



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ

“ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL TIPO DE REFRIGERANTE
UTILIZADO EN UN VEHÍCULO CATEGORÍA M1 SEDÁN”



AUTOR: Steven Alexander Castillo Carlosama

DIRECTOR: Ing. Carlos Marcelo Segovia Troya Msc.

Ibarra, septiembre 2024

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	1725333650	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Castillo Carlosama Steven Alexander	
DIRECCIÓN:		Guayllabamba	
EMAIL:		sacastilloc@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	0939974897

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Análisis de la incidencia del tipo de refrigerante utilizado en un vehículo categoría M1 sedán
AUTOR (ES):	Castillo Carlosama Steven Alexander
FECHA: AAAAMMDD	2024-09-12
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Automotriz
DIRECTOR:	Ing. Carlos Segovia Msc.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Steven Alexander Castillo Carlosama, con cédula de identidad Nro. 1725333650, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 13 días del mes de septiembre de 2024

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Steven Alexander Castillo Carlosama

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días, del mes de septiembre de 2024

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Steven Alexander Castillo Carlosama

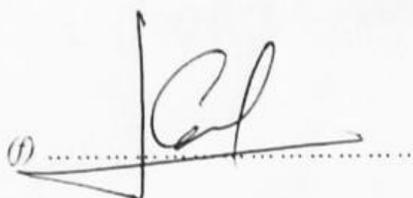
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 12 de septiembre de 2024

Ing. Carlos Segovia Troya Msc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

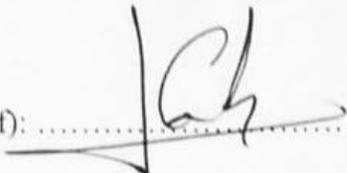


Ing. Carlos Marcelo Segovia Troya Msc.

C.C.: 1706391404

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular "Análisis de la incidencia del tipo de refrigerante utilizado en un vehículo categoría M1 sedán" elaborado por Castillo Carlosama Steven Alexander, previo a la obtención del título de Ingeniería Automotriz, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): 

Ing. Carlos Marcelo Segovia Troya Msc.

C.C.: 1706391404

(f): 

Ing. Victor Javier Montenegro Simancas Msc.

C.C.: 1717035149

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto de titulación con profundo amor y cariño a toda mi familia, A mi Madre Esthela que gracias a su esfuerzo y sacrificio eh conseguido todo lo que me eh propuesto siendo la persona que ha estado apoyándome y motivándome para lograr este objetivo teniendo el coraje y la valentía para guiarme como un hombre de bien, A mi Padre Wilson quien no se encuentra físicamente pero su recuerdo y su memoria han sido una inspiración día tras día para alcanzar esta meta tan deseada, A mi hermana Mishell quien siempre encontró las palabras de apoyo y aliento que siempre necesitaba, y por último a mis sobrinas Celeste y Scarlet que con su alegría y cariño me impulsaban a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Tengo un inmenso agradecimiento a mis Tíos Elena y Abelino, los cuales fueron y son mis segundos padres siendo las personas que estuvieron al pie del cañón en toda mi etapa universitaria acogiéndome en su hogar como un miembro más de su familia.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, a la carrera de Ingeniería Automotriz y a todos sus docentes quienes me proporcionaron las herramientas y los conocimientos esenciales que han sido fundamentales para mi formación como profesional, agradezco también a mi director Ing. Carlos Segovia y Asesor Ing. Víctor Montenegro por su apoyo y colaboración para la culminación de este proyecto, A todos mis compañeros y amigos que hice durante toda esta etapa, con un especial agradecimiento a Santiago Cando en quien encontré una verdadera amistad no solo dentro de las aulas sino fuera de ellas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
Introducción	xvii
CAPÍTULO I	1
1. Revisión Bibliográfica	1
1.1. Objetivos.....	1
1.1.1 Objetivo general.....	1
1.1.2 Objetivos específicos	1
1.2. Justificación	1
1.3. Alcance	2
1.4. Planteamiento del problema.....	3
1.5 Proceso de un ciclo otto.....	3
1.5.1 Carrera de Admisión.....	4
1.5.2 Carrera de Compresión.....	5
1.5.3 Carrera de explosión o Trabajo.....	5
1.5.4 Carrera de Escape	5
1.6 Sistemas de refrigeración del motor	5
1.6.1 Refrigeración por aire.....	6
1.6.2 Refrigeración por líquido.....	6
1.6.3 Refrigeración Mixta.....	6
1.6.4 Problemas en el sistema de refrigeración	6
1.6.4.1. Corrosión.....	7
1.6.4.2. Picaduras	7
1.6.4.2. Cavitación	7
1.7 Componentes del sistema de refrigeración.....	7
1.7.1 Radiador.....	7
1.7.2 Vaso de expansión.....	8
1.7.3 Bomba de agua	8
1.7.4 Ventilador y Electroventilador	8
1.7.5 Termocontacto	9
1.7.6 Termostato.....	9
1.8 Función del refrigerante.....	9
1.8.1 Componentes utilizados en el líquido refrigerante	10

1.8.1.1. Agua desmineralizada.....	10
1.8.1.2. Etilenglicol.....	10
1.8.1.3. Inhibidores de corrosión	11
1.8.1.4. Antiespumante	11
1.8.1.5. Colorantes	11
1.8.2. Tipos de refrigerantes	11
1.9 Tipos de refrigerantes que hay en el mercado	12
1.10 Gases emitidos en la combustión.....	13
1.10.1 Contaminantes	13
1.10.2 No contaminantes	14
CAPÍTULO II	15
2. MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1. Materiales.....	15
2.1.1. Dinamómetro	15
2.1.2. Analizador de gases	16
2.1.3. Selección de vehículo	17
2.1.4. Contador de Rpm	18
2.1.5. Selección de refrigerantes	18
2.1.6. Costos de materiales	19
2.2 Métodos.....	19
2.2.1. Tipo de investigación.....	21
2.2.2. Preparación del vehículo y equipos	21
2.2.2.1. Calibración Analizador AGS-688.....	22
2.2.2.2. Preparación de dinamómetro	22
2.2.3. Refrigerantes Seleccionados	22
2.2.4. Procedimiento de cambio de refrigerantes.....	25
2.2.5. Procedimiento de las pruebas.....	27
2.2.5.1. Prueba en Dinamómetro	27
2.2.5.2. Prueba en Analizador de gases	29
CAPÍTULO III.....	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1. Análisis del torque y potencia utilizando refrigerante ACDelco.....	32
3.2. Análisis del torque y potencia utilizando refrigerante Lubristone.....	33
3.3. Análisis del torque y potencia utilizando Agua	34

3.4.	Comparación de potencia de los diferentes refrigerantes	35
3.5.	Comparación de torque de los diferentes refrigerantes	37
3.6.	Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando el refrigerante ACDelco a ralentí	40
3.6.1.	Monóxido de carbono con refrigerante ACDelco	40
3.6.2.	Dióxido de carbono con refrigerante ACDelco.....	41
3.6.3.	Hidrocarburos con refrigerante ACDelco.....	41
3.6.4.	Oxígeno con refrigerante ACDelco.....	42
3.7.	Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando el refrigerante Lubristone a ralentí	43
3.7.1.	Monóxido de carbono con refrigerante lubristone.....	43
3.7.2.	Dióxido de carbono con refrigerante lubristone	43
3.7.3.	Hidrocarburos con refrigerante lubristone.....	44
3.7.4.	Oxígeno con refrigerante lubristone	45
3.8.	Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando Agua a ralentí.....	45
3.8.1.	Monóxido de carbono con agua.....	45
3.8.2.	Dióxido de carbono con agua	46
3.8.3.	Hidrocarburos con agua.....	47
3.8.4.	Oxígeno con agua	47
3.9.	Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando el refrigerante ACDelco a 3000 rpm.....	48
3.9.1.	Monóxido de carbono con refrigerante ACDelco	48
3.9.2.	Dióxido de carbono con refrigerante ACDelco.....	49
3.9.3.	Hidrocarburos con refrigerante ACDelco.....	50
3.9.4.	Oxígeno con refrigerante ACDelco.....	50
3.10.	Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando el refrigerante Lubristone a 3000 rpm.....	51
3.10.1.	Monóxido de carbono con refrigerante lubristone.....	51
3.10.2.	Dióxido de carbono con refrigerante lubristone	52
3.10.3.	Hidrocarburos con refrigerante lubristone.....	53
3.10.4.	Oxígeno con refrigerante lubristone	53
3.11.	Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando agua a 3000 rpm.....	54
3.11.1.	Monóxido de carbono con agua.....	54
3.11.2.	Dióxido de carbono con agua	55
3.11.3.	Hidrocarburos con agua.....	56

3.11.4. Oxígeno con agua	56
3.12. Análisis de medias de CO a ralenti y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.....	57
3.13. Análisis de medias de CO ₂ a ralenti y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.....	59
3.14. Análisis de medias de HC a ralenti y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.....	60
3.15. Análisis de medias de O ₂ a ralenti y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.....	62
3.16. Comparación factor lambda a ralenti y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.....	63
CAPÍTULO IV	65
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
Conclusiones	65
Recomendaciones	67
Referencias Bibliográficas.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS NÚMERO	DESCRIPCIÓN	PÁG
1	Datos técnicos del dinamómetro	15
2	Rangos de medición del analizador de gases	16
3	Especificaciones del vehículo seleccionado.....	17
4	Costos de materiales.....	19
5	Límites de emisiones.....	30
6	Valores de par y potencia máxima con refrigerante ACDelco	33
7	Valores de par y potencia máxima con refrigerante lubristone.....	34
8	Valores de par y potencia máxima con agua.....	35
9	Datos de potencia máxima con distintos refrigerantes.....	37
10	Datos de par máximo con distintos refrigerantes	39
11	Comparación de CO promedio a ralentí y 3000 rpm	58
12	Comparación de CO ₂ promedio a ralentí y 3000 rpm	60
13	Comparación de HC promedio a ralentí y 3000 rpm	61
14	Comparación de O ₂ promedio a ralentí y 3000 rpm.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS NÚMERO	DESCRIPCIÓN	PÁG
1	Etapas del ciclo	4
2	Dinamómetro de rodillos	15
3	Analizador de gases	16
4	Vehículo seleccionado	18
5	Contador de rpm	18
6	Flujograma de la metodología	20
7	Preparación del vehículo para la prueba	21
8	Refrigerante de la marca ACDelco	23
9	Refrigerante de la marca Lubristone	23
10	Agua	24
11	Termostato del vehículo	24
12	Orificio de ubicación del sensor de temperatura	25
13	Sensor de temperatura del refrigerante retirado	26
14	Ubicación del termostato	26
15	Prueba dinamométrica	27
16	Anclaje del vehículo	28
17	Colocación refrigerante ACDelco	28
18	Colocación refrigerante Lubristone	29
19	Colocación del agua	29
20	Prueba de emisiones	30
21	Prueba a 3000 rpm	31
22	Prueba a ralentí	31
23	Valores Prueba dinamométrica con refrigerante ACDelco	32
24	Valores Prueba dinamométrica con refrigerante Lubristone	33
25	Prueba dinamométrica con agua	34
26	Comparación gráficas de potencia máxima con diferentes refrigerantes	36
27	Potencia máxima de cada refrigerante	37
28	Comparación gráfica de par máximo con diferentes refrigerantes	38
29	Par máximo de cada refrigerante	39
30	Valores de CO con refrigerante ACDelco a ralentí	40
31	Valores de CO ₂ con refrigerante ACDelco a ralentí	41
32	Valores de HC con refrigerante ACDelco a ralentí	42
33	Valores de oxígeno con refrigerante ACDelco a ralentí	42
34	Valores de CO con refrigerante lubristone a ralentí	43
35	Valores CO ₂ con refrigerante lubristone a ralentí	44
36	Valores de HC con refrigerante lubristone a ralentí	44
37	Valores de Oxígeno con refrigerante lubristone a ralentí	45
38	Valores de CO con agua a ralentí	46
39	Valores de CO ₂ con agua a ralentí	46
40	Valores de HC con agua a ralentí	47

41	Valores de oxígeno con agua a ralenti	48
42	Valores de CO con refrigerante ACDelco a 3000 rpm	49
43	Valores de CO ₂ con refrigerante ACDelco a 3000 rpm	49
44	Valores de HC con refrigerante ACDelco a 3000 rpm	50
45	Valores de oxígeno con refrigerante ACDelco a 3000 rpm.....	51
46	Valores de CO con refrigerante lubristone a 3000 rpm	52
47	Valores de CO ₂ con refrigerante lubristone a 3000 rpm	52
48	Valores de HC con refrigerante lubristone a 3000 rpm	53
49	Valores de oxígeno con refrigerante lubristone a 3000 rpm.....	54
50	Valores de CO con agua a 3000 rpm	55
51	Valores de CO ₂ con agua a 3000 rpm	55
52	Valores de HC con agua a 3000 rpm	56
53	Valores de oxígeno con agua a 3000 rpm.....	57
54	Comparación de CO a ralenti y 3000 rpm con cada refrigerante	58
55	Comparación de CO ₂ a ralenti y 3000 rpm con cada refrigerante	59
56	Comparación de HC a ralenti y 3000 rpm con cada refrigerante	61
57	Comparación de O ₂ a ralenti y 3000 rpm con cada refrigerante	62
58	Comparación del valor lambda a ralenti y 3000 rpm con cada refrigerante.....	64

RESUMEN

La siguiente tesis se enfoca en la incidencia en el motor a causa del uso de distintos tipos de líquidos refrigerantes, utilizando el dinamómetro para determinar el rendimiento en potencia y torque usando los diferentes tipos de refrigerantes, los cuales fueron de la marca ACDelco, Lubrystone y Agua, también realizando pruebas de emisiones de gases para comprobar cuál de todos emite una mayor o menor cantidad de gases contaminantes, los resultados que se obtuvieron mostraron variaciones relevantes en potencia y torque demostrando la importancia en la selección correcta del líquido refrigerante, se obtuvo el mayor valor de potencia usando el refrigerante de la marca ACDelco y con agua el valor más bajo, sin embargo en el torque existió un cambio ya que el mayor torque se obtuvo usando agua como refrigerante y el menor torque con el refrigerante de la marca Lubrystone, cabe mencionar que en la prueba con agua se retiró el termostato para demostrar que consecuencias se producen al realizar esta práctica que es habitual en el entorno de este país, por otra parte en emisiones se evidenció la consecuencia de retirar el termostato observando el aumento de HC pasando el límite que permite la normativa en el país además reflejando que al utilizar agua y sin contar con el termostato este es el líquido refrigerante que más gases emite en comparación con los otros, los resultados obtenidos ayudan a comprender la importancia del refrigerante en el rendimiento del vehículo y en el efecto en emisiones de gases contaminantes.

Palabras clave: Líquido refrigerante, rendimiento, motor, emisiones.

ABSTRACT

The following thesis focuses on the impact on the engine due to the use of different types of coolants, using the dynamometer to determine the performance in power and torque using different types of coolants, which were ACDelco, Lubrstone and Agua, the results obtained showed relevant variations in power and torque, demonstrating the importance of the correct selection of the coolant. The highest power value was obtained using the ACDelco brand coolant and the lowest value was obtained using water, However in the torque there was a change since the highest torque was obtained using water as coolant and the lowest torque with Lubrstone brand coolant, it is worth mentioning that in the test with water the thermostat was removed to demonstrate what consequences occur when performing this practice that is common in the environment of this country, on the other hand in emissions the consequence of removing the thermostat was evidenced by observing the increase of HC passing the limit allowed by the regulations in the country also reflecting that when using water and without the thermostat this is the coolant that emits more gases compared to the others, the results help to understand the importance of the coolant in the vehicle performance and the effect on emissions of polluting gases.

Keywords: Coolant, performance, engine, emissions.

Introducción

El Refrigerante es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento del motor, siendo importante no solo en el sistema de enfriamiento sino también en su rendimiento, además de las regulaciones medioambientales que van surgiendo al pasar de los años, obligando a los fabricantes a mejorar sus refrigerantes para disminuir los efectos nocivos que se pueden ocasionar al momento de usar estos productos, por eso una selección correcta del líquido refrigerante es una decisión primordial.

Debido a la importancia del líquido refrigerante en el funcionamiento del motor, esta tesis se focaliza en el rendimiento que se alcanza con distintos tipos de líquidos refrigerantes, obteniendo datos de potencia y torque con la ayuda de un dinamómetro para determinar con cual de todos trabaja o tiene un mejor rendimiento además de realizar pruebas de emisiones de gases contaminantes para observar los cambios que se dan al cambiar de líquido refrigerante en cuestión de emisiones.

Además de determinar el rendimiento que se alcance con cada tipo de líquido refrigerante se busca observar los cambios que se van a dar al realizar una prueba sin contar con un componente principal del sistema de refrigeración, el cual es el termostato, para de esta manera comprender en que aspectos influye este componente al momento de retirarlo, de este modo dándole la importancia necesaria a la selección del líquido refrigerante, además de tener la posibilidad de contribuir a futuros estudios para un diseño que aproveche al máximo la capacidad del motor y también reducir las emisiones para adaptarse a las nuevas tendencias que se dan en la industria automotriz.

CAPÍTULO I

1. Revisión Bibliográfica

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Analizar la incidencia del tipo de refrigerante utilizado en un vehículo categoría M1 SEDÁN.

1.1.2 Objetivos específicos

- Investigación bibliográfica acerca del refrigerante y su incidencia en el motor a gasolina.
- Adquirir diversas marcas de refrigerantes disponibles en el mercado.
- Realizar pruebas en el dinamómetro y analizador de emisión de gases en el laboratorio de la carrera con cada tipo de refrigerante.
- Analizar los datos obtenidos de las pruebas y redactar el informe.

1.2. Justificación

En el siguiente proyecto según el Plan de creación de oportunidades 2021-2025 de Ecuador, se apoya en el eje Nro. 4 perteneciente al eje de transición ecológica, en el objetivo Nro. 12 el cual dice “Fomentar modelos de desarrollo sostenibles aplicando medidas de adaptación y mitigación al cambio climático”, además dentro del objetivo anterior se debe mencionar la política 12.3 que cita “Implementar mejores prácticas ambientales con responsabilidad social y económica, que fomenten la concientización, producción y consumo sostenible, desde la investigación, innovación y transferencia de tecnología” (Plan de creación de oportunidades, 2021).

El sistema de refrigeración es una parte imprescindible en el funcionamiento del motor, ya que debido a las altas temperaturas que produce el motor se necesita de un sistema de enfriamiento para un correcto desempeño del mismo, el cual debe trabajar a cierta temperatura ni demasiado frío, ni demasiado caliente, ya que de esa manera el rendimiento del motor es bueno y su durabilidad mayor, en el caso que un motor trabaje frío este tiene un rendimiento menor a comparación de uno que trabaje a temperaturas óptimas (López et al., 2011).

En el sistema de refrigeración exactamente en el radiador, se debe tener un líquido refrigerante para que este circule por todo el motor, en la cultura ecuatoriana lo que se acostumbra utilizar es agua en lugar de un refrigerante que sea recomendado por el fabricante, ahí existirán problemas ya que cuando no se utiliza refrigerante el motor no trabaja en condiciones óptimas y esto repercute en un consumo de combustible excesivo, lo cual afecta al motor en el aspecto de emisiones por el aumento del consumo de combustible y además evitar el óxido en el sistema de refrigeración debido al uso de agua.

1.3. Alcance

Este proyecto implica llevar a cabo pruebas dinamométricas y en el analizador de gases, en un vehículo Renault LOGAN 1.4 cc, con 3 tipos de líquidos refrigerantes, para observar y analizar los cambios de potencia y torque con los distintos refrigerantes asimismo analizar los cambios en los gases contaminantes tales como HC, CO, CO₂, O₂. Además, una prueba se realizará sin termostato para lograr evidenciar con más detalle la importancia de este elemento en el sistema de enfriamiento. Con los valores que se obtengan se analizará que opción es la mejor para la mayor eficiencia del motor y para una menor expulsión de gases contaminantes.

1.4. Planteamiento del problema

Una mala elección del líquido refrigerante conduce a muchos problemas en el motor como un bajo desempeño, consumo de combustible y un aumento de gases contaminantes ya que el motor no trabaja en condiciones ideales, en la cultura ecuatoriana se acostumbra a utilizar agua en lugar de refrigerante lo que trae consecuencias al sistema de refrigeración, el agua oxida los componentes de dicho sistema tales como el radiador, bomba de agua, termostato.

Un componente importante en el sistema de refrigeración es la bomba de agua la cual opera en sincronía con el motor sin tomar en cuenta los requerimientos de transferencia de calor que se tenga, un ejemplo en específico es del motor de un Toyota Yaris, estos son los más utilizados para el transporte de personas, mostrando inconvenientes cuando llegan a recorrer una distancia mayor a 200 mil km, encaminándose a ser reparado presentando fallas en el funcionamiento del sistema de enfriamiento, del mismo modo en el momento de su accionamiento, así como en la configuración interna de la bomba, causado por problemas de vibraciones, fugas, corrosión, entre otros (Olivos, 2022).

Es importante la temperatura del líquido refrigerante ya que se usa como un parámetro de entrada para que diversos monitores en el motor funcionen de manera correcta, operaciones tal como el ajuste de combustible. En el caso que el termostato fallé y se quede abierto permitirá un libre paso del líquido refrigerante afectando a la temperatura del motor ocasionando que no llegué a su temperatura ideal y tarde mucho más en calentarse, lo cual afectara y tendrá consecuencias en el rendimiento y emisiones del motor (Gual, 2017).

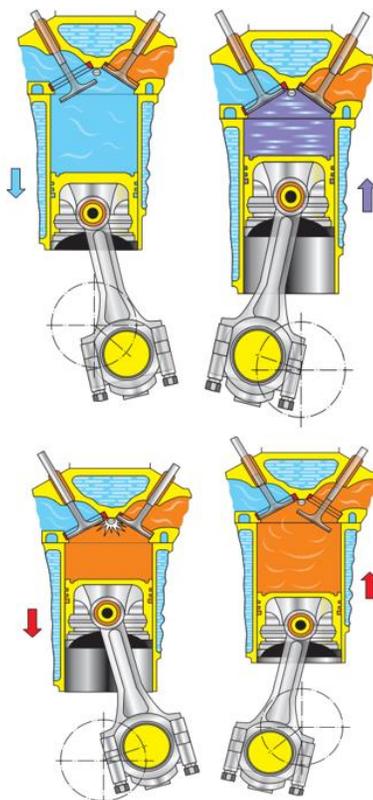
1.5 Proceso de un ciclo otto

Los tipos de motores que tienen esta especie de ciclo son nombrados como motores de ignición provocado o encendido por chispa a causa de que la proporción aire/combustible se

enciende de manera instantánea al entrar al cilindro gracias a la chispa que produce la bujía además que por lo general el tipo de carburante empleado es la gasolina (Escudero et al., 2009), en la **Figura 1** se logra apreciar todas las etapas del ciclo.

Figura 1

Etapas del ciclo



Nota: Obtenido de (Escudero et al., 2009).

Las etapas de este ciclo son las siguientes:

1.5.1 Carrera de Admisión

En la admisión el pistón se mueve del PMS al PMI, de tal manera que se activa la válvula de admisión facilitando la entrada de la mezcla de aire/combustible y así pueda ingresar al interior del cilindro por consecuencia de la depresión que produce el pistón (Escudero et al., 2009).

1.5.2 Carrera de Compresión

Durante esta fase el pistón se desplaza del PMI al PMS, en este proceso las válvulas de entrada y salida de aire se mantendrán selladas provocando que el pistón comprima la mezcla en la cámara de combustión (Escudero et al., 2009).

1.5.3 Carrera de explosión o Trabajo

Esta carrera se puede desglosar en tres etapas, la primera es al momento que el pistón está en el PMS y la combinación de aire y combustible se encuentra comprimida en la cámara, en este momento la misma explota en la cámara debido a la chispa de la bujía, la segunda etapa consiste en la combustión de la mezcla lo que provoca una elevación de la temperatura y presión, la última es el movimiento descendente del pistón a causa de la presión que ocasionan los gases en la combustión (Escudero et al., 2009).

1.5.4 Carrera de Escape

Esta es la última etapa de este ciclo, cuando el pistón se encuentra totalmente en la zona inferior del cilindro es el momento que la válvula de escape se abra y de esa manera permitir que los gases que se produjeron en la combustión sean expulsados (Escudero et al., 2009).

1.6 Sistemas de refrigeración del motor

Es fundamental en el motor un sistema de refrigeración que ayude a evacuar el calor producido por el mismo para que los componentes del motor no alcancen temperaturas excesivas y ocasionen daños a las partes móviles, además que el desempeño del motor depende de la temperatura de funcionamiento, teniendo como objetivo del sistema de refrigeración mantener una temperatura de funcionamiento que no sea excesivamente alta al igual que tampoco sea muy baja ya que afectaría al rendimiento del motor (D. González, 2015).

Tipos de sistemas de refrigeración:

1.6.1 Refrigeración por aire

Este método de enfriamiento se presenta en los motores pequeños tales como los de motocicletas, funcionando de manera que mientras el vehículo o motocicleta se encuentra en movimiento el aire que lo rodea es el que enfría al cilindro, este tipo de refrigeración vienen incorporados con aletas las cuales están diseñadas para expandir la superficie de refrigeración del cilindro (Arias-Paz, 2004).

1.6.2 Refrigeración por líquido

El funcionamiento de este tipo de enfriamiento se apoya en el uso de un líquido refrigerante por lo general agua manteniéndola en un tipo de carcasa hueca para enfriar componentes tales como la culata, válvulas y los cilindros, el agua se enfría con la ayuda de un radiador el cual se ayuda del aire que se provoca cuando el vehículo está en movimiento y con la ayuda de una bomba que se encarga de la recirculación del líquido (Arias-Paz, 2004).

1.6.3 Refrigeración Mixta

Se trata de una mezcla de la refrigeración de aire y líquido, cuenta con su circuito de refrigeración por líquido acompañado del ventilador que se acciona gracias al motor, el ventilador mejora la eficiencia del líquido debido a que aumenta el flujo de aire que ingresa al radiador mejorando todo el rendimiento del sistema (Arias-Paz, 2004).

1.6.4 Problemas en el sistema de refrigeración

Los problemas más habituales que surgen en esta clase de sistema se deben cuando existe un exceso de temperatura por consecuencia de la conducción de calor, todo esto genera que el líquido refrigerante pierda gradualmente sus propiedades, generando daños comúnmente en los elementos que son parte del sistema de enfriamiento (Tapia, 2010).

Problemas habituales:

1.6.4.1. Corrosión

En la naturaleza, los metales se encuentran en estados estables, tal como óxidos, sales, y otros tipos de compuestos. El ser humano busco el método de aprovechar dichos compuestos para sus fines, extrayendo y purificándolos de la naturaleza, fusionándolos con otros elementos para darle una mejor utilización (J. L. González, 2017).

1.6.4.2. Picaduras

Este problema es uno de los más destructivos de la corrosión, se debe por la baja velocidad del líquido, lo que provoca este problema son agujeros que penetran muy rápido el metal que se encuentra expuesto (J. L. González, 2017).

1.6.4.2. Cavitación

Este problema se debe a la liberación de presión de agua o del refrigerante haciendo que las partículas que lo forman sufran la transición del estado líquido al gaseoso, lo que ocasiona que se formen cavidades, a lo que se le podría llamar burbujas, dichas burbujas se dirigen a las zonas donde existe mayor presión y estas implosionan ocasionando una estela gaseosa y además que el metal de la zona en la cual se originó se desprenda (J. L. González, 2017).

1.7 Componentes del sistema de refrigeración

Los principales componentes que comprenden el sistema de enfriamiento por líquido en el motor son:

1.7.1 Radiador

El radiador es un intercambiador de calor, por el cual ingresa líquido refrigerante caliente por su parte superior e ingresa al depósito del radiador para después pasar por una serie de conductos hasta llegar al depósito inferior del radiador donde finalmente regresa al motor, en esta serie de conductos o láminas del radiador el líquido refrigerante transmite el calor al aire que

atraviesa al radiador, debido a la velocidad propia del vehículo o con la ayuda del ventilador, además, el radiador posee en la parte superior un tapón de llenado, este tapón es una especie de válvula reguladora de presión de doble efecto, controlando el exceso de presión en el circuito dejando evacuar al exterior y también controla la depresión del circuito, dejando entrar aire o líquido dependiendo si el circuito está cerrado o abierto (Rivas, 2015).

1.7.2 Vaso de expansión

El vaso de expansión se trata de un depósito auxiliar, al cual va el exceso de refrigerante generado por su expansión, esto se genera debido a que el refrigerante aumenta su temperatura al pasar por el motor, donde el mismo puede llegar a evaporarse aumentando su volumen y además aumentando la presión en el circuito de refrigeración volviéndose peligroso, debido a esto el vaso de expansión es un método para la evacuación de dicho vapor que se genera por el aumento de su temperatura (Rivas, 2015).

1.7.3 Bomba de agua

Este componente es parte fundamental del núcleo del sistema de enfriamiento del motor, siendo la que se responsabiliza del flujo del refrigerante a través de todo el motor manteniendo la presión y el caudal necesario para que sea posible, la bomba succiona el líquido que está en el radiador y lo hace mover a través del bloque del motor, culata y la cámara de combustión, viene situada normalmente en la entrada del bloque del motor y se mueve por la polea del cigüeñal, a través de una transmisión por correa (Rivas, 2015).

1.7.4 Ventilador y Electroventilador

Este componente genera el aire que se necesita para enfriar el líquido refrigerante que está en el radiador por este motivo está situado junto al mismo, además dependiendo de las características del motor este puede accionarse por la polea del cigüeñal mediante una correa o

tratarse de un electroventilador que como su palabra lo dice se acciona mediante un motor eléctrico, en el caso de ser un electroventilador este viene controlado por un termostato que está instalado en el radiador, el cual funciona cuando la temperatura del refrigerante requiere del electroventilador, una aplicación se da cuando el vehículo circula a baja velocidad y el aire que pasa por el radiador no es el idóneo para refrigerar el líquido refrigerante (Rivas, 2015).

1.7.5 *Termocontacto*

Existe un termocontacto situado en la culata el cual indica al sistema de control un exceso de temperatura en el motor, también se encuentra el termocontacto que acciona el electroventilador este viene situado en el radiador (Rivas, 2015).

1.7.6 *Termostato*

El termostato es el componente que se encarga de controlar la temperatura, se encuentra cerca de la bomba, con el fin de calentar el motor antes que empiece a trabajar y que tenga una temperatura óptima, la temperatura normal de operación del motor ronda entre los 80-90 °C si el motor no ha alcanzado este rango de temperatura el termostato se cierra evitando que el líquido pase hacia el radiador y de esa manera permite que se llegue a la temperatura ideal para que trabaje de manera óptima el motor, de la misma forma cuando el motor llega a la temperatura estándar el mismo comienza a abrirse haciendo que pase el líquido al radiador para que empiece la fase de refrigeración y de esa manera se garantiza que el motor trabaje a la temperatura que deseada para el correcto desempeño del vehículo (Rivas, 2015).

1.8 Función del refrigerante

Cuando se habla de refrigerante en general, se trata de un componente que es no corrosivo y además cumple con la misión de intercambiar calor entre dos fluidos, dicho componente puede estar en estado líquido o gaseoso (Carreño & Jadán, 2013).

Para los motores de combustión interna tenemos líquido refrigerante, el cual desempeña una función importante al momento de eliminar o reducir el exceso de calor del motor, generalmente se utiliza el agua como líquido refrigerante, pero se sabe que tiene enormes problemas y desventajas debido que a temperaturas altas de ebullición produce oxidación lo que afecta a las partes metálicas y además a temperaturas bajo 0 °C se solidifica lo que puede provocar que se revienten los conductos por donde circula el líquido (Gavilema, 2014).

El que se encarga de todos los excesos de calor que se originen es el líquido refrigerante a causa de esto es necesario que contenga algunas especificaciones las cuales son refrigerar el motor de una manera eficaz, brindar la protección necesaria contra el congelamiento, la ebullición y la corrosión (J. L. González, 2017).

1.8.1 Componentes utilizados en el líquido refrigerante

1.8.1.1. Agua desmineralizada

Este tipo de refrigerante es usado para innumerables aplicaciones tales como enfriamiento, generación de vapor, elaboración de bebidas gaseosas, sector alimentario, entre otros, el tratamiento que se da al agua común sirve para tratar de remover las impurezas, minerales o cualquier tipo de material orgánico debido a que estos pueden ocasionar que se formen incrustaciones en la superficie que tienen roce con el agua, además de proteger frente la corrosión que se puede formar en las piezas metálicas (J. L. González, 2017).

1.8.1.2. Etilenglicol

Se trata de un líquido transparente, incoloro, además que es ligeramente espeso parecido a un almíbar tiene un ligero sabor dulce, como posee características organolépticas se utiliza colorantes para reconocerlos, de esa manera se elimina las intoxicaciones, es poco volátil a temperatura ambiente y puede estar presente en el entorno en forma de vapor (J. L. González, 2017).

1.8.1.3. Inhibidores de corrosión

Los inhibidores son aditivos que tienen como función formar una capa que proteja las superficies metálicas que estarán expuestas al líquido refrigerante, los inhibidores más habituales son: fosfato de sodio, benzoato de sodio y silicato de sodio (J. L. González, 2017).

1.8.1.4. Antiespumante

Se añaden este tipo de sustancias a los lubricantes y los agentes anticongelantes con la finalidad de impedir que se forme espuma en exceso, la manera de combatir que se forme espuma es mediante aditivos que alteran la tensión superficial del líquido, haciendo que las burbujas sean más débiles y además la espuma sea inestable (J. L. González, 2017).

1.8.1.5. Colorantes

Se trata de pigmentos fluorescentes termoplásticos los cuales se utilizan para diferentes aplicaciones como la detección de fugas de enfriamiento, su color fluorescente ayuda a una ubicación más exacta de las fugas, este compuesto no afecta la viscosidad o lubricación del líquido o aceite del sistema, y tampoco causa corrosión en los otros elementos que están involucrados en la fabricación del refrigerante, en resumen, este componente no ocasiona efectos secundarios (J. L. González, 2017).

1.8.2. Tipos de refrigerantes

Existe tres tipos de refrigerantes principales:

- **Mineral:** Se trata de la tecnología de aditivos inorgánicos es la primera tecnología de refrigeración que se produjo, aunque en la actualidad está obsoleta debido a los requisitos que tienen los motores de la actualidad sin embargo aún se utilizan en los vehículos antiguos(Flash Cooling, 2021).

- **Orgánico:** Es una tecnología con aditivos orgánicos y son conocidos como universales ya que estos son los más amigables con el medio ambiente y además que tienen la ventaja de poder mezclarse con otros tipos de líquidos refrigerantes(Flash Cooling, 2021).
- **Híbrido:** Se trata de una combinación de las anteriores tecnologías, todo esto para cubrir requerimientos específicos de los fabricantes(Flash Cooling, 2021).

1.9 Tipos de refrigerantes que hay en el mercado

En el mercado las marcas de refrigerantes que más se utilizan son FREEZETONE con un 12% al igual que la marca VALVOLINE (ZEREX), otra marca es AC DELCO con un porcentaje del 13%, con un porcentaje del 28% esta PRESTONE y el más utilizado es MOTOREX (WALKER) con un porcentaje de 35%, todos estos datos se obtuvieron mediante una encuesta realizada a concesionarios y talleres automotrices en el Distrito Metropolitano de Quito (Yanouch & Cedeño, 2021), las marcas más representativas en la actualidad son:

Freezetone: La marca de refrigerante freezetone es de origen americano, la coloración de este refrigerante viene en color rojo y verde además la empresa que fabrica este refrigerante también realiza aditivos para motores de combustión interna, el objetivo primordial es realizar fórmulas que complazcan todas las exigencias que tiene un motor además de que no sea perjudicial para el medio ambiente (Scacco & Vargas, 2016).

ACdelco: Esta marca de refrigerante es de origen americano, su color es verde fosforescente y su principal característica es que su producción de refrigerantes trata de un solo producto que complazca las necesidades de los vehículos a gasolina y a diésel (Scacco & Vargas, 2016).

Prestone: Prestone es de origen americano y su producción no solo es de refrigerantes y anticongelantes sino también de todo tipo de líquido para el uso en la industria automotriz, la

principal característica de sus refrigerantes es que pueden ser compatibles con cualquier otro refrigerante para su uso tanto en vehículos livianos y pesados (Scacco & Vargas, 2016).

1.10 Gases emitidos en la combustión

Como resultado de la combustión dentro del motor se obtienen varios tipos de gases que son liberados por el tubo de escape, de modo que los gases liberados durante la combustión se clasificarán en gases contaminantes y no contaminantes:

1.10.1 Contaminantes

Se tratan de los gases que impactan de forma perjudicial para la salud de las personas y provocan contaminación al ecosistema, como:

Monóxido de Carbono (CO): Se trata de un gas peligroso debido a que dado la ausencia de color y olor lo hace imperceptible, la forma en que se origina es por una combustión parcial de los combustibles que contienen carbono (Sanchez & Zúñiga, 2018).

Hidrocarburos (HC): Este tipo de gases se ocasiona debido al combustible que no se quema, como consecuencia de la unión de partículas de Hidrogeno y Carbono se originan los hidrocarburos, el más peligroso de los hidrocarburos es el benceno ya que produce cáncer, se ocasiona por las emisiones de los vehículos y además de la evaporación al momento de manipular, distribuir y almacenar la gasolina (Sanchez & Zúñiga, 2018).

Óxidos de Nitrógeno (NOx): La mezcla de oxígeno y el nitrógeno forman los conocidos NOx, este gas tiene un aspecto amarillento es toxico e irritante, se produce de dos maneras, la primera por las altas temperaturas de la combustión provocando la combinación del oxígeno y el nitrógeno obteniendo óxido nítrico (NO), para luego oxidarse y producirse el NO₂, para dar como conclusión que los motores de combustión liberan óxidos de nitrógeno en diversas cantidades de NO y NO₂ (Sanchez & Zúñiga, 2018).

Material particulado: El material particulado se ocasiona debido a la combustión incompleta, tiene como característica que dicho material es una combinación de partículas sólidas y líquidas extremadamente pequeñas, las partículas más pequeñas son las que pueden ingresar al organismo por medio de la respiración (Sanchez & Zúñiga, 2018).

1.10.2 No contaminantes

Son los gases que no afectan al medio ambiente, como:

Dióxido de carbono (CO₂): Se ocasionan en el instante que se queman los combustibles, este gas se encuentra de manera natural en la atmósfera, sin embargo, este gas es el culpable de reducir las capas de la atmosfera las cuales ayudan a la protección de los rayos solares (Sanchez & Zúñiga, 2018).

Nitrógeno (N₂): Es un gas que no tiene olor ni color, este gas ayuda al proceso de combustión junto con el aire de la admisión (Sanchez & Zúñiga, 2018).

Oxígeno (O₂): De la misma manera es un gas incoloro e inodoro, el cual cuenta con un 21% del aire que se respira, cuando existe una combustión completa el consumo de combustible, pero cuando no es así el oxígeno sobrante se expulsa por el tubo de escape (Sanchez & Zúñiga, 2018).

Agua (H₂O): Ocurre durante la fase de calentamiento del motor este es expulsado por el tubo de escape pudiéndose observar como un humo blanco y también es posible que se condense lo que produciría que salga expulsado en gotas de agua surgen por el tubo de escape (Sanchez & Zúñiga, 2018).

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Dinamómetro

Para el siguiente proyecto se utilizará el dinamómetro de rodillos, el modelo del equipo es BPA-V2R de la marca vamaq, en la **figura 2** se visualiza el dinamómetro para llevar a cabo las pruebas de par motor y potencia, además en la **Tabla 1** se muestra la información técnica con los que cuenta la máquina.

Figura 2

Dinamómetro de rodillos



Tabla 1

Datos técnicos del dinamómetro

Datos técnicos	
Alimentación	220-400 V AC
Frecuencia	50-60 Hz
Corriente nominal	16 A
Masa	1200 Kg
Dimensiones	3070x870x310h mm
Presión del circuito de aire comprimido	6 bares
Diámetro de rodillo	240 mm
Ancho de rodillo	660 mm
Velocidad máxima (Vehículo de prueba)	180 km/h

2.1.2. Analizador de gases

Para el siguiente proyecto se utilizará un analizador de gases, el modelo del equipo es AGS-688 proveniente del fabricante italiano Brainbree, en la **figura 3** se logra observar el dispositivo que se va a emplear para la ejecución de las pruebas.

Figura 3

Analizador de gases



El dispositivo AGS-688 tiene la capacidad de operar de manera estática y dinámica, tomando muestras de los gases de escape por medio del tubo de escape, proporcionando una sonda la cual está diseñada para dicho propósito, este equipo está equipado con seis unidades de visualización LCD retroiluminadas, estas muestran los resultados de las pruebas en desarrollo, inmediatamente que finaliza la prueba es posible imprimir los resultados o también tiene la opción de enviarlas a una computadora conectada para un posterior análisis (MAHLE, 2024).

En la **Tabla 2** se presentan los intervalos de medición del dispositivo.

Tabla 2

Rangos de medición del analizador de gases

Parámetro	Rangos	Resolución
CO	0 - 9.99%	RES: 0.01
CO2	0 - 19.9%	RES: 0.1
HC	0 - 9999 ppm	RES: 1
O2	0 - 25%	RES: 0.01
LAMBDA	0.5 - 5 L	RES: 0.001
Nox	0 - 5000 ppm	RES: 1

2.1.3. Selección de vehículo

En el año 2023 en el Ecuador las ventas de los automóviles disminuyeron un 3,4% en comparación con el año 2022, sin embargo, en el sector de los automóviles el segmento de los SEDÁN es el más fuerte, con las mayores ventas de este tipo de segmento, superando a otros como los hatchback y coupé, siendo los vehículos tipo SEDÁN los que menor caída porcentual en sus ventas tienen en comparación del año 2022 al 2023 (AEADE, 2023), debido a estos datos se decidió seleccionar un automóvil tipo SEDÁN para este estudio, para lo cual el vehículo seleccionado es el automóvil Renault Logan 1.4 MPi el cual es uno de los más usados en el mercado.

En (Ultimatespecs, 2024), se mencionan las especificaciones técnicas del vehículo seleccionado las cuales se especifican en la **Tabla 3**.

Tabla 3

Especificaciones del vehículo seleccionado.

Especificaciones generales	
Tipo de carrocería	Sedán
Potencia máxima	75 HP @ 5500rpm
Par máximo	112 Nm @ 3000rpm
Combustible	Gasolina
Cilindrada	1.4 cc
Número de cilindros	4
Número de válvulas por cilindro	2
Sistema de inyección de combustible	Inyección indirecta multipunto
Distribución de los cilindros	SOHC
Disposición del motor	En línea

Nota: Obtenido de (Ultimatespecs, 2024).

En la **Figura 4** se visualiza el vehículo en el cual se ejecutó las pruebas

Figura 4

Vehículo seleccionado



2.1.4. Contador de Rpm

Este equipo ayuda a visualizar las revoluciones a las que va el motor en ese instante, tiene una conexión que va a la batería del vehículo, otra que se trata de un imán el cual es un sensor inductivo el cual siente todas las detonaciones y el que se tiene que colocar lo más cerca del motor, en la **figura 5** es posible apreciar el equipo.

Figura 5

Contador de rpm



2.1.5. Selección de refrigerantes

Como se acostumbra el uso del agua como líquido refrigerante en el entorno ecuatoriano, el agua simple será la primera elección de líquido refrigerante para poder evidenciar si en realidad

el uso de la misma trae consigo varias desventajas, los otros líquidos refrigerantes que se decidió utilizar será el de la marca ACDelco que es uno de los más consumidos en el mercado además de ser uno de los que tienen el precio más elevado y también el refrigerante de la marca Lubristone el cual se lo encuentra a un precio más accesible.

2.1.6. Costos de materiales

Para realizar este trabajo, se presenta en la **Tabla 4** en detalle los costos en materiales que se tuvo, con el fin de proporcionar la cantidad que es necesaria para realizar este proyecto, incluyendo los valores de refrigerantes y también del termostato ya que se lo retiró y fue necesario adquirir uno nuevo para la posterior colocación del componente, la información es necesaria no solo para tener en cuenta cuánto dinero se necesita para llevar a cabo este estudio sino también para la comparación de precios y una posterior selección correcta del refrigerante considerando los resultados que se obtuvo en el estudio.

Tabla 4

Costos de materiales

Materiales	Valor (\$)	Cantidad
ACDelco	18	2 gal
Lubristone	4,5	2 gal
Agua	1,5	2 gal
Termostato	8	1
Total	56	

2.2 Métodos

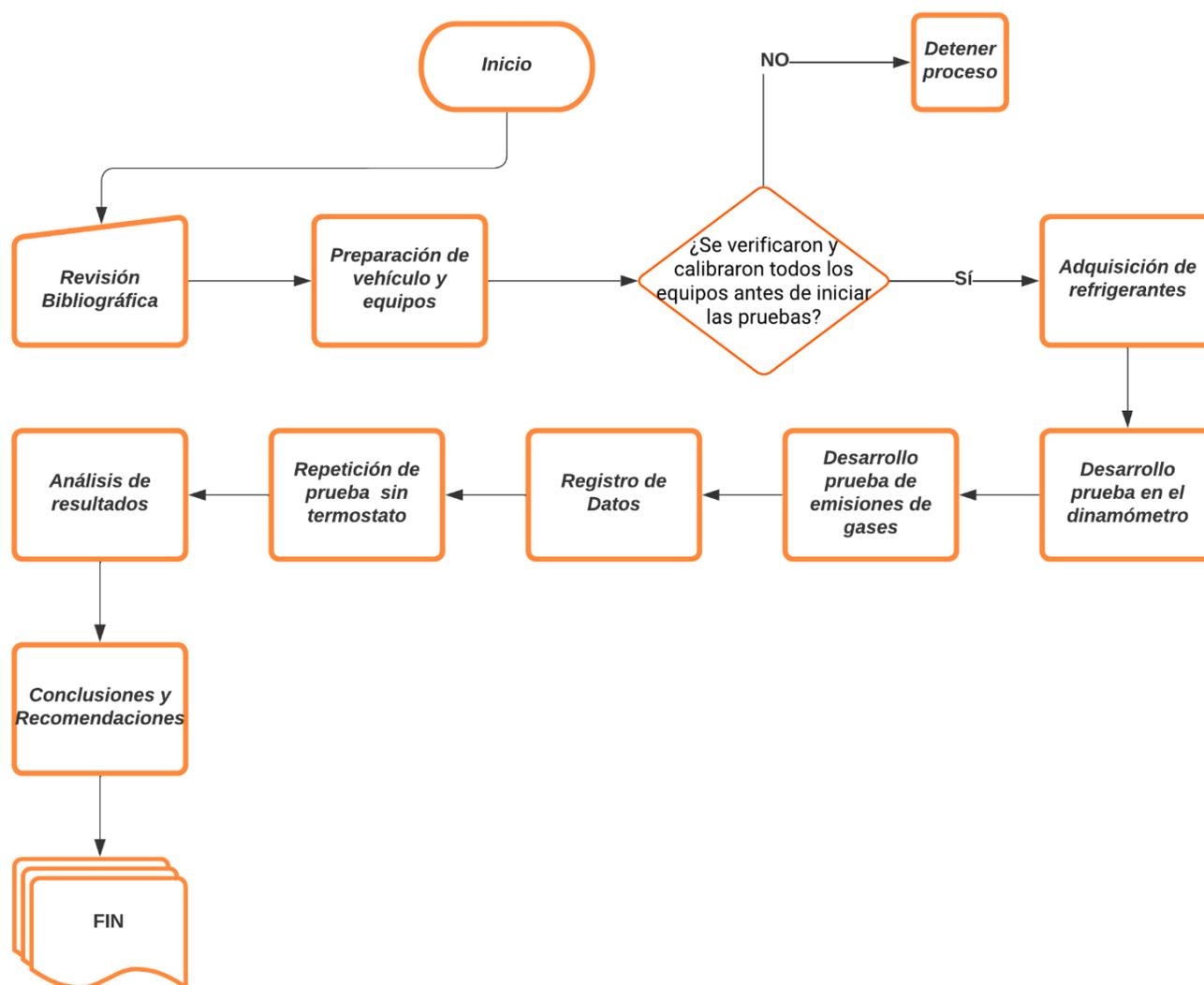
Para el siguiente proyecto de titulación se seleccionaron tres tipos de refrigerantes, el primero de la marca ACDelco, el segundo de la marca Lubristone y el último será el agua debido que es el líquido que por lo general se utiliza en el entorno ecuatoriano para la refrigeración en los vehículos, el vehículo que se utilizara para realizar el proyecto será el Renault Logan 1.4 MPi para desarrollar las pruebas en el dinamómetro y analizador de gases, además que en la prueba con

agua se retirará el termostato para de esa manera evidenciar cual es la diferencia de utilizar un refrigerante y el agua simple sin termostato, la decisión de realizar la prueba con el agua bajo otras condiciones es decir sin termostato es para darle una visión más realista a lo que se realiza habitualmente a los vehículos que se manejan en el país.

A continuación, en la **Figura 6** se presenta un flujograma del procedimiento a seguir para la realización del proyecto.

Figura 6

Flujograma de la metodología



2.2.1. Tipo de investigación

Se llevará a cabo una investigación de tipo cuantitativa dado que el propósito del proyecto es analizar los datos que se obtengan de las pruebas realizadas en el vehículo con los tres tipos de refrigerantes para de esa manera poder evaluar las incidencias de los mismos y también analizar las consecuencias de retirar el termostato, para el análisis comparativo de los resultados obtenidos se utilizará el software Microsoft Excel.

2.2.2. Preparación del vehículo y equipos

Para que los datos obtenidos en las pruebas sean lo más acertados posibles se debe mantener el vehículo en óptimas condiciones, debido a esto se realizó un mantenimiento antes de realizar las pruebas, se realizó un mantenimiento de la parte mecánica al vehículo cambiando filtros, tales como filtro de aire, aceite y de gasolina, también fue necesario cambiar las bujías y los cables ya que presentaba una falla de estos componentes además de colocarle el catalizador ya que no contaba con ello ya que es imprescindible que tenga este componente para las pruebas de emisiones que se desarrollaran, en la **Figura 7** se puede apreciar el motor después de realizar el mantenimiento.

Figura 7

Preparación del vehículo para la prueba



2.2.2.1. Calibración Analizador AGS-688

Antes de realizar las pruebas se debe calibrar el equipo, este analizador requiere de un tiempo de espera después de encenderlo para que este se caliente y calibre, en este tiempo se efectúa una prueba de estanqueidad que es necesaria ya que el equipo funciona bajo condiciones de vacío, después se resetean los valores de medición además se realizar una verificación de HC en el entorno para evitar errores al momento de realizar las pruebas con los refrigerantes y con el agua simple sin termostato.

2.2.2.2. Preparación de dinamómetro

Es importante mencionar que antes de comenzar a realizar las pruebas en el dinamómetro se necesita realizar pruebas para corroborar que los datos que se están registrando en la máquina son los mismos con el vehículo, el dato más importante son las rpm del vehículo, después de corroborar que las rpm que registra la máquina son las mismas que marca el tacómetro del vehículo se puede realizar las pruebas, en el caso que se vaya a realizar las pruebas en un vehículo que no cuente con el tacómetro en el tablero es necesario conectar el contador de rpm.

2.2.3. Refrigerantes Seleccionados

Refrigerantes: Se elegirá 3 diferentes tipos de refrigerantes, uno de ellos será el agua simple, el primer refrigerante que se adquirió es de la marca ACDelco, este es uno de los refrigerantes más recomendados en el mercado, es de un color anaranjado y según las especificaciones de (ACDelco, 2024) tiene un punto de ebullición de 129 °C y un punto de congelamiento de -37 °C, además a comparación del otro líquido refrigerante a analizar este es anticongelante, el precio del mismo es de 18\$ el galón, en la **figura 8** se visualiza el refrigerante antes mencionado.

Figura 8

Refrigerante de la marca ACDelco



El Segundo refrigerante es de la marca Lubrystone, el mismo tiene un color verde fluorescente y según (Lubrystone, 2024) tiene un punto de ebullición de 119 °C y hay que tener en cuenta que este no es anticongelante, el precio de esta marca de refrigerante baja considerablemente en consideración con el anterior, en el mercado se encuentra en un valor de 4.50\$ el galón, en la **figura 9** se puede visualizar el refrigerante adquirido.

Figura 9

Refrigerante de la marca Lubrystone



El tercer líquido para realizar las pruebas se trata del agua simple, según (Pérez Porto & Gardey, 2021) el agua alcanza el punto de congelación a los 0 °C y el punto de ebullición a los 100 °C, también hay que tener en cuenta que al momento de utilizar el agua también se retirará el termostato, el valor del galón de agua es 1,50\$, el cual se logra observar en la **Figura 10**.

Figura 10

Agua



Termostato: Con la finalidad de observar los cambios que se puedan originar en el motor se retirará este componente del sistema de refrigeración en la prueba con el agua simple, en la **figura 11** se logra observar el termostato para realizar la prueba sin el mismo.

Figura 11

Termostato del vehículo



2.2.4. Procedimiento de cambio de refrigerantes

Para el procedimiento del cambio de los diferentes refrigerantes que se seleccionó, en el caso de este vehículo, el Renault logan 1.4 MPi, no es posible la extracción del líquido refrigerante por el radiador, debido a esto se optó por retirar el líquido por el orificio en el cual se ubica el sensor de temperatura del refrigerante, el mismo se encuentra en la culata del motor en este vehículo, en la **Figura 12** es posible visualizar la ubicación del sensor y por donde salió el líquido en cada cambio de refrigerante, además en la **Figura 13** se muestra el sensor retirado, al momento de cambiar el líquido refrigerante se colocaba en líquido refrigerante en el depósito y se mandaba aire por el mismo para que entre el líquido por todo el motor, para purgar el aire que ingresaba al sistema se espera que se llene el depósito y destapamos el orificio del sensor de temperatura hasta esperara que salga el refrigerante con la suficiente presión y así no quede nada de aire dentro del sistema.

Figura 12

Orificio de ubicación del sensor de temperatura

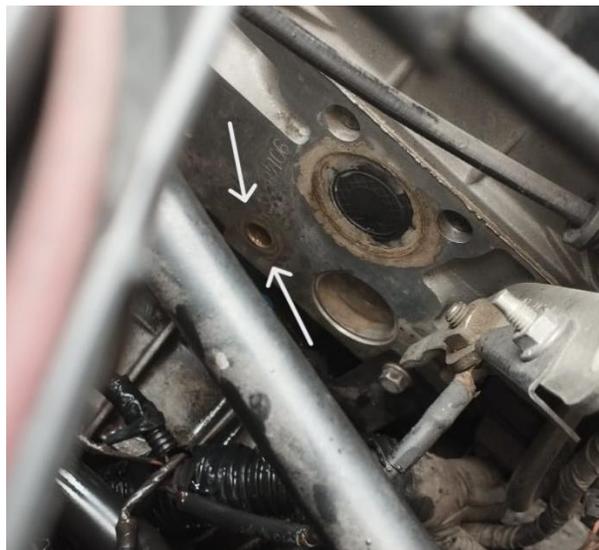


Figura 13

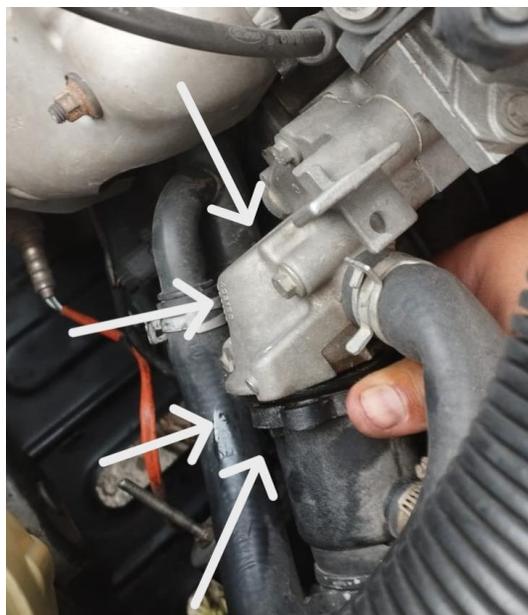
Sensor de temperatura del refrigerante retirado



Además, se realizó la prueba utilizando el agua como líquido refrigerante, pero en este caso retirando el termostato, en el caso de este vehículo el termostato se encuentra en una especie de carcasa de metal y plástica en la culata, parte frontal del motor alado del múltiple de escape, la cual se logra apreciar en la **Figura 14**.

Figura 14

Ubicación del termostato



También es importante mencionar que cuando se cambia el líquido refrigerante es necesario permanecer un tiempo a que el motor se encuentre a una temperatura idónea de trabajo para que el vehículo no tenga problemas de sobrecalentamientos, para saber que el motor ya se encuentra en un estado óptimo de temperatura el termostato nos ayuda a saberlo, ya que cuando el vehículo alcanza su temperatura ideal el termostato se abre y deja pasar el líquido que se enfría en el radiador hacia todo el motor, cuando esto sucede el ventilador se enciende, esa es una señal para saber que ya se puede recorrer y en nuestro caso realizar las pruebas, por eso es importante purgar el sistema, para que no exista vacíos en las mangueras ni mucho menos en el bloque del motor.

2.2.5. Procedimiento de las pruebas

2.2.5.1. Prueba en Dinamómetro

Se realizará la prueba para observar los cambios en potencia y torque del vehículo debido al cambio de diferentes tipos de refrigerantes realizar los cambios de refrigerantes, en la **Figura 15** se visualiza al vehículo elegido al momento de realizar las pruebas, con cada refrigerante se realizó tres corridas en el dinamómetro.

Figura 15

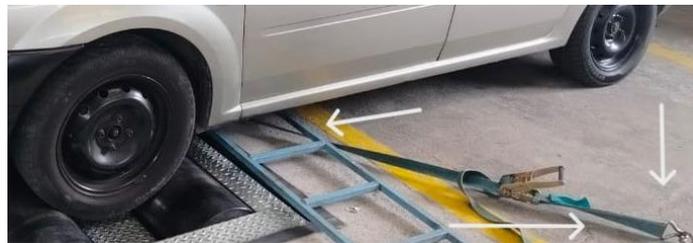
Prueba dinamométrica



Se debe mencionar que para realizar las pruebas dinamométricas hay que anclar al vehículo, además de prender el ventilador para evitar que el vehículo sufra sobrecalentamientos al momento de realizar las pruebas necesarias, también es importante tener precaución y considerar tener medidas de seguridad para las personas presentes y el técnico que realizan las pruebas, debido a eso se coloca correas de seguridad ancladas al piso para evitar que el vehículo tenga movimientos bruscos al momento de experimentar las aceleraciones y no salga despedido de la máquina, estas correas se pueden distinguir en la **Figura 16**.

Figura 16

Anclaje del vehículo



Prueba con refrigerantes: Se realizará la prueba con dos tipos de refrigerantes incluyendo el termostato, en la primera prueba se utilizó el refrigerante de la marca ACDelco, en la **figura 17** se puede observar el momento que se colocó este refrigerante de dicha marca.

Figura 17

Colocación refrigerante ACDelco.



Para la prueba con el segundo refrigerante se utilizó el refrigerante de la marca Lubrystone, en la **figura 18** se puede observar el momento en que se sustituyó al refrigerante seleccionado.

Figura 18

Colocación refrigerante Lubrystone.



Prueba con agua: Para la prueba con agua se decidió realizarla retirando el termostato para evidenciar las consecuencias de esta práctica que se tiene regularmente, en la **Figura 19** se puede visualizar la colocación del agua para realizar la prueba.

Figura 19

Colocación del agua



2.2.5.2. Prueba en Analizador de gases

Se realizará la prueba en el analizador de gases para obtener las emisiones que emita el motor, tal y como en la prueba dinamométrica existirá dos pruebas con la diferencia del tipo de refrigerante y con la ausencia del termostato. Se debe tener en cuenta que antes de utilizar el analizador de

gases, se debe esperar unos minutos antes de poder utilizarlo ya que estos minutos son necesarios para que el equipo se caliente, después de esos minutos se debe insertar la sonda en el tubo de escape para el registro de los datos, en la **figura 20** es posible visualizar el momento en que se realizó la prueba de emisiones.

Figura 20

Prueba de emisiones.



En la NTE INEN 2203:2013 nos muestra el procedimiento que se debe llevar a cabo para realizar las pruebas y en la NTE INEN 2204:2017 nos muestra los límites en los cuales nos basaremos para llevar a cabo las pruebas, además en la **tabla 5** se indica los límites permitidos para emisiones según la normativa NTE INEN 2204:2017.

Tabla 5

Límites de emisiones.

Año	% Co a		ppm HC a	
	0 - 1500 b	1500 - 3000 b	0 - 1500 b	1500 - 3000 b
2000 y posteriores	1	1	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

Nota: Obtenido de (Normativa técnico ecuatoriana 2204, 2017).

Se tiene que considerar que la letra **a** en la tabla significa volumen y la **b** altitud es decir metros sobre el nivel del mar msnm, tomando en cuenta la altitud de Ibarra a la que se realizó la prueba,

es decir a 2.225 msnm, además las pruebas se realizarán a dos diferentes revoluciones las cuales serán a ralentí y a 3000 rpm, en las **figuras 21 y 22**, se puede observar las revoluciones a las que se realizó las pruebas con los diferentes refrigerantes.

Figura 21

Prueba a 3000 rpm.



Figura 22

Prueba a ralentí.



CAPÍTULO III

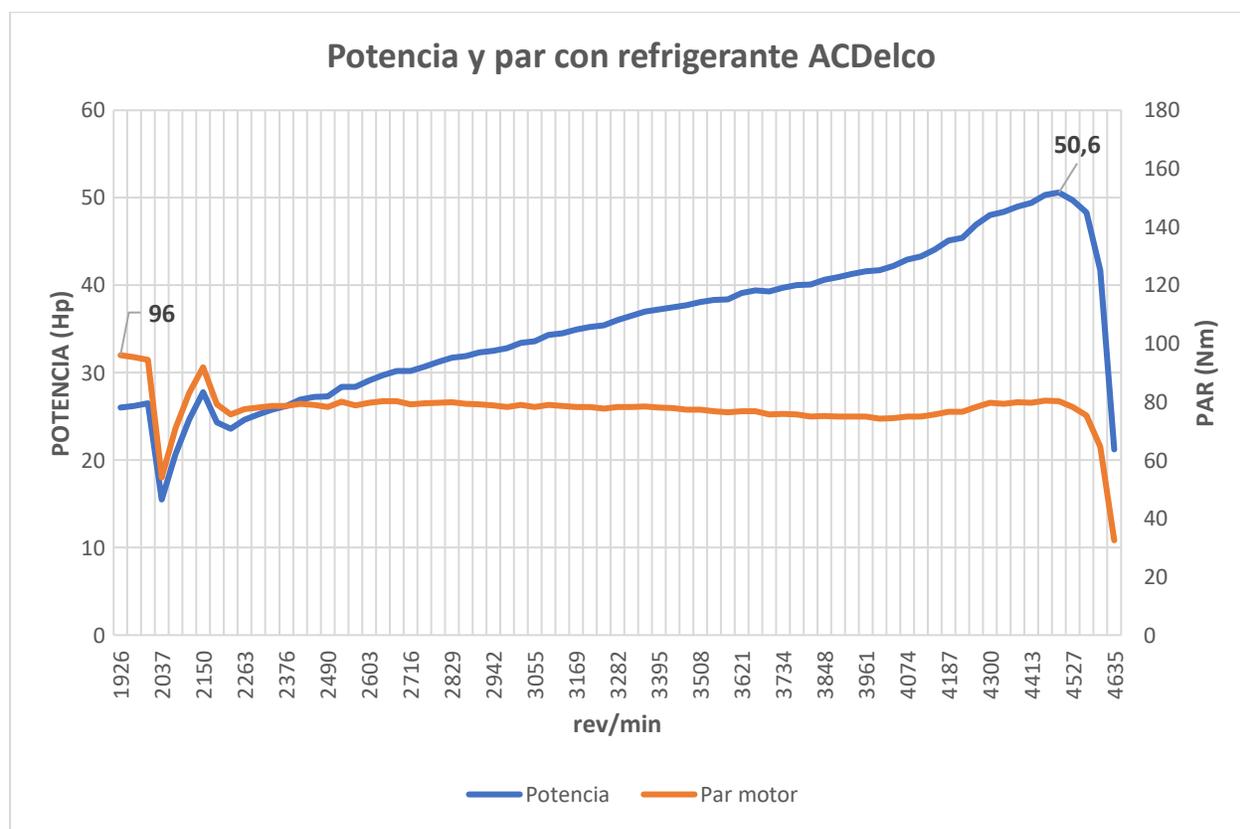
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis del torque y potencia utilizando refrigerante ACDelco

En la **figura 23** se puede observar los datos obtenidos después de ejecutar las pruebas dinámicas con el refrigerante ACDelco, las principales curvas características que se obtuvieron en estas pruebas son las de potencia y par máximo del motor, los resultados que se obtuvieron fueron una potencia de 50,6 hp a 4489 rpm del motor y un par máximo de 96 Nm a 1926 rpm.

Figura 23

Valores Prueba dinamométrica con refrigerante ACDelco



En la **tabla 6** se muestra los respectivos valores de potencia y par máximo que se obtuvieron a cierta velocidad y rpm realizando la prueba dinamométrica utilizando el líquido refrigerante de la marca ACDelco.

Tabla 6

Valores de par y potencia máxima con refrigerante ACDelco

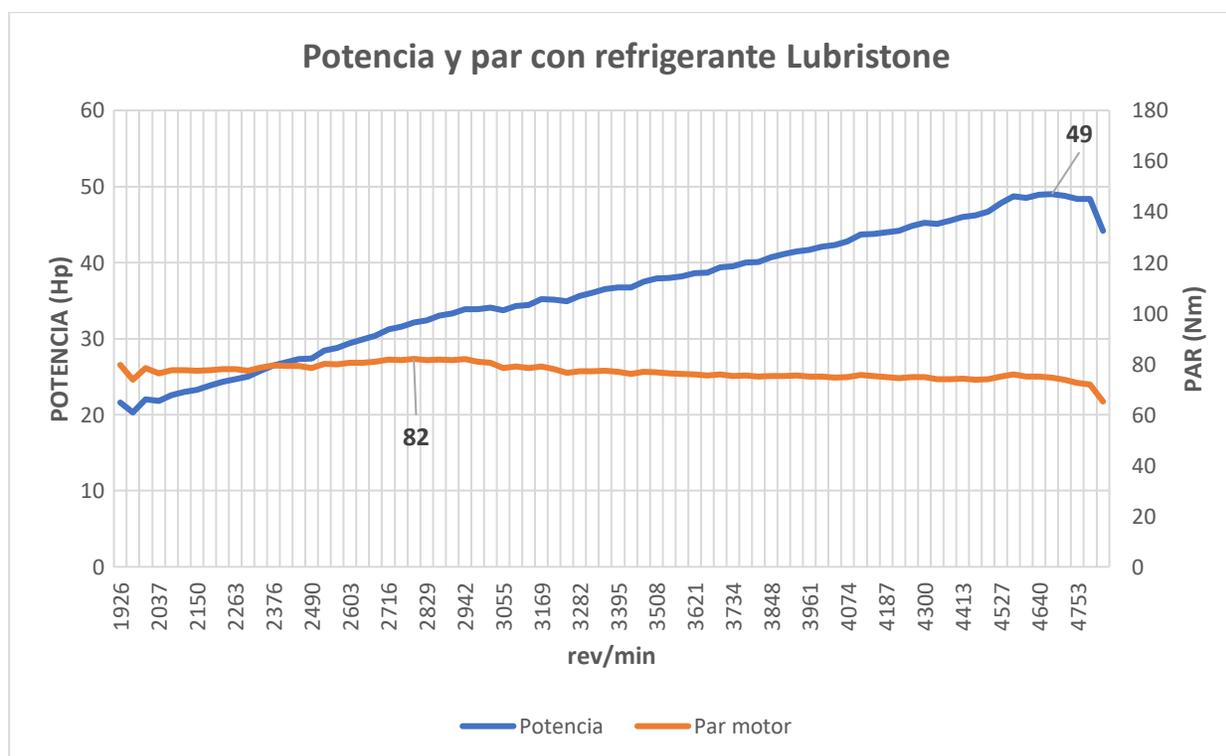
	Valores	rev/min	Velocidad (Km/h)
Potencia máxima (Hp)	50,6	4489	119
Par máximo (Nm)	96	1926	51

3.2. Análisis del torque y potencia utilizando refrigerante Lubrystone

En la **figura 24** podemos ver los resultados obtenidos después de cambiar de refrigerante, en este caso el refrigerante es de la marca lubrystone, los datos que se obtuvieron son una potencia máxima del motor de 49 hp a 4653 rpm y un torque de 82 Nm a 2876 rpm.

Figura 24

Valores Prueba dinamométrica con refrigerante Lubrystone



Los valores de par y potencia máxima con sus correspondientes rpm y velocidad que se obtuvieron al realizar la prueba dinamométrica con el refrigerante Lubristone se exponen en la **tabla 7**.

Tabla 7

Valores de par y potencia máxima con refrigerante lubristone

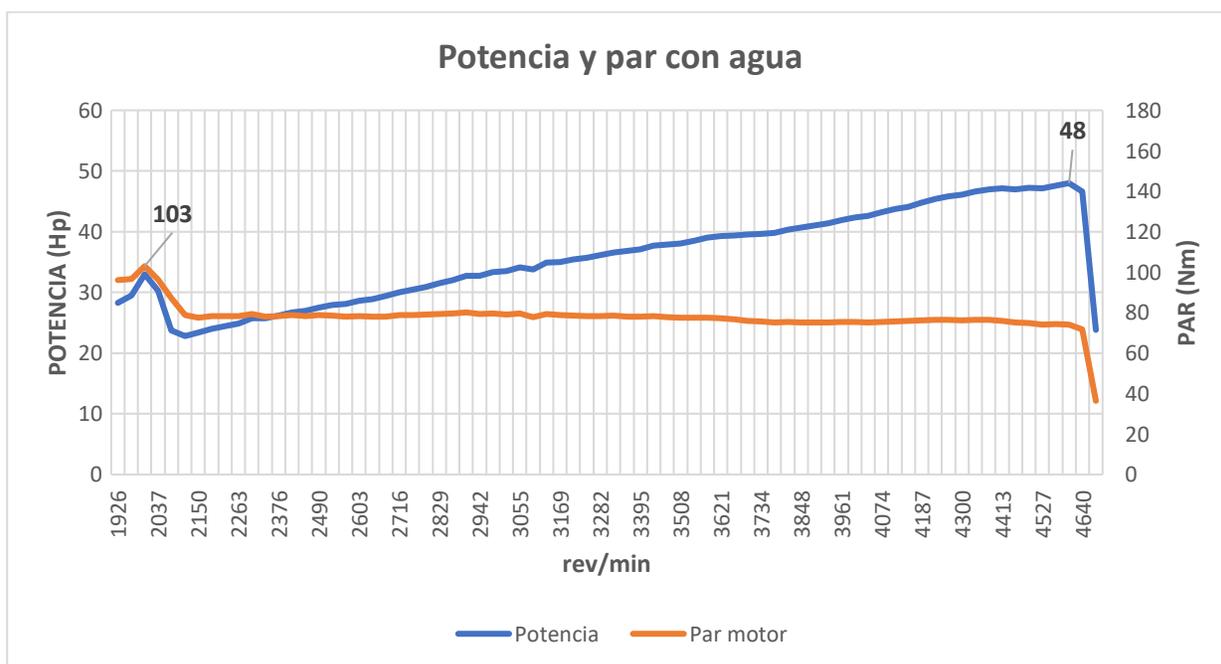
	Valores	rev/min	Velocidad (Km/h)
Potencia máxima (Hp)	49	4677	124
Par máximo (Nm)	82	2791	74

3.3. Análisis del torque y potencia utilizando Agua

Los resultados que se obtuvieron realizando la prueba con agua y retirando el termostato se puede observar en la **figura 25** dando como valores una potencia de 48 hp a 4593 rpm y un par máximo de 103 Nm a 1999 rpm.

Figura 25

Prueba dinamométrica con agua



En la **tabla 8** se visualizan los resultados obtenidos de par y potencia máxima utilizando como líquido refrigerante agua simple, observándose a la velocidad y a las rpm que se obtuvieron los valores correspondientes.

Tabla 8

Valores de par y potencia máxima con agua

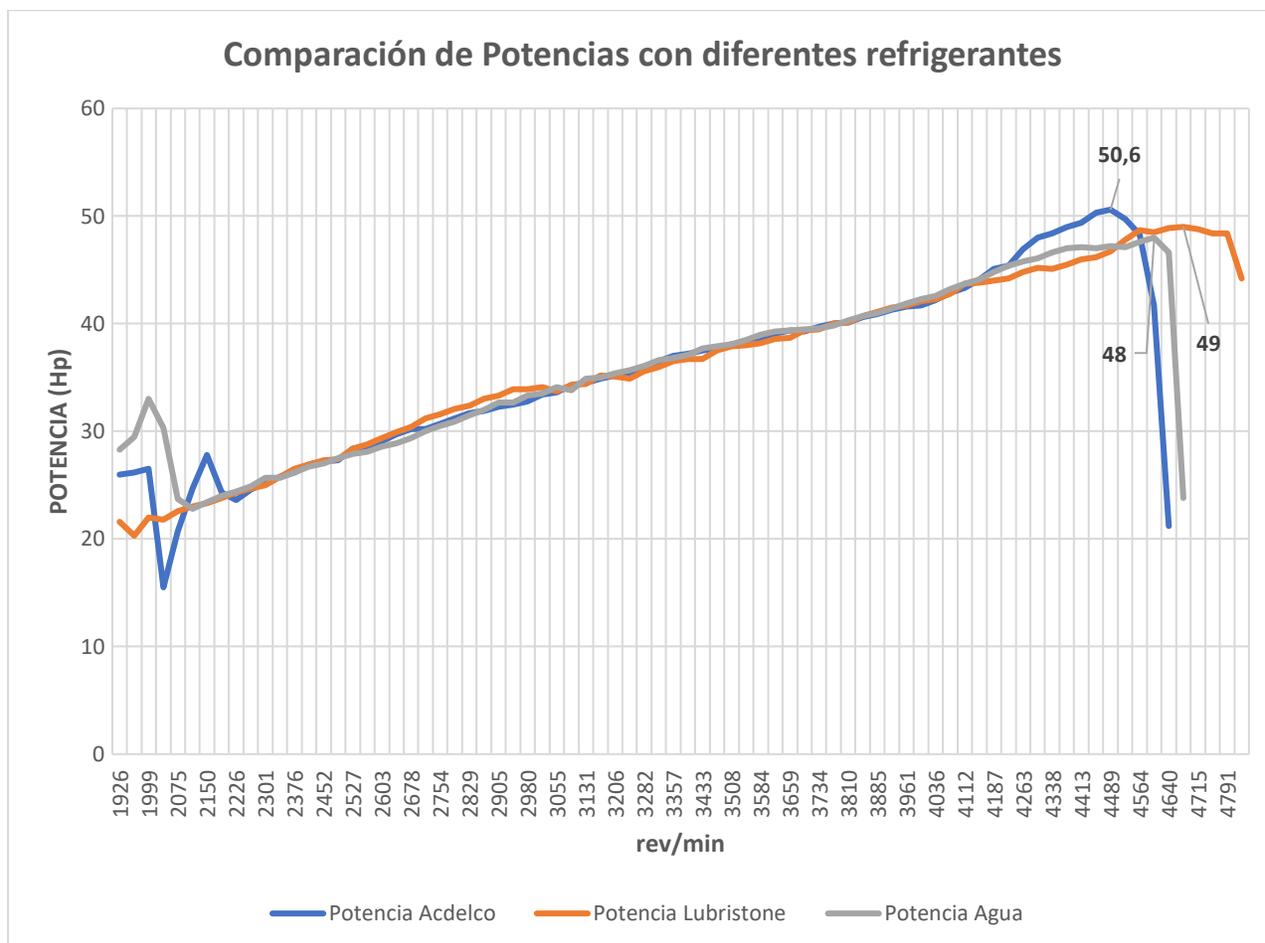
	Valores	rev/min	Velocidad (Km/h)
Potencia máxima (Hp)	48	4602	122
Par máximo (Nm)	103	1999	53

3.4. Comparación de potencia de los diferentes refrigerantes

Los datos que se obtuvieron después de realizar las pruebas dinamométricas nos dieron como resultado que el refrigerante con el cual se obtuvo una mayor potencia es de la marca ACDelco con un valor de 50,6 Hp a 4489 rpm del motor y además a una velocidad de 119 km/h, el segundo refrigerante tuvo un valor de 49 Hp a 4677 rpm del motor y alcanzándolo a una velocidad de 124 km/h, teniendo una disminución de 3,16% con respecto al valor obtenido utilizando el refrigerante ACDelco, y en la última prueba utilizando agua teniendo en cuenta que no contaba con el termostato tuvo una disminución de potencia llegando a 48 Hp a 4602 rpm y a una velocidad de 122 km/h, disminuyendo con respecto al refrigerante lubristone un 2,04 %, en la **figura 26** se puede ver las gráficas de las potencias utilizando el refrigerante ACDelco, lubristone y agua observándose los valores antes dicho de mejor manera, además de ver el distinto comportamiento de las gráficas con cada líquido refrigerante en cada prueba realizada.

Figura 26

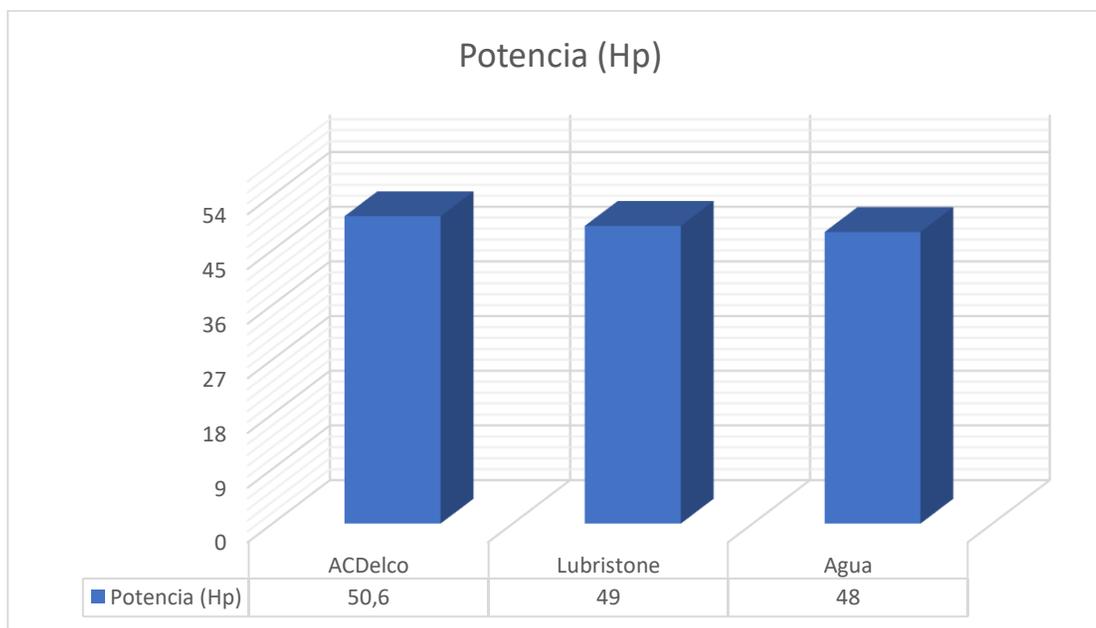
Comparación gráfica de potencia máxima con diferentes refrigerantes



En la **tabla 9** se puede visualizar más detalladamente los resultados de potencia máxima de los tres refrigerantes a su respectiva velocidad y rpm del motor, además de la disminución porcentual una respecto a otra, también en la **Figura 27** se presenta en un gráfico de barras la comparación de los valores de potencia máxima con cada líquido refrigerante usado en las pruebas, es primordial señalar que las pruebas evidencian que el uso y elección de un líquido refrigerante si afecta al rendimiento del motor, en este caso a la potencia, además de tener en cuenta que en la prueba con agua no se contaba con el termostato evidenciando la importancia de este componente.

Tabla 9*Datos de potencia máxima con distintos refrigerantes*

	Potencia (Hp)	Velocidad (Km/h)	rev/min	Cambio Porcentual (%)
ACDelco	50,6	119	4489	
Lubristone	49	124	4677	-3,16
Agua	48	122	4602	-2,04

Figura 27*Potencia máxima de cada refrigerante*

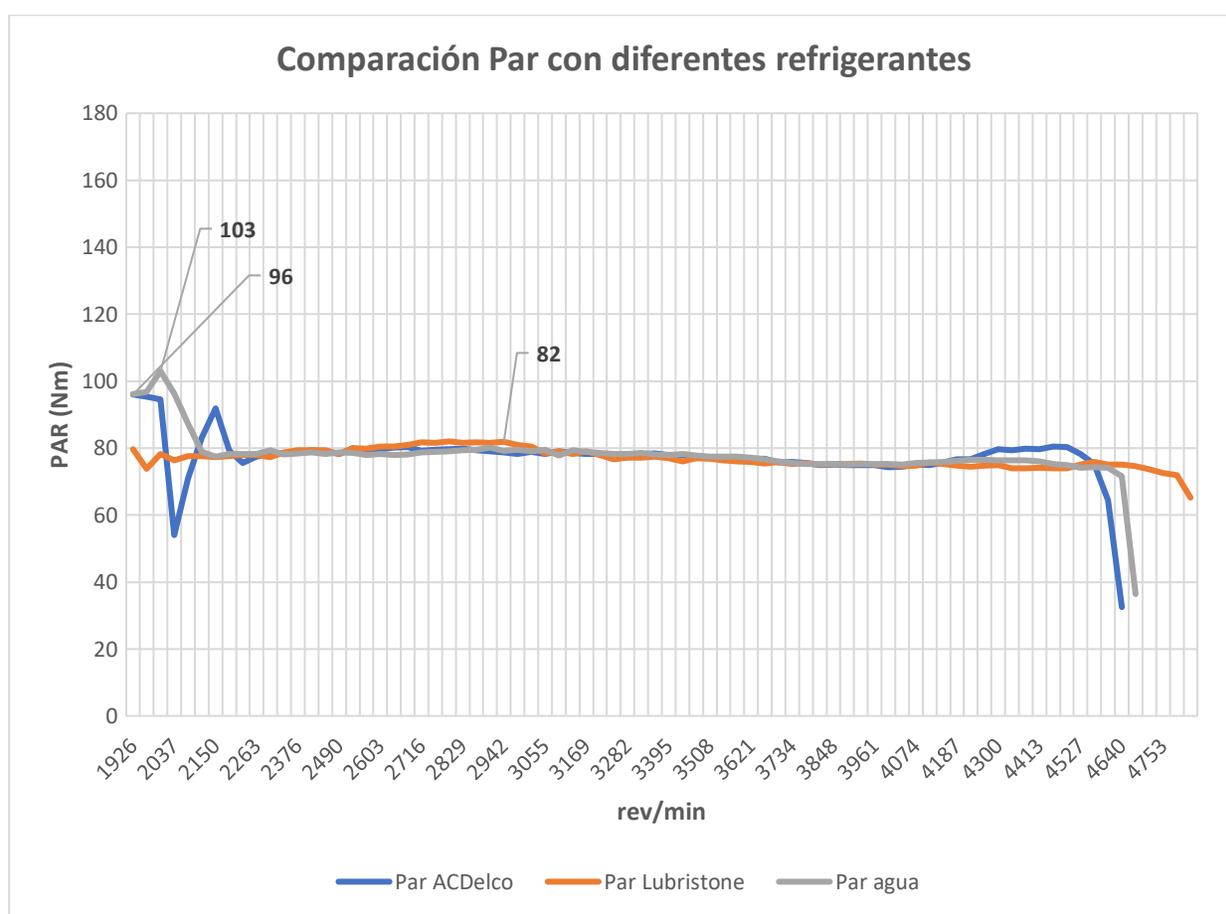
3.5. Comparación de torque de los diferentes refrigerantes

Después de realizar las pruebas dinamométricas se obtuvieron resultados de par máximo con valores usando agua como refrigerante de 103 Nm a 1999 rpm y alcanzándolo a una velocidad de 53 km/h, utilizando el refrigerante de la marca ACDelco se alcanzó un par máximo de 96 Nm a 1926 rpm y a una velocidad de 74 km/h, además de tener una disminución porcentual con

respecto al agua de 6,8%, en la prueba utilizando el refrigerante de la marca lubrystone se alcanzó un par máximo de 82 Nm a 2791 rpm y alcanzándolo a una velocidad de 74 km/h, teniendo una disminución porcentual con respecto al refrigerante ACDelco de 14,58%, lográndose ver dichos datos en la **figura 28** con una mayor exactitud, además pudiendo comparar el comportamiento de las gráficas de par máximo utilizando los distintos refrigerantes.

Figura 28

Comparación gráfica de par máximo con diferentes refrigerantes



En la **tabla 10** se logra visualizar las cifras obtenidos utilizando agua y sin contar con el termostato, valores tales como rpm y velocidad a la que se obtuvo el par máximo con cada tipo de refrigerante además del cambio porcentual uno con respecto de otro, también se muestra una

gráfica de barras para entender de una mejor manera la comparación de par máximo con cada uno de los refrigerantes, lo cual se puede observar en la **Figura 29**, logrando evidenciar que en este caso el retiro del termostato afecto positivamente en el par máximo, debido a la mayor inyección de combustible que se ocasiona por retirarlo, haciendo que se inyecte más combustible a todo momento incluyendo a bajas rpm del motor, en las cuales se ocasiona el mayor par máximo.

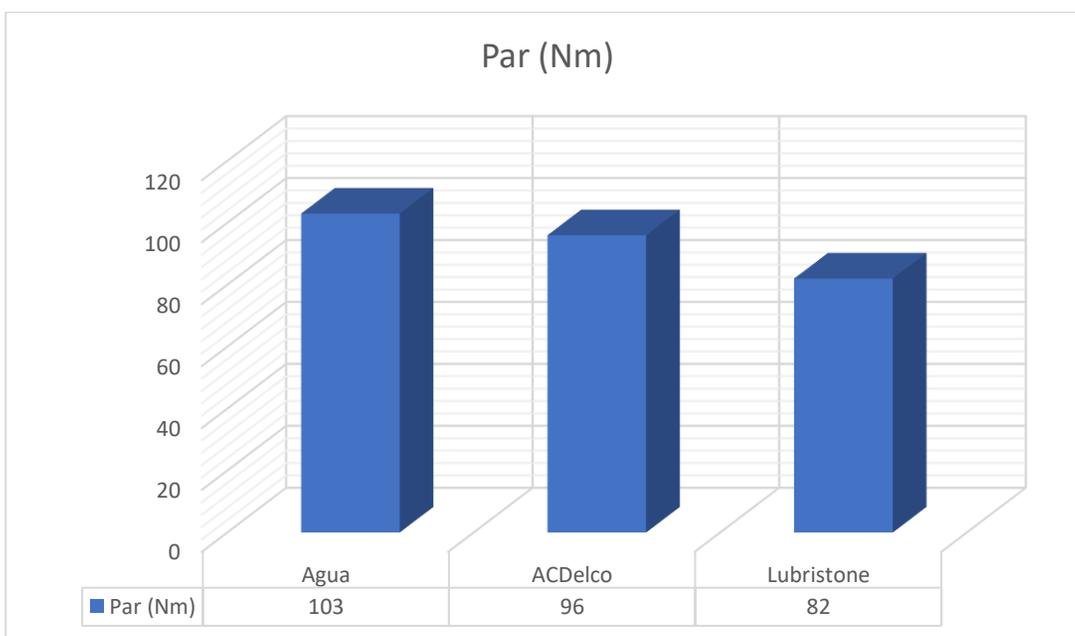
Tabla 10

Datos de par máximo con distintos refrigerantes

	Par (Nm)	Velocidad (Km/h)	rev/min	Cambio Porcentual (%)
Agua	103	53	1999	
ACDelco	96	51	1926	-6,80
Lubristone	82	74	2791	-14,58

Figura 29

Par máximo de cada refrigerante



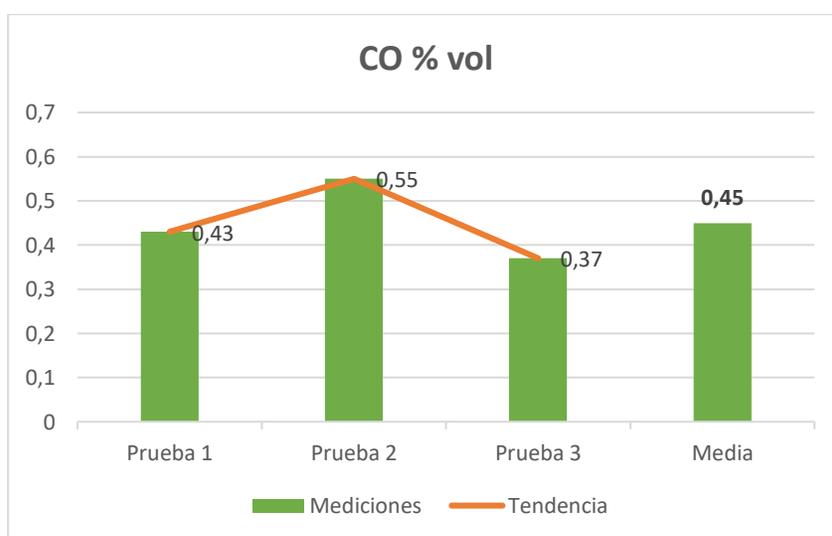
3.6. Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando el refrigerante ACDelco a ralentí

3.6.1. Monóxido de carbono con refrigerante ACDelco

En la prueba de emisiones se realizó tres corridas diferentes para un mejor análisis de los datos obtenidos, en la **Figura 30** se presenta la información que se obtuvo al realizar las pruebas con el refrigerante ACDelco, en el gráfico las barras verdes nos muestran las variaciones en las tres corridas que se realizó, además de tener una columna adicional que nos muestra la media de los valores, la línea naranja nos muestra una tendencia de los datos obtenidos en la prueba a ralentí, los resultados reflejaron que en la segunda corrida alcanzo el valor más alto correspondiente a 0,55% vol de CO, sin embargo en las otras pruebas realizadas el cambio no es tan grande como para que la tendencia de los datos sea cuestionable teniendo una media de 0,45 % vol de CO, mostrando que usando el refrigerante ACDelco no se pasa el límite máximo de emisiones de CO permitido.

Figura 30

Valores de CO con refrigerante ACDelco a ralentí

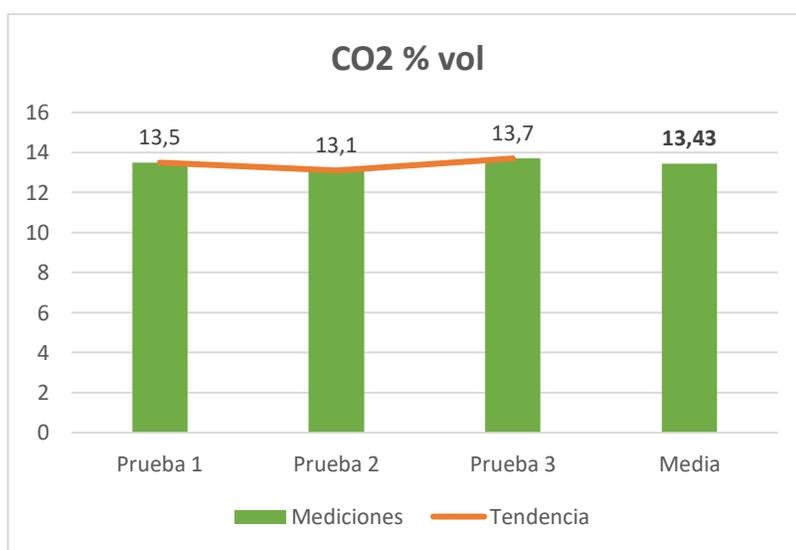


3.6.2. Dióxido de carbono con refrigerante ACDelco

Es posible visualizar en la **Figura 31** los datos que se obtuvieron de dióxido de carbono al realizar la prueba de emisiones con el refrigerante ACDelco, los resultados obtenidos nos dan una diferencia en la segunda corrida que se realizó dando un valor de 13,1% vol de CO₂ a diferencia de la primera y tercera corrida que dieron valores más cercanos entre sí, llegando a tener una media de 13,43 % vol de CO₂ entre todas las pruebas.

Figura 31

Valores de CO₂ con refrigerante ACDelco a ralenti

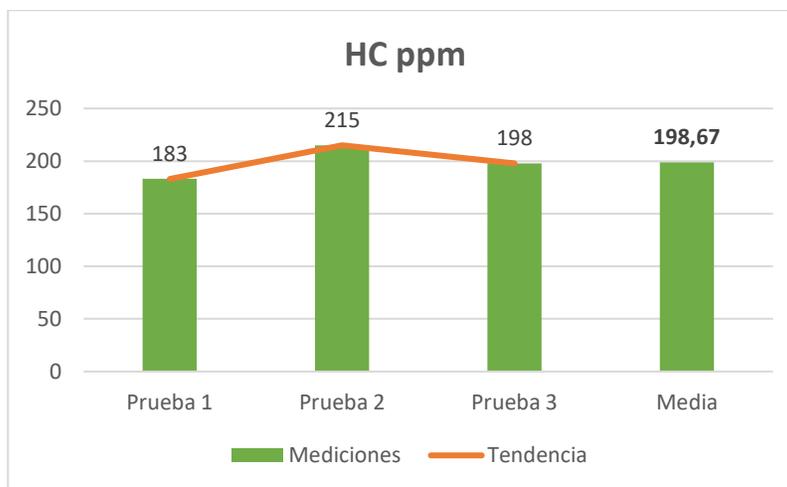


3.6.3. Hidrocarburos con refrigerante ACDelco

La **figura 32** nos muestra los valores de hidrocarburos alcanzados usando el refrigerante ACDelco, los resultados reflejan que en la segunda prueba se registran los valores más altos de hidrocarburos llegando a 215 ppm, teniendo una media entre las tres pruebas de 198,67 ppm, llegando a bordear el límite de HC que es permitido según la normativa, el cual es de 200 ppm.

Figura 32

Valores de HC con refrigerante ACDelco a ralentí

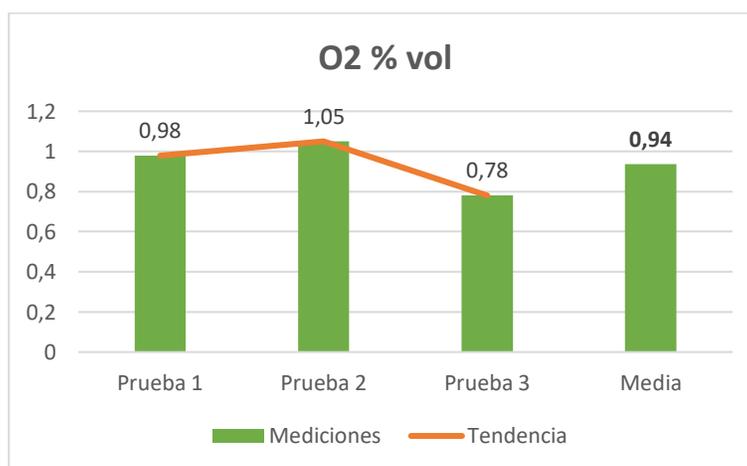


3.6.4. Oxígeno con refrigerante ACDelco

En la prueba de oxígeno los resultados que se obtuvo utilizando el refrigerante ACDelco, se registraron datos relativamente cercanos, únicamente la última prueba tuvo una diferencia entre la primera y segunda teniendo 0,78 % vol de oxígeno, llegando a una media de 0,94 % vol de oxígeno entre todas las pruebas, todos los datos se pueden distinguir en la **figura 33**.

Figura 33

Valores de oxígeno con refrigerante ACDelco a ralentí



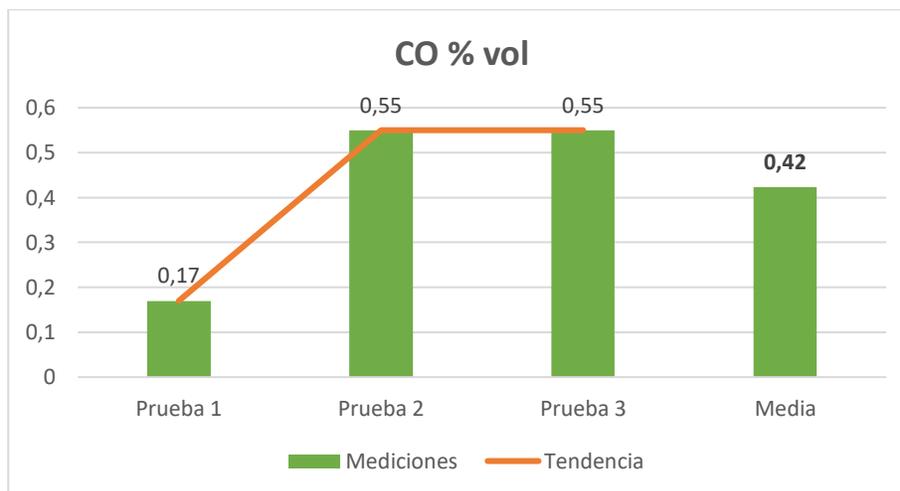
3.7. Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando el refrigerante Lubrystone a ralentí

3.7.1. Monóxido de carbono con refrigerante lubrystone

En la **figura 34** podemos ver los datos que se obtuvieron al realizar las pruebas cambiando de refrigerante, la prueba se realizó con refrigerante lubrystone y a ralentí dando únicamente una diferencia en la primera prueba realizada dando un valor de 0,17 % vol de CO y una media de 0,42 % vol de CO, usando este refrigerante tampoco supera los límites establecidos en la normativa, siendo de 1 % de CO para el tipo de vehículo que se realizó la prueba.

Figura 34

Valores de CO con refrigerante lubrystone a ralentí

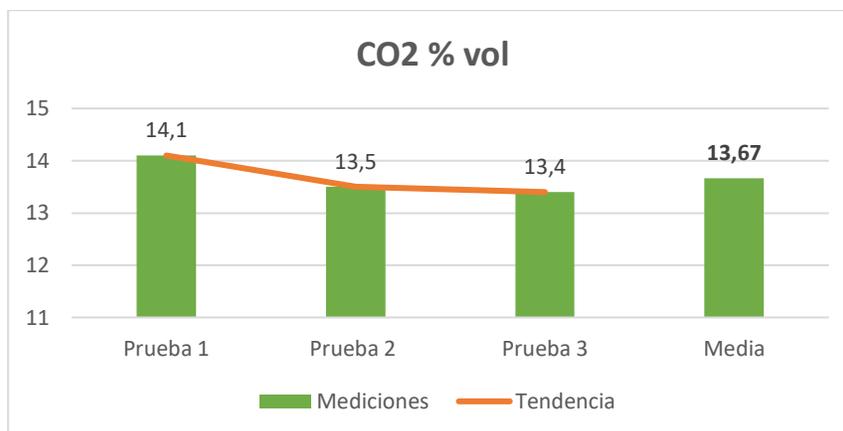


3.7.2. Dióxido de carbono con refrigerante lubrystone

Los valores de emisiones de dióxido de carbono con el refrigerante lubrystone y a ralentí tienen únicamente una diferencia en la primera corrida con un valor de 14,1 % vol de CO₂, dando un valor de media de 13,67 % vol de CO₂, pudiéndose observar en la **figura 35**.

Figura 35

Valores CO2 con refrigerante lubrystone a ralenti

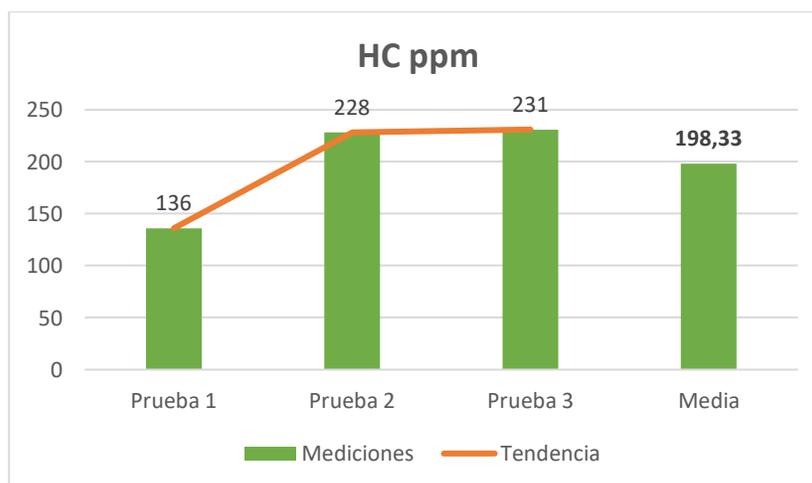


3.7.3. Hidrocarburos con refrigerante lubrystone

En la **figura 36** nos muestra los datos de hidrocarburos a ralenti con el refrigerante lubrystone, en este caso los valores tienen una diferencia en la primera prueba dando el valor más bajo de 136 ppm, en las otras corridas los valores son similares, llegando a una media de 198,33 ppm, existe una variación en las dos últimas corridas lo cual podríamos decir que, si existe un aumento de HC, pero la media de las tres pruebas no supera el límite de HC establecido.

Figura 36

Valores de HC con refrigerante lubrystone a ralenti

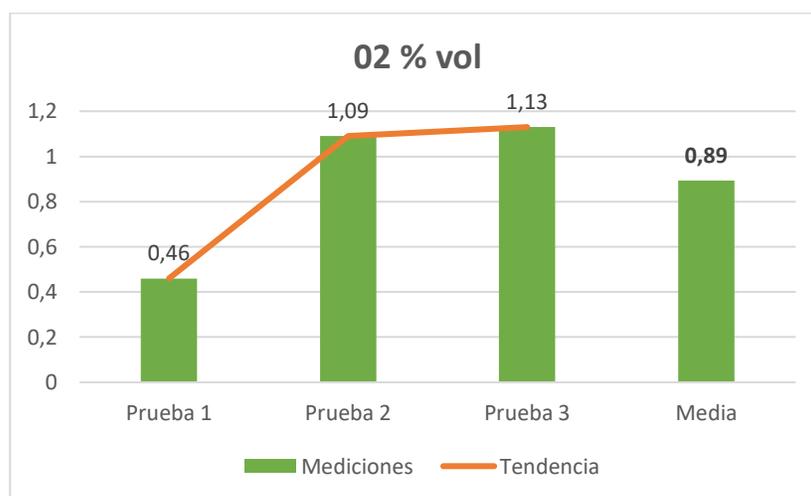


3.7.4. Oxígeno con refrigerante lubrystone

Los datos de oxígeno con el refrigerante lubrystone a ralentí, nos dieron una diferencia con la primera corrida de menos de la mitad de diferencia con un valor de 0,46 % vol de oxígeno, las siguientes dos corridas se registraron datos similares, llegando a un valor de 0,89 % vol de oxígeno de media, observándose en la **figura 37**.

Figura 37

Valores de Oxígeno con refrigerante lubrystone a ralentí



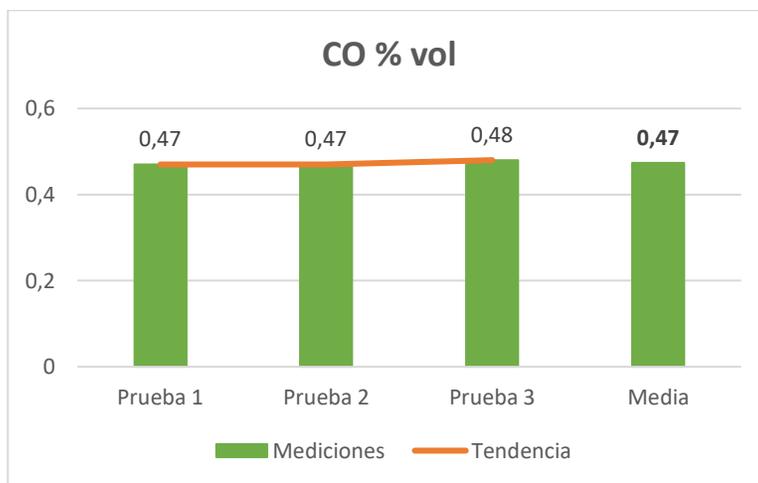
3.8. Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando Agua a ralentí

3.8.1. Monóxido de carbono con agua

En la **figura 38** nos muestran los valores obtenidos al realizar la prueba con agua y sin termostato de monóxido de carbono, la prueba registró datos similares en las primeras dos corridas nos dieron valores iguales y la última solo cambió una centésima debido a esto la media que se obtuvo fue de 0,47 % vol de CO, siendo los valores de CO más regulares y de la misma forma sin superar los límites de CO establecidos.

Figura 38

Valores de CO con agua a ralenti

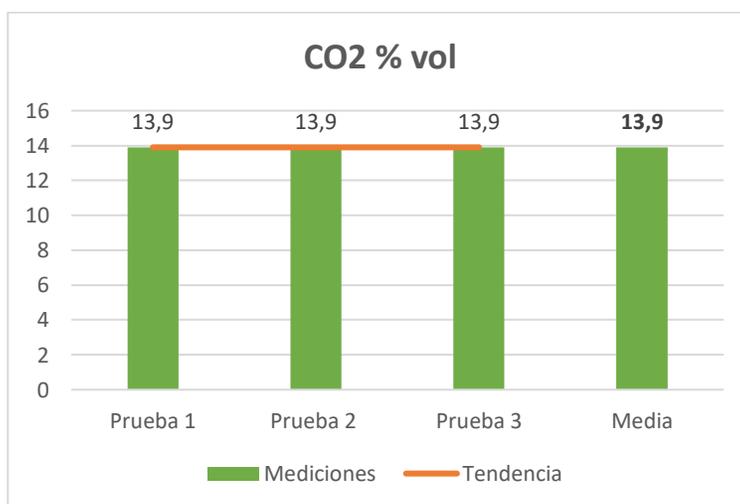


3.8.2. Dióxido de carbono con agua

En la **figura 39** se presentan los datos que se registraron datos de dióxido de carbono utilizando agua y retirando el termostato, los valores que se obtuvieron en las tres corridas son exactamente iguales dando un valor de 13,9 % vol de CO₂.

Figura 39

Valores de CO₂ con agua a ralenti

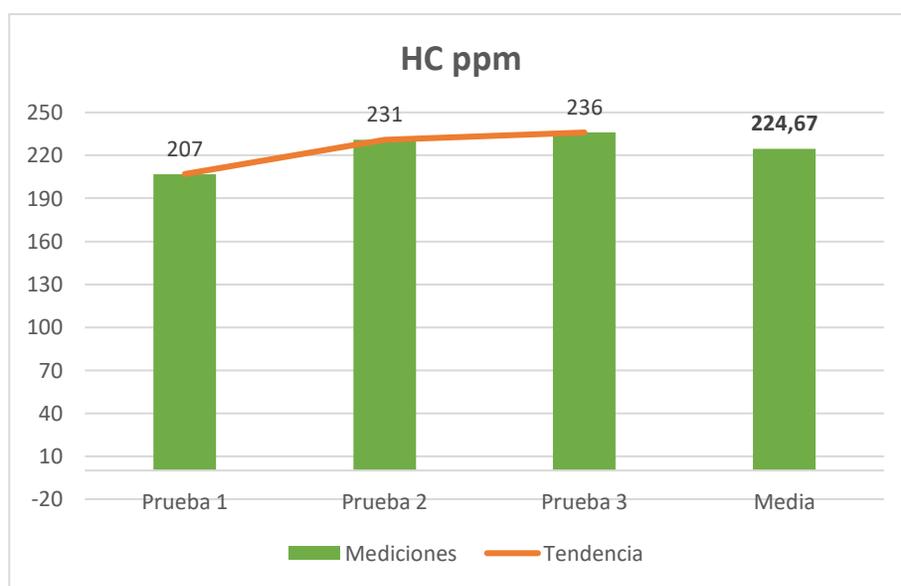


3.8.3. Hidrocarburos con agua

Los hidrocarburos utilizando agua y sin termostato en esta prueba tienen una diferencia en la primera corrida dando como resultado 207 ppm, en los dos siguientes los resultados son más cercanos, dando como media un valor de 224,67 ppm, todo esto se refleja en la **figura 40**, sin dudar retirar el termostato afecta significativamente los HC en esta prueba, superando los límites establecidos, los cuales son de 200 ppm.

Figura 40

Valores de HC con agua a ralentí

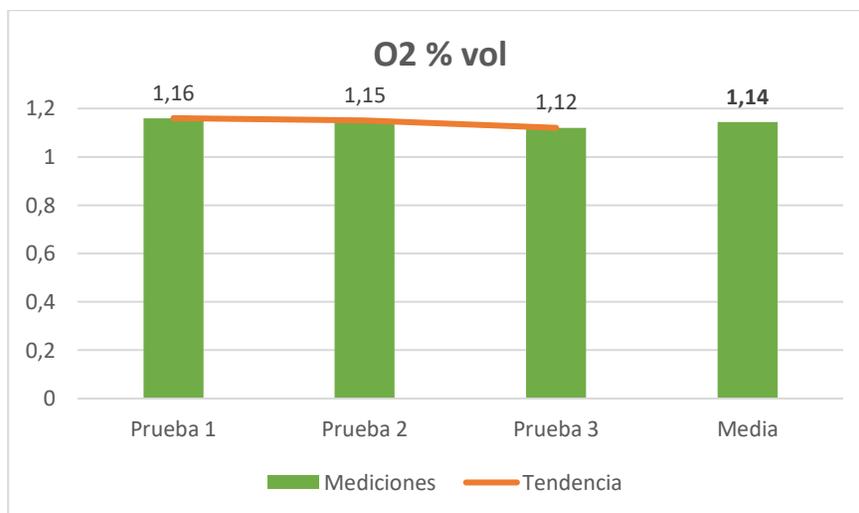


3.8.4. Oxígeno con agua

En la **figura 41** se presentan los valores de oxígeno en la prueba sin termostato y retirando el termostato, los cuales nos dan una diferencia en la última corrida sin embargo no es tan significativa con un valor de 1,12 % vol de oxígeno, registrando un valor de media de 1,14 % vol de oxígeno.

Figura 41

Valores de oxígeno con agua a ralentí



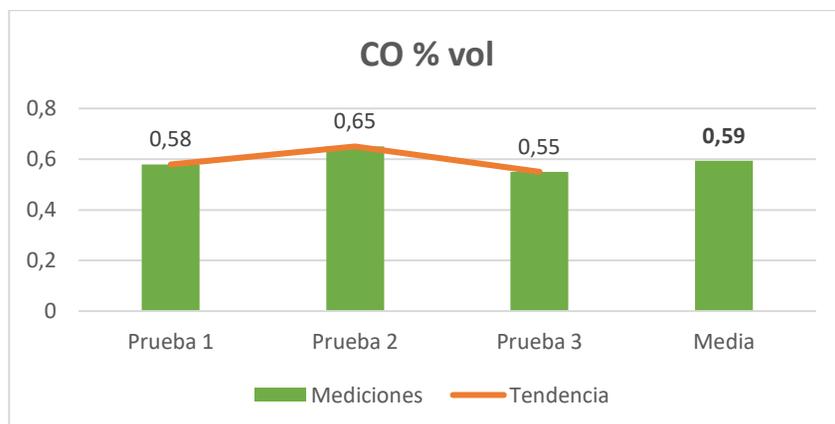
3.9. Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando el refrigerante ACDelco a 3000 rpm

3.9.1. Monóxido de carbono con refrigerante ACDelco

Se realizó la prueba de los gases utilizando el refrigerante ACDelco, pero en esta ocasión realizando un cambio en las revoluciones, las cuales son a 3000 rpm del motor, los valores que se registró en esta prueba nos dieron una diferencia en la segunda corrida dando un valor de 0,65 % vol de CO, en la primera y última corrida se registraron valores más cercanos llegando a obtener una media de 0,59 % vol de CO, observándose en la **figura 42**, existe un aumento de CO a este régimen del motor pero de todas formas no sobrepasa los límites permitidos.

Figura 42

Valores de CO con refrigerante ACDelco a 3000 rpm

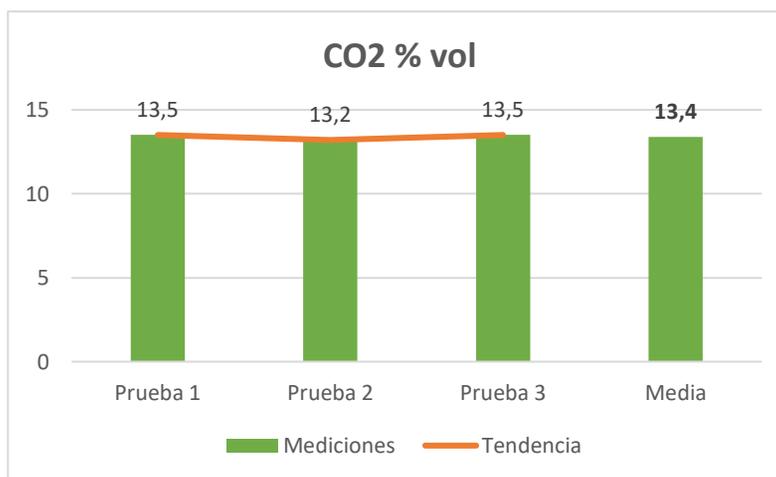


3.9.2. Dióxido de carbono con refrigerante ACDelco

En este caso los resultados obtenidos de dióxido de carbono utilizando refrigerante ACDelco a 300 rpm son similares en la primera y última corrida solo cambiando en la segunda corrida con un valor de 13,2 % vol de CO₂, sin embargo, no es una diferencia demasiado significativa de las otras pruebas, lo que conlleva a una media de 13,4 % vol de CO₂, los valores se logran visualizar en la **figura 43**.

Figura 43

Valores de CO₂ con refrigerante ACDelco a 3000 rpm

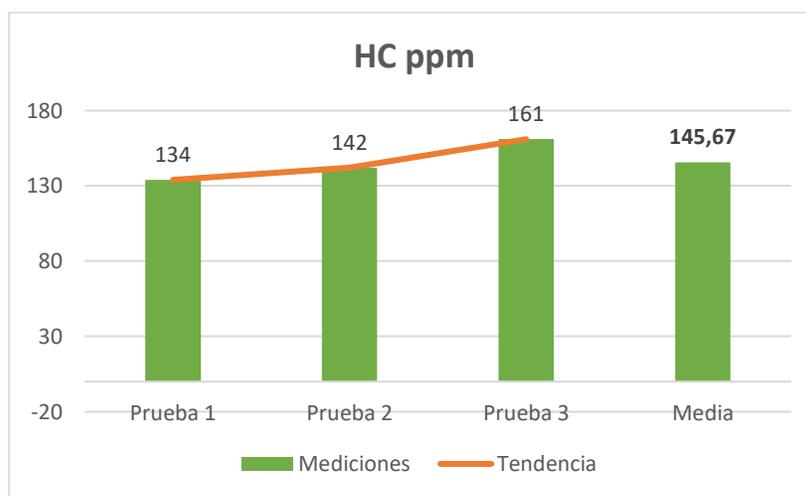


3.9.3. Hidrocarburos con refrigerante ACDelco

En la **figura 44** se presentan los valores de hidrocarburos obtenidos de la prueba realizada con el refrigerante ACDelco a 3000 rpm, en este caso los valores se dan en forma creciente registrando un valor en la primera corrida de 134 ppm y en la última un valor de 161 ppm, obteniendo una media de 145,67 ppm, como se puede evidenciar a un mayor régimen del motor los hidrocarburos tienden a disminuir y por ende no es superado los límites establecidos según la normativa vigente.

Figura 44

Valores de HC con refrigerante ACDelco a 3000 rpm

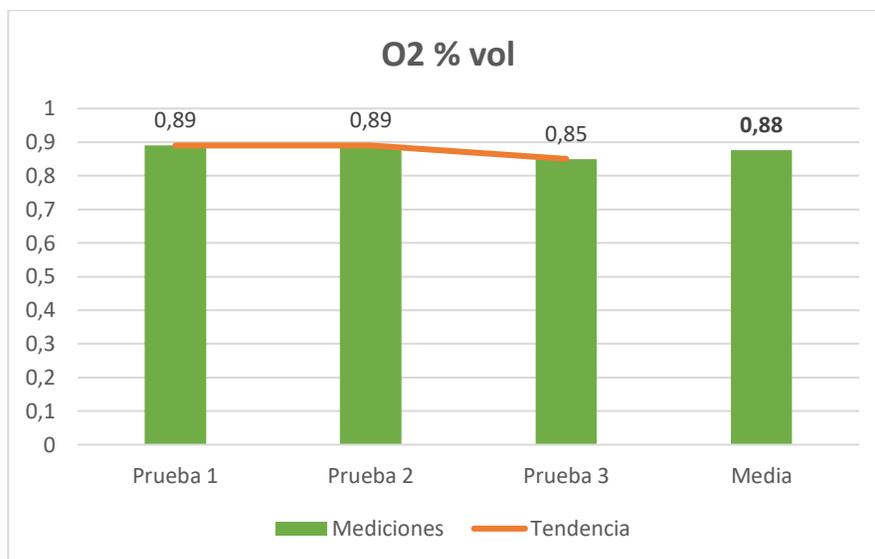


3.9.4. Oxígeno con refrigerante ACDelco

En la prueba de oxígeno utilizando el refrigerante ACDelco a 3000 rpm se registraron datos iguales en las dos primeras corridas, hay un único cambio de valores en la última prueba, el cual es 0,85 % vol de oxígeno, sin embargo, a comparación con las primeras corridas no existe tanta diferencia dando como valor de media 0,88 % vol de oxígeno, todo esto reflejándose en la **figura 45**.

Figura 45

Valores de oxígeno con refrigerante ACDelco a 3000 rpm



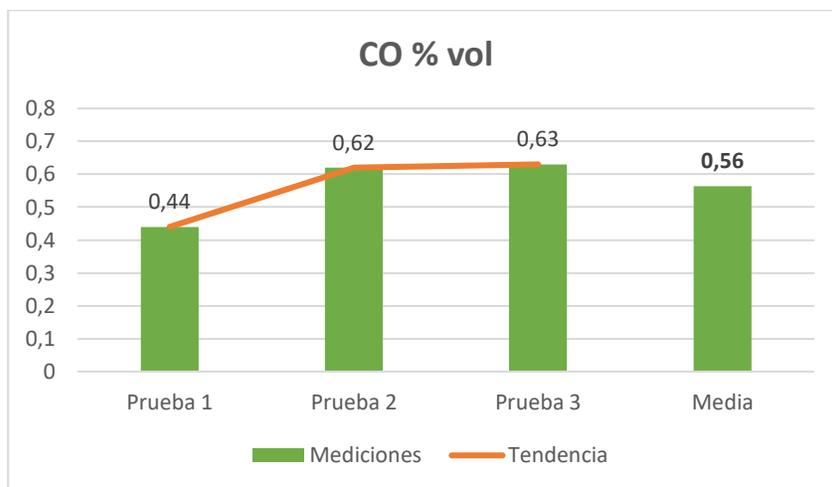
3.10. Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando el refrigerante Lubrystone a 3000 rpm

3.10.1. Monóxido de carbono con refrigerante lubrystone

En la **figura 46** es posible visualizar los valores obtenidos de monóxido de carbono utilizando refrigerante lubrystone en la prueba de emisiones, además de hacerlo a 3000 rpm, en este caso los valores son crecientes existiendo diferencia en la primera corrida, el valor es de 0,44 % vol de CO, en las siguientes dos pruebas los valores son similares, obteniendo una media de 0,56 % vol de CO, teniendo un aumento de CO significativo a esta velocidad el motor, sin embargo no se supera los niveles de CO que nos muestra la normativa vigente.

Figura 46

Valores de CO con refrigerante lubristone a 3000 rpm

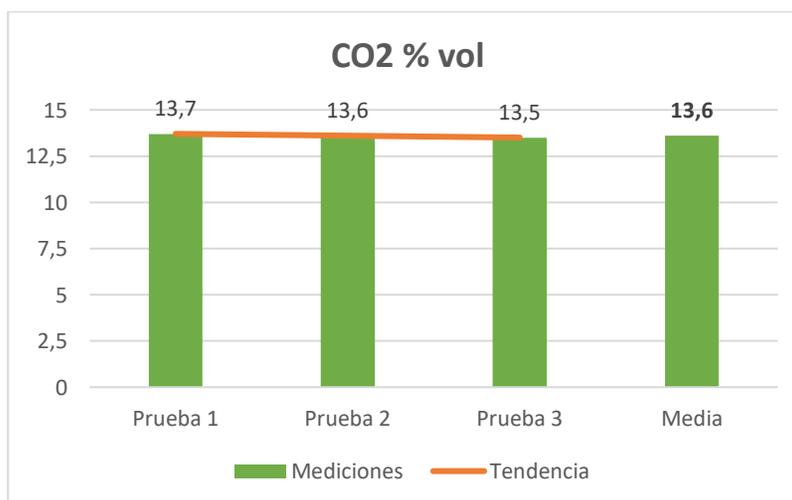


3.10.2. Dióxido de carbono con refrigerante lubristone

En el caso de la prueba de dióxido de carbono con refrigerante lubristone a 3000 rpm, se registraron datos descendentes pero similares en la primera corrida se reflejó un valor de 13,7 % vol de CO₂ y en la última corrida un valor de 13,5 % vol de CO₂, dándonos una media de 13,6 % vol de CO₂, lo antes dicho se puede visualizar en la **figura 47**.

Figura 47

Valores de CO₂ con refrigerante lubristone a 3000 rpm

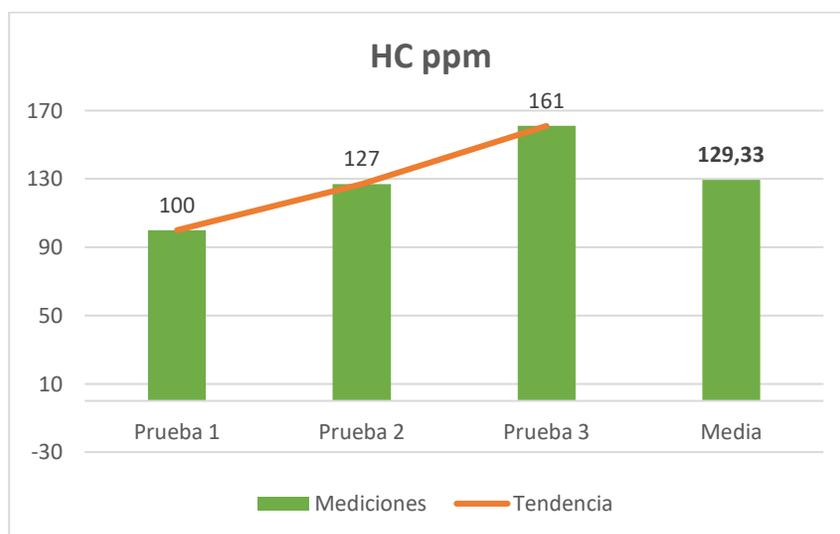


3.10.3. Hidrocarburos con refrigerante lubrystone

Los valores de hidrocarburos en la prueba de emisiones de gases utilizando el refrigerante lubrystone a 3000 rpm fueron ascendentes, registrando un valor inicial de 100 ppm y un valor en la última corrida de 161 ppm, llegando a una media de 129,33 ppm, como se puede observar en la **figura 48**, sin embargo, no se supera los límites que nos muestra la normativa vigente con respecto a hidrocarburos, demostrando una vez más que a un mayor régimen del motor los hidrocarburos disminuyen.

Figura 48

Valores de HC con refrigerante lubrystone a 3000 rpm

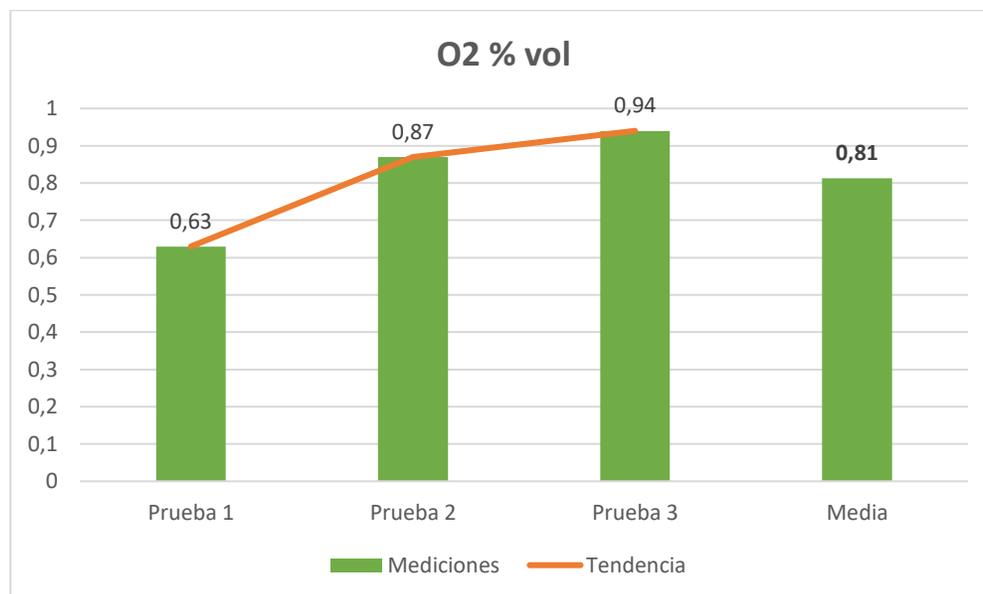


3.10.4. Oxígeno con refrigerante lubrystone

En la **figura 49** se presentan los datos de oxígeno registrados en la prueba de emisiones de gases utilizando refrigerante lubrystone a 3000 rpm, los valores tienen una tendencia ascendente registrando 0,63 % vol de oxígeno en la primera corrida y un valor de 0,94 % vol de oxígeno en la última corrida, dando una media de 0,81 % vol de oxígeno.

Figura 49

Valores de oxígeno con refrigerante lubristone a 3000 rpm



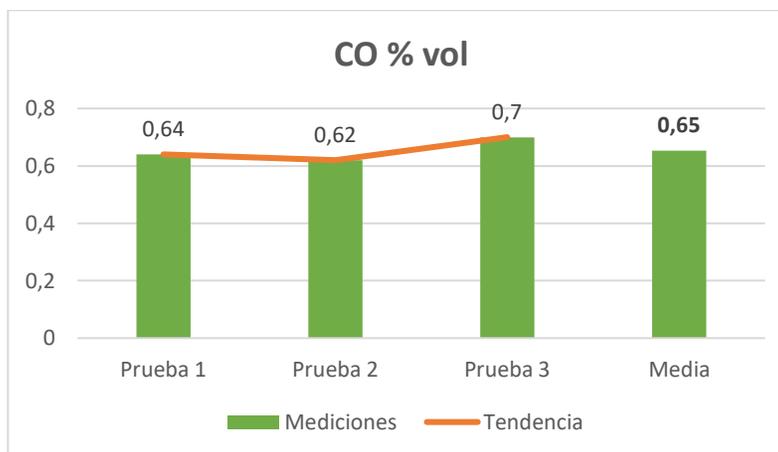
3.11. Análisis de las emisiones de los gases de escape utilizando agua a 3000 rpm

3.11.1. Monóxido de carbono con agua

Se llevo a cabo la prueba de emisiones de monóxido de carbono a 3000 rpm utilizando agua y además retirando el termostato, los valores que se registraron muestran una tendencia ascendente dando como valor en la primera corrida 0,64 % vol de CO y en la última 0,7 % vol de CO, llegando a una media de 0,65 % vol de CO, tal como se aprecia en la **figura 50**, de igual manera con respecto a ralentí existe un aumento de % de CO a las 3000 siendo así en esta prueba el mayor porcentaje de CO que se reflejó.

Figura 50

Valores de CO con agua a 3000 rpm

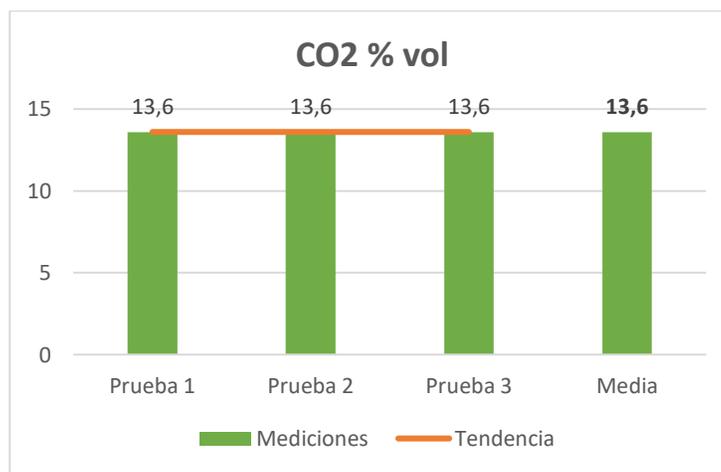


3.11.2. Dióxido de carbono con agua

En la **figura 51** se es posible apreciar los valores registrados al realizar el estudio de emisiones de dióxido de carbono empleando agua a 3000 rpm además retirando el termostato, en este caso se registraron datos iguales en las tres corridas que se realizó teniendo una tendencia lineal, dando una media de 13,6 % vol de CO₂.

Figura 51

Valores de CO₂ con agua a 3000 rpm

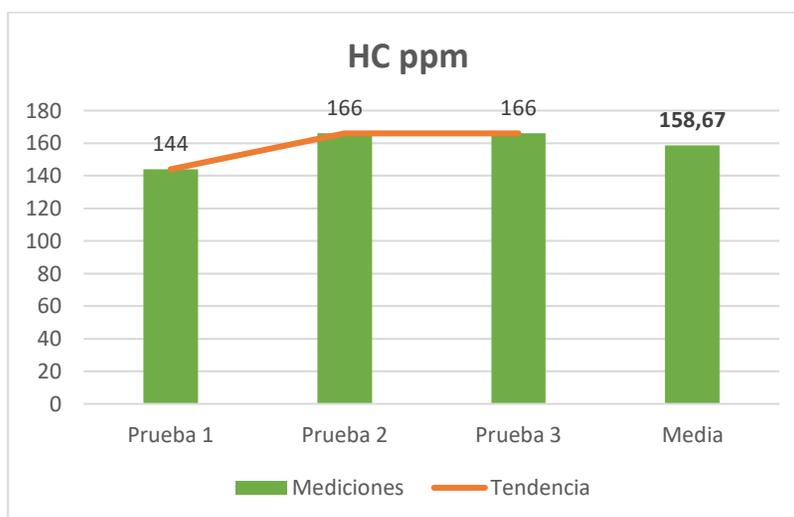


3.11.3. Hidrocarburos con agua

Los datos registrados de hidrocarburos utilizando agua y sin termostato teniendo en cuenta los 3000 rpm del motor fueron datos ascendentes teniendo como dato de la primera corrida 144 ppm y un mismo valor en la segunda y última corrida de 166 ppm, dándonos una media de 158,67 ppm, como se puede observar en la **figura 52**, de igual manera en este caso no se supera los límites de HC establecidos, pero también es la mayor cantidad de ppm registrada en las pruebas a 3000 rpm.

Figura 52

Valores de HC con agua a 3000 rpm

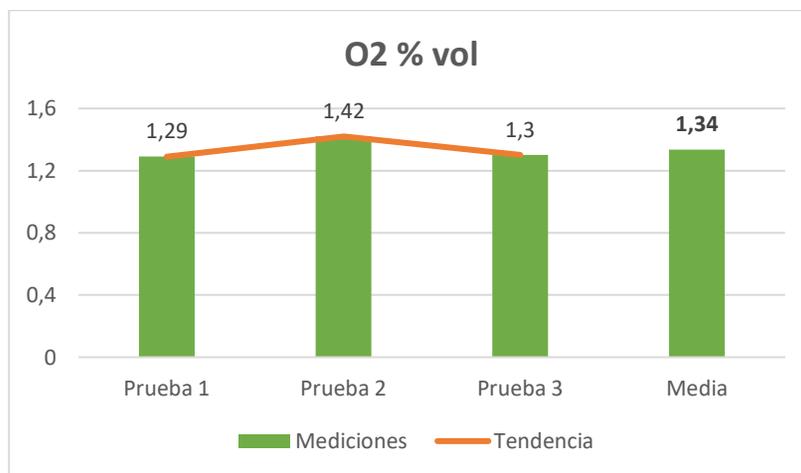


3.11.4. Oxígeno con agua

En la **figura 53** se presentan los valores de la prueba de emisiones de oxígeno ocupando agua a 3000 rpm teniendo en cuenta que el motor no tiene termostato, los valores que se obtuvieron tienen un valor pico de 1,42 % vol de oxígeno, la primera y la última corrida tienen valores similares dando una media de 1,34 % vol de oxígeno.

Figura 53

Valores de oxígeno con agua a 3000 rpm



3.12. Análisis de medias de CO a ralenti y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.

Se realizó el cálculo de la media aritmética de CO de las pruebas realizadas con cada uno de los refrigerantes, se comparó el promedio de CO a ralenti y a 3000 rpm con cada uno de los refrigerantes lo cual se puede observar en la **figura 54**, teniendo un aumento del 32% de CO de ralenti a 3000 rpm con el refrigerante ACDelco, con el refrigerante lubristone existió un aumento del 33% de CO de ralenti a 3000 rpm y utilizando agua hay el mayor aumento de CO con un valor del 38% de ralenti a 3000 rpm y de la misma forma es el que tiene mayor porcentaje de CO a ralenti y a las 3000 rpm a comparación de los otros, también se comparó el cambio porcentual en ralenti entre refrigerantes, existiendo una disminución del 6% de CO del refrigerante lubristone respecto al refrigerante ACDelco y un aumento del 11,8% de agua respecto al refrigerante lubristone y en el caso de las 3000 rpm existe una disminución del 5,1% de CO del refrigerante lubristone con respecto al ACDelco y un aumento del 16% de agua con respecto al refrigerante

lubrystone, lo que se puede observar de mejor manera en la **tabla 11**, mostrando que con ninguno de los refrigerantes se sobrepasa el límite máximo de CO el cual es 1% vol de CO.

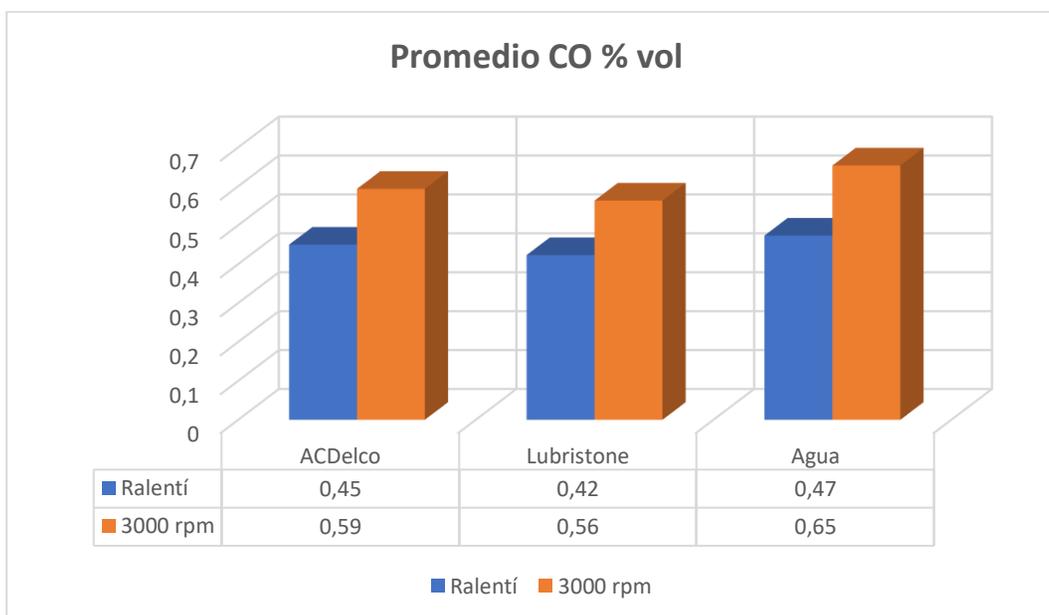
Tabla 11

Comparación de CO promedio a ralentí y 3000 rpm

CO	ACDelco	Lubristone	Agua	Cambio (%) ACDelco a lubrystone	Cambio (%) Lubristone a agua
- Ralentí	0,45	0,42	0,47	-6%	11,8%
- 3000 rpm	0,59	0,56	0,65	-5,1%	16%
- Cambio (%) de ralentí a 3000 rpm en cada refrigerante	32%	33%	38%		

Figura 54

Comparación de CO a ralentí y 3000 rpm con cada refrigerante



3.13. Análisis de medias de CO2 a ralentí y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.

En la **figura 55** se presenta la comparativa del promedio de emisiones de CO2 a ralentí y a 3000 rpm utilizando el refrigerante ACDelco, lubristone y también agua tomando en cuenta que se retiró el termostato, registrando valores no tan significativos, teniendo un aumento del 1,74% de CO2 a ralentí con el refrigerante lubristone con respecto al ACDelco, de igual modo un aumento del 1,71% de CO2 a ralentí con agua con respecto al refrigerante lubristone, a las 3000 rpm solo existió un aumento del 1,5% de CO2 utilizando el refrigerante lubristone con respecto al ACDelco, además comparando individualmente cada refrigerante a diferente régimen es decir a ralentí y a 3000 rpm, se obtuvo valores con el refrigerante ACDelco casi similares teniendo una disminución porcentual mínima del 0,002% de CO2 a las 3000 rpm respecto a ralentí, con el refrigerante lubristone de la misma manera hay una disminución del 0,5% de CO2 a las 3000 rpm respecto a ralentí, utilizando agua también existe un descenso del 2,2% de CO2 a las 3000 rpm respecto a ralentí, lo cual se puede observar en la **tabla 12**.

Figura 55

Comparación de CO2 a ralentí y 3000 rpm con cada refrigerante

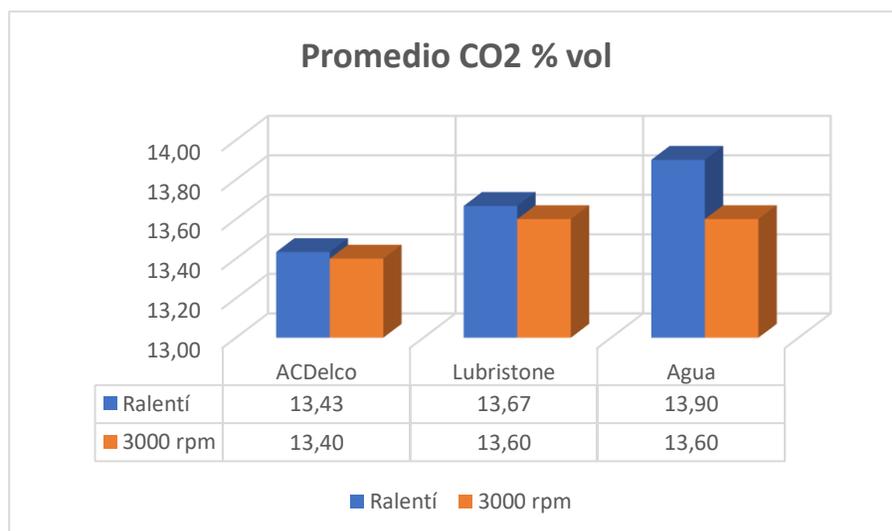


Tabla 12*Comparación de CO2 promedio a ralentí y 3000 rpm*

CO2	ACDelco	Lubristone	Agua	Cambio (%) ACDelco a lubristone	Cambio (%) Lubristone a agua
- Ralentí	13,43	13,67	13,90	1,74%	1,71%
- 3000 rpm	13,40	13,60	13,60	1,5%	0%
- Cambio (%) de ralentí a 3000 rpm en cada refrigerante	-0,002%	-0,5%	-2,2%		

3.14. Análisis de medias de HC a ralentí y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.

En la **figura 56** se logra apreciar el promedio de HC de el ensayo de emisiones de gases a ralentí y a 3000 rpm utilizando el refrigerante ACDelco, lubristone y agua recordando que no tiene el termostato, teniendo en cuenta que se retiró el mismo, se registró el mayor valor de HC debido a que se eleva el ancho de pulso en los inyectores debido a que el motor trabaja más frío y por ende inyecta más gasolina evidenciándose en las emisiones de HC, además en la **tabla 13** nos muestra los valores porcentuales mostrándonos un descenso mínimo del 0,17% de HC a ralentí utilizando el refrigerante lubristone con respecto al ACDelco, utilizando agua se reflejó un aumento del 13,3% de HC a ralentí con respecto al refrigerante lubristone, a las 3000 rpm se registró una disminución del 11,2% de HC utilizando el refrigerante lubristone con respecto al ACDelco y con agua se tiene un aumento del 22,7% de HC con respecto al lubristone, también se muestra el cambio porcentual en cada refrigerante a ralentí y a 3000 rpm, con el refrigerante ACDelco existe un descenso porcentual del 26,7% de HC a las 3000 rpm con respecto a ralentí, con el lubristone de igual forma hay una disminución del 34,8% de HC a las 3000 rpm con respecto a ralentí y con el agua una reducción del 29,4% de HC a las 3000 rpm con respecto a ralentí, en cuestión de los

límites permitidos de HC se debe mencionar que con el único líquido refrigerante que se sobrepasó los valores permitidos es con el agua en la prueba a ralentí, sobrepasando las 200 ppm de HC establecidos por la normativa.

Figura 56

Comparación de HC a ralentí y 3000 rpm con cada refrigerante

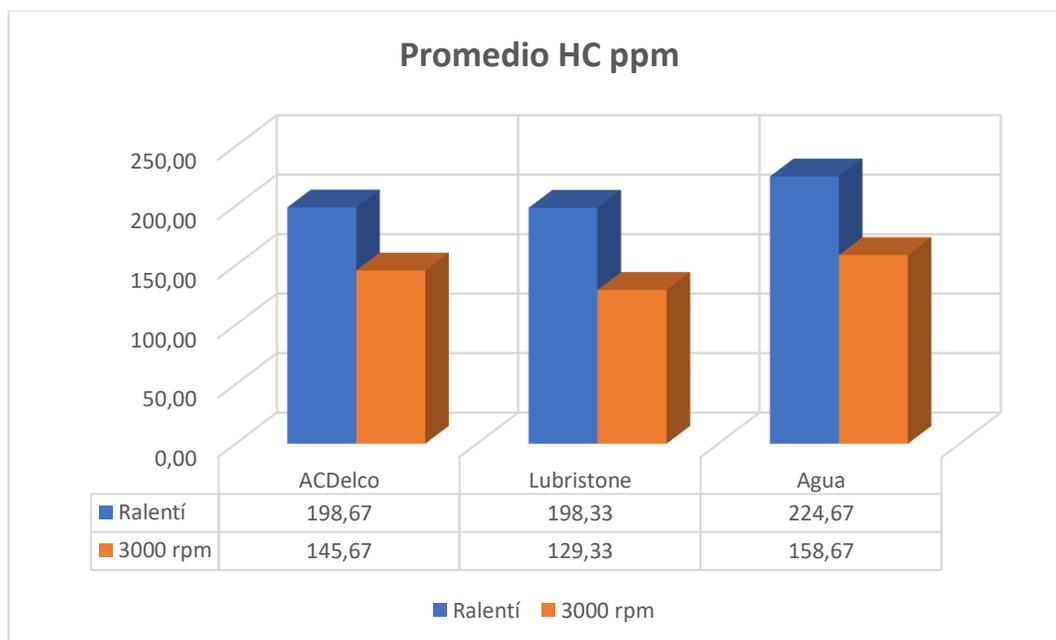


Tabla 13

Comparación de HC promedio a ralentí y 3000 rpm

HC	ACDelco	Lubrystone	Agua	Cambio (%) ACDelco a lubrystone	Cambio (%) Lubrystone a agua
- Ralentí	198,67	198,33	224,67	-0,17%	13,3%
- 3000 rpm	145,67	129,33	158,67	-11,2%	22,7%
- Cambio (%) de ralentí a 3000 rpm en cada refrigerante	-26,7%	-34,8%	-29,4%		

3.15. Análisis de medias de O₂ a ralentí y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubrystone y Agua.

El promedio de O₂ de la prueba de emisiones realizada con el refrigerante ACDelco, lubrystone y agua a ralentí y 3000 rpm se puede observar en la **figura 57**, registrando una disminución del 4,6% de O₂ utilizando el refrigerante lubrystone con respecto al ACDelco, un aumento del 28% de O₂ utilizando agua con respecto al refrigerante lubrystone todo esto a ralentí, a las 3000 rpm hay una descenso porcentual del 7,2% de O₂ utilizando el refrigerante lubrystone con respecto al ACDelco, un aumento del 64,3% de O₂ utilizando agua con respecto al lubrystone, en la parte del cambio porcentual individual por cada refrigerante, con el refrigerante de la marca ACDelco hay una disminución del 6,4% de O₂ a las 3000 rpm respecto a ralentí, con lubrystone un decrecimiento del 9% de O₂ a las 3000 rpm respecto a ralentí y utilizando agua existe un aumento del 17% de O₂ a las 3000 rpm respecto a ralentí, todo se refleja en la **tabla 14**.

Figura 57

Comparación de O₂ a ralentí y 3000 rpm con cada refrigerante

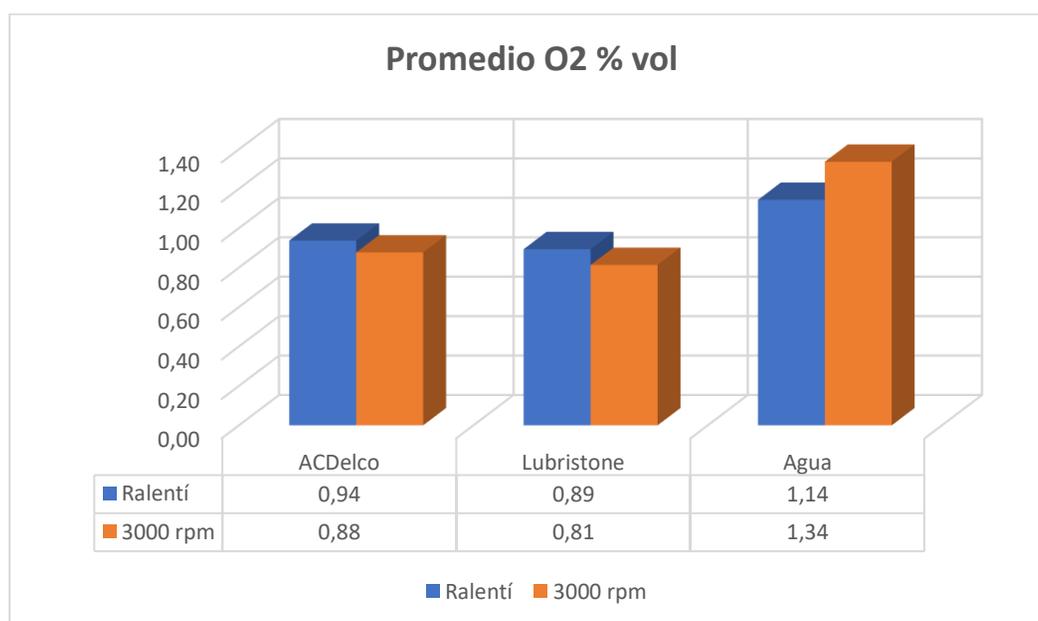


Tabla 14*Comparación de O2 promedio a ralentí y 3000 rpm*

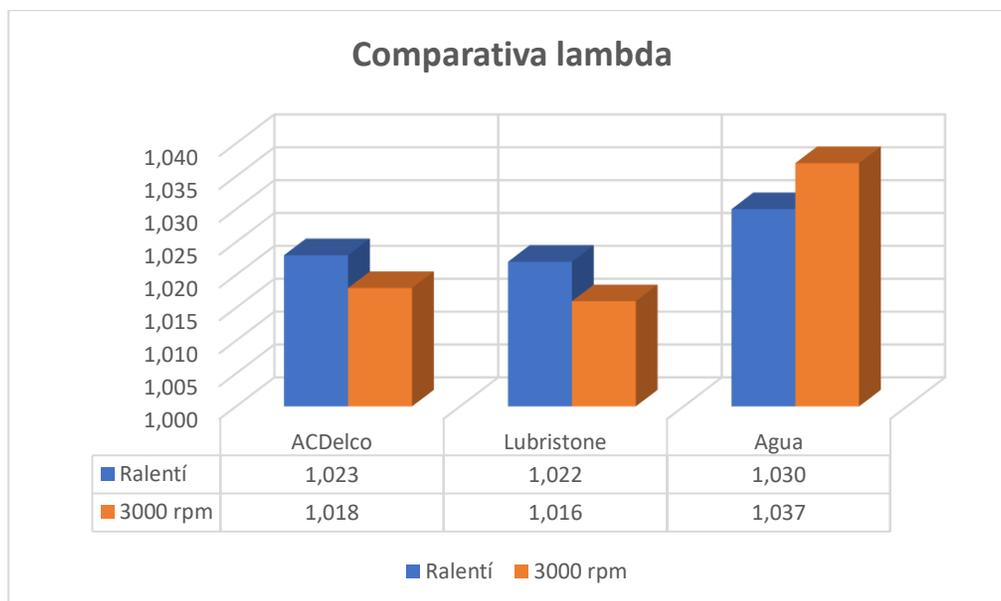
O2	ACDelco	Lubristone	Agua	Cambio (%) ACDelco a lubristone	Cambio (%) Lubristone a agua
- Ralentí	0,94	0,89	1,14	-4,6	28
- 3000 rpm	0,88	0,81	1,34	-7,2	64,3
- Cambio (%) de ralentí a 3000 rpm en cada refrigerante	-6,4	-9	17		

3.16. Comparación factor lambda a ralentí y a 3000 rpm de refrigerante ACDelco, Lubristone y Agua.

En la **figura 58** se presenta la comparativa de los valores lambda en la prueba de emisiones utilizando los refrigerantes ACDelco, lubristone y agua a ralentí y a 3000 rpm, mostrando con los refrigerantes lubristone y ACDelco un ligero descenso en el factor lambda mostrando que a las 3000 rpm se tiene una mezcla un poco más rica lo que puede deberse a que a mayores revoluciones se necesita mayor potencia y por lo cual se necesita más combustible, en cambio con el agua ocurrió lo contrario aumento ligeramente el factor lambda al aumentar a 3000 rpm, lo que se traduciría a una mezcla un poco más pobre, esto puede deberse a que el agua tiene diferentes propiedades térmicas y de transferencia de calor, recordando que se retiró el termostato y el motor funciona a temperaturas que no son las ideales afectando así en la eficiencia de la combustión.

Figura 58

Comparación del valor lambda a ralentí y 3000 rpm con cada refrigerante



CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Mediante las pruebas realizadas en el dinamómetro con cada refrigerante, se obtuvieron datos reflejando que el refrigerante con el cual más potencia se obtiene es el de la marca ACDelco con una potencia de 50,6 Hp, además se logró una potencia de 49 Hp utilizando el refrigerante de la marca Lubristone y 48 Hp usando agua como líquido refrigerante, evidenciando que una selección correcta del refrigerante puede afectar a la potencia del motor.
- Los valores que se obtuvieron de par máximo en el dinamómetro con los diferentes refrigerantes son un tanto diferentes a los de potencia en este caso el par máximo fue utilizando agua como refrigerante obteniendo 103 Nm, utilizando el refrigerante de la marca ACDelco se obtuvo un valor de 96 Nm y con el refrigerante Lubristone un par máximo de 82 Nm, hay que tener en cuenta usando agua se retiró el termostato haciendo que se inyecte mayor combustible en todo momento, es decir a cualquier régimen del motor recordando que el máximo torque se da a rpm's bajas, reflejando que retirar el termostato puede beneficiar en el par máximo en el motor, pero sin conocer los efectos que se pueden ocasionar a largo plazo.
- Realizando la prueba de emisiones de gases se obtuvieron valores de CO más altos con agua obteniendo 0,65% vol de CO y el más bajo con el refrigerante lubristone con un valor de 0,42% de CO, con CO₂ el valor más alto es de 13,9% vol de CO₂ utilizando agua y el más bajo usando el refrigerante ACDelco con un valor de 13,4% vol de CO₂, con respecto a O₂ el valor más alto es de 1,34% vol de Oxígeno usando agua y el más bajo utilizando el

refrigerante lubrystone con un valor de 0,81% vol de Oxígeno, en el caso de HC se obtuvo el mayor valor de 224 ppm usando agua y un valor de 129 ppm con el refrigerante lubrystone, concluyendo que con los líquidos refrigerantes analizados con el que se genera mayor cantidad de gases contaminantes es usando agua y el que menor gases contaminantes emite es el de la marca lubrystone.

- El factor lambda nos muestra y nos ayuda a comprender de una manera implícita los valores que se obtuvieron al realizar las pruebas, demostrando que utilizando los refrigerantes de la marca ACDelco y Lubrystone se dan valores de mezcla rica a ralentí pero a 3000 rpm varía cambiando a una mezcla más pobre, sin embargo utilizando agua los valores son contrarios, usando agua a ralentí la mezcla es más rica que a 3000 rpm, dando a entender la razón por la cual el torque es más alto utilizando agua, ya que el torque se ocasiona a rpm's bajas y la potencia en revoluciones altas.

Recomendaciones

- Se recomienda analizar de manera más profunda la capacidad de transferencia de calor de los diferentes refrigerantes con el fin de saber cuál es mejor disipando y absorbiendo el calor comparándolo con las especificaciones físico químicas de los fabricantes para comprender de mejor manera la razón de las diferencias de potencia y par máximo que se reflejaron en el motor al realizar las pruebas.
- Se recomienda ejecutar la prueba de emisiones a distintos rangos de rpm's y en situaciones de tráfico real para de esa manera demostrar si existe un cambio significativo al comparar con las pruebas realizadas de manera estática utilizando los distintos tipos de líquidos refrigerantes que existen y además de esa manera saber si cumplen con las normativas establecidas.
- Para futuros estudios se recomienda evaluar las consecuencias o posibles problemas que se pueden ocasionar a causa del uso de agua en el sistema de refrigeración del motor a largo plazo, ayudando a mejorar los mantenimientos en el sistema de refrigeración y evitar cualquier deterioro en las piezas mecánicas.
- Se recomienda analizar todo el ciclo vida de los refrigerantes para de esa manera entender el impacto medioambiental que se ocasiona no solo al momento de utilizarlo sino también al momento que se los desecha.

Referencias Bibliográficas

1. ACDelco. (2024). *Refrigerante 50/50 AC Delco – AUSTRODIESEL*. Refrigerante 50/50 AC Delco. <https://www.austrodiesel.com.ec/products/refrigerante-50-50-ac-delco?srsIid=AfmBOoqq0ZqDoOOGAZ7ZLeuFdu0FcQPRxyXeDoTUBesgsXS3LkrGEw6O>
2. AEADE. (2023). *Anuario 2023 AEADE*. Anuario 2023 AEADE. https://www.aeade.net/sdm_downloads/anuario-2023/
3. Arias-Paz, M. (2004). *Manual de automóviles* (55th ed.). Dossat 2000 S.L. <https://es.scribd.com/document/430693533/Arias-Paz-Manual-Del-Automovil-Edicion-55>
4. Carreño, P. F., & Jadán, C. M. (2013). *Estudio del comportamiento termodinámico del refrigerante R-134a modificando su composición química* [Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4803>
5. Escudero, S., González, J., Rivas, J. L., & Suárez, A. (2009). *Motores*. MACMILLAN . <https://es.slideshare.net/FrancicoMorales/motorespdf>
6. Flash Cooling. (2021). *La función del refrigerante*. La Función Del Refrigerante . <https://flash-cooling.com/es/el-papel-del-refrigerante/>
7. Gavilema, H. D. (2014). *ESTUDIO TEÓRICO Y EXPERIMENTAL DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA A DIFERENTE CONCENTRACIÓN DE AGUA-REFRIGERANTE* [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4027/1/65T00148.pdf>

8. González, D. (2015). *Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos*. Parainfo . <https://books.google.com.ec/books?id=eLv-CAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
9. González, J. L. (2017). *PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE AUTOMOTRIZ FABRICADO POR LA EMPRESA ECOQUIMICOS* [FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA]. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/6261>
10. Gual, A. E. (2017). *Calibración del Subsistema de Diagnóstico A Bordo para Monitoreo de la Temperatura del Anticongelante en el Motor de Gasolina 1.5 Litros Turbo de Inyección Directa* [UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO]. http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14029/Gual%20Antonio_%20Informe%20de%20Trabajo%20Profesional_CB.pdf?sequence=1&isAllowed=y
11. López, J. D., Hernandez, D. A., & Vallejo, J. C. (2011). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PREVENTIVO DE SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR*. http://repositorio.pascualbravo.edu.co:8080/jspui/bitstream/pascualbravo/509/1/Rep_IUPB_Mec_Aut_Sobrecalentamiento.pdf
12. Lubrystone. (2024). *Refrigerante Verde LUBRISTONETM – LUBRISTONE*. Refrigerante Verde . <https://lubrystone.com/sitio/refrigerante-verde-lubrystone/>
13. MAHLE. (2024). *MAHLE. AGS-688*. <https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/product-lines/emission/ags-688/>
14. Normativa técnico Ecuatoriana 2204. (2017). *Open Tech ec*. <https://opentechec.com/index.php/component/phocadownload/file/3-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-2204-2017>

15. Olivos, C. E. (2022). *Optimización del sistema de refrigeración del Motor Toyota Yaris 1300 cc para reducir el consumo de combustible* [Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/94325/Olivos_CCE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2021, October 15). *Punto de congelación*. Punto de Congelación - Qué Es, Definición y Concepto. <https://definicion.de/punto-de-congelacion/>
17. Plan de creación de oportunidades. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 de Ecuador / Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo*. <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025-de-ecuador>
18. Rivas, M. (2015). *UF1215 - Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos*. Elearning S.L. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=O35XDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=sistema+de+refrigeracion+del+motor+partes&ots=jbkv1iV9Ft&sig=Fhfk2JY1z45v4KjYoVVyRPI5E1o#v=onepage&q&f=false>
19. Sanchez, L. P., & Zúñiga, A. P. (2018). *ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DE GASES DE VEHÍCULOS TIPO L1 Y L3, MEDIANTE EL MUESTREO DE EMISIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA CIUDAD DE LOJA* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15315>
20. Scacco, M. F., & Vargas, K. D. (2016). *Estudio de la factibilidad para la fabricación local de refrigerante en los motores de combustión interna* [Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1589>

21. Tapia, G. (2010). *DETERMINACIÓN DE CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN DE UN MÓDULO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA*.
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1193/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Ultimatespecs. (2024). *UltimateSpecs*. <https://www.ultimatespecs.com/es/car-specs/Dacia/5423/Dacia-Logan-14.html>
23. Yanouch, J. L., & Cedeño, R. J. (2021). *Análisis del estatus actual de líquidos refrigerantes para motor utilizados en concesionarios y talleres automotrices convencionales, mediante la concentración de aditivos anticongelantes e inhibidores de corrosión, en el DMQ*. [Universidad Internacional del Ecuador]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/5032>