



*Incidencia de ácidos en motores Euro 3 en función de las condiciones geográficas y tipo de la conducción*

*Incidence of acids in Euro 3 engines depending on the geographical conditions and type of driving*

*Incidência ácida em motores Euro 3 de acordo com as condições geográficas e o tipo de condução*

David Humberto Gordillo-Sánchez <sup>I</sup>  
[dagordillosa@uide.edu.ec](mailto:dagordillosa@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5413-0300>

Denny Javier Guanuche-Larco <sup>II</sup>  
[deguanuchela@uide.edu.ec](mailto:deguanuchela@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-7376-0105>

Guillermo Gorky Reyes-Campaña <sup>III</sup>  
[gureyesca@uide.edu.ec](mailto:gureyesca@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-7133-9509>

**Correspondencia:** [dagordillosa@uide.edu.ec](mailto:dagordillosa@uide.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de investigación

\***Recibido:** 20 de diciembre de 2020 \***Aceptado:** 12 de enero de 2021 \* **Publicado:** 08 de febrero de 2021

- I. Estudiante de la Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- II. Ingeniero en Mecánica Automotriz, Magíster en Sistemas Automotrices, Docente Investigador de Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- III. Ingeniero Mecánico Especialidad Mecánica Automotriz, Magíster en Sistemas Automotrices, Docente Investigador de Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

## Resumen

En la actualidad, la industria automotriz es dependiente de la post venta del vehículo, esto refiere a: venta de repuestos, convenios de mantenimiento, donde van incluidos cambios de aceite. Los aceites suelen tener una vida útil dictada por el fabricante y en algunos casos al ser utilizados en ciertas marcas, deben ser certificados por la misma para la cual es seleccionada. Dependiendo del uso del vehículo, de la altura en la que trabaja, las condiciones climáticas a las que el mismo está expuesto, estos factores pueden llegar a disminuir la vida útil del aceite. Con la ayuda del método inductivo, se obtendrán conclusiones que explique o relacionen estos fenómenos, serán estudiados con 3 herramientas: observación de los fenómenos, la experiencia y el estudio de la relación que existe entre ellos. Este artículo realiza un estudio comparativo con dos aceites, donde se analizan pruebas con vehículos Euro 3 de carga pesada con motor DC13 106 de 460 HP, para ver, según diferentes rutas y altitudes, la creación del ácido sulfúrico. Se comprenderá mediante pruebas y obteniendo un registro delimitado por distancia recorrida en cada ruta seleccionada. Los datos registrados en las pruebas de laboratorio demuestran la diferencia de creación de ácido. Los resultados obtenidos demarcan una gran diferencia entre los recorridos de costa y sierra, siendo la costa como la ruta donde tiene más incidencia de creación de ácido sulfúrico, y el oriente como al ruta donde tiende a crearse menos ácido sulfúrico.

**Palabras claves:** Motores euro 3; tipos de conducción; ácidos; aceite.

## Abstract

Currently, the automotive industry is dependent on the after-sales of the vehicle, this refers to: sale of spare parts, maintenance agreements, where oil changes are included. Oils usually have a useful life dictated by the manufacturer and in some cases, when used in certain brands, they must be certified by the brand for which it is selected. Depending on the use of the vehicle, the altitude at which it works, the climatic conditions to which it is exposed, these factors can reduce the useful life of the oil. With the help of the inductive method, conclusions that explain or relate these phenomena will be obtained, they will be studied with 3 tools: observation of the phenomena, the experience and the study of the relationship that exists between them. This article makes a comparative study with two oils, where tests with Euro 3 vehicles of heavy load with DC13 106 engine of 460 HP are analyzed, to see, according to different routes and altitudes, the creation of sulfuric acid. It will be understood through tests and obtaining a record delimited by

distance traveled on each selected route. The data recorded in the laboratory tests demonstrate the difference in acid creation. The results obtained show a great difference between the coastal and highland routes, with the coast as the route with the highest incidence of sulfuric acid creation, and the east as the route where less sulfuric acid tends to be created.

**Keywords:** Euro 3 engines; types of driving; acids; oil.

## Resumo

Actualmente, a indústria automóvel está dependente do pós-venda do veículo, isto refere-se a: venda de peças sobressalentes, acordos de manutenção, onde se incluem as mudanças de óleo. Os óleos têm normalmente uma vida útil ditada pelo fabricante e, em alguns casos, quando utilizados em certas marcas, devem ser certificados pelo mesmo para o qual são seleccionados. Dependendo da utilização do veículo, da altura em que trabalha, das condições climáticas a que está exposto, estes factores podem reduzir a vida útil do petróleo. Com a ajuda do método indutivo, serão obtidas conclusões que explicam ou relacionam estes fenómenos, que serão estudadas com 3 ferramentas: observação dos fenómenos, a experiência e o estudo da relação que existe entre eles. Este artigo faz um estudo comparativo com dois óleos, onde são analisados testes com veículos Euro 3 de carga pesada com motor DC13 106 de 460 CV, para ver, de acordo com diferentes rotas e altitudes, a criação de ácido sulfúrico. Será compreendido através de testes e da obtenção de um registo delimitado pela distância percorrida em cada rota seleccionada. Os dados registados nos testes de laboratório mostram a diferença na criação ácida. Os resultados obtidos mostram uma grande diferença entre as rotas costeiras e de montanha, sendo a costa a rota com maior incidência de criação de ácido sulfúrico, e a leste a rota onde menos ácido sulfúrico tende a ser criado.

**Palavras-chave:** Motores Euro 3; tipos de condução; ácidos; óleo.

## Introducción

Existen estudios en el diesel que se han realizado en motores estacionarios que han determinado varios parámetros sobre cómo se degrada el TBN y la viscosidad del aceite. Donde dicta que “la ppm de azufre que se encuentran en el aceite al estar en contacto con la humedad presente en la cámara de combustión forma Ácido Sulfúrico” (Reyna y Recalde, 2020).

El estudio consiguiente, analiza la formación del ácido sulfúrico en motores Euro 3 DC 106 con diferentes lubricantes, uno sintético de 15.000 kilómetros de vida útil y otro semi sintético de 10.000 kilómetros de vida útil.

Existe una delimitación de cada una de las rutas que recorrerá cada vehículo seleccionado, dicha ruta es definida desde un punto de comienzo, hasta un punto de llegada, siendo monitoreado por un GPS, una vez tomada la ruta, se definirá un kilometraje que recorre cada vehículo.

Los estudios técnicos ayudaran a determinar cuál de las rutas, se comienza a crear más ácido sulfúrico, y que aceite, tiende a crear más ácido, tomando en cuenta su recorrido, siendo este a la costa ecuatoriana o el Oriente Ecuatoriano.

Los datos arrojados por el laboratorio servirán para realizar un estudio comparativo, sobre los lubricantes y en un futuro, podría funcionar para definir ciertos parámetros para la vida útil de los lubricantes, sean estos con rutas al oriente o a la costa del Ecuador.

Las variables obtenidas en los vehículos sobre la creación de ácido sulfúrico funcionaran para poder definir, en donde existe más desgaste del material, ya que el ácido sulfúrico es un elemento químico que puede llegar a comprometer la vida útil de los elementos que están en su entorno.

En el Ecuador existe una gran variación de climas, tal es el caso que es poco probable poder predecir tanto la temperatura, solo se pueden realizar monitoreos de cómo es el cambio de clima. Durante el 2019 se realizó el monitoreo de los niveles y caudales de los principales ríos para producir series diarias de datos confiables y completos que permiten evaluar el impacto de la variabilidad climática en los recursos hídricos en varias cuencas amazónicas en colaboración el Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia con su proyecto Hidro geodinámica de la Cuenca Amazónica (HYBAM). (Institutos – INAMHI, 2019)

Según el artículo científico “Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniería en Mecánica Automotriz. ( Reyna y Recalde, 2020) dice: El diesel rico en azufre reduce su TBN y viscosidad, es relevante conocer que una disminución mayor al 50% es indicativo de que el aceite de motor ha perdido sus propiedades y consecuentemente podría presentarse desgaste prematuro en varios elementos internos del motor (Reyna y Recalde, 2020).

En el Ecuador no existe un estudio o comparativas, sobre motores no estacionarios, que tengan una distancia de recorrido fija, para poder determinar parámetros sobre la creación de ácido sulfúrico que tienen dos distintos tipos de aceite con la variación de altura y distancias.

### **Clasificación de los aceites lubricantes**

Un lubricante es un medio de separación de dos partes que se mueven una respecto a otras sometidas a rozamiento. Su función es impedir el contacto directo entre ambas y con ello disminuir el rozamiento y el desgaste. Además, el lubricante puede refrigerar y cerrar herméticamente los lugares de rozamiento. Existen, lubricantes sólidos, líquidos, pastosos y gaseosos. La elección se rige por detalles de constructivos, por el par de metales y por las sollicitaciones de los puntos de rozamiento. (Bosch, 2005).

Debido a la gran cantidad de lubricantes que se fabrican actualmente, se han desarrollado clasificaciones o normas que delimitan el uso y la aplicación de estos. Estas normas se van actualizando constantemente para adaptarlas a las continuas innovaciones tecnológicas que se han incorporado a los motores.

En su elaboración colaboran todas las partes interesadas como son:

- Los constructores de vehículos.
- Los fabricantes de lubricantes.
- Otros organismos civiles y usuarios.

Las clasificaciones de los lubricantes se realizan atendiendo a dos aspectos fundamentales:

**Clasificación por la viscosidad:** Los aceites para motor se clasifican en diferentes grados de viscosidad que definen su utilización según la temperatura a la que se encuentra el motor. La clasificación más importante es la SAE.

**Clasificación por las condiciones de servicio:** Los aceites se clasifican por las diferentes condiciones de servicio que tienen que soportar en el motor según el tipo o las características técnicas del mismo. El aceite se somete a estas condiciones en laboratorio o realizando pruebas sobre los motores en banco. Las clasificaciones más importantes son:

- API.
- ACEA.
- Militares.
- Fabricantes de vehículos. (Pérez, 2016).

**Figura 1:** Tabla de características mecánicas de los aceites

Grados sae	Temperatura mínima de uso	Viscosidad cinemática	Viscosidad a 100°
0w	-30°C	3,8	
5w	-25°C	3,8	
10w	-20°C	4,1	
15w	-15°C	5,6	
20w	-10°C	5,6	
25w	-5°C	9,3	
20		5,6 - 9,3	Fluido
30		9,3 – 12,5	Semi fluido
40		12,5 – 16,3	Semi fluido
50		16,3 – 21,9	Espeso

Fuente: Lubricantes Internacionales S.A

**Aceite sintético:** es un producto obtenido de diversos procesos que modifican la estructura molecular de sus componentes y eliminan ciertas partículas minerales no deseables. Las excelentes cualidades de los aceites sintéticos los hacen apropiados para motores de altas prestaciones sometidos a condiciones de servicio muy severas. Su larga duración permite mayores periodos en el cambio de aceite, lo cual compensa su alto coste. Una de las características principales sobre el aceite sintético, es su buena fluidez a bajas temperaturas, lo que facilita el arranque en frío. (Sanz, 2017)

**Aceite semi sintético.** – está compuesto por una base de aceite mineral al cual se le añade una cantidad de aceite sintético en un determinado porcentaje. Con este aceite se mejoran en gran medida las cualidades del aceite mineral. (Sanz, 2017)

**Aceites monogrado:** son aquellos que sólo tienen un grado de viscosidad, pueden ser para invierno o verano, indicando los márgenes de temperatura en los cuáles ese aceite cumple con sus funciones.

**Aceites multigrado:** mantienen estable la viscosidad del aceite ante cambios bruscos de temperatura, también llegan más rápido a las piezas para lubricarlas aun estando en frío. El arranque del motor en frío es más rápido protegiéndolo del desgaste, todo esto ofrece mayor vida útil al motor. (Sánchez, Martínez y Muñoz Torrejón, 2018).

### Certificación de los aceites

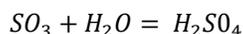
Los aceites que se utilizan en las pruebas son: 10W40 con una vida útil certificada de 15.000 kilómetros de recorrido y un aceite 15W40 con una vida útil de 10.000 kilómetros de recorrido,

cada uno de ellos se rige a la norma LDF-3 que esta propuesta por la marca que representa estos vehículos, para que puedan ser utilizados en los mismos, sin perder ningún tipo de garantía [4].

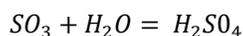
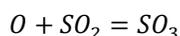
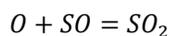
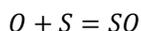
El Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) contiene dos grupos OH. La unión O – no metal, es menos polar que la unión OH y por tanto es esta la que se disocia en iones en solución, produciendo hidrogeno (H) y dando lugar a una solución acida.

Los no metales forman óxidos con distintas valencia y, por lo tanto, diferentes oxoácidos. (Aldabe, Almendia y Lacreu, 2003)

Un oxoácido, está formado por un átomo de un no metal, oxígeno e hidrogeno, unidos de tal manera que tiene un grupo- OH. Se forma por reacción de un oxido acido con agua como se ejemplifica para el trióxido de azufre. (Aldabe, Almendia y Lacreu, 2003)



La creación de los ácidos comienza con la oxidación de el azufre (S), comenzando como un Monóxido de Azufre (SO), una vez pasado ello, sigue con la oxidación, llegando a Dióxido de Azufre ( $SO_2$ ), si esa molécula continúa oxidándose, se creará Trióxido de Azufre ( $SO_3$ ), al momento de unirse una molécula de agua como se puede observar en el ejemplo anterior se creará Ácido Sulfúrico. .



## **Materiales y Métodos**

Se utilizan 4 camiones SCANIA G460 con motores de 6 cilindros, todos son DC13 106 Euro 3, de 460 caballos de potencia (HP) y 2250 newton metro (nm). Todos estos vehículos son de una generación anterior a la nueva generación de vehículos SCANIA G460.

Hoy en día existen vehículos SCANIA G460, pero aquellos son nueva generación, estos vehículos de nueva generación tienen como diferencia la denominación del motor, ya que en la nueva generación se coloca DC13 144 para poder diferenciar de la antigua generación, existen ciertas

diferencias tanto físicas como de disposición de elementos internos, no exactamente del motor, pero siempre suelen confundir modelos nuevos con antiguos.

Los vehículos seleccionados, en los que se va a hacer las pruebas son de una generación anterior, ya que a la nueva generación se la llama NTG (New Truck Generation).

**Figura 1:** Camiones SCANIA G460



**Fuente:** SCANEQ Camiones y Buses Del Ecuador S.A.

Su utilizaran aceites 15W40 certificado para 10.000 kilómetros de recorrido y aceite 10W40 certificado para 15.000 kilómetros de recorrido (LFD-3, SAFETY DATA SHEET, MATERIAL SAFETY DATA SHEET, 2019).

**Figura 2:** Aceite 10W40.



**Fuente:** Scania media provider.

En el laboratorio las pruebas se realizarán en un Viscosímetro Automático CAV 2000 CANNON, este instrumento ayuda con la determinación total de viscosidad en aceites lubricantes y otros derivados de petróleo, midiendo electrónica a través de termistores de la velocidad de flujo en  $\pm 0.001$  segundos, este instrumento cumple todos los requerimientos de ASTM D445.

Los viscosímetros son instrumentos de medición, utilizados para determinar la dureza, también llamada viscosidad, de diferentes fluidos.

**Figura 3:** Viscosímetro



**Fuente:** Lubricantes Internacionales S.A.

Y en un Espectrómetro de Aceites ICP-OES Optima 7300 V Perkin-Elmer.

El espectrómetro de aceites es una herramienta versátil en la caja del mantenimiento predictivo. Se utiliza para detectar contaminantes, subproductos de la degradación del aceite y de los aditivos de aceites lubricantes.

El tipo de espectrómetro que se usará será tipo EIR- FT, esto quiere decir que es un espectrómetro infrarrojo por Transformada de Fourier, cuyo sistema óptico está constituido por un interferómetro que analiza el contenido: frecuencia-intensidad de una señal policroma global sin dispersarlo (Tormos, 2012).

**Figura 4:** Espectrómetro de aceites



**Fuente:** Lubricantes Internacionales S.A.

Recipientes para poder almacenar el aceite que se va a enviar a pruebas de laboratorio.

**Figura 5:** Recipiente de muestra vacío



**Fuente:** Autores, 2020.

En la investigación se llevó a cabo en dos rutas, las cuales tiene que ver como punto de salida y llegada la provincia de Pichincha: como ubicación exacta, en el Cantón Mejía en la localidad de el Obelisco, Alóag con una altura sobre el nivel del mar promedio de 2850 metros sobre el nivel del mar [5]. En la cual seguirá con un recorrido dirigido hacia dos regiones del Ecuador, la primera será hacia el oriente ecuatoriano, que tiene una condición climática de calor y humedad, llegando desde una altura promedio de 260 metros sobre el nivel del mar, en cambio la segunda ruta se dirigirá a la costa ecuatoriana, que tiene una condición climática de calor con un clima seco, estando a 0 metros sobre el nivel del mar.

Empieza como punto de partida, Alóag, hacia una Sucumbíos: exactamente a Shushufindi, donde se encuentra una distribuidora de derivados de petróleo, y de regreso hacia el punto de Partida que es Alóag.

De igual manera se llevará a cabo otro recorrido, que comienza desde Alóag, hacia la provincia de Guayas, en la ciudad de Guayaquil, donde de igual manera se realizará el retorno hacia Alóag. El equipo utilizado es un rastreo satelital, está contratado por la empresa CGB STALITAL y usa un dispositivo de marca SkyWave, con modelo GT1200, donde se va a poder monitorear la ruta que el vehículo a estado recorriendo, durante un todo su trayecto, sea esto en la ruta, de Alóag hacia Shushufindi o la ruta, Alóag Guayaquil.

El primer recorrido que se realiza desde Alóag hacia Shushufindi tiene un recorrido de 800.1 kilómetros, llegando desde los 2850 metros sobre el nivel del mar, hasta los 260 metros sobre el nivel del mar . (PDOT Shushufindi, 2019).

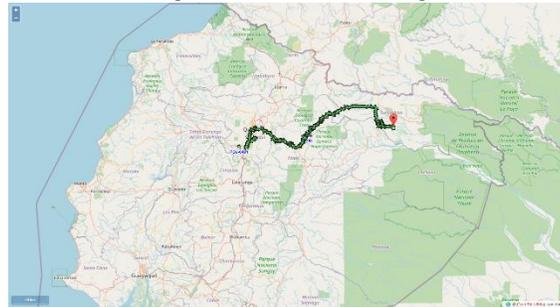
La ruta que comprende toda esta distancia que está dispuesta de puntos específicos, el vehículo comienza desde Alóag, dirigiéndose hacia Shushufindi, donde se carga material procedente del petróleo, para posteriormente dirigirse hacia Sangolquí, donde descarga el material para tener que finalizar su ruta dirigiéndose hacia el punto de inicio en Alóag.

**Figura 1:** Ruta Alóag – Shushufindi. Vista cercana de la ruta



**Fuente:** Autores, 2020.

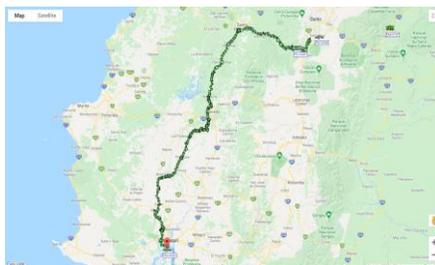
**Figura 2:** Ruta Alóag – Shushufindi. Vista general de la ruta



**Fuente:** Autores,2020.

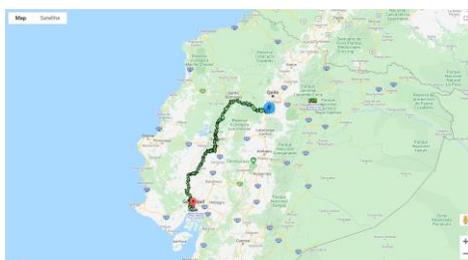
En la segunda ruta que se realiza desde Alóag hacia Guayaquil, tiene un recorrido de 869 km kilómetros de recorrido, llegando desde los 2850 metros sobre el nivel del mar, hasta 0 metros sobre el nivel del mar.( PDOT Guayaquil, 2019). En este caso la ruta tiene el mismo punto de partida Alóag, pero su destino es Guayaquil, donde carga su material en el tanque, de igual manera una vez cargado se dirige hacia Sangolquí, para a su vez descargar el material, teniendo como fin de recorrido el punto de salida Alóag.

**Figura 3:** Ruta Alóag – Guayaquil. Vista cercana de la ruta



Fuente: Autores, 2020.

**Figura 4:** Ruta Alóag – Guayaquil. Vista general de la ruta



Fuente: Autores, 2020.

## Metodología

Se desarrolló la toma de muestras en el taller autorizado, se recolectó las muestras de aceite, puesto a que cada muestra tiene su propia identificación, cada una cuenta con fecha, modelo de vehículo, placa, y tipo de aceite que se envía al laboratorio.

**Figura 6:** Recipiente de muestra lleno.



Fuente: Autores, 2020.

Se llevó a cabo resultados del laboratorio normado mediante la recolección de muestras del aceite cada 15.000 kilómetros y 10.000 kilómetros respectivamente, en las rutas definidas Quito

Guayaquil y Quito - Shushufindi, de esta manera se aplicó el método inductivo que se describe a continuación.

Es un proceso en el que; a partir del estudio de casos particulares, se obtiene conclusiones que explican o relacionan fenómenos estudiados, este método utiliza 3 elementos, observación directa de los fenómenos, la experimentación y el estudio de las relaciones que existen entre ellos (Rodríguez, 2005).

Para separar el aceite de algún residuo de agua, se sigue un proceso donde se coloca el aceite en una plancha metálica, la cual es expuesta al calor, al subir la temperatura el aceite comenzará a burbujear, en ese momento el agua comenzará a evaporarse y el aceite es liberado de cualquier residuo de agua. Este proceso se llama “prueba crepitación”. También llamado “porcentaje de agua de Karl Fisher”, que funciona para separar el agua bajo la normativa ASTM D4377.

## Resultados

Las pruebas enviadas al laboratorio fueron satisfactorias, ya que en las siguientes tablas se aprecia la diferencia que existe en cada uno de los aceites.

En la ruta 1 que tiene como recorrido Alóag Shushufindi, se utilizó dos vehículos SCANIA G460 con motor DC13 106 Euro 3, similares en características y funcionamiento.

La diferencia de cada uno fue el aceite que se utilizó en cada uno, ya que en el primer camión se utilizó un aceite 10W40 que es de 15.000 kilómetros de recorrido y en el camión numero 2 utilizo un aceite 15W40 que es de 10.000 kilómetros de recorrido.

Es este punto el recorrido de los vehículos son Alóag, Shushufindi, con un clima caluroso húmedo y un recorrido de 800.1 kilómetros, desde que salen de su punto de partida hasta su punto de llegada.

**Tabla 1:** Primer muestreo.

Vehículo	G460	Limites condenatorios
Aceite	10w40	
Sulfato	12.1	32

**Fuente:** autores, 2020.

En la tabla demostrada, se observar tanto el modelo del vehículo, como el aceite que se utilizó en las pruebas, se observa en la muestra una sulfatación de 12.1, este aceite se encuentra debajo de los limites condenatorios.

**Tabla2:** Segundo muestreo

Vehículo	G460	Limites condenatorios
Aceite	15w40	
Sulfato	13.8	32

**Fuente:** Autores, 2020.

En esta tabla se observa el mismo modelo seleccionado, pero a diferencia de la primera tabla, se utilizó un aceite diferente, el cual dio como resultado 13.8 de sulfatación, se encuentra debajo del límite condenatorio, pero ya se puede observar una variación entre la primera y segunda muestra. A partir de este punto, los vehículos se dirigen a otro recorrido, siendo este Alóag, Guayaquil, con un clima cálido seco, teniendo en cuenta que ahora tendrá una distancia de recorrido de 869 kilómetros. Desde que sale hasta que regresar el vehículo.

**Tabla3:** Tercer Muestreo.

Vehículo	G460	Limites condenatorios
Aceite	10w40	
Sulfato	12.4	32

**Fuente:** Autores, 2020

En esta tabla se observar que es el mismo modelo de vehículo, pero no quiere decir que sea el mismo, este vehículo recorre con el aceite de 15.000 kilómetros de recorrido, pero en este caso se verifica una diferencia con las otras tablas, ya que la sulfatación que se encuentra en ese punto es de 12.4, que es un numero bueno ya que no llega a los limites condenatorios.

**Tabla 4:** Cuarto muestreo.

Vehículo	G460	Limites condenatorios
Aceite	15w40	
Sulfato	17.2	32

**Fuente:** Autores, 2020

Este vehículo fue designado en el mismo recorrido que el anterior, sin embargo, este cuenta con el aceite de 10.000 kilómetros de recorrido, ya con los resultados se observa que es una diferencia más alta, ya que esta muestra da una sulfatación de 17.2, dando a saber que estos valores están llegando a más del 50% de los límites condenatorios.

A continuación, se presentará una tabla que engloba todos los resultados y los porcentajes, para poder saber cuál es la cantidad que tiene de sulfatación con respecto al límite condenatorio.

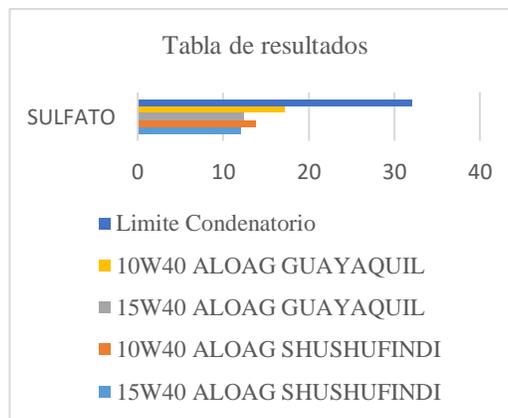
**Tabla 5:** Recopilación de datos.

Ruta	1-aloag Shushufindi		2- Aloag guayaquil		Lc
	1	2	3	4	
Vehículo	1	2	3	4	
Aceite	1	2	1	2	
Sulfato	12.1	13.8	12.4	17.2	32
Porcentaje	37,81%	43,12%	38,75%	53.75%	

Fuente: Autores, 2020.

En la tabla 5 se muestra, se observa todos los valores de cada uno de los aceites. Se aprecia que el aceite 1 es el aceite 15W40 que este certificado para 15.000 kilómetros, mientras que el aceite 2 es el aceite 10W40, que igualmente este certificado, pero en este caso para 10.000 kilómetros. Como se aprecia en la tabla 5, existen muchas variables que se ponen a consideración, la más notoria es que el aceite 15W40 es mucho más resistente a la creación de sulfatos, mientras que el Aceite 10W40 tiende a crear una sulfatación considerable.

**Gráfico 1:** comparación de muestras.



Fuente: Los Autores.

De igual manera en el gráfico 1 se pone a consideración que en la primera ruta que se dirige de Alóag hacia Shushufindi, el aceite 15W40 está a un nivel bajo en comparación al aceite 10W40, aun así, estos valores no superan el 50% de sulfatación, sobre los límites condenatorios.

Así mismo en la segunda ruta que se dirige de Alóag hacia Guayaquil, el aceite 15W40 está a un nivel mucho más bajo que el aceite 10W40. Tomando en cuenta sus valores se puede observar claramente que el aceite 15W40 no supera el 50% de sulfatación, pero en cambio el aceite 10W40 supera ese 50% de sulfatación.

Se toma en cuenta todas las muestras del laboratorio, tanto de los dos aceites como las dos rutas, se llega al resultado que en el recorrido que menos afección tiene sobre el aceite, es el recorrido que se dirige hacia al Oriente con un clima cálido húmedo, y en el caso que tiene más afección sobre el aceite, es aquel que se dirige a Guayaquil, que es un recorrido hacia la costa con un clima caluroso seco.

## **Conclusiones**

El estudio demuestra la diferencia de formación de ácido con un motor no estacionario al trabajar a diferentes alturas y distancias, ya que un motor estacionario tiene un régimen constante revoluciones, mientras que este motor al tener estas dos variables, podemos tener un panorama real de la geografía en la ruta establecida.

El estudio realizado mediante pruebas con viscosímetro y espectro metro de aceites son necesarias para obtener un resultado óptimo para conocer la calidad del aceite, con esto aseguramos cuales son los valores en porcentaje de 53,75%, esto significa, que está a la mitad del límite condenatorio en la formación de ácido sulfúrico, en la ruta que tiene una temperatura más elevada, como se puede apreciar en la comparativa de la tabla 5.

Las variables que ponen a prueba el aceite, como la altura, pasando de 2850 msnm hasta 0 msnm y 260 msnm, tiene un impacto notorio, así como la diferencia de clima que tiene cada uno, por ello es importante definir, tanto las rutas como los lugares a los que los vehículos circulan

## Referencias

1. C. Reyna, C. Recalde, (2020) Estudio de la formación de Ácido Sulfúrico y los fenómenos que ocurren en el aceite de un motor Diésel durante el proceso de combustión.
2. Institutos – INAMHI. (2019). INAMHI. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
3. J. Pérez Galera. (2016). Clasificación de los Aceites Lubricantes, clasificación SAE.
4. LFD-3, SAFETY DATA SHEET, MATERIAL SAFETY DATA SHEET, Regulation 1907/2006EC.
5. PDOT Shushufindi. (2019) “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial”.
6. PDOT Guayaquil. (2019). “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial”.
7. Bosch, R. (2005). Manual de la técnica del automóvil (3rd ed., p. 224). [Alemania]: R. Bosch.
8. S. Aldabe, P. Almendia, L. Lacreu. (2003). Química 1. Fundamentos. (p. 235).
9. 12. Santiago Sanz (2017). Transporte y mantenimiento de vehículos, EDITEX.
10. 13. G. Sánchez, R. Martínez, E. Muñoz Torrejón, F. José. (2018). Diagnóstico preventiva del vehículo y mantenimiento de su dotación material. Ediciones Paraninfo, S.A.
11. 15. B. Tormos. (2012). Diagnóstico de motores Diesel mediante el análisis del aceite usado. Editorial Reverte.