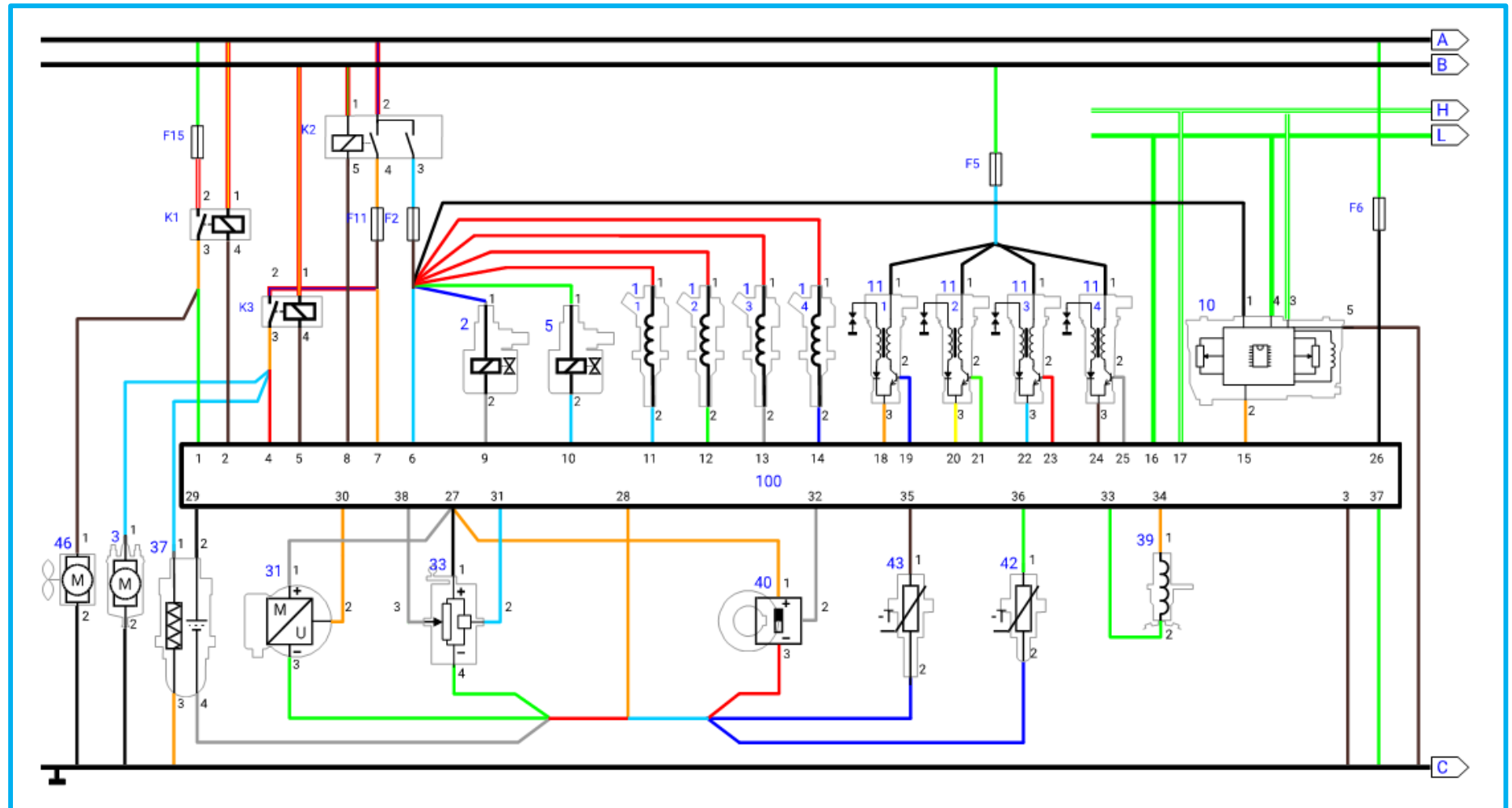
Fuente: Bosch, 2014

Sistema de Inyección Electrónica de un motor de gasolina

Los sensores del motor entregan información de los parámetros de funcionamiento, en función a ello, la unidad de control determina el tiempo en que éstos deben permanecer abiertos.

En la figura 17, se muestra un esquema eléctrico de los diferentes sensores y los inyectores de gasolina, en el cual la unidad de control electrónico determina en función a señales de los sensores.

Figura 17



Fuente: Bosch, 2014

Esquema eléctrico de sensores, unidad de control electrónico y actuadores del motor vehicular

1.3.2.1. Cantidad de combustible inyectado

(BOSCH, 2005, p.30) La masa necesaria de combustible que se pretende para la combustión en un cilindro del motor por el recorrido de trabajo, se calcula con la siguiente ecuación:

$$m_e = \frac{P * b_e * 33,33}{n * z} \text{ (mm/carrera)}$$

Dónde:

P: Potencia del motor en kW

b: Consumo específico de combustible del motor en g/kW-h

n: RPM del motor.

z: Cantidad de cilindros del motor

La masa de combustible inyectado depende de los siguientes parámetros:

- ❖ Dosificación de combustible a través de la sección de la tobera del inyector
- ❖ Tiempo de la inyección
- ❖ La modificación temporal de la diferencia entre la presión de inyección y la presión en la cámara de combustión
- ❖ La densidad del combustible

El volumen de combustible o el caudal de inyección Qh es en $mm^3/embolada$ o bien $mm^3/carrera$. Y se expresa:

$$Qh = \frac{P * b * 1000}{30 * n * z * \rho} \text{ (mm/carrera)}$$

Donde:

Qh: Volumen de inyección $mm^3/carrera$.

b: Consumo específico de combustible del motor en g/kW-h

n: RPM del motor

z: Cantidad de cilindros del motor

ρ : Densidad del combustible en g/cm^3

La energía del motor, asumiendo que la eficiencia es constante:

$(\eta \sim 1/b_e)$ es directamente proporcional a la cantidad de combustible inyectado

1.4. Formulación del problema:

¿En qué medida la evaluación del aire acondicionado en vehículos de 1300cc, utilizando R-134a y R-12, permite determinar el consumo de combustible?

1.5. Justificación del estudio:

Justificación técnica

Se justifica esta tesis técnicamente, porque es posible determinar el incremento del consumo de combustible, mediante la información de los parámetros de funcionamiento del motor, es decir con la variación de éstos parámetros, se puede calcular el incremento de caudal de gasolina que ingresa por el inyector hacia el motor.

Justificación científica

Científicamente se justifica esta tesis porque mediante un modelo numérico, es posible determinar el incremento del consumo de combustible cuando el vehículo funciona con el aire acondicionado activado; éste modelamiento numérico es posible debido a los modelos de linealidad y no linealidad de las variables.

Justificación económica

Es la principal justificación de la tesis, debido a que será posible determinar el incremento del costo del combustible al utilizar el aire acondicionado, éste incremento es variable, y estará en función a las necesidades de confort dentro de la unidad vehicular, estudios demuestran que los sistemas de aire acondicionado encarecen los costos operativos del funcionamiento del vehículo.

Justificación social

Socialmente, porque los conductores de las unidades vehiculares, en función a las mediciones que realiza el vehículo en tiempo real, se determina el incremento del consumo de combustible, lo cual es de conocimiento del conductor a cada instante, y tomará la decisión de usar o no el aire acondicionado en función a las circunstancias que ocurren en ese momento en el interior del vehículo.

Justificación Ambiental

Se justifica la tesis, debido a que los incrementos de consumo de combustible, tiene como consecuencia directa la mayor emisión de gases de la combustión; los porcentajes de cada gas de la combustión, estará en función a la cantidad total de emisiones.

1.6 Hipótesis:

La evaluación del aire acondicionado en vehículos de 1300cc, utilizando R-134a y R-12, determina el Consumo de Combustible.

1.7. Objetivos:

Objetivo general

Evaluar el sistema de aire acondicionado en vehículos de 1300cc utilizando R-134a y R-12 para determinar el consumo de combustible

Objetivos específicos

- Diagnosticar los consumos de combustible con el sistema de aire acondicionado desactivado y activado con refrigerantes R-134a y R-12, a través de mediciones en vehículos de 1300cc.
- Medir los tiempos de inyección de combustible en el motor a diferentes regímenes de velocidad con el aire acondicionado activado y desactivado con refrigerantes R-134a y R-12.
- Evaluar comparativamente los gases de la combustión cuando el vehículo funciona con el aire acondicionado desactivado y activado con R-134a y R-12.

II MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

a) Tipo de investigación

Aplicada, porque los conocimientos obtenidos con esta investigación tratan un problema práctico y descriptivo, y los datos obtenidos serán por observación directa.

b) Diseño

No experimental porque no se manipularán las variables.

2.2. Variables, Operacionalización.

Variable independiente

Sistema de aire acondicionado en vehículos de 1300cc utilizando R-134a y R-12.

Variable dependiente

Incremento del Consumo de Combustible

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Sistema de aire acondicionado en vehículos de 1300cc utilizando R-134a y R-12	<p>El Análisis comparativo, es un procedimiento que consiste en comparar las variables de funcionamiento de un determinado sistema cuando opera con dos condiciones específicas (Castañeda, 2014, p.2).</p>	<p>Las mediciones de las variables a comparar, se realizan con un protocolo previamente establecido, desactivando el sistema de aire acondicionado y activando el sistema usando como refrigerantes al R-134a y R-12, manteniendo constante las demás operaciones que realiza el vehículo. (Castañeda, 2014, p.3).</p>	<p>Velocidad de giro del Motor.</p> <p>Torque.</p> <p>Temperatura interior del vehículo.</p>	<p>Guía de observación</p>	<p>RPM</p> <p>N-m</p> <p>Grados centígrados.</p>
DEPENDIENTE Consumo de Combustible	<p>Es la cantidad de combustible que consume el motor, cuando funciona con el aire acondicionado activado en un determinado tiempo, éste incremento del consumo de combustible se ve reflejado en un incremento de los costos operativos, así como también mayores emisiones de gases de la combustión. (Autoría propia)</p>	<p>El incremento del consumo de combustible se mide con la cantidad de kilómetros recorridos, que es consecuencia del tiempo de inyección de cada uno de los inyectores, en función a los diferentes regímenes del motor y a las cargas mecánicas que accionan. (Autoría propia)</p>	<p>Kilómetros /Galón.</p> <p>Tiempo de inyección.</p> <p>Emisiones de gases de la combustión.</p>	<p>Guía de observación</p>	<p>Galones.</p> <p>Milisegundos.</p> <p>Porcentaje.</p>

2.3. Población y Muestra.

Población: Vehículos gasolineros de 1300cc de cilindrada de la ciudad de Chiclayo, comprendidos entre los años de fabricación del 2011 al 2014.

En Chiclayo la gente es 500000 personas, y por cada 10 personas hay un vehículo, es decir hay 50000 vehículos. De los cuales 3000 son taxis.

De esos 3000 los que tienen aire acondicionado son el 70% serian 2100, de los cuales un 15% son de cilindrada 1300cc que es igual 450.

Muestra: Se analizará en 4 Vehículos gasolineros de 1300 cc, de año de fabricación: 2011, 2012, 2013 y 2014.

Tamaño de muestra:

$$n = \frac{Z^2(N)(p)(q)}{Z^2(p)(q) + e^2(N - 1)}$$

N = Población (450)

p = Proporción máxima a favor de la muestra 10% (0.1)

q = Proporción máxima que afecta a la muestra 10% (0.1)

Z = Nivel de confianza de estudio 94% (1.88)

e = Margen de error de muestra (0.09)

Remplazando en mi fórmula para hallar el tamaño de mi muestra:

$$n = \frac{1.88^2(450)(0.1)(0.1)}{1.88^2(0.1)(0.1) + (0.09)^2(450 - 1)}$$

$$n = 4.3310$$

$$n = 4 \text{ vehiculos}$$

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica de recolección de datos.

Observación directa

Se ira al lugar para realizar las pruebas y observaciones.

Encuestas

Se les preguntara a los conductores con vehículos sus consumos de combustible cuando activan y desactivan el aire acondicionado.

Instrumentos de recolección de datos

Guías de observación

Se utilizarán para recopilar información de las mediciones de las variables en estudio.

Cuestionario de encuesta

Se utilizará para recopilar información sobre los consumos de combustible, para luego analizarla estadísticamente.

Validez y confiabilidad

Validez: la valides de los instrumentos será dada por la aprobación de uno a tres especialistas en el área.

Confiabilidad: Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

2.5. Métodos de análisis de datos

Método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar.

2.6. Aspectos éticos

La presente tesis se elaborará manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto entre de intereses.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de los consumos de combustible con el aire acondicionado, desactivado y activado con refrigerantes R-134a y R-12, a través de mediciones en vehículos de 1300cc.

Se ha recopilado información técnica en cuanto a los consumos de combustible desactivado y activado con refrigerantes R-134a y R-12, el aire acondicionado en un tiempo determinado, bajo condiciones de temperatura y humedad ambiente, de 04 vehículos de cilindrada 1300cc, dicha información ha seguido un protocolo de mediciones.

El protocolo de mediciones que se utilizó es el siguiente:

1. Consumir toda la gasolina, hasta que el medidor indique una medida de mínimo.
2. Adquirir el combustible gasolina de 90 octanos, por el valor de S/ 50.00, a un precio de 13.00 S/Galón, que equivale a 3.84 galones.
3. Medir la Temperatura del líquido refrigerante.
4. Verificar la cantidad de aceite del motor.
5. Medir la presión del combustible, utilizando un manómetro calibrado.
6. Medir el tiempo de inyección, para lo cual e utilizará un osciloscopio automotriz, calibrado.
7. Registrar en el odómetro la cantidad de Kilómetros recorridos de la unidad vehicular.
8. Dar inicio al funcionamiento, dentro de un trabajo normal en la ciudad de Chiclayo, sin activar el aire acondicionado, midiendo con un termómetro la temperatura ambiente y la humedad relativa.
9. Dar inicio al funcionamiento, dentro de un trabajo normal en la ciudad de Chiclayo, activando el aire acondicionado, midiendo con un termómetro la temperatura ambiente y la humedad relativa.

10. Cuando el combustible indique nuevamente un mínimo en el tanque, registrar la lectura en el odómetro.
11. Realizar 4 mediciones en cada uno de los 4 vehículos.

En la tabla 2, se muestran los resultados de las pruebas realizadas, en las condiciones de desactivación y activación (R-134a y R-12) del aire acondicionado.

Tabla 2

Pruebas de consumo de Gasolina desactivación y activación (R-134a y R-12) del aire acondicionado.

Condición	Vehículo de 1300cc	Temperatura del medio ambiente (°C)	Temperatura del Motor (°C)	Consumo de Combustible (Galones)	Costo Gasolina 90 Octanos (Nuevos Soles)	Recorrido (Km)					Consumo Específico	
						Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Promedio	S/. / Km	Km/galón
Desactivado el aire Acondicionado	Vehículo 1	23	98	3.84	50	151	147	159	161	154.5	0.33	40.23
	Vehículo 2	25	96	3.84	50	149	144	151	154	149.5	0.34	38.93
	Vehículo 3	23	100	3.84	50	152	150	147	154	150.8	0.33	39.26
	Vehículo 4	21	99	3.84	50	149	157	150	146	150.5	0.34	39.19
Activado el aire acondicionado con refrigerante R-134a	Vehículo 1	23	98	3.84	50	124	122	121	119	121.5	0.40	31.64
	Vehículo 2	25	96	3.84	50	122	127	120	118	121.8	0.41	31.71
	Vehículo 3	23	100	3.84	50	118	121	123	119	120.3	0.42	31.32
	Vehículo 4	21	99	3.84	50	116	119	124	121	120.0	0.43	31.25
Activado el aire acondicionado con refrigerante R-12	Vehículo 1	23	99	3.84	50	108	110	108	107	108.3	0.46	31.64
	Vehículo 2	25	97	3.84	50	106	109	111	105	107.8	0.47	31.71
	Vehículo 3	23	100	3.84	50	109	105	111	107	108.0	0.46	31.32
	Vehículo 4	21	99	3.84	50	111	112	113	112	112.0	0.45	31.25

Fuente: elaboración propia

3.1.1. Ventajas y desventajas del refrigerante R-134a sobre el refrigerante R-12

VENTAJAS:

- ✓ Es un refrigerante ecológico y no agota la capa de ozono a diferencia del R-12 que es contaminante.

REFRIGERANTE	Potencial de Degradación de Ozono (ODP)	Potencial de Efecto Invernadero(HGWP)	Duración del Efecto (años)
R-134a	0	2.8-3.4	120
R-12	0.92-1.0	2.5-3.0	15.1

- ✓ Toxicidad muy baja.
- ✓ Más pesado que el aire.
- ✓ No se disuelve en aceites minerales como el R-12, sino en aceites sintéticos como el PAG (polialcalenglicol) o ésteres.
- ✓ No es compatible con elastómeros ni plásticos. Hay que cambiar las juntas teóricas.
- ✓ Su permeabilidad es mayor que el R-12. Las tuberías flexibles deben añadir una protección de nylon (poliamida), para evitar su difusión a través de las capas de éstas.

DESVENTAJAS:

- ✓ Es muy higroscópico, o sea, gran capacidad para absorber la humedad del ambiente. Su recipiente debe cerrarse inmediatamente después de su uso. Lo contrario da lugar a fuertes corrosiones en los metales.
- ✓ El R-12 tiene un mayor porcentaje de rendimiento sobre el R-134a.

- ✓ R-12 hierve a -22 °F, mientras que R-134a hierve a -16°F, lo cual resulta ligeramente más energía en el R-134a que requiere para lograr el mismo la transferencia de calor.
- ✓ Las mezclas de aire y R-134a por encima de un 60% de aire y a presión por encima de la atmosférica pueden ser explosivas.
- ✓ El R-134a no se puede intercambiar así por sí, ni combinar en el mismo sistema con el R-12. Lo cual debe ser completamente eliminado a un depósito de recuperación, y los accesorios en el vehículo se debe convertir a los que sólo permiten tanques R-134a de alimentación a conectar.
- ✓ El R-134a tiene moléculas mucho más pequeñas que R-12, por lo que una pequeña fuga R-12 podría ser una fuga grande R134-a.

3.2. Medir los tiempos de inyección de combustible en el motor a diferentes regímenes de velocidad con el aire acondicionado desactivado y activado con refrigerantes R-134a y R-12.

3.2.1. Funcionamiento con aire acondicionado desactivado.

La determinación del flujo de energía mecánica en el motor de combustión interna, está dado por los torques y RPM, a las cuales funcionan los mecanismos que reciben energía mecánica del cigüeñal del motor.

El torque que se origina es variable y está dado por el consumo de combustible que se da en el motor; éste consumo está dado por el tiempo que el inyector permanece activado. La activación del inyector, se da por una corriente eléctrica, en modos de pulsos eléctricos, procedentes de una unidad de control electrónica, que es la que procesa información de los sensores de funcionamiento del motor, tales como temperatura, presión del combustible, presión de aire, volumen de aire, velocidad del motor, y otros.

El tiempo de inyección en un motor, se expresa en milisegundos, y es el tiempo en el cual el inyector recibe el pulso eléctrico, para dejar pasar combustible a una presión superior a la de la cámara de combustión.

El volumen inyectado en un tiempo dado, es el caudal de combustible que consume el motor (expresado en centímetros cúbicos por segundo) en un cilindro. El consumo total de combustible en el motor, será el volumen inyectado por el número total de cilindros a un determinado régimen de giro del cigüeñal.

Cuando el vehículo funciona con el aire acondicionado desactivado, existe una transmisión mecánica por medio de faja acanaladas, desde el cigüeñal hacia el compresor del refrigerante; sin embargo, el compresor al no tener refrigerante que comprimir, simplemente gira la polea del compresor. La desactivación del aire acondicionado significa que internamente en el

compresor no existe un acoplamiento de sus mecanismos, que se hacen por medio de efectos magnéticos.

Se realizó las pruebas de la medición del tiempo de inyección teniendo desactivado el aire acondicionado, previamente se estableció un protocolo de pruebas el cual consistió en:

1. Identificar los terminales positivos y negativos de cada uno de los inyectores.
2. Medir la resistencia de la bobina del inyector.
3. Instalar el osciloscopio automotriz, el conector positivo del osciloscopio al terminal negativo de la bobina del inyector, y el conector negativo del osciloscopio a masa del motor.
4. Dar arranque al vehículo.
5. Configurar al osciloscopio, para la determinación del tiempo de inyección.
6. Medir el tiempo de inyección a velocidad ralentí, se establece a 800 RPM.
7. Medir el tiempo de inyección a velocidad media, se establece a 1800 RPM.
8. Medir el tiempo de inyección a velocidad máxima, se establece a 3200 RPM.
9. Apagar el vehículo.

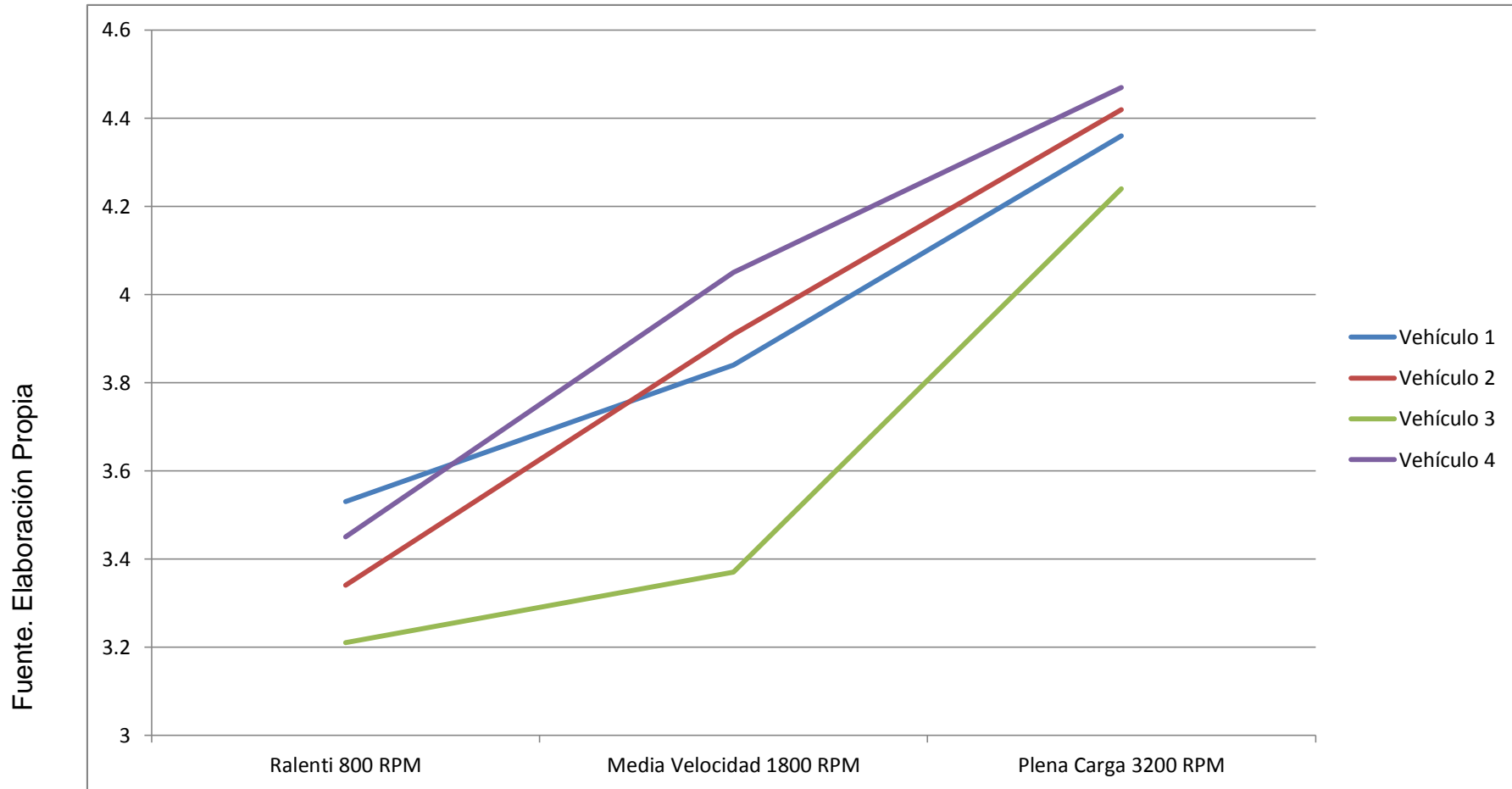
Tabla 3

Prueba del tiempo de inyección sin activación de aire acondicionado

VEHÍCULO DE 1300CC	Medición Tiempo de Inyección (Milisegundos)		
	Ralentí 800 RPM	Media Velocidad 1800 RPM	Plena Carga 3200 RPM
Vehículo 1	3.53	3.84	4.36
Vehículo 2	3.34	3.91	4.42
Vehículo 3	3.21	3.37	4.24
Vehículo 4	3.45	4.05	4.47

Fuente: elaboración

Figura 18



Variación del tiempo de inyección (milisegundos) a diferentes regímenes de velocidad de los 4 vehículos de prueba, sin activación del aire acondicionado.

En la figura 18 se observa que el incremento del tiempo de inyección entre la velocidad media y de ralentí es de 8.7% en promedio, sin embargo, el incremento del tiempo de inyección entre la velocidad máxima y la velocidad media es del 13%.

Los incrementos de tiempos para los vehículos 1, 2 y 4 siguen en la misma proporción, observando un mayor incremento para el vehículo 3.

3.2.2. Funcionamiento con aire acondicionado activado, utilizando R-134a como refrigerante.

Cuando el conductor activa el aire acondicionado está accionado el sistema, el cual consiste en una serie de elementos que realizan el ciclo de compresión de vapor; éste ciclo está compuesto por 4 elementos que son el compresor, el evaporador, la válvula de expansión y el condensador.

El motor del vehículo entrega energía mecánica al compresor por medio de un mecanismo de transmisión por faja, la cual entrega tanto Torque y RPM a la polea del compresor del sistema de aire acondicionado.

Se realizaron las pruebas siguiendo el mismo protocolo descrito en el ítem 3.2.1, solamente que la medición del tiempo de inyección se realizó con el aire acondicionado activado, usando como refrigerante en el sistema el R-134a.

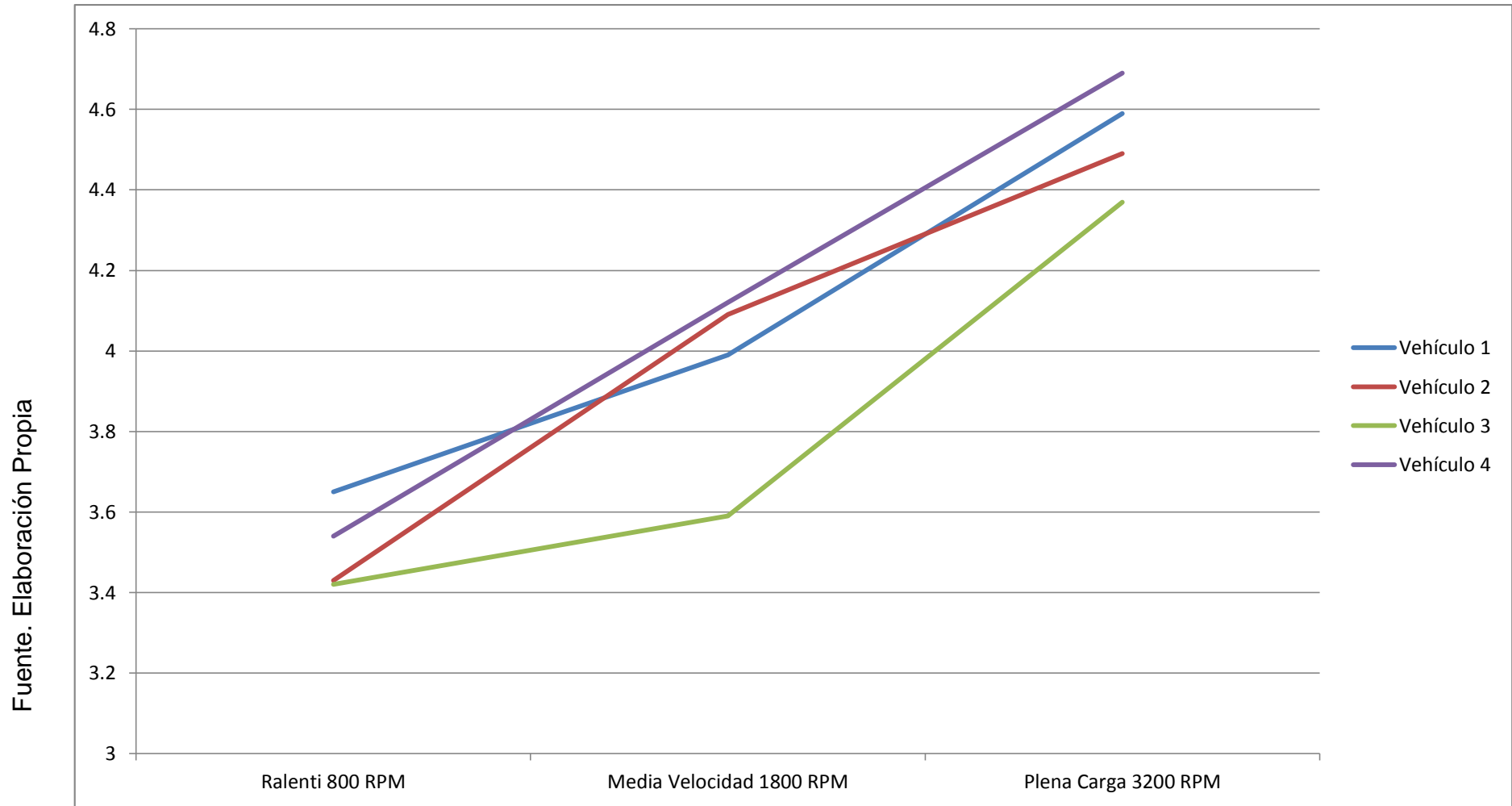
Tabla 4

Pruebas del tiempo de inyección activando el aire acondicionado con R-134a.

VEHÍCULO DE 1300CC	Medición Tiempo de Inyección (Milisegundos)		
	Ralentí 800 RPM	Media Velocidad 1800 RPM	Plena Carga 3200 RPM
Vehículo 1	3.65	3.99	4.59
Vehículo 2	3.43	4.09	4.49
Vehículo 3	3.42	3.59	4.37
Vehículo 4	3.54	4.12	4.69

Fuente: elaboración propia

Figura 19



Variación del tiempo de inyección (milisegundos) a diferentes regímenes de velocidad de los 4 vehículos de prueba, con activación del aire acondicionado con R-134a.

En la figura 19 se observa que el incremento del tiempo de inyección entre la velocidad media y de ralentí es de 9% en promedio, sin embargo, el incremento del tiempo de inyección entre la velocidad máxima y la velocidad media es del 15%.

Los incrementos de tiempos para los vehículos 1, 2 y 4 siguen en la misma proporción, observando un mayor incremento para el vehículo 3.

3.2.3. Funcionamiento con aire acondicionado activado, utilizando R-12 como refrigerante.

Análogamente al protocolo de pruebas del ítem 3.2.2., con la diferencia que ésta vez se utilizó el refrigerante R-12, en el sistema de aire acondicionado.

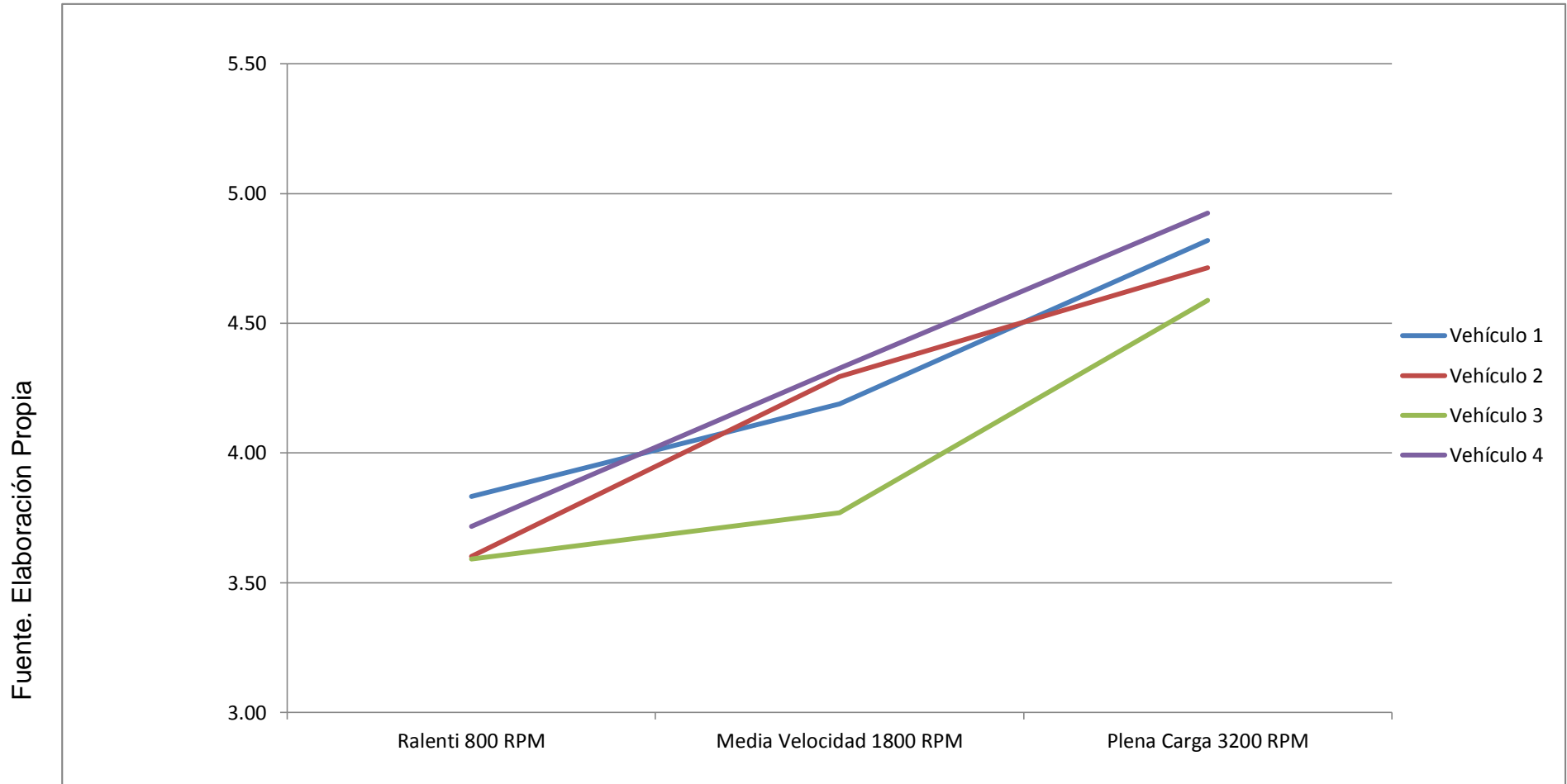
Tabla 5

Pruebas del tiempo de inyección activando el aire acondicionado con R-12.

Condición	Vehículo de 1300cc	Medición Tiempo de Inyección (Milisegundos)		
		Ralentí 800 RPM	Media Velocidad 1800 RPM	Plena Carga 3200 RPM
Activado el aire acondicionado con refrigerante R-12	Vehículo 1	3.83	4.19	4.82
	Vehículo 2	3.60	4.29	4.71
	Vehículo 3	3.59	3.77	4.59
	Vehículo 4	3.72	4.33	4.92

Fuente: Elaboración Propia

Figura 20



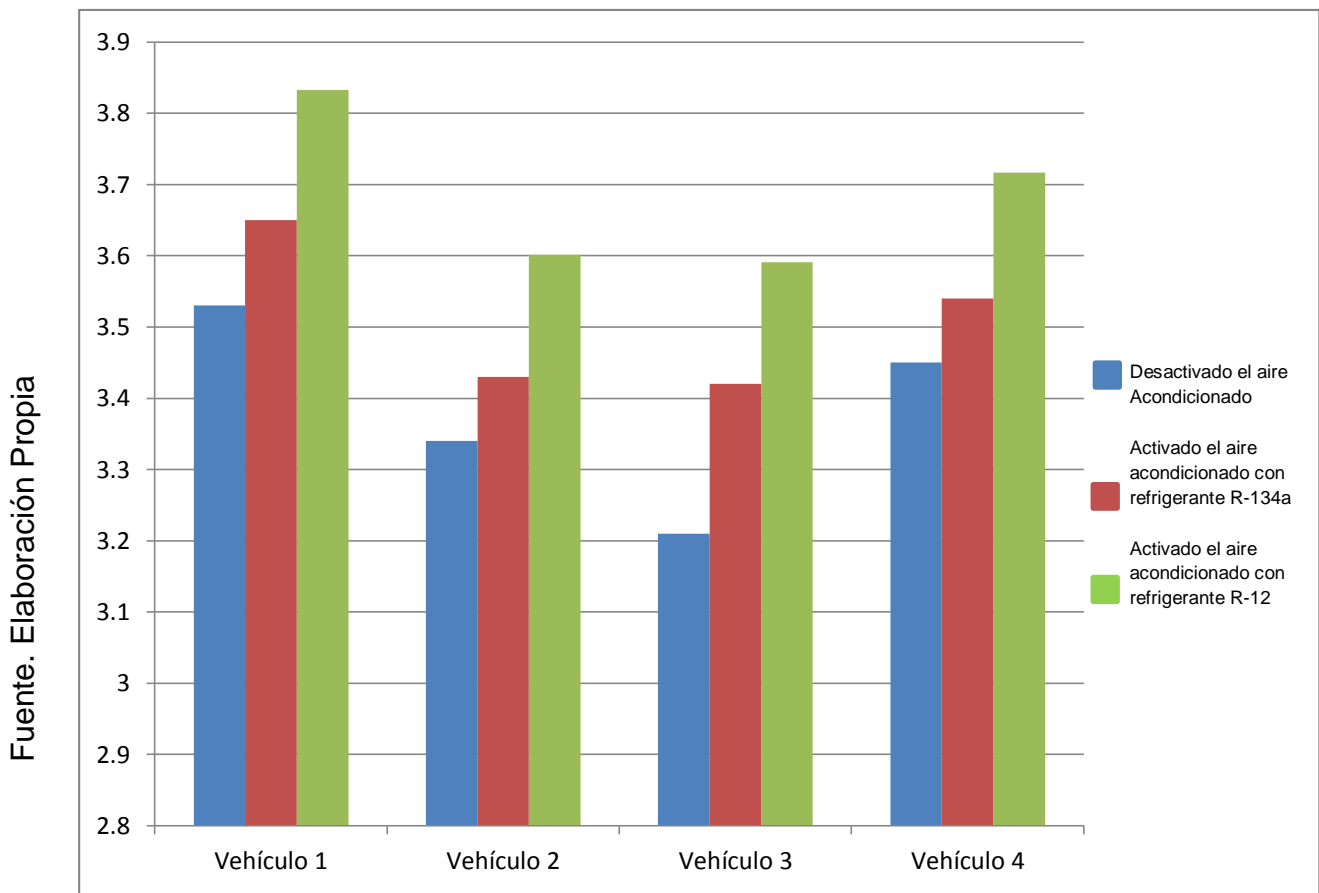
Variación del tiempo de inyección (milisegundos) a diferentes regímenes de velocidad de los 4 vehículos de prueba, con activación del aire acondicionado con R-12.

En la figura 20 se observa que el incremento del tiempo de inyección entre la velocidad media y de ralentí es de 9.3% en promedio, sin embargo, el incremento del tiempo de inyección entre la velocidad máxima y la velocidad media es del 15.03%.

Los incrementos de tiempos para los vehículos 1, 2 y 4 siguen en la misma proporción, observando un mayor incremento para el vehículo 3.

En la figura 21, se observa la comparación de los tiempos de inyección en cada uno de los 4 vehículos cuando no está activado el aire acondicionado, cuando se activa el aire acondicionado con R-134a, y cuando se activa el aire acondicionado R-12.

Figura 21



Comparación de los tiempos de inyección en cada uno de los 4 vehículos cuando no está activado el aire acondicionado, cuando se activa el aire acondicionado con R-134a, y cuando se activa el aire acondicionado con R-12.

De la figura 21, se puede analizar que existe un incremento del tiempo de inyección cuando el vehículo activa el aire acondicionado con el refrigerante R-12, en todas las pruebas realizadas, las proporciones de incrementos con respecto al refrigerante R-134a, oscila entre el 12 al 15%; los consumos de combustible en galones por kilómetro estarán en la misma proporción del incremento del tiempo de inyección.

3.2.4. Análisis de las variables de funcionamiento del motor.

El motor de combustión interna que utiliza gasolina para su funcionamiento, tiene dos variables que determinan la potencia mecánica del motor, que son el torque mecánico y el número de RPM, y se expresa mediante la ecuación:

$$P = T * w$$

Donde:

P: Potencia en Watt.

T: Torque en N-m.

w: Velocidad angular, en rad/s

Los datos técnicos del vehículo de prueba para potencia máxima y torque máximo, son:

Figura 22

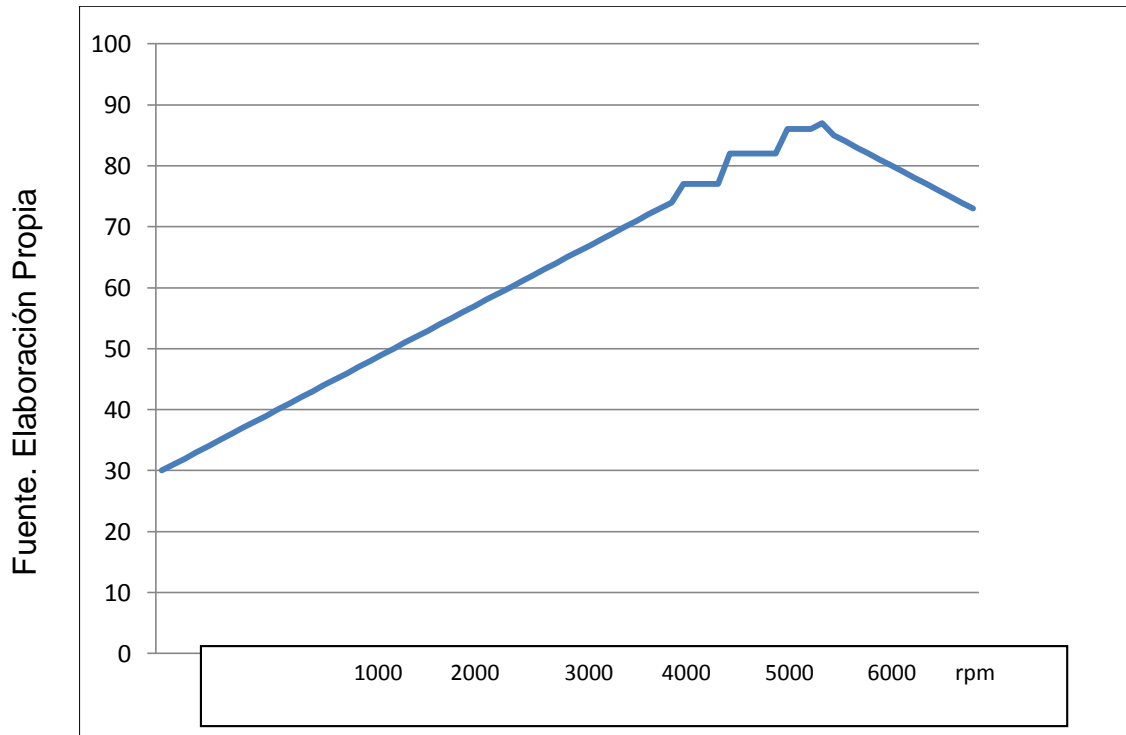
Fuente. Elaboración Propia	Motor Yaris XLi 1.3 M/T	
	Potencia (HP) /Torque (kg-m)	87/6000
	Torque (kg-m) / Rpm	12.2 / 4200
	Cilindrada (cc)	1298
	N° Cilindros	4

Ficha Técnica de Vehículo de pruebas

Los datos técnicos del motor son para plena carga, es decir que el motor del vehículo de pruebas, entregará la máxima potencia de 87 HP a 6000 RPM, y entregará 12.2 kg-m a 4200 RPM.

Por lo tanto, a diferentes regímenes del motor, existirá un valor de potencia, de acuerdo a la curva característica del motor.

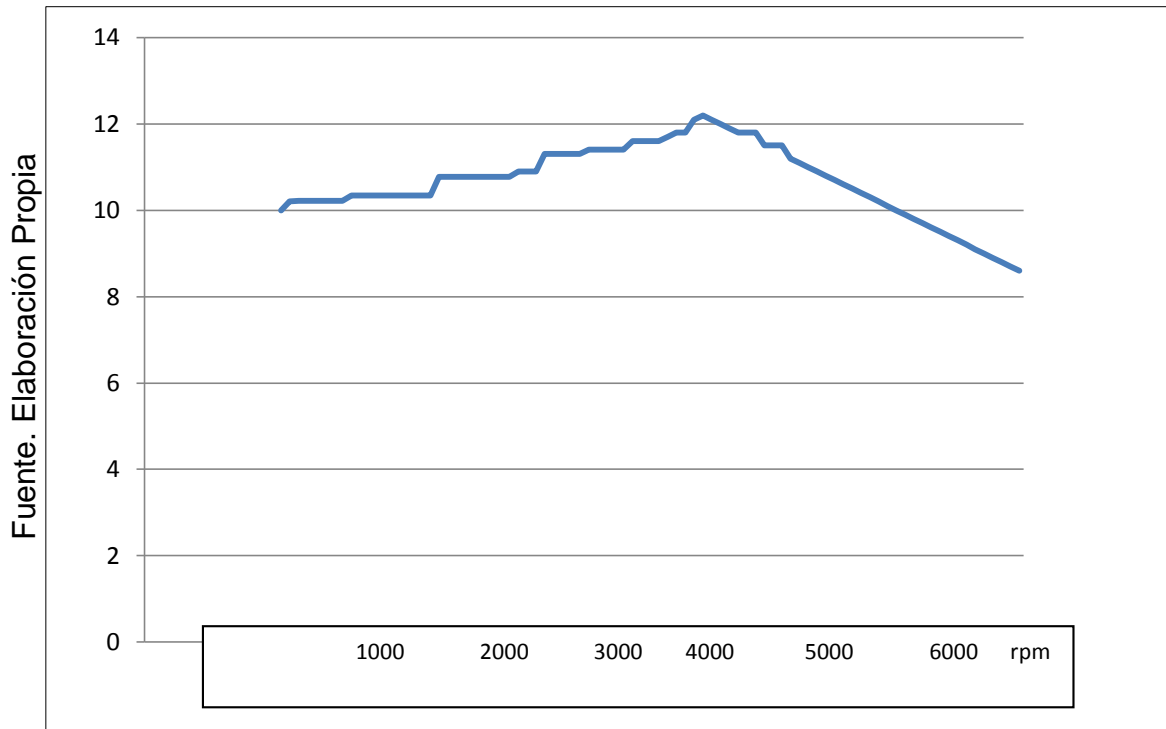
Figura 23



Curva característica del motor de vehículo de prueba Potencia (HP) – rpm

A medida que se incrementa la velocidad del motor se incrementa la potencia hasta alcanzar el valor de 6000 RPM, hasta los 87 HP

Figura 24



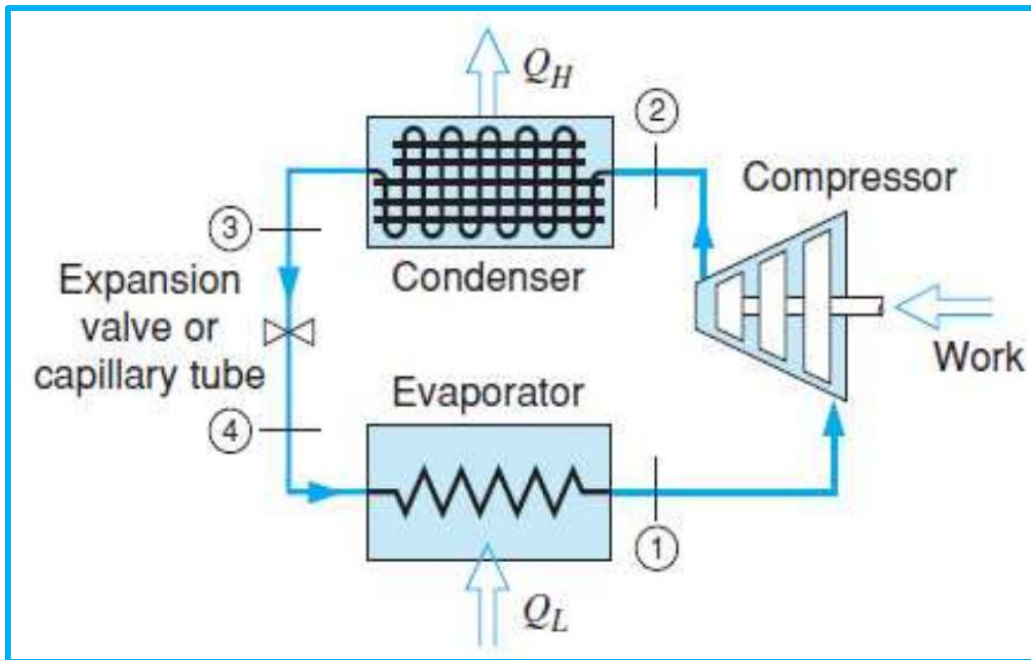
Curva característica del motor de vehículo de prueba Torque (kg-m) – rpm

Cuando se activa el aire acondicionado del vehículo, significa que el motor entregará energía mecánica al compresor, que es un elemento del sistema de refrigeración por compresión de vapor.

El compresor del sistema de refrigeración, es el encargado de elevar la presión del líquido refrigerante, en fase vapor, es decir eleva la presión en el sistema de baja a alta presión, con el consecuente incremento de la temperatura.

El compresor es de tipo pistón con movimiento alternativo, en el cual el proceso termodinámico que sigue es el que se muestra en la figura:

Figura 25



Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

El compresor recibe energía mecánica del cigüeñal, ésta energía lo utiliza para comprimir el líquido refrigerante desde la presión atmosférica hasta la presión de compresión.

Figura 26

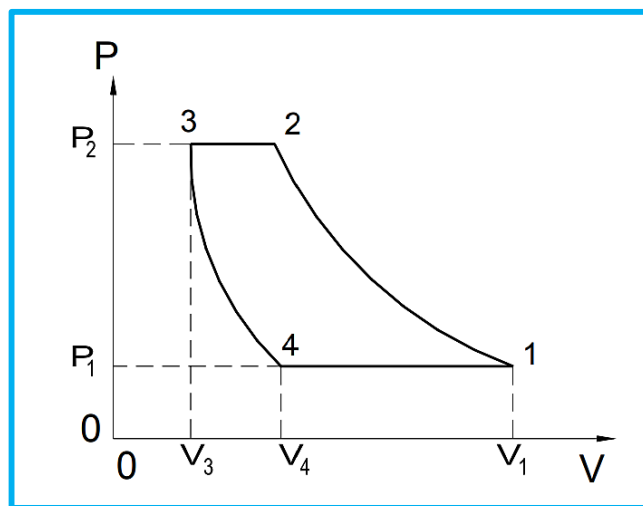


Compresor del sistema de aire acondicionado

La presión en la salida del líquido refrigerante es de 45 PSI, es decir la relación de compresión del compresor es de $45/14,7 = 3.06$

En la figura 27, se muestra los ciclos termodinámicos dentro del compresor del vapor, donde 1-2 y 3-4 son procesos termodinámicos, en el sentido de que en ellos evoluciona una masa fija de gas. En cambio 2-3 y 4-1 son partes del ciclo en que varía la masa encerrada. Los puntos del segmento 2-3 no representan el estado del gas pues éste, si bien evacúa a presión p_2 , lo hace con un volumen específico v_2 .

Figura 27



Ciclos termodinámicos en el compresor de vapor

Figura 28

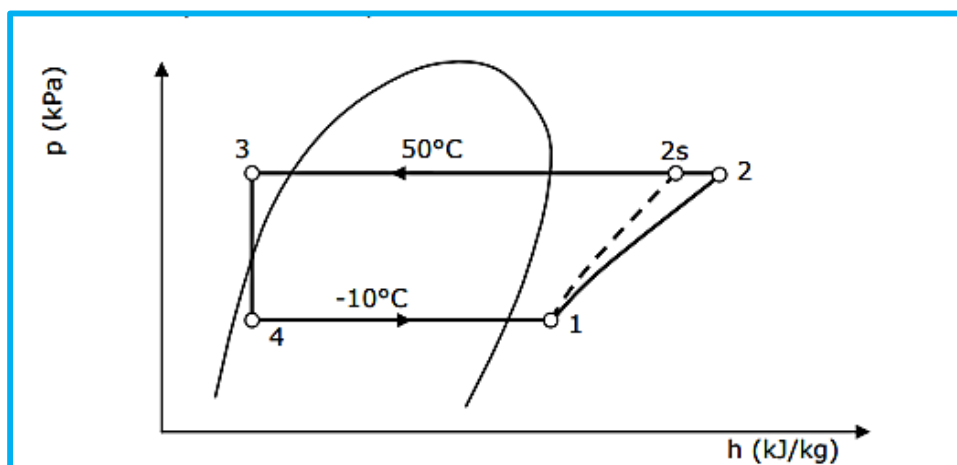


Diagrama P-h (R-134a) del problema con subenfriamiento y recalentamiento

Para el caso del sistema automotriz: Los valores de las entalpías de los puntos que pueden obtenerse son: $h_1 = 400.049 \text{ kJ/kg}$ $h_{2s} = 441.196 \text{ kJ/kg}$ $h_3 = h_4 = 263.712 \text{ kJ/kg}$, la energía que requiere el compresor está dado por la diferencia entre $h_{2s} - h_1 = 1.196 \text{ kJ/kg}$, que es el trabajo que requiere el compresor.

La eficiencia mecánica es de 0.85, por lo cual la energía mecánica que requiere el compresor es de:

$$Em = \frac{1.196 \text{ kJ/kg}}{0.85}$$

$$Em = 1.4 \text{ kJ/kg}$$

Para determinar la potencia mecánica, se debe dividir entre el flujo másico del refrigerante que es de 0.3 kg/s .

Entonces la potencia mecánica será:

$$Pm = \frac{Em}{Q}$$

Donde.

Pm : Potencia Mecánica en kW.

Em : Energía Mecánica en kJ/kg.

Q : Flujo másico Kg/s

$$Pm = \frac{1.14 \text{ kJ/kg}}{0.3 \text{ kg/s}}$$

$$Pm = 4.66 \text{ kW}$$

Reemplazando valores se obtiene una potencia mecánica de 4.66 kW , o su equivalente a 6.25 HP .

El compresor es accionado por el compresor por medio de una faja, que tiene una relación de transmisión de 2 a 1.5, es decir que la velocidad del compresor cuando el motor gira a una velocidad crucero de 2800 rpm, será de 2015rpm.

El torque mecánico que requiere el compresor a éstas condiciones es:

$$T = \frac{60Pm}{2 * \pi * RPM}$$

Donde:

T: Torque mecánico, en N-m.

Pm: Potencia mecánica en Watt.

Reemplazando valores se tiene:

$$T = \frac{60 * 4660}{2 * \pi * 2015}$$

$$T = 22.08 \text{ N} - \text{m}$$

El compresor cuando gira a velocidad crucero el motor, requiere 22.08 N-m de torque, equivalente a 2.25 kg-m.

El motor girando a velocidad de 4200 RPM, entrega el torque máximo de 12,2 kg. De la curva característica del motor del vehículo de prueba, cuando gira a 2800 RPM, el torque es de 11.6 kg-m.

Por lo tanto, cuando funciona el aire acondicionado para lograr mantener el torque mecánico del cigüeñal del motor, éste reduce el número de rpm, y si se requiere mantener los rpm del motor, entonces se produce el incremento del consumo de combustible.

El motor para generar 2.25 kg-m, de torque adicional para accionar el compresor, consumirá combustible, equivalente a $2.25/11.6 = 0.19$, es decir 19% más consumo de combustible, y eso se puede corroborar, en las mediciones efectuadas, en donde en un vehículo de prueba que consume 40.23 km/galón cuando no se acciona el aire y consume 31.64 km/galón cuando se acciona el aire acondicionado con refrigerante R-134a, que la proporción es $40.23 / 31.64$, que representa el 27% más de consumo de combustible.

La diferencia de 27% de incremento de combustible obtenido en las mediciones y de 19% de incremento de combustible obtenido en los cálculos con las variables de funcionamiento del motor, son debido a que el motor de pruebas debe funcionar a los valores nominales de funcionamiento, y no tener cierto desgaste en sus componentes.

3.2.5. Consumo de Combustible sin aire acondicionado

Para la determinación de la cantidad de combustible que consume un motor a las condiciones normales de operación, es decir que no presente desgastes en los componentes móviles y fijos del cilindro del motor, es necesario calcular el caudal de inyección.

$$m = \frac{P*b*33,33}{n.Z} \text{ (mg/carrera)}$$

Dónde:

P: Potencia del motor en kW. (87 HP = 64.90kW)

b: Consumo específico de combustible del motor en g/kW-h

n: RPM del motor.

z: Cantidad de cilindros del motor

El volumen de combustible o el caudal de inyección Qh en $mm^3/carrera$ o bien $mm^3/carrera$, y se expresa:

$$Qh = \frac{P * b * 1000}{30 * n * z * \rho}$$

Qh : Volumen de inyección $mm^3/carrera$.

b : Consumo específico de combustible del motor en 28 g/kW-h

n : RPM del motor: 2800

z : Cantidad de cilindros del motor: 4

ρ : Densidad del combustible en g/cm^3 : $0.85 g/cm^3$

$$Qh = \frac{64.90 * 28 * 1000}{30 * 2800 * 4 * 0.85}$$

$$Qh = 6.36mm^3/carrera$$

Reemplazando valores, el volumen de inyección será de $6.36mm^3/carrera$, en cada inyector de gasolina

3.2.6. Consumo de Combustible con aire acondicionado

$$m = \frac{P*b*33,33}{n.Z} (mg/carrera)$$

Dónde:

P: Potencia del motor en kW. (93.25 HP = 69.60 kW)

b: Consumo específico de combustible del motor en g/kW-h

n: RPM del motor.

z: Cantidad de cilindros del motor

El volumen de combustible o el caudal de inyección Qh en $mm^3/carrera$ o bien $mm^3/carrera$, y se expresa:

$$Qh = \frac{P * b * 1000}{30 * n * z * \rho}$$

Qh : Volumen de inyección $mm^3/carrera$.

b: Consumo específico de combustible del motor en 28 g/kW-h

n: RPM del motor: 2800

z: Cantidad de cilindros del motor: 4

ρ : Densidad del combustible en g/cm^3 : $0.85 g/cm^3$

$$Qh = \frac{69.60 * 28 * 1000}{30 * 2800 * 4 * 0.85}$$

$$Qh = 6.85mm^3/carrera$$

Reemplazando valores, el volumen de inyección será de $6.85mm^3/carrera$, en cada inyector de gasolina

3.3. Evaluar comparativamente los gases de la combustión cuando el vehículo funciona con el aire acondicionado desactivado y activado con R-134a y R-12.

De acuerdo al Decreto Supremo, dado por el Ministerio de Transportes D.S 047-2001 MTC, se fijan los valores máximos permisibles de emisiones de gases de escape, en donde la cantidad mínima permisible de dióxido de carbono más el monóxido de carbono es de 12%, la cantidad mínima de monóxido de carbono es de 0.5% y la cantidad mínima de hidrocarburos no quemados es de 100 partes por millón.

Así mismo, en el mismo Decreto Supremo DS 047-2001 MTC, se tiene un protocolo de pruebas para el análisis de gases de los motores gasolineros, el cuál estipula que deben hacerse dos pruebas, tanto a velocidad de ralentí, como a máxima velocidad.

Dentro de lo estipulado en el DS 047-2001 MTC, la temperatura del motor debe ser la temperatura normal de funcionamiento, así mismo solo se han desarrollado las pruebas con el motor a velocidad máxima, es decir a 3200 rpm.

Siguiendo, el mismo procedimiento que estipula el MTC, se realizó las pruebas, en un Centro de Inspección Técnica Vehicular, obteniendo los siguientes valores, que se muestra en la tabla 6.

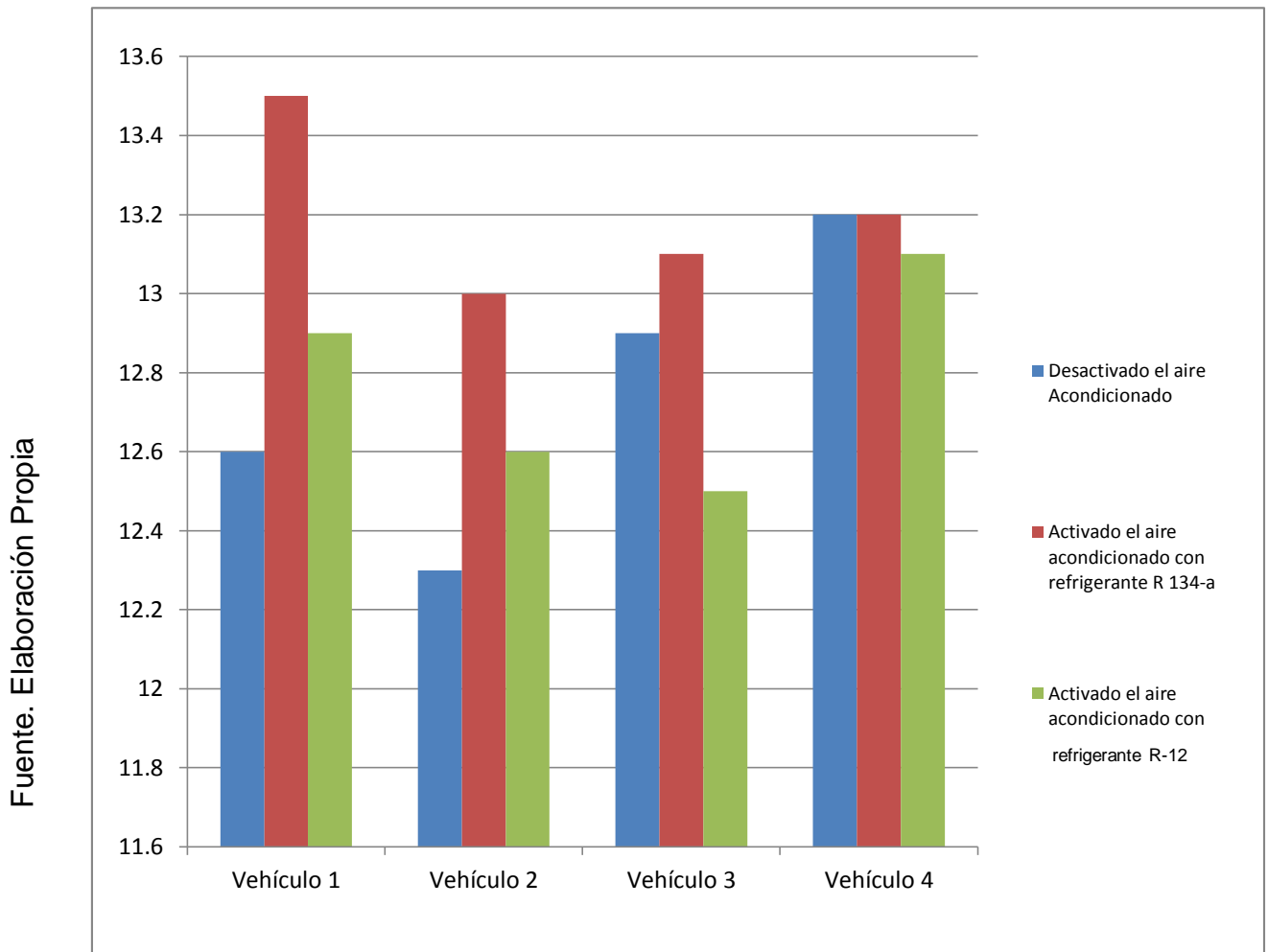
Tabla 6

Resultado de Análisis de Gases de Escape a 4 vehículos, sin desactivar el aire acondicionado y activado el aire acondicionado con R-134a y R-12.

Condición	Vehículo de 1300cc	Medición Emisión de Gases de la Combustión a Plena Carga		
		C02 + C0 (%)	HC (ppm)	CO (%)
Desactivado el aire Acondicionado	Vehículo 1	12.6	78	0.12
	Vehículo 2	12.3	89	0.09
	Vehículo 3	12.9	48	0.18
	Vehículo 4	13.2	56	0.23
Activado el aire acondicionado con refrigerante R-134a	Vehículo 1	13.5	67	0.23
	Vehículo 2	13	78	0.24
	Vehículo 3	13.1	63	0.19
	Vehículo 4	13.2	71	0.21
Activado el aire acondicionado con refrigerante R-12	Vehículo 1	12.90	71.00	0.26
	Vehículo 2	12.60	81.00	0.24
	Vehículo 3	12.50	74.00	0.31
	Vehículo 4	13.10	70.00	0.21

Fuente: Elaboración Propia

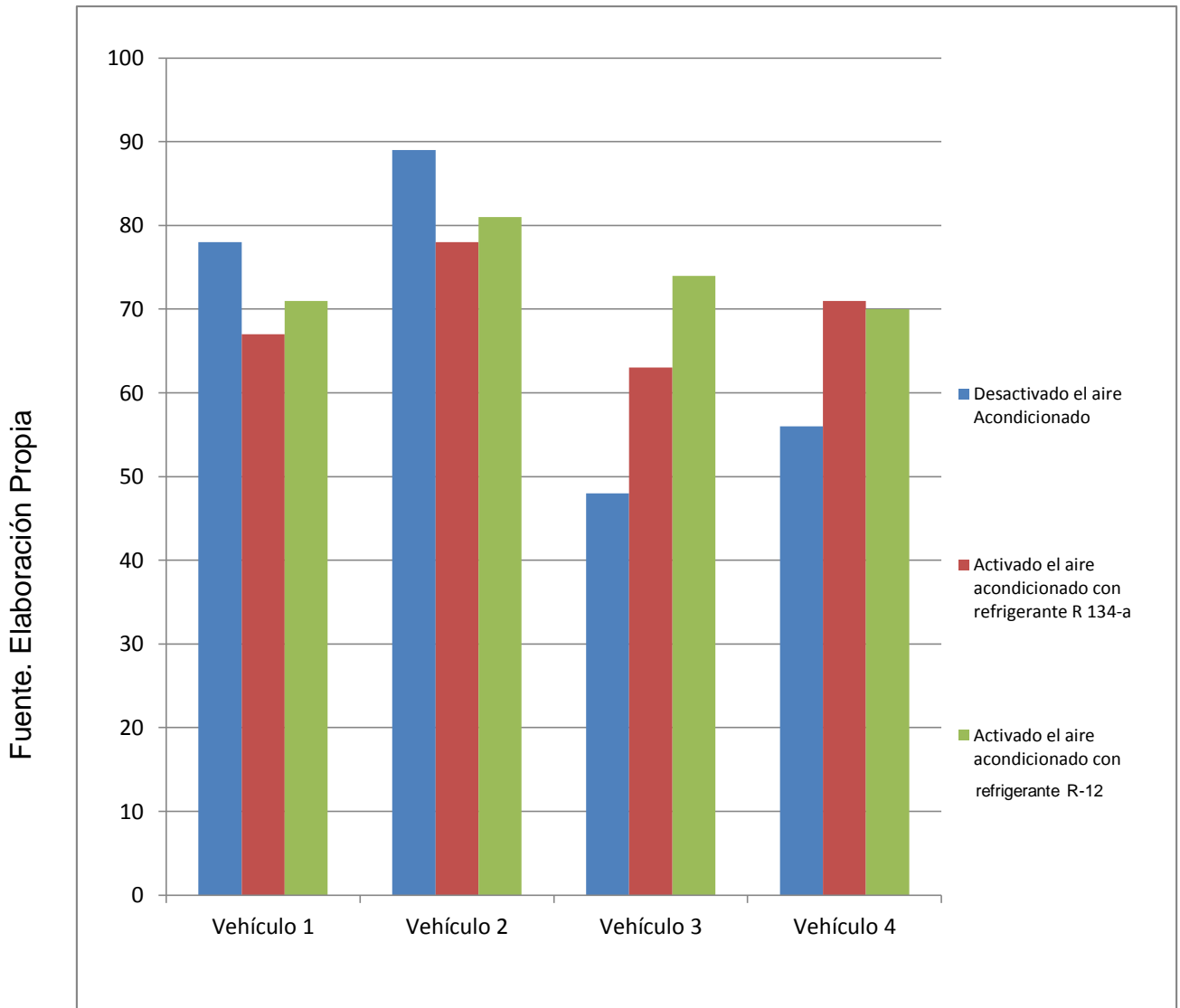
Figura 29



Variación del CO₂+CO (en%), en 4 vehículos sin desactivar el aire acondicionado y activado el aire acondicionado con R-134a, y R-12.

En la figura 29, se puede analizar que sólo existen diferencias menores al 1% en cuanto al porcentaje de emisiones de CO₂+CO, sin embargo, todas están por encima del 12% que estipula el Decreto Supremos, es decir en todas las condiciones la combustión en el motor; en el caso del uso del refrigerante R-134a, se observa un mayor valor.

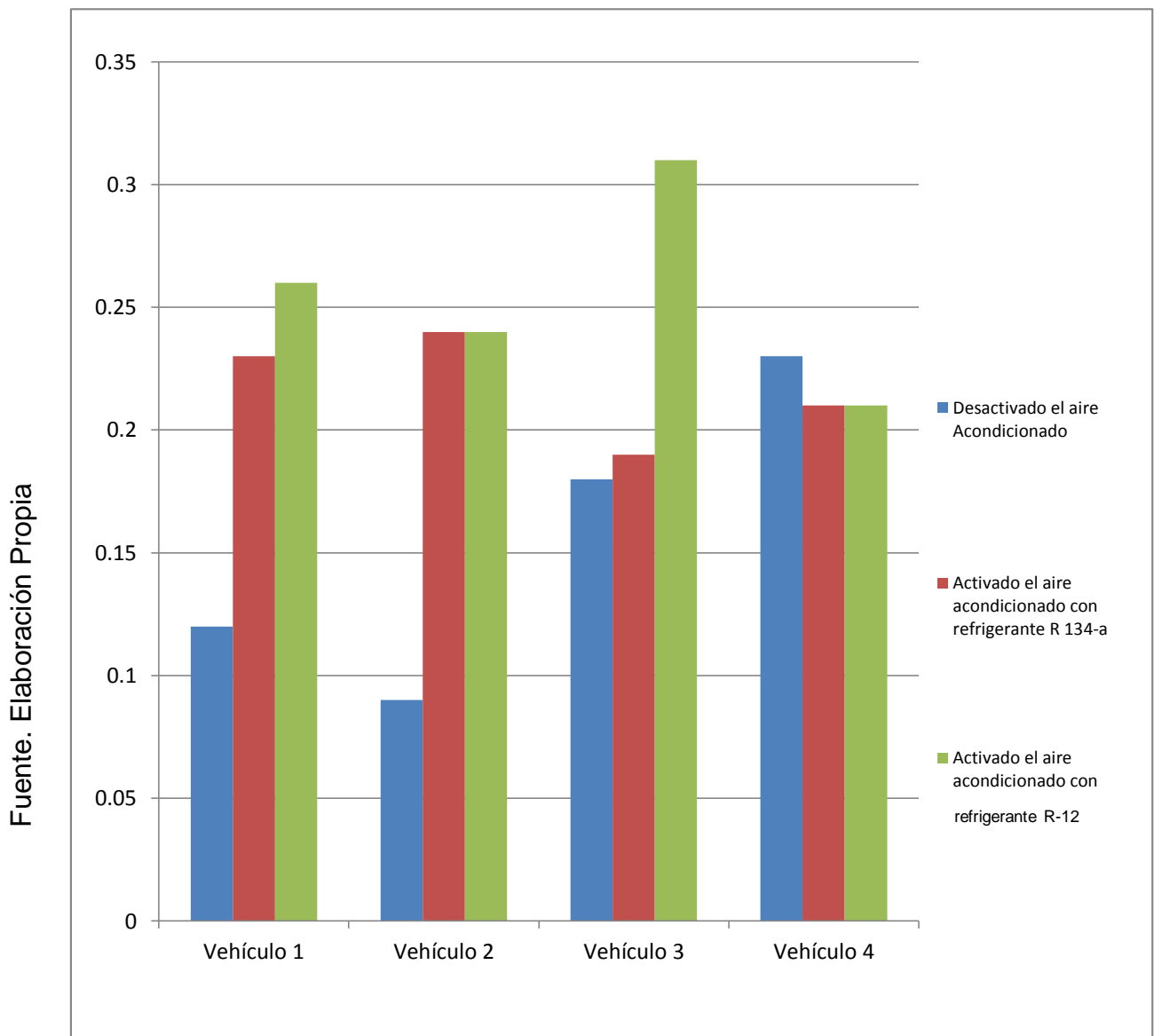
Figura 30



Variación del HC (ppm), en 4 vehículos sin desactivar el aire acondicionado y activado el aire acondicionado con R-134a y R-12.

En la figura 30, se puede analizar que sólo existen diferencias entre 20 a 30 partes por millón en cuanto a los niveles de emisión de hidrocarburos no quemados HC, sin embargo, todas están por debajo de 100 ppm que estipula el Decreto Supremos, es decir en todas las condiciones la combustión en el motor.

Figura 31



Variación del CO (%), en 4 vehículos sin desactivar el aire acondicionado y activado el aire acondicionado con R-134a, y R-12.

En la figura 31, se puede analizar que cuando se utiliza el refrigerante R-12, existe una mayor emisión de monóxido de carbono, en el caso del vehículo 3 de prueba, tiene un valor de 0,31%, sin embargo, están por debajo del valor de 0,5% que estipula el Decreto Supremos 047-2001 MTC; por lo cual el uso del refrigerante R-12, es el que tiene mayor incidencia de emisiones de gases de la combustión de los motores gasolineros analizados.

IV.DISCUSIÓN

Con respecto al trabajo realizado por Mata (2014), se determinó que los refrigerantes que tienen mejor capacidad de generar temperaturas más bajas, son aquellos que son los más contaminantes hacia el medio ambiente, de acuerdo a la legislación existente; así mismo el avance en las tecnologías automotrices, cada vez la electrónica y a la automatización hacen que las unidades vehiculares tengan menor consumo de energía para el accionamiento de sus mecanismos.

En la Tesis denominada “Estudio y análisis del sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius modelo a”, de la Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador, realizada por Vega, en el año 2015, establece que los consumo de combustible se incrementan en alrededor de 10% con respecto a no usar aire acondicionado, éste valor es relativamente bajo debido a que tiene un sistema de almacenamiento de energía eléctrica en las baterías de litio, sin embargo en los vehículos convencionales, la energía que se produce en el motor, se consume en ese instante, no habiendo reserva de energía almacenada, es por ello que los consumos de energía se incrementan en valores superiores al 20%, porque la energía mecánica del motor acciona directamente al compresor del aire acondicionado.

En todos los estudios que se han realizado en cuanto a consumos de combustible, éstos se incrementan con el uso del aire acondicionado, sin embargo en la presente tesis se logró establecer que el consumo de combustible si está en función al líquido refrigerante que utiliza, básicamente por el torque que requiere el compresor para realizar el incremento de presión del refrigerante, por lo tanto para el refrigerante R-134a, requiere de menor torque con respecto al torque que requiere el compresor cuando utiliza R-12, en el sistema.

Así mismo se ha logrado establecer una relación directa en los niveles de emanación de los gases de la combustión, específicamente con los hidrocarburos no quemados, que tienen valores superiores cuando utilizan el aire acondicionado, y esto se da por que al haber mayor torque que requiere el motor de gasolina, la velocidad del motor disminuye ligeramente, por lo tanto los tiempos para la combustión disminuyen, es por eso que el tiempo para la combustión disminuye, por lo cual todo el combustible no se quema totalmente, apareciendo combustible son quemar en los gases de escape del motor.

V. CONCLUSIONES

Se realizó el diagnóstico del funcionamiento de los 4 vehículos de prueba, en el cual se pudo establecer que en todos ellos existe un incremento de consumo de combustible al utilizar los dos líquidos refrigerantes del sistema de aire acondicionado, con mayor consumo cuando se utiliza R-12.

En cuanto a los tiempos de inyección, se obtuvieron mediciones en los cuales cuando el motor funciona con aire acondicionado teniendo a R-134a, como refrigerante, el tiempo de inyección se incrementa en un 6%, y cuando utiliza el R-12, el tiempo de inyección se incrementa en promedio en un 7%; concluyendo que a mayor tiempo de inyección, se tiene mayor ingreso de combustible hacia el cilindro del motor; así mismo éste análisis se comprobó con el cálculo del incremento de torque mecánico cuando utiliza el compresor del sistema de aire acondicionado, en donde se estableció que se requiere un consumo de 27% mayor de combustible.

Se realizó las pruebas y la evaluación de éstas, en cuanto a los gases de la combustión, en el cual se obtuvieron resultados que muestran que la cantidad de CO, HC se incrementan cuando se utiliza el aire acondicionado con los dos líquidos refrigerantes.

VI. RECOMENDACIONES

Los trabajos de consumos de combustible, no solo deben incluir por los aires acondicionados, sino también por todos los sistemas que ofrecen confort a los pasajeros de los vehículos, por lo tanto, se recomienda que se realice teniendo en cuenta todos éstos consumos adicionales.

Al momento de realizar las pruebas se debe medir también los consumos eléctricos de los diferentes consumidores eléctricos del vehículo, debido a que se modifica todas las variables de funcionamiento del motor.

Se recomienda utilizar otros refrigerantes en el sistema de aire acondicionado, para verificar en cuánto se incrementa el consumo de combustible, y qué efectos tiene en cuanto a las emisiones de gases al medio ambiente.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ASOCIACIÓN AUTOMOTRIZ DEL PERÚ, Estadísticas del Sector Automotor, 2017, 32pp.

BOSCH. Equipos de Prueba y Diagnóstico Bosch, 2014, 67pp.

BOSCH Robert. Sistema de inyección diésel por acumulador común rail. 3.^aEd. Alemania: Robert Bosch GmbH, 2005. 93pp.

ISBN:3-86522-083-5

CASTAÑO, Sandra. Tesis Doctoral: Contribución al Estudio y Desarrollo del Accionamiento eléctrico de reluctancia Conmutada en el Sistema de Aire Acondicionado en Automóviles a 42V, Universitat Rovira I Virgili, facultad de Ingeniería Electrónica, Eléctrica y Automática. España, 2010, 98pp.

CASTILLO, Climatización en ambientes cerrados, 2014, 111pp.

CÁCEDA, Carlos. Consumo de gasolina por el aire acondicionado, 2014, 39pp.

CONCESIONARIO HYUNDAI. Los autos usados que mejor se mantienen con el paso de los años, 2016, 45pp.

DIAZ. Aire Acondicionado y consumo de combustible.

GALLARDO. Aire Acondicionado y Consumo de Gasolina, 2014, 67pp.

GUZMAN, CERVANTES, MORALES, Rafael; Educción del consumo de combustible aplicando la reducción técnica: caso de estudio

Disponible en:

https://scholar.google.com.pe/scholar?start=70&q=consumo+de+combustible&hl=es&as_sdt=0,5

MARCHESE, Ricardo y GOLATO, marcos. El consumo de energía y combustible en el transporte

https://www.researchgate.net/profile/Marcos_Golato2/publication/284586885_Fuel_and_energy_consumption_in_transportation/links/586b3bd208ae329d62113c53/Fuel-and-energy-consumption-in-transportation.pdf

ISSN:84-8454-313-7

MATA. Sistemas de climatización de automóviles, Universidad de Castilla-La Mancha, España, 2014, 122pp.

MENDOZA, juan; NAVARRO, Joaquín; MOTA adrián, Evaluación energética de los refrigerantes r1234yf y r152a como alternativa al r134a en sistemas de refrigeración

Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/58806/Evaluaci%F3n%20energ%20E9tica%20de%20los%20refrigerantes%20R1234yf%20y%20R152a%20como%20alternativa%20al%20R134a%20en%20sistemas%20de%20refrigeraci%F3n.pdf?sequence=2>

SENA. Diagnóstico y Reparación de Aire Acondicionado Automotriz, Servicio Nacional del Aprendizaje, Colombia, 2015, 34pp.

TORRES. Consumo de combustible en ciudad y en carretera. Todo Autos, 2013, 45pp.

VEGA, Jonathan. Tesis: Estudio y Análisis del Sistema de Climatización del Vehículo Híbrido Toyota Prius Modelo A. Universidad Internacional del Ecuador. Facultad de Ingeniería Automotriz. Guayaquil, 2015, 110 pp.

VILLANUEVA, Rafael. Refrigerantes para refrigeración y aire acondicionado

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=MoRHgGjIfPsC&oi=fnd&pg=PA15&dq=refrigerantes+para+aire+acondicionado+y+refrigeraci%C3%B3n+rafael+villanueva+manresa+pdf&ots=Dy8DGN_q2C&sig=UoUgmrKkXygtD78y0WS377S_YNk#v=onepage&q&f=false

ISBN:84-8454-313-7

VIII. ANEXOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO N° 01

**GUIA DE OBSERVACIÓN EN VEHÍCULOS DE 1300 CC EN LA CIUDAD DE
CHICLAYO**

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica

DESARROLLO DE TESIS

**“EVALUACION DEL AIRE ACONDICIONADO EN VEHICULOS DE 1300CC
UTILIZANDO R-134a Y R-12 PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE
COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017”**

NOMBRE DEL QUE REALIZA LAS PRUEBAS: Jonny Eduardo Chancafe Zarpan

FECHA: 10/05/17

LUGAR: CHICLAYO



Dr. Jonny Eduardo Chancafe Zarpan
CIP 80564
C.P. 285718

Condición	Vehículo de 1300cc	Temperatura del medio ambiente (°C)	Temperatura del Motor (°C)	Consumo de Combustible (Galones)	Costo Gasolina 90 Octanos (Nuevos Soles)	Recorrido (Km)				Consumo Específico		
						Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Cuarta Medición	Promedio	S./ Km	Km/galón
Desactivado el aire Acondicionado	Vehículo 1	23	98	3.84	50	151	147	159	161	154.5	0.33	40.23
	Vehículo 2	25	96	3.84	50	149	144	151	154	149.5	0.34	38.93
	Vehículo 3	23	100	3.84	50	152	150	147	154	150.8	0.33	39.26
	Vehículo 4	21	99	3.84	50	149	157	150	146	150.5	0.34	39.19
Activado el aire acondicionado con refrigerante R-134a	Vehículo 1	23	98	3.84	50	124	122	121	119	121.5	0.40	31.64
	Vehículo 2	25	96	3.84	50	122	127	120	118	121.8	0.41	31.71
	Vehículo 3	23	100	3.84	50	118	121	123	119	120.3	0.42	31.32
	Vehículo 4	21	99	3.84	50	116	119	124	121	120.0	0.43	31.25
Activado el aire acondicionado con refrigerante R-12	Vehículo 1	23	99	3.84	50	108	110	108	107	108.3	0.46	31.64
	Vehículo 2	25	97	3.84	50	106	109	111	105	107.8	0.47	31.71
	Vehículo 3	23	100	3.84	50	109	105	111	107	108.0	0.46	31.32
	Vehículo 4	21	99	3.84	50	111	112	113	112	112.0	0.45	31.25

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y Nombres:

RODRIGUEZ PAREDES RICARDO

Profesión:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Grado académico:

DOCTOR

Actividad laboral actual:

DOCENTE UNIVERSITARIO


Dr. Ricardo Rodríguez Paredes
CIP 80554
CSPe 265718

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	2	3	4	5
Ninguno	Poco	Regular	Alto	Muy alto

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
Análisis teóricos realizados. (AT)	/		
Experiencia como profesional. (EP)	/		
Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	/		
Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	/		
Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	/		

Firma del experto


Dr. Ricardo Rodríguez Pineda
C.I. 80564
C.C.P. 285718

**“ANEXO DE PEIPERS DE LA TESIS
EVALUACION DEL AIRE
ACONDICIONADO EN VEHICULOS DE
1300CC UTILIZANDO R-134A Y R-12
PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE
COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017”**

ANEXO N°2

REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE APLICANDO LA CONDUCCIÓN TÉCNICA: CASO DE ESTUDIO

M. Rafael-Morales¹, A. Lozano Guzman² y J. Cervantes de Gortari³

¹Instituto Mexicano del Transporte
Sanfandila, Qro., 76700, México
E-mail rrafael@imt.mx

²Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, Qro., 76000 México
E-mail alectq@concytesq.org.mx

³Facultad de Ingeniería, UNAM
México, D.F., 04510, México
E-mail: jgonzalo@servidor.unam.mx

Resumen

El estilo de manejo, tipo de vehículo, condiciones de tráfico y tipo de camino, son los principales factores que caracterizan el desempeño de los vehículos de servicio pesado. El estilo de manejo contribuye en el rendimiento de combustible del vehículo y en la cantidad de emisiones contaminantes, esto es debido al control que tiene el conductor sobre la velocidad del motor. En este trabajo se presenta un caso de estudio en donde se comprueba que modificando los hábitos de manejo del conductor se logra reducir el consumo de combustible. Esta nueva manera de conducir un vehículo de servicio pesado es conocida como *conducción técnica*, que además de reducir el consumo de combustible permite al operador, disminuir el uso del embrague y del freno de servicio, así como aumentar el rendimiento del motor. En el caso de estudio se logró mediante la *conducción técnica* un ahorro en el consumo de combustible del 40 por ciento, un aumento del rendimiento del motor del 66 por ciento, así como la reducción del uso del embrague y del freno de servicio en 44 y 41 por ciento respectivamente.

Abstract

Driving practices, type of vehicle, traffic conditions and type of road, are the main factors that characterize the performance of heavy-duty vehicles. The driving practices contribute to the vehicle's fuel efficiency and the amount of polluting emissions, due to the control on the engine speed exerted by the driver. This paper presents a case study that shows how by changing the driving habits of the driver, it is possible to

reduce the fuel consumption and emissions. This new way of driving heavy-duty vehicles is known as *technical driving*. In the case study herein reported, savings in fuel consumption up to 40 percent, increments of engine performance to 66 percent and reduction of clutch and brake services up to 44 percent, were achieved after using *technical driving*.

Nomenclatura.

- Cec = Consumo específico de combustible [g/kW·h].
- De = Dientes de la corona [adimensional].
- Deip = Dientes del engrane impulsado árbol primario [adimensional].
- Deis = Dientes del engrane impulsado árbol secundario [adimensional].
- Depp = Dientes del engrane impulsor árbol primario [adimensional].
- d_0 = diámetro de la llanta [m].
- Dp = Dientes del piñón [adimensional].
- ECL = Uso del embrague en conducción libre [adimensional].
- ECT = Uso del Embrague en conducción técnica [adimensional].
- FSCL = Uso del freno de servicio en conducción libre [adimensional].
- FSCT = Uso del freno de servicio en conducción técnica [adimensional].
- LIZV = Limite inferior de la zona verde [rpm].

LSZV	Limite superior de la zona verde[rpm].
P_R	Perimetro de la llanta [m]
Rd	Relación del diferencial [adimensional].
rpm	velocidad angular del motor [revoluciones/minuto].
Kt	Relacion de la transmision [adimensional].
T	Torque [N.m].
V_R	Velocidad del vehiculo [km/h]
B	3.14159

Introducción.

Para hacer más eficiente el proceso de combustión de un motor de combustión interna y reducir las emisiones producidas por éste, se han realizado grandes desarrollos tecnológicos en los últimos años. Estos desarrollos se ven reflejados en un mejor diseño de los sistemas de inyección de combustible, mejores sistemas de postratamiento de los gases de escape, mejores combustibles y lubricantes. Sin embargo, estos avances están dirigidos hacia el vehículo; sin considerar que el *modo o tipo de conducción* es otro factor que sirve para optimizar el uso del combustible, y en consecuencia reducir la formación de emisiones contaminantes [1, 2]

De acuerdo con estudios realizados en empresas de autotransporte en México [3], ha quedado demostrado que la diferencia de consumo de combustible, entre dos operadores de vehículos de transporte, para un mismo recorrido, puede llegar hasta el 50%, lo que significa que existen diversos tipos de conducción y que algunos son más eficientes que otros.

Consumo de combustible.

El consumo de combustible ha sido considerado como la parte central desde el inicio de la era del transporte. Además de su relación con el medioambiente y la economía. En la industria del transporte de pasajeros, el consumo de combustible es un argumento importante de venta, ya que un autobús puede recorrer en promedio 80 000 km al año, por lo que el combustible representa la mayor parte de los gastos de operación para un vehículo [4].

Factores que influyen

El consumo de combustible depende de muchos factores; como son, la configuración del tren motriz, las prácticas de manejo por parte del operador, la velocidad, peso del vehículo, pendiente del camino, arranque y frenado, estos factores afectan la resistencia al rodamiento, resistencia al aire, resistencia por pendiente y la resistencia de inercia.

Configuración del tren motriz.

Cuando se compra un vehículo, este se selecciona de acuerdo con las preferencias propias y experiencias previas en vehículos similares. Sin embargo dependiendo de la finalidad, como puede ser; menor consumo de combustible, menor precio, máxima carga a transportar, mayor confort, entre otros, pueden existir diversas configuraciones del tren motriz [5]. Por lo que, para reducir el consumo de combustible es necesario utilizar el motor lo más eficientemente posible, esto significa escoger un tamaño de llanta, caja de velocidades y diferencial, que permita la operación del motor en un régimen óptimo el mayor tiempo posible durante la tarea del transporte.

Los motores de combustión interna son utilizados en los vehículos de autotransporte, proporcionando potencia a partir de la combustión de un hidrocarburo con el aire ambiente. La eficiencia de los motores está determinada por las características de la combustión, principalmente por la cantidad de combustible inyectado y la presión de inyección, estas características determinan la temperatura de combustión, la cual tiene un efecto significativo en la formación de los gases contaminantes [6]. Para hacer más eficiente el proceso de combustión, una de las acciones que se ha venido impulsando en el autotransporte es el que los operadores conozcan el desempeño (*performance*) que tienen los motores de combustión interna a diferentes regímenes de operación.

Características de la conducción técnica.

Un conductor realiza para conducir un vehículo automotor, un conjunto de actividades de acuerdo a su juicio y habilidades. Por lo que el tipo de manejo depende de la experiencia del operador y por lo tanto se puede decir que no existe un solo estilo. Algunos países han estudiado diferentes

ANEXO N°3

MEMORIAS DEL XIX CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM
25 al 27 DE SEPTIEMBRE, 2013 PACHUCA, HIDALGO, MÉXICO

SIMULACIÓN ENERGÉTICA DE UN AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ TRABAJANDO CON REFRIGERANTES R-1234yf y R-134a.

J.M. Belman-Flores¹, J.M. Barroco-Maldonado¹, J.M. Mendoza-Miranda¹, A. Gallegos-Muñoz¹,
J.M. Riezo-Avila¹, C. Rubio-Mayra²

¹Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Comunidad de Palo Blanco, Salamanca, Gto., México.

²Facultad de Ingeniería Mecánica Edif. W, CU, UMSNH, Morelia, Michoacán, México.

jfbelman@ugto.mx, barrocomaldonado@hotmail.com, jmanum84@hotmail.com, gallegos@ugto.mx,
riezo@ugto.mx

RESUMEN

En este artículo se presenta el desarrollo de un modelo físico para el análisis energético de un sistema de aire acondicionado automotriz operando con refrigerantes R-134a y R-1234yf. La simulación energética se realiza bajo la variación de cinco parámetros de entrada que influyen directamente en el desempeño del sistema MAC (Mobile Air Conditioning): régimen de giro del compresor, flujos mássicos y temperaturas del aire que circulan por el condensador y evaporador. Los resultados muestran que el régimen de giro afecta de manera significativa el desempeño del sistema, seguido por la temperatura y el flujo mássico de aire en el condensador. Finalmente, se concluye que el R-1234yf tiene prestaciones energéticas hasta un 10.9% inferiores a las obtenidas por el R-134a.

ABSTRACT

This paper presents a physical model for an automotive air conditioning (MAC) system operating with R-134a and R-1234yf as working fluids. An energetic comparison between these fluids is analyzed and discussed. The model requires as input inlet air temperatures and mass flow rates at condenser and evaporator, as well as the compressor speed. Using these input parameters, the model predicts the energy performance analyzing the COP. Results shows that compressor speed, inlet temperature and mass flow rate at condenser have the major influence in the COP behavior of the MAC system than the inlet temperature and mass flow rate at evaporator. In the other hand, R-1234yf has lower COP up to 10.9% less than the obtained using R-134a.

NOMENCLATURA

A	Área (m ²)
C	Capacitancia térmica (kW/K)
COP	Coefficiente de operación
c_p	Calor específico (kJ/kg-K)
D	Diámetro (m)
D_c	Diámetro característico (m)
G	Velocidad mássica (kg/m ² -s)
g	Constante gravitacional (9.81 m/s ²)
h	Coefficiente de transferencia (W/m ² -K), entalpía (kJ/kg).
j	Factor de Colburn
k	Conductividad térmica (W/m ² -K)
\dot{m}	Flujo mássico (kg/s)
N_f	Número de aletas
NTU	Número de unidades de transferencia
Pr	Número de Prandtl (-)
P_r	Presión reducida (-)
Q	Calor transferido (kW)
T	Temperatura (K)
U	Coef. global de transferencia (W/m ² -K)
V	Velocidad (m/s)
x	Calidad (-)
<i>Símbolos griegos</i>	
Δ	Diferencia
ϵ	Efectividad
η	Eficiencia
μ	Viscosidad (Pa-s)
ρ	Densidad (kg/m ³)
σ_f	Tensión superficial (N/m)
<i>subíndices</i>	
aec	Aire entrada al condensador
aee	Aire entrada al evaporador
cond	Condensación
evap	Evaporación
liq.l	Líquido
ref.r	Refrigerante

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la inminente desaparición de los HFC con alto potencial de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés), específicamente el R-134a, se han propuesto diversas alternativas de entre las que se encuentra el R-1234yf. Actualmente el R-1234yf comienza a ser más aceptable en la industria automotriz y en la industria en general. El R-1234yf tiene una magnitud de cero como potencial de destrucción de la capa de ozono (ODP por sus siglas en inglés) y un excelente desempeño del ciclo de vida comparado con el R-134a [1]. Este refrigerante presenta una duración de 11 días en la atmósfera frente a los 14 años de duración del R-134a.

Desde que el R-1234yf apareció como un nuevo refrigerante, diversos estudios se han realizado en cuanto a datos de sus propiedades termodinámicas [2]. Otros sobre el desempeño en la transferencia de calor, particularmente en cambio de fase [3]. También se encuentran trabajos relacionados al desempeño energético del R-1234yf comparado con el R-134a en sistemas de compresión de vapor cuya aplicación es refrigeración o climatización, sobre todo en la industria automotriz [4,5,6].

Así pues, el propósito de este trabajo es mostrar el desarrollo de un modelo simple apoyado en fundamentos físicos y correlaciones empíricas de un sistema de aire acondicionado automotriz basado en compresión de vapor. En este trabajo se realiza una comparación energética entre los refrigerantes R-1234yf y R-134a, analizando condiciones de operación viables que representen mejoras energéticas usando el R-1234yf.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

El sistema de compresión de vapor en general consta de cuatro equipos principales: compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador. Para el desarrollo de este trabajo se considera que el compresor opera en un rango de régimen de giro de 1550 rpm a 5250 rpm, su desplazamiento volumétrico por revolución para este equipo es de 155 cc. En cuanto a los equipos de intercambio de calor (condensador y evaporador), estos presentan una geometría de tipo aletada que trabajan a flujo cruzado. En la Tabla 1 se resumen las principales características geométricas con las que cuentan

estos dispositivos y que son relevantes en el desarrollo del modelo. Las características de los equipos mencionados en este apartado corresponden a un aire acondicionado automotriz típico [7].

El ciclo de compresión de vapor (Figura 1) inicia en el estado termodinámico 4, donde el refrigerante en forma de vapor ingresa a la succión del compresor donde se comprime hasta alcanzar condiciones de alta presión y alta temperatura. Posteriormente, el refrigerante entra al condensador donde ocurre la condensación del refrigerante y alcanza condiciones de líquido subenfriado a alta presión, esto se logra transfiriendo la potencia térmica del refrigerante a un flujo másico de aire que circula por el exterior del condensador con una temperatura de entrada dada (condiciones ambientales), ocasionando que la temperatura del aire se incremente por la potencia térmica cedida desde el refrigerante. Después, el refrigerante continúa hacia la válvula de expansión donde ocurre un proceso isoentálpico en el que se origina una disminución de presión hasta alcanzar las condiciones de evaporación. Finalmente, el refrigerante entra al evaporador como mezcla líquido-vapor, aquí el refrigerante absorbe potencia térmica cedida por el aire que se dirige al habitáculo del automóvil y que cruza el evaporador. Esta transferencia de calor hace que la temperatura del flujo másico de aire que fluye por el exterior del evaporador disminuya y posteriormente ingrese al habitáculo del automóvil [8].

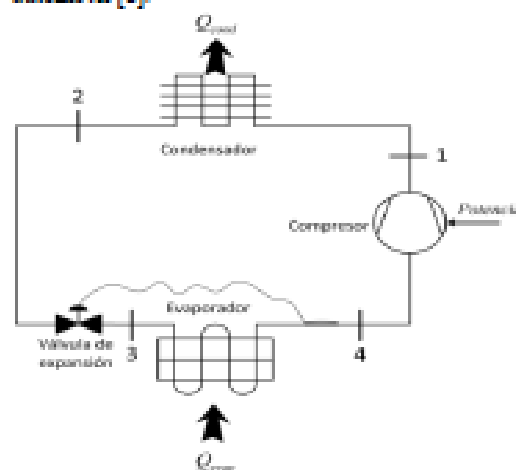


Figura 1. Esquema general de un sistema de compresión de vapor.

El Consumo de Combustible y Energía en el Transporte

Ricardo A. Marchese y Marcos A. Golato

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

Resumen

Con este trabajo se ha logrado estimar, en función del tipo de vehículo, el consumo de combustible y de energía para diferentes estados de carga, considerando la influencia de la rodadura de sus ruedas y la aerodinámica de los mismos. Para el caso del automóvil se encontró que, con un motor más eficiente y con una mejor aerodinámica, disminuye el consumo de combustible, en comparación con el caso base, entre un 27% y un 38% para los estados de carga analizados.

Para el caso del camión con acoplado, puede verse poca variación en el consumo absoluto de combustible para incrementos de la velocidad de marcha de hasta un 20%.

En el caso del transporte de cargas, se encontró una gran ventaja del transporte ferroviario frente al transporte por camión, ya que, el primero posee un costo energético de un 37% menor que para el caso del camión con acoplado.

Palabras clave: eficiencia, transporte de carga, energía.

Fuel and Energy consumption in means of transport

Abstract

With this work and depending on the type of vehicle involved, the fuel and energy consumption for different charge states, considering bearing of wheels and aerodynamics, has been estimated. In the case of the car it was found that with a more efficient engine and a better aerodynamics, fuel consumption decreases between 27% and 38% compared with the model case, in the load states analyzed.

In the case of the truck with trailer, little variation can be seen in the absolute consumption of fuel for increases in the running speed of up to 20%. In the case of load transportation, it was found a great advantage of the rail transport over the transport by truck since the former has an energetic cost 37% lower than the truck with trailer.

Key words: efficiency, cargo transportation, energy.

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar los consumos de combustible y de energía en el transporte, en función del tipo de vehículo (automóvil, camión y tren ferroviario), estado de carga, calidad de las cubiertas y aerodinámica de los mismos. Se evaluarán los consumos totales, específicos y absolutos, y se realizará una comparación entre ellos, funcionando a carga parcial y total, buscando determinar las velocidades económicas, con una menor emisión de contaminantes y ahorro energético.

El motor primario tomado para su análisis en este trabajo, será el de combustión interna, ciclo Otto y Diesel, según corresponda.

Transporte automotor

Para este estudio se tomará el análisis de un vehículo circulando en camino llano, sin pendientes y a una velocidad constante. La velocidad del viento se considerará nula o despreciable, es decir, el móvil correrá en ambiente de aire calmo.

La fuerza de resistencia total F , puede determinarse considerando las cargas que se oponen al movimiento, Bolasseaux (1969) y Bosch (1994). Por medio de un análisis del equilibrio tenemos que:

$$F = R_t + R_r + R_a$$

Donde:

F : fuerza de resistencia total.

R_t : resistencia debida a los rozamientos mecánicos de la transmisión.

R_r : resistencia a la rodadura.

R_a : resistencia opuesta al aire.

En la resistencia R_t interviene el rendimiento de la transmisión η_t , que puede ser deducido de la potencia que tendrá que suministrar el motor. Para buenas transmisiones este valor se encuentra entre 0,85 y 0,90 y en motores de montaje transversal es posible alcanzar valores de 0,91 a 0,95.

La resistencia R_r , puede determinarse con la siguiente expresión:

$$R_r = M \cdot g \cdot f \quad [N]$$

Donde:

M : masa del vehículo [kg].

g : aceleración de la gravedad ($\sim 10 \text{ [m/s}^2\text{]}$).

f : coeficiente de rodadura.

El coeficiente de rodadura f es adimensional y depende principalmente de una magnitud μ_r , en [m], denominado coeficiente de resistencia a la rodadura y del radio de la rueda r_r , según la siguiente expresión:

$$f = \mu_r / r_r$$

El valor del coeficiente de rodadura f , es característico de cada sistema y depende de:

- la rigidez o dureza de la rueda y de su superficie.
- del radio de la rueda.
- de la carga a que se someta cada rueda.
- en el caso de ruedas neumáticas, de su presión de inflado.
- la temperatura, acabado de las superficies en contacto, velocidad relativa, etc.

En la tabla 1, se muestran los coeficientes de rodadura para ruedas con cubiertas neumáticas para distintos tipos de neumáticos, extraído de Bolasseaux (1969) y Bosch (1994).

Tabla 1. Coeficientes de rodadura para distintos tipos de neumáticos.	
Tipos de neumáticos	Coefficiente de rodadura f
especiales para automóvil solar	0,0025
especiales de bicicletas	0,0055
para automóvil de baja resistencia	0,006 a 0,010
para camión sobre carretera lisa	0,006 a 0,010
ordinarios para automóviles	0,010 a 0,015

Según experiencias realizadas por la compañía Bridgestone en algunos neumáticos especiales de su manufactura para camiones, dan cuenta de valores de $f = 0,0041$ a $0,0059$ (extraído del sitio web www.bridgestone.co.jp/tire/ecoplia_ep100/index.html).

Finalmente, la resistencia opuesta por el aire R_a , para un vehículo en marcha, puede determinarse por medio de:

$$R_a = c_x \cdot \rho_a \cdot S \cdot V^2 / 2 \quad [N]$$

Donde:

c_x : es el coeficiente de resistencia aerodinámico.

ρ_a : densidad del aire en $[\text{kg/m}^3]$.

S : sección proyectada del vehículo en dirección del movimiento en $[\text{m}^2]$.

V : la velocidad relativa del móvil respecto a la masa de aire que lo rodea en $[\text{m/s}]$.

Considerando una densidad del aire de $1,25 \text{ [kg/m}^3\text{]}$, la expresión anterior queda:

$$R_a = c_x \cdot S \cdot V^2 / 1,6 \quad [N]$$

En la tabla 2, se muestran algunos valores de coeficientes de resistencia aerodinámicos c_x para diferentes vehículos, extraído de Bolasseaux, M. (1969), Matalx, C. (1993), Giles, R.V. (1993), Bosch, R. (1994) y Morelli, A. y Di Giusto, N. (1996).

**“ANEXO DE DECRETO SUPREMO DS 047-
2001 MTC DE VALORES DE LIMITES
MAXIMO PERMISIBLE DE LA TESIS
EVALUACION DEL AIRE
ACONDICIONADO EN VEHICULOS DE
1300CC UTILIZANDO R-134A Y R-12
PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE
COMBUSTIBLE, CHICLAYO 2017”**

ANEXO N°5

ANEXO N° 1

VALORES DE LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

I. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN Y PARA INSPECCIÓN TÉCNICA A NIVEL NACIONAL

I.1 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L ₃ a L ₅ CON MOTOR DE ENCENDIDO POR CHISPA DE DOS TIEMPOS QUE USAN MEZCLA DE GASOLINA – ACEITE COMO COMBUSTIBLE (valores con adaptador)			
Año de Fabricación (*)	Altitud m.s.n.m.	CO % de volumen	HC ppm
Hasta 1995	0 a 1800	4,5	12000
	> 1800	4,5	12600
1996 a 2012	0 a 1800	4,5	8000
	> 1800	4,5	8400
2013 en adelante	a cualquier altitud	4,5	8000

I.2 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L ₃ a L ₅ CON MOTOR DE ENCENDIDO POR CHISPA DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN GASOLINA, GLP o GNV COMO COMBUSTIBLE U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS (valores con adaptador)			
Año de Fabricación (*)	Altitud m.s.n.m.	CO % de volumen	HC ppm
Hasta 1995	0 a 1800	4,5	2000
	> 1800	4,5	2100
1996 a 2012	0 a 1800	4,5	2000
	> 1800	4,5	2100
2013 en adelante	a cualquier altitud	4,5	2000

I.3 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L ₃ a L ₅ CON MOTOR DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN DE CUATRO TIEMPOS A DIESEL O SIMILAR (valores con adaptador)		
Año de Fabricación (*)	Altitud m.s.n.m.	Coefficiente de Absorción : k(m ⁻¹)
Hasta 1995	0 a 1000	3,40
	1001 a 2000	3,65
	2001 a 3000	3,90
	> 3000	4,15
1996 a 2012	0 a 1000	2,80
	1001 a 2000	3,05
	2001 a 3000	3,30
	> 3000	3,55
2013 en adelante	0 a 1000	2,50
	1001 a 2000	2,75
	2001 a 3000	3,00
	> 3000	3,25

(*)NOTA: El año de fabricación es el año calendario en el que el vehículo fue fabricado, que no corresponde necesariamente el año modelo, y se encuentra consignado en la Tarjeta de Propiedad o Tarjeta de Identificación Vehicular.

I.4 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M y N CON MOTOR DE ENCENDIDO POR CHISPA A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL VEHICULAR U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS				
Año de Fabricación (*)	Altitud m.s.n.m.	CO % de Volumen	HC (ppm)	CO + CO ₂ % (mínimo)
Hasta 1995	0 a 1800	3,0	400	10 ⁽¹⁾
	> 1800	3,0	450	8
1996 a 2002	0 a 1800	2,5	300	10 ⁽¹⁾
	> 1800	2,5	350	8
2003 en adelante	a cualquier altitud	0,5	100	12 ⁽¹⁾

(1) Solo para GLP / GNV el valor mínimo de CO + CO₂ será 8%

I.5 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M y N CON MOTOR DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN, A DIESEL O SIMILAR

Año de Fabricación (*)	Altitud m.s.n.m.	Coefficiente de absorción k(m ⁻¹)
Hasta 1995	0 a 1000	3,00
	1001 a 2000	3,25
	2001 a 3000	3,50
	> 3000	3,75
1996 a 2002	0 a 1000	2,50
	1001 a 2000	2,75
	2001 a 3000	3,00
	> 3000	3,25
2003 en adelante	0 a 1000	2,10
	1001 a 2000	2,35
	2001 a 3000	2,60
	> 3000	2,85

Si un modelo de vehículo ingresado antes del 2003, fue certificado en su país de origen nuevo en fábrica con valores más altos que los indicados en las tablas precedentes, se podrá solicitar al Ministerio de Transportes y Comunicaciones que lo certifique con los valores originales del fabricante.

II. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS NUEVOS QUE SE INCORPOREN (IMPORTADOS O PRODUCIDOS) A NUESTRO PARQUE AUTOMOTOR

II.1 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L₃ a L₅ CON MOTORES DE ENCENDIDO POR CHISPA DE DOS TIEMPOS QUE USAN MEZCLA DE GASOLINA – ACEITE COMO COMBUSTIBLE Y DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN GASOLINA, GLP o GNV COMO COMBUSTIBLE

Año de Aplicación (*)	Categoría	Directiva y Norma	Ciclo	# de ruedas	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	Máximo CO%
2013 – 2016	<150 cc	2000/51/EC Euro II o mayor	ECE R40	2	5,5	1,2	0,3	-
2013 – 2016	≥150 cc	2000/51/EC Euro II o mayor	ECE R40	2	5,5	1,0	0,3	-
2013 en adelante	Todos	2000/51/EC Euro II o mayor	ECE R40	3	7,0	1,5	0,4	-
2017 en adelante	<150 cc	2000/51/EC Euro III o mayor	ECE R40 ^a	2	2,0	0,8	0,15	-
2017 en adelante	≥150 cc	2000/51/EC Euro III o mayor	ECE R40 ^b	2	2,0	0,3	0,15	-

(*)NOTA: El Año de Aplicación se refiere a la fecha correspondiente al conocimiento de embarque, no a la fecha de incorporación al país.

^a ciclo extraurbano en frío

^b ciclo urbano + extraurbano en frío

II.2 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L₃ a L₅ CON MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE

Año de Aplicación (*)	Directiva y Norma	Ciclo	# de ruedas	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	HC+ NOx g/km	Humo m ⁻¹
2013 en adelante	2002/51/EC Euro II o mayor	ECE R40	3	2,0	1,0	0,65	-	-

(*)NOTA: El Año de Aplicación se refiere a la fecha correspondiente al conocimiento de embarque, no a la fecha de incorporación al país.

II.3 Alternativa 1: VEHICULOS DE PASAJEROS PBV ≤ 2.5 Ton y ≤ 6 asientos								
Año aplicación (**)	Norma	Directiva	Tipo de Motor / encendido	CO [g/Km]	HC+NOx [g/Km]	HC [g/Km]	NOx [g/Km]	PM [g/Km]
2003-2006	EURO II o mayor	94/12/EC	Gasolina	2,20	0,50	-	-	-
			Diesel IDI	1,00	0,70	-	-	0,08
			Diesel DI	1,00	0,90	-	-	0,10
2007-2015	EURO III o mayor	98/69/EC (A)	Chispa	2,30	-	0,20	0,15	-
			Compresión	0,64	0,56	-	0,50	0,05
2016 en adelante	EURO IV o mayor	98/69/EC (A) y 2002/80/EC	Chispa	1,00	-	0,10	0,08	-
			Compresión	0,50	0,30	-	0,25	0,025

Nota: a partir de EURO IV los vehículos de pasajeros solo se clasifican por peso

II.4 Alternativa 2: VEHICULOS DE PASAJEROS (LDV) ≤ 12 asientos (exceptuando a los vehículos con características para uso fuera de carretera)									
Año aplicación (**)	Norma	Directiva	Tipo de Motor	CO [g/mi]	HC+NOx [g/mi]	THC [g/mi]	NMHC [g/mi]	NOx [g/mi]	PM [g/mi]
2003-2006	Tier 0 o mayor	US83LDV US87LDV	Gasolina	3,40	-	0,41	-	1,00	-
			Diesel	3,40	-	0,41	-	1,00	0,20
2007 a 2015	Tier 1 o mayor	US94	Gasolina	3,40	-	0,41	0,25	0,40	0,08
			GNV	3,40	-	-	0,25	0,40	0,08
			GLP	3,40	-	0,41	0,25	0,40	0,08
			Diesel	3,40	-	0,41	0,25	1,00	0,08
Año aplicación (**)	Norma	Directiva	Casillero (***)	Tipo de Motor	CO [g/mi]	NMOG [g/mi]	HCHO [g/mi]	NOx [g/mi]	PM [g/mi]
2016 en adelante	Tier 2 o mayor	FTP	Bin 5	Todos los combustibles	4,20	0,090	0,018	0,07	0,01
			Bin 4		2,10	0,070	0,011	0,04	0,01
			Bin 3		2,10	0,055	0,011	0,03	0,01
			Bin 2		2,10	0,010	0,004	0,02	0,01
			Bin 1		0,00	0,000	0,000	0,00	0,00

(**) El Año de Aplicación se refiere a la fecha correspondiente al conocimiento de embarque, no a la fecha de incorporación al país.

(***) No será aceptable la incorporación de aquellos vehículos cuyo Bin sea superior a 5

II.5 Alternativa 1: VEHÍCULOS DE PASAJEROS > 2,5 Ton PBV ò > 6 asientos (****) / VEHÍCULOS DE CARGA ≤ 3,5 Ton PBV									
CLASE Peso de Referencia (1)	Año aplicación (**)	Norma	Directiva	Tipo de Motor	CO [g/Km]	HC+NOx [g/Km]	HC [g/Km]	NOx [g/Km]	PM [g/Km]
I ≤ 1250 kg.	2003 a 2006	EURO II o mayor	96/69/EC	Gasolina	2,20	0,50	-	-	-
				Diesel IDI	1,00	0,70	-	-	0,08
				Diesel DI	1,00	0,90	-	-	0,10
I ≤ 1305 kg.	2007 a 2015	EURO III o mayor	98/69/EC (A)	Chispa	2,30	-	0,20	0,15	-
	2016 en adelante	EURO IV o mayor	98/69/EC (A)	Compresión	0,64	0,56	-	0,50	0,05
II > 1250 kg. ≤ 1700 kg.	2003-2006	EURO II o mayor	96/69/EC	Gasolina	4,00	0,60	-	-	-
				Diesel IDI	1,25	1,00	-	-	0,12
				Diesel DI	1,25	1,30	-	-	0,14
II > 1305 kg. ≤ 1760 kg.	2007-2015	EURO III o mayor	98/69/EC (A)	Chispa	4,17	-	0,25	0,18	-
	2016 en adelante	EURO IV o mayor	98/69/EC (A)	Compresión	0,80	0,72	-	0,65	0,07
				Chispa	1,81	-	0,13	0,10	-
				Compresión	0,63	0,39	-	0,33	0,04

III > 1700 kg.	2003-2006	EURO II o mayor	96/69/EC	Gasolina	5,00	0,70	-	-	-
				Diesel IDI	1,50	1,20	-	-	0,17
				Diesel DI	1,50	1,60	-	-	0,20
III > 1760 kg.	2007-2015	EURO III o mayor	98/69/EC (A)	Chispa	5,22	-	0,29	0,21	-
	2016 en adelante	EURO IV o mayor	98/69/EC (A)	Compresión	0,95	0,86	-	0,78	0,10
				Chispa	2,27	-	0,16	0,11	-
				Compresión	0,74	0,46	-	0,39	0,06

(**)NOTA: El Año de Aplicación se refiere a la fecha correspondiente al conocimiento de embarque, no a la fecha de incorporación al país.

(****) Nota: A partir de EURO IV los vehículos solo se clasifican por peso.

II.6 Alternativa 2: VEHÍCULOS DE PASAJEROS (LDT) < 3864 Kg. PBV y > 12 asientos o que cumplan con los requisitos de vehículo con características para uso fuera de carretera ⁽⁵⁾ / VEHÍCULOS DE CARGA (LDT) < 3864 Kg. PBV

II.6.1 Aplicable hasta el año 2015

CLASE Peso de Referencia	Año aplica- ción (**)	Norma	Directiva	Tipo de Motor	CO [g/mi]	HC+NOx [g/mi]	THC [g/mi]	NMHC [g/mi]	NOx [g/mi]	PM [g/mi]
LDT 1 ⁽²⁾ ≤ 1704 kg.	2003 hasta 2006	Tier 0 o mayor	US87LDT US87LDT	Gasolina	10,00	-	0,80	-	1,20	-
				Diesel	10,00	-	0,80	-	1,20	0,26
	2007 hasta 2015	Tier 1 ⁽⁴⁾ o mayor	US94 LDT US94 LDT	Gasolina	4,20	-	0,80	0,31	0,60	0,10
				GNV	4,20	-	-	0,31	0,60	0,10
				GLP	4,20	-	0,80	0,31	0,60	0,10
				Diesel	4,20	-	0,80	0,31	1,25	0,10
LDT 2 ⁽²⁾ > 1704 Kg.	2003-2006	Tier 0 o mayor	US87LDT US87LDT	Gasolina	10,00	-	0,80	-	1,70	-
				Diesel	10,00	-	0,80	-	1,70	0,13
	2007 hasta 2015	Tier 1 ⁽⁴⁾ o mayor	US94 LDT US94 LDT	Gasolina	5,50	-	0,80	0,40	0,97	0,10
				GNV	5,50	-	-	0,40	0,97	0,10
				GLP	5,50	-	0,80	0,40	0,97	0,10
				Diesel	5,50	-	0,80	0,40	0,97	0,10
LDT 3 ⁽³⁾ ≤ 2614 Kg.	2007 hasta 2015	Tier 1 ⁽⁴⁾ o mayor	US94 LDT US94 LDT	Gasolina	6,40	-	0,80	0,46	0,98	0,10
				GNV	6,40	-	-	0,46	0,98	0,10
				GLP	6,40	-	0,80	0,46	0,98	0,10
				Diesel	6,40	-	0,80	0,46	0,98	0,10
LDT 4 ⁽³⁾ > 2614 Kg.	2007 hasta 2015	Tier 1 ⁽⁴⁾ o mayor	US94 LDT US94 LDT	Gasolina	7,30	-	0,80	0,56	1,53	0,12
				GNV	7,30	-	-	0,56	1,53	0,12
				GLP	7,30	-	0,80	0,56	1,53	0,12
				Diesel	7,30	-	0,80	0,56	1,53	0,12

II.6.2 Aplicable a partir del año 2016

CLASE Peso de Referencia	Año aplica- ción (**)	Norma (***)	Directiva	Tipo de Motor	CO [g/mi]	NMOG [g/mi]	HCHO [g/mi]	NOx [g/mi]	PM [g/mi]
LDT 1 ⁽²⁾ ≤ 1704 kg.	2016 en adelante	Tier 2 Bin 4	US94 LDT US94 LDT	Gasolina	2,10	0,070	0,011	0,04	0,01
			GNV						
			GLP						
			Diesel						
LDT 2 ⁽²⁾ > 1704 Kg.	2016 en adelante	Tier 2 Bin 4	US94 LDT US94 LDT	Gasolina	2,10	0,070	0,011	0,04	0,01
			GNV						
			GLP						
			Diesel						
LDT 3 ⁽³⁾ ≤ 2614 Kg.	2016 en adelante	Tier 2 Bin 4	US94 LDT US94 LDT	Gasolina	2,10	0,070	0,011	0,04	0,01
			GNV						
			GLP						
			Diesel						

LDT 4 ⁽³⁾ > 2614 Kg.	2016 en adelante	Tier 2 Bin 4	US94 LDT US94 LDT	Gasolina GNV GLP Diesel	2,10	0,070	0,011	0,04	0,01
------------------------------------	------------------	-----------------	----------------------	----------------------------------	------	-------	-------	------	------

(***) No será aceptable la incorporación de aquellos vehículos cuyo Bin sea superior a 4.

- (1) El Peso de Referencia esta dado por el *Curb Weight* (Peso Neto más el tanque de combustible lleno más todos sus fluidos, herramientas y rueda(s) de repuesto) más 100 Kg.
- (2) El Peso de Referencia esta dado por el *Curb Weight* (Peso Neto más el tanque de combustible lleno más todos sus fluidos, herramientas y rueda(s) de repuesto) más 136 Kg.
- (3) Aplicable a vehículos con PBV > 2727 Kg.; para este caso se considera como peso de referencia el peso resultante del promedio aritmético del Peso Bruto Vehicular determinado por el fabricante y el *Curb Weight* (Peso Neto más el tanque de combustible lleno más todos sus fluidos, herramientas y rueda(s) de repuesto).
- (4) Para LDT 1 y LDT 2, valores referidos a pruebas de 100,000 millas y para LDT 3 y LDT 4 valores referidos a pruebas de 120,000 millas.
- (5) Se considera un vehículo con características fuera de carretera si cumple con los siguientes requisitos:
 - a) Tiene tracción en las cuatro ruedas, y
 - b) Tiene por lo menos 4 de las siguientes características
 - b.1. Angulo de ataque igual o mayor a 28°
 - b.2. Angulo ventral de no menos de 14°
 - b.3. Angulo de salida de no menos de 20°
 - b.4. Luz libre del suelo de no menos de 203mm (8")
 - b.5. Luz libre bajo los ejes delantero y posterior de no menos de 178mm (7")

II.7 VEHÍCULOS CON MOTORES CONVENCIONALES DIESEL, INCLUYENDO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA, RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE y/o CATALIZADORES DE OXIDACIÓN

VEHÍCULOS DE PASAJEROS o DE CARGA > 3,5 Ton PBV

Año aplicación (**)	Norma	Ciclo	Directiva	CO g/kW-h	HC g/kW-h	NOx g/kW-h	PM g/kW-h	Humo (m ⁻¹)
2003 al 2006	EURO II o mayor	13 pasos	96/1/EC	4,00	1,10	7,00	0,15 0,25 ⁽¹⁾	----
2007 al 2015	EURO III o mayor	ESC + ELR	1999/96/EC: A	2,10	0,66	5,00	0,10 0,13 ⁽¹⁾	0,80
2016 en adelante	EURO IV o mayor	ESC + ELR	1999/96/EC: A	1,50	0,46	3,50	0,02	0,50

* Para vehículos pesados la certificación corresponde al motor

⁽¹⁾ Para motores con cilindradas de menos de 750 cc por cilindro y una potencia máxima a más de 3000 RPM

II.8 VEHÍCULOS CON MOTORES A GAS NATURAL (GNV) o GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP) o MOTORES DIESEL CON SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE ESCAPE AVANZADOS (filtros de NOx y/o filtros de partículas)

VEHÍCULOS DE PASAJEROS o DE CARGA > 3,5 Ton PBV

Año aplicación (**)	Norma	Ciclo	Directiva	CO g/kW-h	NMHC g/kW-h	CH ₄ g/kW-h ⁽¹⁾	NOx g/kW-h	PM g/kW-h ⁽²⁾
2012 al 2015	EURO III o mayor	ETC	1999/96/EC: A	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 ⁽³⁾
2016 en adelante	EURO IV o mayor	ETC	1999/96/EC: A	4,00	0,55	1,1	3,5	0,03

* Para vehículos pesados la certificación corresponde al motor

⁽¹⁾ Para motores a GNV solamente

⁽²⁾ No aplicable para motores a gas

⁽³⁾ Para motores con cilindradas de menos de 750 cc por cilindro y una potencia máxima a más de 3000 RPM

(**)NOTA: El Año de Aplicación se refiere a la fecha correspondiente al conocimiento de embarque, no a la fecha de incorporación al país.

III. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS USADOS QUE SE INCORPOREN (IMPORTADOS) A NUESTRO PARQUE AUTOMOTOR

III.1 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L₃ a L₅ CON MOTOR DE ENCENDIDO POR CHISPA DE DOS TIEMPOS QUE USAN MEZCLA DE GASOLINA – ACEITE COMO COMBUSTIBLE (valores con adaptador)

Año de Aplicación (**)	CO % de volumen	HC ppm
2013 en adelante	3,6	6400

III.2 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L₃ a L₅ CON MOTOR DE ENCENDIDO POR CHISPA DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN GASOLINA, GLP o GNV COMO COMBUSTIBLE U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS (valores con adaptador)

Año de Aplicación (**)	CO % de volumen	HC ppm
2013 en adelante	3,6	1600

III.3 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS L₃ a L₅ CON MOTOR DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN DE CUATRO TIEMPOS QUE USAN DIESEL COMO COMBUSTIBLE (valores con adaptador)

Año de Aplicación (**)	Coefficiente de Absorción : k(m ⁻¹)
2013 en adelante	2,26

III:4 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M y N CON MOTOR DE ENCENDIDO POR CHISPA A GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO Y GAS NATURAL VEHICULAR U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS

Año de Aplicación (**)	CO % de Volumen	HC (ppm)	CO + CO ₂ % (mínimo)
2001 al 2012	0,50	100	12
2013 en adelante	0,35	70	12(1)

(1) Solo para GLP / GNV el valor mínimo de CO + CO₂ será 10%

III.5 VEHÍCULOS DE LAS CATEGORÍAS M y N CON MOTOR DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN A DIESEL O SIMILAR

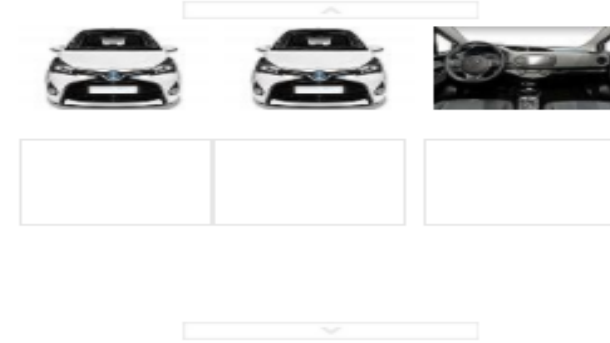
Año de Aplicación (**)	Clase de Motor	Coefficiente de Absorción: k(m ⁻¹)
2001 al 2012	Sin turbo, PBV < 3,0 Ton.	1,60
	Sin turbo, PBV igual o mayor a 3,0 Ton.	2,10
	Con turbo	2,10
2013 en adelante	Sin turbo, PBV < 3,0 Ton.	1,10
	Sin turbo, PBV igual o mayor a 3,0 Ton.	1,60
	Con turbo	1,60

(**)NOTA: El Año de Aplicación se refiere a la fecha correspondiente al conocimiento de embarque, no a la fecha de incorporación al país.

**“ANEXO DE FICHA TECNICAS DE
VEHICULOS DE 1300CC DE LA TESIS
EVALUACION DEL AIRE
ACONDICIONADO EN VEHICULOS DE
1300CC UTILIZANDO R-134A Y R-12
PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE
COMBUSTIBLE”**

ANEXO N°6

TOYOTA Yaris 1.3 100 Active - 16.250 €



Datos correspondientes al modelo 2016

Características generales

- Versión:	1.3 100 Active	- Nº de puertas:	3
- Combustible:	Gasolina	- Largo x ancho x alto:	3.950 x 1.695 x 1.510mm
- Potencia Máxima:	99 cv	- Volumen del maletero:	286 litros
- Par Máximo:	-	- Nº de plazas:	5
- Nº de cilindros:	4 En línea	- Peso:	1.105 kg con conductor
- Cilindrada:	1.329 cc	- Capacidad del depósito:	42 litros
- Distribución:	-	- Aceleración (0-100km/h):	11,7 segundos
- Alimentación:	Inyección multipunto	- Velocidad Máxima:	175 km/h
- Tracción:	Delantera	- Consumo Urbano:	6,4 l/100km
- Caja de cambios:	Manual 6 velocidades	- Consumo extraurbano:	4,1 l/100km
		- Consumo Medio:	4,9 l/100km
		- Emisiones Co2:	114 gr/km

ANEXO N°7

NEW JIMNY	JX	JXAC	JLX	JLX SPORT
Longitud total sin rueda de repuesto (mm)		3.545		
Longitud total con rueda de repuesto (mm)		3.695		
Ancho total (mm)		1.600		
Altura total sin rieles superiores (mm)		1.670		
Altura total con rieles superiores (mm)		1.705		
Distancia entre ejes (mm)		2.250		
Rodada delantera (mm)		1.355		
Rodada trasera (mm)		1.365		
Despeje libre al piso (mm)		190		
Radio mínimo de giro (m)		4,9		
Peso listo para la marcha (kg)	1.060	1.060	1.090	1.090
Peso bruto del vehículo (kg)		1.420		
MOTOR				
N° de válvulas		16 con VVT		
N° de cilindros		4		
Cilindrada (cc)		1.328		
Potencia máxima (HP/RPM)		83 / 6.000		
Torque máximo (NM/RPM)		110 / 4.100		
Tipo		M13A		
Diámetro por carrera (mm)		78,0 x 69,5		
Relación de compresión		9,5 : 1		
Alimentación de combustible		Inyección multipunto		
Dirección servoasistida		Servoasistida		
Suspensión delantera / trasera		Eje rígido, resortes helicoidales		
Tracción		4x4 selectiva		
Chasis tipo escalera con 3 secciones	:	:	:	:
Caja de transferencia	:	:	:	:
TRANSMISIÓN				
Tipo		Mecánica 5 velocidades, 1 reversa.		
Relación de engranajes:				
1ª		4,425		
2ª		2,304		
3ª		1,674		
4ª		1,190		
5ª		1,000		
Reversa		5,151		
Relación final de engranajes		4,300		
Relación de engranajes de transferencia		Alta: 1,000 - Baja: 2,002		



FIN 04/16 DDE C-HILE



Way of Life



ANEXO N°8

▼ Ficha Técnica: Motor, equipamiento y seguridad del Geely LC 2013-2014

Visto: 7707

FICHA TÉCNICA

Versión	GB	GB AW
Precio		
MOTOR		
Cilindrada		1,300 c.c.
Num. de cilindros		4 cilindros en línea, 16 válvulas
Transmisión		Mecánico 5 velocidades + retroceso
Máx. Potencia (HP / RPM)		85 / 6,000
Máx. Torque (Kg.M / RPM)		112.2 / 5,200
Dirección		Hidráulica, piñón y cremallera
Frenos delanteros		Discos
Frenos posteriores		Tambor
Suspensión delantera		Independiente McPherson
Suspensión posterior		Link híbrido

ANEXO N°9

KIA Rio 1.3 RS - 9.616 €



Datos correspondientes al modelo 2000

Características generales

- Versión:	1.3 RS	- N° de puertas:	4
- Combustible:	Gasolina	- Largo x ancho x alto:	4.215 x 1.675 x 1.440mm
- Potencia Máxima:	75 cv a 5.500 rpm	- Volumen del maletero:	449 litros
- Par Máximo:	55 Nm a 3.000 rpm	- N° de plazas:	5
- N° de cilindros:	4 En línea	- Peso:	944 kg con conductor
- Cilindrada:	1.343 cc	- Capacidad del depósito:	45 litros
- Distribución:	Árbol de levas en cabeza (OHC)	- Aceleración (0-100km/h):	14,3 segundos
- Alimentación:	Inyección multipunto	- Velocidad Máxima:	164 km/h
- Tracción:	Delantera	- Consumo Urbano:	-
- Caja de cambios:	Manual 5 velocidades	- Consumo extraurbano:	-
		- Consumo Medio:	-
		- Emisiones Co2:	170 gr/km

**“ANEXO DE HOJAS DE SEGURIDAD DE
LOS REFRIGERANTES R-134a Y R-12 DE
LA TESIS EVALUACION DEL AIRE
ACONDICIONADO EN VEHICULOS DE
1300CC UTILIZANDO R-134A Y R-12
PARA DETERMINAR EL CONSUMO DE
COMBUSTIBLE”**

ANEXO 10

INDURA	<u>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES</u>	NCh 2245 Of.03
---------------	---	-----------------------

Edición. : HDS-R134A-00	Fecha:	Emit: W. Pérez	Rev.: C. Diaz	Apr.: R. Keller W.
	28-02-2008			

NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-134a

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPANIA

INDURA S.A.

Las Americas 585
Cod. Postal 9230117
Cerrillos, Santiago.

NUMERO DE TELEFONO:

56-2-5303000

NUMERO DE TELEFONO LAS 24 HORAS, PARA EMERGENCIAS:

800-800 505

NOMBRE DEL PRODUCTO: Gas Refrigerante R-134a

NOMBRE QUÍMICO: 1,1,1,2-Tetrafluoroetano.

NOMBRES COMUNES / SINÓNIMOS: Refrigerante 134a; Propelente 134a.

CLASIFICACION UN : 2.2

2. COMPOSICIÓN , INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA*	TLV-ACGIH*	LD ₅₀ o LC ₅₀ Ruta / especie
Gas Refrigerante R-134a FORMULA: CH ₂ FCF ₃ CAS: 811-97-2	100	No disponible	1000 ppm	No disponible

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

RESUMEN DE EMERGENCIAS

Gas licuado, con leve olor a éter e incoloro. Si es inhalado en altas concentraciones puede ser fatal, debido al desplazamiento del aire. se debe evitar el contacto con ojos, piel y ropas en general.

RUTA DE ENTRADA:

Contacto con la Piel	Absorción por la Piel	Contacto con los Ojos	Inhalación	Ingestión
Si	No	Si	Si	No

EFFECTOS SOBRE LA SALUD:

Límites de Exposición No	Irritante Si	Sensibilización No
Teratógeno No	Peligro para la Reproducción No	Mutágeno No
Efectos sinérgicos: Ninguno reportado		

EFFECTOS EN LOS OJOS:

El contacto de líquido sobre los ojos causa congelamiento.

EFFECTOS SOBRE LA PIEL:

El contacto excesivo puede causar congelación (debido al efecto de refrigeración de la evaporación).

EFFECTOS DE INGESTION:

Ninguno conocido. Ingestión improbable.

EFFECTOS DE INHALACION:

Presenta bajos índices de toxicidad según pruebas realizadas en animales. Cuando los niveles de oxígeno en aire se reducen a 12-14 % por desplazamiento se pueden presentar síntomas de asfixia, pérdida de coordinación, incremento en la velocidad del pulso, depresión respiratoria y hasta llegar a la muerte. En niveles por encima de los mencionados, puede presentar arritmia cardíaca.

CODIGOS DE PELIGRO NFPA	SISTEMA DE EVALUACION
Salud: 2	0 = Sin Peligro
Inflamabilidad: 1	1 = Peligro Leve
Reactividad: 0	2 = Peligro Moderado
	3 = Peligro Serio
	4 = Peligro Severo

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS:**OJOS:**

Enjuague inmediatamente los ojos con abundante agua, por lo menos por 15 minutos. Trasladar a centro asistencial de salud.

PIEL:

Enjuague rápidamente la zona afectada con abundante agua hasta que se elimine todo el producto. Si existe evidencia de congelación, lave (tratando de no frotar demasiado su piel) con agua tibia (no caliente), en ausencia de agua cubra su piel con apósitos suaves y limpios. Traslado a centro asistencial de salud, para pronta y oportuna atención.

INGESTION:

No requerida normalmente.

INHALACION:

LA PRONTA ATENCION MEDICA ES OBLIGATORIA EN TODOS LOS CASOS DE SOBRE-EXPOSICION. EL PERSONAL DE RESCATE DEBERIA ESTAR EQUIPADO CON APARATOS RESPIRATORIOS INDEPENDIENTES. Las víctimas deberían ser removidas a un área no contaminada e inhalar aire fresco. La rápida remoción del área contaminada es de la mayor importancia. Si la respiración se ha detenido, debe dárseles resucitación artificial y oxígeno suplementario. Tratamiento adicional debería ser sintomático y de apoyo.

5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS:

Condiciones de Inflamabilidad: Gas no inflamable		
Punto de Inflamación: No disponible	Método: No aplica	Auto-ignición No disponible
LEL(%): No aplica		UEL(%): No aplica
Productos de combustión peligrosos: compuestos halogenados; aluros de hidrógeno; Haluros de carbonilo. Monóxido de carbono, dióxido de carbono(CO_2)		
Sensibilidad a impacto mecánico: ninguna		
Sensibilidad a descarga Estática: no disponible		

PELIGROS DE EXPLOSION E INCENDIOS:

El compuesto es no inflamable, por lo que se puede usar cualquier agente extintor, se recomienda elegir el mas apropiado dependiendo de los materiales que estén cerca del área y sean inflamables.

INSTRUCCIONES PARA EXTINCION:

Si no hay riesgo, se debe detener la fuga cerrando la válvula. Los cilindros cercanos al fuego deben ser retirados y los que se encuentren expuestos al fuego deben ser enfriados rociándolos con agua desde un lugar seguro.

6. MEDIDAS POR LIBERACIÓN ACCIDENTAL:

En caso de un escape despejar el área afectada, evacuando hacia un lugar contrario a la dirección del viento que cubra por lo menos 100 metros a la redonda. Proteger a la gente y responder con personal entrenado. Si es posible, cerrar la válvula del cilindro para detener el escape. Si no se logra detener (o si no es posible llegar a la válvula), permitir que el gas se escape en su lugar o mover el cilindro a un sitio seguro, alejado de fuentes de ignición.

Se debe tener mucha precaución cuando mueva un cilindro de gas refrigerante con escape. Monitorear el nivel de oxígeno presente en el área con el fin de detectar posibles mezclas explosivas, teniendo en cuenta que el contenido de oxígeno debe estar por encima del 19.5%.

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO:**CLASIFICACIÓN ELECTRICA:**

No peligroso.

Use sólo en áreas bien ventiladas. Las tapas de protección de válvulas deben permanecer en su lugar, a menos que el contenedor esté asegurado con una salida de válvula con cañerías al punto de uso. No arrastre, deslice o ruede cilindros. Use una carretilla adecuada para el movimiento de cilindros. Use un regulador de reducción de presión al conectar un cilindro a cañerías o sistemas de baja presión (<3000 psig). No caliente el cilindro por ningún medio para aumentar la velocidad de descarga del producto desde el cilindro.

Proteja los cilindros del daño físico. Almacénelos en un área fría, seca, bien ventilada, de construcción no combustible, lejos de las áreas con gran tráfico y de las salidas de emergencia. No permita que la temperatura donde se encuentren almacenados los cilindros exceda los 52 °C. Los cilindros deberían almacenarse hacia arriba y asegurados firmemente, para impedir que caigan o sean golpeados. Use el sistema de inventario de "primero que entra - primero que sale" para impedir que los cilindros completos sean almacenados por excesivos períodos de tiempo.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL**LIMITES DE EXPOSICION:**

INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA ¹	TLV-ACGIH ²	LD ₅₀ o LC ₅₀ Ruta / especie
Gas Refrigerante R-134a FORMULÁ: CH ₂ FCF ₃ CAS: 811-97-2	100	No disponible	1000 ppm	No disponible

CONTROLES DE INGENIERIA:

Para la manipulación de este gas se debe proveer ventilación mecánica, adecuada para cumplir con los requisitos de la TVL, y así minimizar la exposición.

PROTECCION A LOS OJOS/FACIAL:

Gafas o anteojos de seguridad.

PROTECCION A LA PIEL:

Guantes protectores hechos de plástico o caucho. Guantes protectores hechos de cualquier material adecuado.

PROTECCION RESPIRATORIA:

Línea aérea de presión positiva con máscara completa y botella de escape o aparato de respiración independiente debe estar disponible para usar en emergencias.

PROTECCION GENERAL / OTRA:

Zapatos de seguridad, ducha de seguridad y lavadero de ojos.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARAMETRO	VALOR	UNIDADES
Estado físico (gas, líquido, sólido)	Gas	
Presión de vapor	665.5	kPa
Densidad de vapor (Aire = 1)	5.28	Kg/m ³
Punto de evaporación	No disponible	
Punto de ebullición	-26.1	°C
Punto de congelación	-96.6	°C
pH	No Aplicable	
Masa Molecular	102.03	g/mol
Coefficiente de partición de aceite / agua	No disponible	
Solubilidad (H ₂ O)	Insignificante	
Umbral de olor	No Aplicable	
Olor y apariencia	Gas incoloro, con leve olor a éter	

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**ESTABILIDAD:**

Es un gas estable.

MATERIALES INCOMPATIBLES:

Los oxidantes fuertes, incluyendo el oxígeno, aumentan de manera muy considerable el riesgo de incendio o explosión en caso de que las condiciones favorezcan.

POLIMERIZACION PELIGROSA:

No ocurre.

11. Información Toxicológica:

No se han dado datos sobre los efectos crónicos en el Registro de Efectos Tóxicos de Sustancias Químicas.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

No se espera ningún efecto ecológico. Esta mezcla no contiene ningún químico Clase I o II que reduzca el ozono. No se anticipa ningún efecto en la vida de las plantas.

13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

No intente disponer de desperdicios residuales o cantidades no usadas. Devuelva en el contenedor de envío, PROPIAMENTE ETIQUETADO, CON CUALQUIER TAPON O TAPA DE SALIDA DE VALVULA ASEGURADOS Y CON LA TAPA DE PROTECCION DE LA VALVULA EN SU LUGAR a INDURA S.A. o sus distribuidores autorizados.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

PARAMETRO	NCh 2190 Of. 03
NOMBRE DE ENVIO	Gas Refrigerante R-134a
CLASE DE PELIGRO	2.2
NUMERO NU	3159
ETIQUETA DE ENVIO	Gas comprimido no inflamable, no toxico

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**ESTABILIDAD:**

Es un gas estable.

MATERIALES INCOMPATIBLES:

Los oxidantes fuertes, incluyendo el oxígeno, aumentan de manera muy considerable el riesgo de incendio o explosión en caso de que las condiciones favorezcan.

POLIMERIZACION PELIGROSA:

No ocurre.

11. Información Toxicológica:

No se han dado datos sobre los efectos crónicos en el Registro de Efectos Tóxicos de Sustancias Químicas.

12. INFORMACIÓN ECOLOGICA

No se espera ningún efecto ecológico. Esta mezcla no contiene ningún químico Clase I o II que reduzca el ozono. No se anticipa ningún efecto en la vida de las plantas.

13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

No intente disponer de desperdicios residuales o cantidades no usadas. Devuelva en el contenedor de envío, PROPIAMENTE ETIQUETADO, CON CUALQUIER TAPON O TAPA DE SALIDA DE VALVULA ASEGURADOS Y CON LA TAPA DE PROTECCION DE LA VALVULA EN SU LUGAR a INDURA S.A. o sus distribuidores autorizados.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

PARAMETRO	NCh 2190 Of. 03
NOMBRE DE ENVIO	Gas Refrigerante R-134a
CLASE DE PELIGRO	2.2
NUMERO NU	3159
ETIQUETA DE ENVIO	Gas comprimido no inflamable, no toxico

ANEXO 11

INDURA

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
NCh 2245 Of. 2003



Edición:	Fecha:	Emi: W. Pérez	Rev.: P. Vera / L. Díaz	Apr.: R. Keller
DA-SSO-R22HDS-00	17/11/2010			

NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-12

1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

INDURA S.A.
Las Américas 585
Cod. Postal 9230117
Cerrillos, Santiago.

NÚMERO DE TELÉFONO
56-2-5303000

NÚMERO DE TELÉFONO LAS 24 HORAS, PARA EMERGENCIA
800-800 505

NOMBRE DEL PRODUCTO: Gas Refrigerante R-12

NOMBRE QUÍMICO: Diclorodifluorometano

NOMBRES COMUNES / SINÓNIMOS: Refrigerante 12; Propelente 12

CLASIFICACION NU: 2.2

2. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN SOBRE LOS INGREDIENTES

INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA	TLV-ACGIH	D.S. N° 594		LD ₅₀ o LC ₅₀ Ruta / especie
				LPP	LPT	
Gas Refrigerante R-12 FORMULA: CCl ₂ F ₂ CAS: 75-71-8	100	No disponible	1000 ppm	No aplica	No Aplica	No disponible

NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-12**3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS****Resumen de Emergencias**

Gas licuado, con leve olor e incoloro. Si es inhalado en altas concentraciones puede ser fatal, debido al desplazamiento del aire. Se debe evitar el contacto con ojos, piel y ropas en general.

RUTA DE ENTRADA:

Contacto con la Piel	Absorción por la Piel	Contacto con los Ojos	Inhalación	Ingestión
Sí	No	Sí	Sí	No

EFFECTOS SOBRE LA SALUD:

Limites de Exposición No	Irritante Sí	Sensibilización No
Teratógeno No	Peligro Reproductivo No	Mutágeno No
Efectos Sinérgicos Ninguno Reportado		

EFFECTOS EN LOS OJOS:

El contacto de líquido sobre los ojos causa congelamiento.

EFFECTOS SOBRE LA PIEL:

El contacto del líquido o gas a baja temperatura sobre la piel puede causar congelación, la cual se manifiesta por palidez o enrojecimiento, pérdida de sensación e hinchazón.

EFFECTOS DE INGESTION:

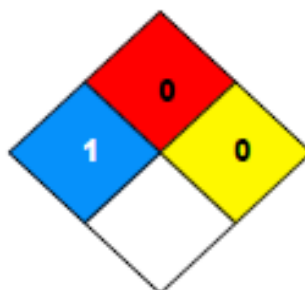
No aplicable.

EFFECTOS DE INHALACION:

Este material es bajo en niveles de toxicidad a concentraciones tan altas como 4%(40000 ppm). Cuando se reducen los niveles de oxígeno en el aire a 12-14 %, se presentan síntomas de asfixia: pérdida de coordinación, aumento en el pulso cardiaco y respiración más profunda. Se han observado efectos narcóticos a niveles de 200000 ppm.

NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-12**CLASIFICACIÓN DE RIESGOS DEL PRODUCTO SEGÚN NCH 1411/4**

- Salud
- Inflamable
- Reactividad
- Riesgos Especiales

**Riesgo**

- 0 Insignificante
- 1 Ligero-Suave
- 2 Moderado-Medio
- 3 Alto-Severo
- 4 Muy Alto-Extremo

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**OJOS:**

Enjuague inmediatamente los ojos con abundante agua, por lo menos por 15 minutos. Trasladar a centro asistencial de salud de manera inmediata.

PIEL:

Enjuague rápidamente la zona afectada con abundante agua hasta que se elimine todo el producto. Si existe evidencia de congelación, lave (tratando de no frotar demasiado su piel) con agua tibia (no caliente), en ausencia de agua cubra su piel con apósitos suaves y limpios. Traslado a centro asistencial de salud, para pronta y oportuna atención.

INGESTION:

No aplicable.

INHALACION:

LA PRONTA ATENCIÓN MÉDICA ES OBLIGATORIA EN TODOS LOS CASOS DE SOBRE-EXPOSICION. EL PERSONAL DE RESCATE DEBERIA ESTAR EQUIPADO CON EQUIPOS DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMOS. Las víctimas deberían ser removidas a un área no contaminada e inhalar aire fresco. La rápida remoción del área contaminada es de la mayor importancia. Si la respiración se ha detenido, debe dárseles resucitación artificial y oxígeno suplementario. Tratamiento adicional debería ser sintomático y de apoyo.

**NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-12****5. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS**

Condiciones de Inflamabilidad: Gas no inflamable		
Punto de Inflamación: No disponible	Método: No aplica	Auto-ignición No disponible
LEL(%): No aplica		UEL(%): No aplica
Productos de combustión peligrosos: compuestos halogenados; aluros de hidrógeno; Haluros de carbonilo. Monóxido de carbono, dióxido de carbono(CO2)		
Sensibilidad a impacto mecánico: ninguna		
Sensibilidad a descarga Estática: no disponible		

PELIGROS DE EXPLOSION E INCENDIOS:

El compuesto es no inflamable, por lo que se puede usar cualquier agente extintor, se recomienda elegir el mas apropiado dependiendo de los materiales que estén cerca del área y sean combustibles.

MEDIOS DE EXTINCION:

Si no hay riesgo, se debe detener la fuga cerrando la válvula. Los cilindros cercanos al fuego deben ser retirados y los que se encuentren expuestos al fuego deben ser enfriados rociándolos con agua desde un lugar seguro.

INSTRUCCIONES PARA APAGAR INCENDIOS:

Aplice medios de extinción adecuados a materiales combustibles involucrados en el fuego, evite el sobrecalentamiento de los contenedores (cilindros), por aumento de presión estos pueden colapsar.

6. MEDIDAS POR LIBERACIÓN ACCIDENTAL

En caso de un escape despejar el área afectada, evacuando hacia un lugar contrario a la dirección del viento que cubra por lo menos 100 metros a la redonda. Proteger a la gente y responder con personal entrenado. Si es posible, cerrar la válvula del cilindro para detener el escape. Si no se logra detener (o si no es posible llegar a la válvula), permitir que el gas se escape en su lugar o mover el cilindro a un sitio seguro, alejado de fuentes de ignición.

Se debe tener mucha precaución cuando mueva un cilindro de gas refrigerante con escape. Monitorear el nivel de oxígeno presente en el área con el fin de detectar posibles deficiencias de oxígeno en el aire, teniendo en cuenta que el contenido de oxígeno debe estar por encima del 19.5%.

NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-12**7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO****CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA:**

No peligroso.

Use sólo en áreas bien ventiladas. No arrastre, deslice o ruede cilindros. Use una carretilla adecuada para el movimiento de cilindros. Use un regulador de reducción de presión al conectar un cilindro a cañerías o sistemas de baja presión. No caliente el cilindro por ningún medio para aumentar la velocidad de descarga del producto desde el cilindro.

Proteja los cilindros del daño físico. Almacénelos en un área fría, seca, bien ventilada, de construcción no combustible, lejos de las áreas con gran tráfico y de las salidas de emergencia. No permita que la temperatura donde se encuentren almacenados los cilindros exceda los 52 °C. Los cilindros deberían almacenarse de manera vertical y asegurados firmemente, para impedir que caigan o sean golpeados. Use el sistema de inventario de "primero que entra - primero que sale" para impedir que los cilindros completos sean almacenados por excesivos períodos de tiempo.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL**LIMITES DE EXPOSICION:**

INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA	TLV-ACGIH	D.S. N° 594		LD ₅₀ o LC ₅₀ Ruta / especie
				LPP	LPT	
Gas Refrigerante R-12 FORMULA: CCl2F2 CAS: 75-71-8	100	No disponible	1000 ppm	No aplica	No Aplica	No disponible

CONTROLES DE INGENIERIA:

Use extracción local para impedir la acumulación de concentraciones altas que puedan reducir el nivel de oxígeno en el aire a menos de 19.5.

PROTECCION A LOS OJOS/FACIAL:

Gafas o anteojos de seguridad, como sea apropiado para el trabajo.

PROTECCION A LA PIEL:

Guantes protectores hechos de cualquier material adecuado.

NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-12**PROTECCION RESPIRATORIA:**

Equipos de respiración autónoma o línea de aire comprimido para situaciones de emergencia en lugares confinados.

PROTECCION GENERAL / OTRA:

Zapatos de seguridad u otro calzado apropiado para el trabajo.

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARAMETRO	VALOR	UNIDADES
Estado físico (gas, líquido, sólido)	Gas	
Presión de vapor	136.1	psia
Densidad de vapor (Aire = 1)	4,2	Kg/m ³
Punto de evaporación	No disponible	
Punto de ebullición	-29,8	°C
Punto de congelación	-158	°C
pH	No Aplicable	
Masa Molecular	120,91	g/mol
Coefficiente de partición de aceite / agua	No disponible	
Solubilidad (H ₂ O)	Insignificante	
Umbral de olor	No Aplicable	
Olor y apariencia	Gas incoloro, con leve olor	

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**ESTABILIDAD:**

Estable.

MATERIALES INCOMPATIBLES:

Los oxidantes fuertes, incluyendo el oxígeno, aumentan de manera muy considerable el riesgo de incendio o explosión en caso de que las condiciones favorezcan.

POLIMERIZACION PELIGROSA:

No aplicable

NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-12**11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

No se han dado datos sobre los efectos crónicos.


12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

No existe información.

13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

No intente disponer de desperdicios residuales o cantidades no usadas. Disponga de los residuos de acuerdo a las exigencias legislativas vigentes en el país.

14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

PARAMETRO	NCh 2190 Of. 2003
NOMBRE DE ENVIO	Gas Refrigerante R-22
CLASE DE PELIGRO	2.2
NUMERO NU	1028
ETIQUETA DE ENVIO (ROMBO)	

**NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-12****15. INFORMACIÓN REGULADORA**

Está regulado como una sustancia peligrosa, según:

D.S. 298 "Reglamenta Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos"

NCh 2190 Of. 2003 "Sustancias Peligrosas - Marcas para información de Riesgos"

NCh 382. Of. 2004 "Terminología y Clasificación General" de materiales peligrosos.

16. OTRA INFORMACIÓN

Los datos consignados en esta Hoja informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. Sin embargo, se entregan sin garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.

Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera del control del proveedor, la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.