

ANÁLISIS DE CONCENTRACIÓN DE VOLUMEN DE GLICOL Y ETANOL EN REFRIGERANTES UTILIZADOS EN AUTOMÓVILES

ANALYSIS OF VOLUME CONCENTRATION OF GLYCOL AND ETHANOL IN REFRIGERANTS USED IN AUTOMOBILES

Alex Santiago Villarreal Prado ¹

¹ Carrera de Mecánica Automotriz. Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9051-8561>. Correo: avillarreal.istt@gmail.com

Lenin Shampiel Garzón Castillo ^{2*}

² Carrera de Mecánica Automotriz. Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8773-8459>. Correo: lgarzon.istt@gmail.com

Mercy Germania Altamirano González ³

³ Carrera de Mecánica Automotriz. Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1269-3057>. Correo: maltamirano.istt@gmail.com

Luis Gabriel Lescano Paredes ⁴

⁴ Carrera de Procesamiento de Alimentos. Instituto Superior Tecnológico Tungurahua. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6595-3035>. Correo: llescano.istt@gmail.com

* Autor para correspondencia: lgarzon.istt@gmail.com

Resumen

En el cantón Ambato ubicado en la zona sierra del Ecuador a 2577 metros sobre el nivel del mar, se ofertan diferentes tipos de líquidos refrigerantes para los sistemas de enfriamiento de un motor, para ello el usuario se fija en el costo, cantidad y calidad. Además, analiza las propiedades del fluido, para mantener regulada la temperatura del motor. Existe una cantidad grande de refrigerantes actualmente utilizados en aplicaciones comerciales e industriales. Cada refrigerante tiene propiedades que difieren de otros, tales como: puntos de ebullición, calor específico, calor latente, densidad y otros factores que afectan la habilidad del refrigerante para mantener la temperatura óptima de funcionamiento. Se establecieron técnicas de aprendizaje y análisis de propiedades físicas y químicas, de varios tipos de refrigerantes utilizados en la ciudad. Se analizó el punto de congelación del anticongelante para automóvil basado en etilenglicol, en siete tipos de refrigerantes,

mediante el método de refractometría. Acorde al diseño experimental de pruebas de comparación múltiple se determinó que el refrigerante óptimo, para un automotor, es el ACDelco, el cual permitirá contribuir a futuro, minimizar inconvenientes o molestias en el sistema de refrigeración del automotor, evitando el sobrecalentamiento y dando lugar a un mantenimiento correctivo no programado.

Palabras clave: refrigerante; glicol; etanol; refractómetro

Abstract

In the Ambato canton located in the highlands of Ecuador at 2,577 meters above sea level, different types of coolants are offered for engine cooling systems, for which the user looks at cost, quantity and quality. In addition, it analyzes the properties of the fluid, to keep the engine temperature regulated. There are a large number of refrigerants currently used in commercial and industrial applications. Each refrigerant has properties that differ from others, such as: boiling points, specific heat, latent heat, density, and other factors that affect the refrigerant's ability to maintain optimum operating temperature. Learning techniques and analysis of physical and chemical properties of various types of refrigerants used in the city were established. The freezing point of ethylene glycol-based automobile antifreeze in seven types of refrigerants was analyzed by refractometry method. According to the experimental design of multiple comparison tests, it was determined that the optimal coolant for a car is ACDelco, which will contribute in the future, minimize inconveniences or inconveniences in the car's cooling system, avoiding overheating and giving rise to unscheduled corrective maintenance.

Keywords: refrigerant; glycol; ethanol; refractomete

Fecha de recibido: 03/02/2023

Fecha de aceptado: 27/05/2023

Fecha de publicado: 08/06/2023

Introducción

La presente investigación se refiere al análisis de la concentración de glicol y etanol en refrigerantes con alta demanda en la ciudad de Ambato, se ha realizado una investigación referente a los líquidos que se utiliza para enfriar el motor de los vehículos teniendo como resultados que debido a la utilización de los refrigerantes inapropiados o de baja concentración anticongelante llegan a tener una serie de problemas en el ámbito de oxidación de cañerías, por lo tanto para tratar de eliminar dicho problema se realizaron una serie de análisis a los distintos refrigerantes que se encuentran circulando dentro del mercado ecuatoriano para llegar a la conclusión de que refrigerante es el más adecuado para su uso en el sistema de refrigeración del motor.

En la investigación se aplicó pruebas de comparaciones múltiples para determinar el mejor tratamiento que presente un óptimo rendimiento, usando resultados de la concentración del glicol/etanol en solución. Con

base en la concentración de las mezclas de etanol/glicol sobre los distintos tipos de refrigerantes que existen en el mundo automotriz, se realizó una serie de pruebas con el método Diferencia Mínima Significativa de (DMS), obteniendo datos que indican diferencias significativas entre los tratamientos T7 a T4 en función a su rendimiento del refrigerante, indicando que el tratamiento T4 es el que mayor rendimiento presenta y el que obtiene mejor resultados, los tratamientos T2, T3 Y T1 no existen diferencias significativas.

El refrigerante es una mezcla de agua y anticongelante (glicol/etanol) a la que se incorporan diversos aditivos (sustancias amargas, silicatos, antioxidantes, inhibidores de espuma) y que está teñida. Las sustancias amargas evitan que el refrigerante se ingiera por equivocación. Los silicatos forma una película protectora sobre superficies metálicas e impiden la sedimentación de cal, entre otras cosas. Los antioxidantes impiden la corrosión de los componentes. Los inhibidores de espuma impiden el espumado del refrigerante. El glicol mantiene elásticas las mangueras y juntas y eleva el punto de ebullición del refrigerante (Mahle, 2022).

La razón de la mezcla agua/anticongelante debe situarse entre 60:40 y 50:50. Esto significa que el automóvil está protegido de una congelación de entre -25°C y -40°C . La razón mínima de la composición debe situarse en 70:30, y la máxima, en 40:60. Si se aumentara la parte de anticongelante. (p.ej. 30:70), no se lograría reducir el punto de congelación. Por el contrario, un anticongelante concentrado se congela a -13°C aproximadamente y no disipa suficiente calor del motor a temperaturas superiores a 0°C . El motor, por lo tanto, se sobrecalentaría. Debido a que el glicol tiene un punto de ebullición muy alto, puede elevarse el punto de ebullición del refrigerante hasta 135°C mediante la proporción adecuada en la mezcla. Por ello, en los países cálidos también es necesaria una cantidad suficiente de anticongelante. Siempre hay que respetar las recomendaciones del fabricante; una mezcla normal podría ser 40/60% o 50/50% empleando agua destilada (Hella, 2018).

Sí solo se usa agua, en el sistema de refrigeración, expondría a múltiples fallas con el paso del tiempo. Esto se debe a que el agua es corrosiva, por lo que podría dañar distintos elementos del sistema de refrigeración. Además, el agua se congela a 0°C , por debajo de esa temperatura aumentaría de volumen y podría dañar el Motor. Lo mismo ocurre a la inversa: el agua alcanza su punto de ebullición por encima de los 100°C , por lo que no será capaz de enfriar el Motor al alcanzar altas temperaturas. Como consecuencia, el agua también pasara a aumentar su volumen, generando fallas tales como la explosión de una manguera o el radiador, por la alta presión, y se genere una escena de película, con un Motor expulsando mucho vapor (Jasonl, 2020).

Los motores enfriados por aire eran muy populares desde un inicio, y aunque los motores refrigerados por agua estuvieron presentes desde el principio, no había una solución para la expansión del agua cuando se congelaba. Es por ello que primero se utilizaron soluciones de agua y alcoholes como el metanol, o alcohol de madera, para solucionar el problema del congelamiento del agua y dar la función de anticongelante de auto. El alcohol, por su compuesto químico, tiene una característica que afecta a todos los motoristas: es un agente que acelera la corrosión de los metales con los que entra en contacto, por lo que estropea y disminuye la vida útil de los componentes del motor (Admin, 2017).

El fluido refrigerante automotriz evita el sobrecalentamiento del motor durante el funcionamiento, lo que garantiza una larga vida útil del automóvil. Mediante la circulación del fluido refrigerante promovido por la bomba de agua, el fluido pasa por las galerías internas del motor, eliminando el calor generado

internamente por la combustión y disipándolo al ambiente. A medida que parte del fluido se calienta, otra parte se enfría en el radiador y espera a que la válvula termostática se abra para que pueda entrar al motor y empujar el agua caliente para que se enfríe en el radiador (Jasonl, 2020b).

Según (Martínez Espinoza, 2021) indica que, en la actualidad, la mayoría de los vehículos comerciales utilizan motores de combustión interna para la obtención de energía mecánica a partir de la energía química. Dado a la naturaleza de los procesos realizados dentro de la cámara de combustión, se generan altas temperaturas, de 371° a 593°C para motores de gasolina y de 537° a 649°C para motores Diésel, las cuales pueden comprometer el desempeño de componentes internos del motor, tales como válvulas, rodamientos y pistones.

El porcentaje de calor transferido al ambiente por convección y radiación desde las paredes de los motores relativamente bajo, por lo que es necesario la implementación de un sistema que disipe el calor generado en el motor y reduzca la temperatura al interior de este. El sistema de enfriamiento, junto con el sistema de escape, transfiere calor desde el motor al ambiente, ya que el sistema de enfriamiento retira calor del motor a través del anticongelante y el sistema de escape retira calor a través de los gases de escape.

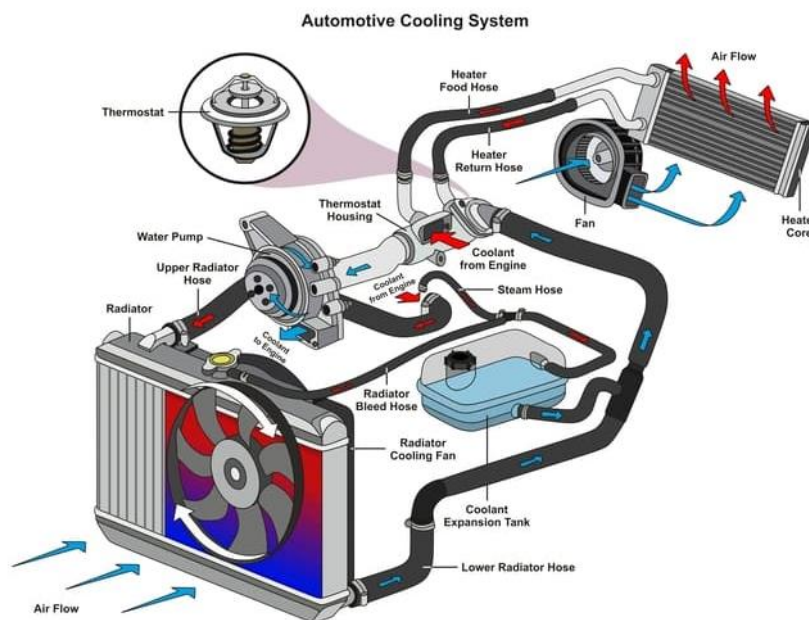


Figura 1: Sistema de refrigeración del vehículo.

El refrigerante y sus aditivos según (Hella Tech World, 2019), están sometidos a un cierto desgaste, es decir, a una parte de los aditivos se consumirá con el paso de los años. Si se consumieran del todo, p. ej., los aditivos que protegen de la corrosión, aparecerían un color marrón en el refrigerante. Por este motivo, algunos fabricantes de vehículos prescriben un tiempo determinado para la sustitución del refrigerante. No obstante, cada vez más vehículos nuevos se rellenan con los llamados refrigerantes de "larga duración". En circunstancias normales (si no hay impurezas) ya no es necesario cambiar el líquido refrigerante en algunos vehículos, o por lo menos no debe cambiarse hasta los 15 años o los 250.000 km.

Características técnicas

(Pérez Barrios , 2021) indica que, un refrigerante sea apropiado y se le pueda usar como un agente de enfriamiento, debe poseer ciertas propiedades que lo hagan seguro durante su uso, las cuales se describen a continuación:

Propiedades termodinámicas

Para que un líquido pueda ser utilizado como refrigerante debe reunir ciertas propiedades termodinámicas, que tienen relación con el movimiento del calor entre el evaporador y condensador, además de otras físicas y químicas que son necesarias para que pueda repetir el ciclo de líquido a vapor y viceversa.

- **Presión**

La variación de presión dentro de un sistema de refrigeración permite que el fluido cambie de estado líquido a gaseoso en el evaporador y de gaseoso a líquido en el condensador. Estos cambios garantizan la retirada de calor del interior al exterior del sistema, generando el enfriamiento. El condensador y el evaporador deben operar a presiones positivas, es decir, superior a la atmosférica (101,3 kPa). Si la presión en el evaporador es negativa, hay riesgo que, entre aire al sistema debido a una fuga, con la consiguiente disminución del rendimiento y posibles averías en los componentes. Por esto, el refrigerante debe tener una presión de evaporación lo más baja posible (varía de acuerdo al tipo de fluido), pero ligeramente superior a la atmosférica. Mientras que la presión del condensador debe ser lo suficientemente alta (mayor a la presión atmosférica), para que el vapor se condense y fluya como líquido para repetir el ciclo nuevamente.

- **Temperatura**

Para hacer la selección de un refrigerante se deben tener en cuenta tres (3) temperaturas: la de ebullición, la crítica y la de congelación. La temperatura de ebullición de un refrigerante siempre es referida a la presión atmosférica normal de 101,3 kPa. El punto de ebullición de un refrigerante es el valor en el que el líquido se evapora cuando se añade calor, debe estar por debajo de los 40°C, para que operando a presiones positivas se pueda tener una temperatura menor en el evaporador. La temperatura crítica es el valor límite en la cual un refrigerante pasa de estado gaseoso a líquido cuando es comprimido. Por encima de esta temperatura no es posible condensarlo, aunque aumente su presión por encima de la atmosférica (101,3 kPa). La temperatura de congelación de un refrigerante debe ser más baja que la del evaporador. No se puede utilizar un refrigerante que se congele a la temperatura de trabajo del evaporador (25°C).

- **Volumen específico**

Es el volumen que ocupa un (1) kg de masa de determinada sustancia, a una temperatura de 20°C y a la presión atmosférica de 101.3 kPa. En un sistema de refrigeración, al agregar calor, aumenta su temperatura y su volumen específico, pero su presión permanece constante, ya que, en el evaporador, en la línea de succión y en el condensador, la temperatura de saturación es lo que controla la presión del vapor sobrecalentado. Inversamente, si disminuye la temperatura del refrigerante disminuye su volumen específico.

- **Entalpía**

La entalpía es la propiedad que representa la cantidad total de energía térmica o contenido de calor en un fluido, medidas en kcal/kg. Para la mayoría de los refrigerantes se considera que su entalpía es cero (0) a una temperatura de saturación de -40°C . Entonces, el calor agregado o sustraído de un refrigerante, desde ese punto, se considera que es su entalpía total. En los trabajos de transferencia de calor, se manejan los cambios de entalpía que ocurre durante un proceso.

Tipos de refrigerantes

Hay 3 tipos principales de refrigerante (Flash Cooling, 2021):

- **Mineral: *Inorganic Additive Technology (IAT)*** – Tecnología de Aditivos Inorgánicos: Esta es la primera tecnología de refrigeración, aunque ahora está anticuado con respecto a los requisitos de los motores modernos, todavía se utiliza para vehículos más antiguos.
- **Orgánico: *Organic Additive Technology (OAT)*** – Tecnología de Aditivos Orgánicos: Los llamados líquidos «universales» entran en esta categoría, son los más respetuosos con el medio ambiente y tienen la ventaja de ser miscibles con otros tipos de líquidos.
- **Híbrido: *Hybrid Organic Additive (Hoat)*** – Tecnología de Aditivos Orgánicos Híbridos: Es una mezcla de IAT y OAT, esta tecnología fue desarrollada para cumplir con las especificaciones de ciertos fabricantes de automóviles.



Figura 2: Refrigerantes para tu auto IAT; OAT; IAT-OAT.

Principales problemas del sistema de enfriamiento

- **Corrosión.** Los metales se encuentran en la naturaleza bajo la forma de compuestos estables, como óxidos, sales, etc. el hombre ha encontrado la manera de utilizar estos metales para sus fines,

extrayéndolos de la naturaleza, purificándolos, asociándolos con otros elementos para mejorar sus propiedades y dándole una forma apropiada para su utilización práctica.

- **Picaduras.** Es una de las formas más destructivas de corrosión, es promovida por baja velocidad del agua, puntos inactivos y por la presencia de iones cloruro. la corrosión por picadura es una forma de ataque localizado que resulta en agujeros que penetran rápidamente el metal expuesto (González Clavijo, 2017).

Materiales y métodos

Para la comparación de líquidos refrigerantes se procedió a tomar muestras de distintas marcas de refrigerantes que circulan en el mercado ecuatoriano, de acuerdo a las marcas seleccionadas se colocó los líquidos en un envase individual membretado de 1000 ml. A partir de este método se recopiló la información necesaria y se analizó los cambios que sufren los líquidos refrigerantes seleccionados para este experimento.

A partir de este estudio se propone analizar cada uno de los refrigerantes basados en el porcentaje de etanol/glicol, punto de congelamiento del líquido refrigerante, color y la cantidad de PH que estos líquidos contienen, por tanto, los resultados obtenidos se analizarán de manera numérica y estadística.

Para el análisis de silicatos, la (EPN) colocará una cantidad de las muestras de líquido refrigerante en crisoles de porcelana y las pesará; a continuación, se pone en una mufla hasta 650 °C para obtener cenizas, estas se disgregan con varios ácidos, se afora y se determina el contenido de silicio en las muestras. Por absorción atómica se realizan los cálculos respectivos. El análisis de nitritos (SGS) se lo realizará mediante la cromatografía de iones (IC), siendo este un método cualitativo o cuantitativo que establece iones comunes en una escala de concentración en miligramos por litro a una baja concentración en partes por millón (ppm). Este procedimiento engloba el análisis químico de los líquidos refrigerantes para motores, con lo que se determina los nitritos y nitratos del mismo.

El análisis de fosfatos se realizará mediante la espectrofotometría de absorción ultravioleta visible, comprendida entre los 160nm y 780nm por cada molécula, que causa la excitación de un electrón. Los electrones de enlace de moléculas absorben radiación, de esta forma los picos de absorción se pueden correlacionar con diferentes tipos de enlaces disponibles en el compuesto. Por este motivo, la espectrofotometría ultravioleta visible puede determinar grupos funcionales presentes en una molécula, en este caso determinará el porcentaje de fosfatos.

El refrigerante rojo (LUBRISTONE, 2021), es compatible con los refrigerantes y anticongelantes fabricados por Colombia Industrial y Automotriz S.A de la marca **Lubristone**. No se recomienda mezclar con otros productos ni su uso en concentraciones inferiores al 50% (1 parte del refrigerante **LUBRISTONE ROJO** + 1 parte de agua). A temperaturas normales de funcionamiento del motor no se evapora, lo que mejora la transferencia de calor desde el motor al refrigerante.

Tabla 1. Propiedades de los refrigerantes automotriz Lubristone.

Propiedad	Rango	Método
Aspecto	Líquido	Organoléptico
Color	Rojo	Organoléptico
Punto de ebullición (°C) a 18 psi	122	ASTM D1 120
pH Directo a 25 °C	7.5 – 11.0	ASTM D1287
Efecto sobre acabados automotrices	Ninguno	ASTM D1882
Cloro (ppm)	10	ASTM D3634
Alcalinidad de reserva	3.0 (mínimo)	ASTM D1121
Solubilidad en agua	100 %	
Espuma		
Volumen (mL)	2	ASTM D1881
Tiempo de rompimiento	3	ASTM D1881

El Refrigerante **LUBRISTONE** 4-°C, es un producto diseñado para proteger el sistema de enfriamiento contra la corrosión, oxidación y cavitación, además optimiza el funcionamiento de los motores gracias a sus propiedades de transferencia de calor, garantizando la protección contra sedimentos, incrustaciones y recalentamiento (Super , 2019).

Tabla 2. Propiedades de refrigerante automotriz **FREEZETONE**.

Descripción General				
Anticongelante viene al	20%	33%	50%	Glicol
Punto de congelamiento °C:	-10	-20	-38	ASTM D 1120
Gravedad específica	1.13	1.21	1.37	ASTM D 1122
pH a 25 °C (7.5-11.0)				
No contiene cromatos				ASTM D 1187
Color: Especificación (Distintivo)				ASTM D 1687

Propiedades de refrigerante automotriz Freezetone

Freezetone un líquido refrigerante muy elaborado y preparado para usar. Contiene un alguicida que limita los atascos ligados al desarrollo de algas en los sistemas de refrigeración. Su estabilidad térmica, así como sus características dieléctricas le convierten en un líquido refrigerante particularmente bien adaptado a los circuitos de alta tecnología. (Super , 2019).

Características técnicas: Líquido Refrigerante Freezetone rojo 9.6L

- Aspecto: líquido rojo
- Densidad: 1.04 a 20 °C
- PH: 7+/-2
- Punto de congelación: -27°C

- Resistividad: 105 ohms.cm-1

Resultados y discusión

En relación al análisis de los fluidos refrigerantes, en donde se trabajó con siete diferentes tipos de refrigerantes, mediante refractometría, se obtuvieron datos referentes al punto de congelación de las muestras analizadas.

Tabla 3. Punto de congelación de los refrigerantes.

E T H Y L E N E		1	2	3	4	5
	LUBRISTONE	-1 °C	-1 °C	-1 °C	-1 °C	-1 °C
	FREEZETONE	-0,9°C	- 0,9 °C	- 0,9 °C	- 0,8 °C	- 0,9 °C
	FREEZCOOL	-1 °C	- 0,9 °C	- 0,9 °C	- 0,9 °C	- 0,9 °C
	ACDelco	-42 °C	- 42 °C	- 42,5 °C	- 42 °C	- 42,5 °C
	SPODIN	-41 °C	- 41,5 °C	- 41,5 °C	- 41,5 °C	- 41,5 °C
	FRESHCAR 50/50	-24 °C	-23,5 °C	- 24 °C	- 24 °C	- 23,5 °C
	Fresh Car Verde	-3 °C	- 2,5 °C	- 2,5 °C	- 2,5 °C	- 3 °C

En la tabla 3 se exponen los datos obtenidos de los diferentes refrigerantes cuya medición está expresada en grados centígrados, en donde por cada tipo de lubricante se realizó cinco mediciones, en base al método de refractometría, en la cual se establece la concentración del etano / glicol.

Tabla 4. Transformación a escala absoluta de temperatura

E T H Y L E N E		1	2	3	4	5
	LUBRISTONE	272,15 °K	272,15 °K	272,15 °K	272,15 °K	272,15 °K
	FREEZETONE	272,25 °K	272,25 °K	272,25 °K	272, 35 °K	272,25 °K
	FREEZCOOL	272,15 °K	272,25 °K	272,25 °K	272,25 °K	272,25 °K
	ACDelco	231,15 °K	231,15 °K	230,65 °K	231,15 °K	230,65 °K
	SPODIN	232,15 °K	231,65 °K	231,65 °K	231,65 °K	231,65 °K
	FRESHCAR 50/50	249,15 °K	249,65 °K	249,15 °K	249,15 °K	249,65 °K
	Fresh Car Verde	270,65 °K	270,65 °K	270,65 °K	270,65 °K	270, 15 °K

Una vez realizada las mediciones referentes a la concentración del etanol / glicol, se procedió a cambiar a escala absoluta los valores obtenidos y así procesarlos en un diseño experimental mono factorial, en el cual se realizó pruebas de comparación múltiple.

Tabla 5. Análisis de varianza.

Fuente de variación	SC	GL	CM	Razón de varianza (Fc)
Tratamientos	2.81959672	6	0.46993279	44975.2291
Residuo	0.00029256	28	1.0449E-05	
Total	2.81988928	34		

En el análisis de varianza los datos fueron ajustados, para que puedan ser correlacionados, acorde al modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$, en donde los cálculos reflejaron que al menos un refrigerante presenta variaciones en su rendimiento.

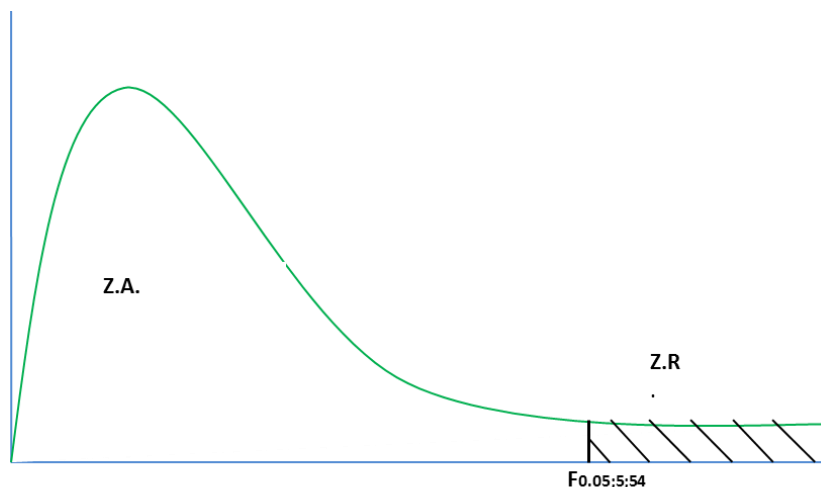


Figura 2: Razón de varianza fuera de la zona de aceptación.

Tabla 6. Diferencia mínima significativa.

	Freezetone	Freezcool	Lubristone	Fresh car verde	Freshcar 50/50	Spodin	Acdelco
Freezetone	0	0.00053967	0.00161939	0.02335163	0.33760613	0.64217297	0.65712157
Freezcool		0	0.00107973	0.02281197	0.33706647	0.6416333	0.6565819
Lubristone			0	0.02173224	0.33598674	0.64055358	0.65550218
Fresh car verde				0	0.3142545	0.61882133	0.63376994
Freshcar 50/50					0	0.30456684	0.31951544
Spodin						0	0.0149486
Acdelco							0

Con base en una serie de pruebas con el método Diferencia Mínima Significativa (DMS) se puede indicar que existen diferencias significativas entre los refrigerantes Fresh Car verde a ACDELCO en función a su rendimiento del refrigerante. Se establece que el refrigerante ACDELCO es el que mayor rendimiento presenta, siendo por lo tanto el más óptimo para la ciudad de Ambato. Entre los refrigerantes Freezetone, freezcool y lubristone no existe diferencia significativa.

Para cada una de las pruebas se usó diferentes parámetros como la fuente de variación, razón de varianza, sumatoria de cuadrados, grados de libertad y cuadrados medios.

Conclusiones

Para evitar el sobrecalentamiento del motor del automóvil originado por la presencia del calor a causa de la combustión es importante mantener regulada su temperatura para ello es esencial el uso de líquido refrigerante.

Se determinó la cantidad de glicol/etanol con la conclusión de que el refrigerante más adecuado para el automóvil es el de la marca ACDelco, obteniendo un punto de congelación promedio de 230.95 °K que dentro de las propiedades refrigerantes de la sustancia son apropiadas para el automotor.

Los líquidos refrigerantes a diferencia del agua corriente contienen aditivos lubricantes las cuales cumplen la función de proteger partes metálicas del circuito del motor manteniéndolo limpio libre de oxidaciones

Se verificó que existen distintos tipos de líquidos refrigerantes las cuales cumplen con la misma función y cuentan con una base de etanol/glicol, por otra parte, se demostró que el fluido refrigerante pierde su capacidad para regular la temperatura al estar expuesto a temperaturas extremas, por ello se recomienda cambiar este líquido cada 40.000 kilómetros o cada 2 años.

Los líquidos refrigerantes dependiendo de la marca ofrecen un amplio rango de temperatura de funcionamiento que va desde los -30°C hasta los 140°C aproximadamente, a diferencia del agua este tiene puntos de congelación y ebullición.

El agua es la menos recomendable como sustituto del líquido refrigerante ya que este tiende a congelarse a 0°C, por debajo de esta temperatura aumentaría el volumen y podría dañar el motor, mientras que en su punto de ebullición está por encima de los 100°C, por lo que no sería capaz de enfriar el motor al alcanzar altas temperaturas por consecuencia también se aumentara su volumen teniendo como resultado la explosión de mangueras o el radiador.

Los colores de cada líquido refrigerante significan las temperaturas que pueden soportar cada líquido de refrigeración por ejemplo el color azul es el más potente ya que tiene un 50% de etanol/glicol y comprende una temperatura de -37°C hasta los 108°C.

Referencias

- Admin. (2017). La Historia del Sistema de Enfriamiento. Bardahl. <https://www.bardahl.com.mx/la-historia-del-sistema-enfriamiento/>
- BARDAHL. 17 de abril de 2020. <<https://www.bardahl.com.mx/la-historia-del-sistema-enfriamiento/>>.
- Boluda, C., & González, J. (2019). Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones, 2, <https://revistas.intec.edu.do/>. <https://doi.org/10.22206/cyap.2019.v2i2.pp51-79>
- Espinoza, Ing., & Flores, Ing. (2021). Diseño y validación de un soporte para bomba de anticongelante (1.^a ed., Vol. 1) [Impreso]. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/RepoFi/17698/Informe.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- González, J. (2019). Propuesta de mejoramiento del líquido refrigerante automotriz fabricado por la empresa ecoquímicos. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6261/1/6042105-2017-1-IQ.pdf>.
- Guanuche, D., Reyes, G., Yanouch, J., & Cedeño, R. (2021). Análisis de aditivos e inhibidores de corrosión en anticongelantes dentro del DMQ. Polo del conocimiento, 6(62). <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3123>
- Jaramillo, D., Redrován, L., & Urgilés, D. (2011). Análisis técnico de la vida útil de un lubricante de aceite mineral, para motores de combustión interna a gasolina de los vehículos de servicio de taxis de la ciudad de Cuenca. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1500>
- E., L. Y. A. «Todo lo que necesitas saber de tu ¡VEHÍCULO, ACEITES Y MAS!» 14 de junio de 2021. Todo lo que necesitas saber de tu ¡VEHÍCULO, ACEITES Y MAS! <<https://www.lubricantesenvenezuela.com/ventajas-de-utilizar-refrigerantes-para-vehiculos/>>.
- Flash Cooling. 09 de junio de 2021. <<https://flash-cooling.com/es/el-papel-del-refrigerante/>>.
- González Clavijo, Jenny Lizbeth. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE. documental. FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA. Bogotá, 2017.
- Hella tech world. HELLA. 09 de octubre de 2019. <<https://www.hella.com/techworld/mx/Informacion-Tecnica/Refrigeracion/Como-rellenar-refrigerante-2708/>>.
- Industria Mecánica. RECOMENDACIONES SOBRE PRODUCTOS QUÍMICOS. 28 de junio de 2019. <<https://oiss.org/wp-content/uploads/2019/06/28-RefrigerantesMecanica.pdf>>.
- Jason, John. GMB North America, Inc. - ES. 12 de abril de 2021. <<https://gmb.net/es/refrigerantes-automotrices-caracteristicas-principales-y-por-que-no-utilizar-agua-en-su-vehiculo/>>.
- López, Z., & Cabrera, Y. (2015). Estudio de viabilidad de la comercialización de anticongelante y refrigerante y limpiador de contactos electrónicos multiusos para vehículos de marca mexicana ECOM en Bogotá- Colombia. <https://repositoriocrai.ucompensar.edu.co/bitstream/handle/compensar/4526/ESTUDIO%20DE%20VIABILIDAD%20DE%20LA%20COMERCIALIZACION%20DE%20ANTICONGELANTE%20Y%20REFRIGERANTE%20Y%20LIMPIADOR%20DE%20CONTACTOS%20ELECTR%C3%93NICOS%20MULTIUS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peréz, R. (2021). ISSN 1856-8890 EISSN 2477-9660. Dep. Legal pp200702LA2730, ppi201402LA4590. Licencia CC BY-NC-SA Email addresses: roperez@unexpo.edu.ve (Rosario Pérez-Barríos) 3 Publicaciones en Ciencias y Tecnología. Vol 15. N° 1, enero-junio (2021) 3-14 Nota Técnica Análisis comparativo de las características técnicas de refrigerantes y sus efectos sobre el medioambiente. Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 15, 1. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16502.73282>

- KGaA, HELLA GmbH & Co. «HELLA TECH WORLD.» 11 de Enero de 2018. <<https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Refrigeracion/Refrigeracion-del-motor-2800/>>.
- LUBRISTONE. 01 de marzo de 2021. <https://b2bmarketplace.procolombia.co/sites/default/files/2019-23/ficha_tecnica_lubristone_rojo_v_3.pdf>.
- Lubtechnology. «Permacool .» 03 de 2020. Permacool . <<https://lubtechnology.com/wp-content/uploads/2020/03/H.T.-PERMACOOL-DEX-PLUS-EL-5050.pdf>>.
- MAHLE. 23 de octubre de 2020. <<https://www.mahle-aftermarket.com/la/es/products-and-services/engine-cooling-and-air-conditioning/engine-cooling/>>.
- MAHLE. «MAHLE Aftermarket GmbH.» 1 de 06 de 2022. <https://www.mahle-aftermarket.com/media/homepage/facelift/media-center/klima/es_kompaktwissen_ec_fahrzeugkuehlung.pdf>.
- Martínez Espinoza, Jocelyn. Diseño y validación de un. México : unam , 2021.
- Pérez Barrios , Rosario. Análisis comparativo de las características técnicas de refrigerantes. ciencia y tecnología . Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. Venezuela , 2021.
- Super , Sergey. freezeton. 4 de agosto de 2019. <<http://www.freezeton.com.co/inicio/index.php/features/mantenimiento/refrigerante-anticongelante-4>>.
- MAHLE Refrigeración de vehículos. (2022, 1 junio).. Recuperado 27 de abril de 2023, de https://www.mahle-aftermarket.com/media/homepage/facelift/media-center/klima/es_kompaktwissen_ec_fahrzeugkuehlung.pdf
- HELLA Refrigeración del motor: Estructura y función. (2018, 9 octubre).. <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Refrigeracion/Refrigeracion-del-motor-2800/>