



## **ING. AUTOMOTRIZ**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Artículo de Investigación para la obtención del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

**AUTOR:**

Jonathan Fernando Córdor Remache

Dennis Alexis Simba Juiña

**TUTOR:**

Msc. Gorky G. Reyes

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LUBRICACIÓN EN MOTOR DE  
COMBUSTIÓN INTERNA BAJO PRUEBAS NORMADAS**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Cóndor Remache Jonathan Fernando, Simba Juiña Dennis Alexis** declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



Jonathan F. Córdor Remache



Dennis A. Simba Juiña

### APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Reyes Campaña Guillermo Gorky**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Reyes Campaña', written over a horizontal line.

**Reyes Campaña Guillermo Gorky**

## **DEDICATORIA**

En especial dedico esta investigación a mi familia, a mi esposa Silvia, mi hijo Nicolás por creer en mí y acompañarme en esta etapa, debido que estuvieron conmigo en todo momento, en cada desvelada, me apoyaron incondicionalmente, en cada logro y en cada problema me dieron ánimos para continuar y jamás darme por vencido a pesar de las dificultades que a lo largo de la carrera se presentaron, en cada paso que di ahí estuvieron junto a mí, reconozco que no fue fácil pero vale la pena cada esfuerzo.

También a mis padres y hermanos por sus palabras de aliento para no rendirme y poder culminar mi carrera, sin dejar de lado también dedico este logro a mis profesores, amigos y compañeros que conocí en la universidad y sin querer me brindaron ayuda en su momento, a todos los que permitieron cumplir este sueño.

Jonathan Córdor

## DEDICATORIA

A mi familia, mi pilar fundamental. A mi padre Jorge por el apoyo tanto emocional como económico en mi educación y crecimiento profesional. A mi madre Pilar por su paciencia infinita y su apoyo emocional como económico. A mi hermana Pamela por su alegría y compañía y estar presente económicamente dejando de lado todos sus gastos y ayudándome a impulsar este sueño. A mi abuelito que en paz descansa por inculcarme la pasión por los autos, sé que desde el cielo él va a estar orgulloso de poder ver en lo que me eh convertido. A mi tía María que siempre a estado pendiente de mí y escuchándome cuando me rendía y la paciencia que me tuvo. A mi Maestro cesar que a pesar que ya no estoy trabajando con el me dio la oportunidad de trabajar en mecánica aun sin tener experiencia y así poder cubrir mis estudios. A mi mejor amiga Jasnaya que gracias por su alegría, compañía y amistad. A mi novia Paula que me acompaño al final de este viaje, pero agradezco todo lo que ha hecho por mí y el amor brindado. Esta investigación es un tributo a la paciencia, colaboración y apoyo incondicional brindado en este largo viaje académico. Por eso dedico este logro con profundo agradecimiento.

Alexis Simba

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Internacional del Ecuador, por abrirme las puertas para culminar esta etapa profesional, por permitirme obtener los conocimientos, destrezas y habilidades necesarias para poder ejercer mi profesión de la mejor manera en el campo laboral.

Agradecer a mis profesores de la universidad por compartir sus conocimientos y a la vez experiencia del campo automotriz, un agradecimiento especial al tutor PhD Gorky Reyes, por el acompañamiento para realizar esta investigación, pues ha sido pilar fundamental para el direccionamiento de la misma.

Quiero manifestar mis más profundos agradecimientos a mi familia por el apoyo inquebrantable para que termine una etapa más de mi formación como profesional, también agradezco a las personas quienes desinteresadamente nos dieron su autorización para realizar las pruebas en sus automóviles, puesto que con esos datos se pudo desarrollar la presente investigación.

Jonathan Córdor

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme la sabiduría y fuerza para no rendirme a lo largo de este camino ya que fue complicado por el trabajo y el estudio. A mi familia a mi padre a mi madre y a mi hermana que es ese trio que nunca me dejaron rendirme y me apoyaron económicamente en el desarrollo de mi etapa universitaria. A la Universidad Internacional Del Ecuador por abrirme las puertas para poder estudiar y permitirme realizar esta investigación. A mi tutor Gorky G. Reyes C. PhD (c) por la guía y conocimiento que nos ha brindado a lo largo de esta investigación y que han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación. A mis compañeros que me encontré a lo largo de este camino que me brindaron su amistad, su conocimiento y su apoyo. A mis Profesores que con su enseñanza me están forjando para ser un gran profesional y un gran ser humano.

Alexis Simba

## ÍNDICE DE CONTENIDO

.....	i
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
MARCO TEÓRICO .....	xiv
Motor de Combustión Interna.....	xiv
Lubricantes .....	xiv
Tipos de lubricantes.....	xiv
Aceites minerales.....	xiv
Aceites semisintéticos.....	xiv
Aceites sintéticos .....	xv
Viscosidad .....	xv
Clasificación .....	xv
Viscosidad Dinámica.....	xv
Viscosidad Cinemática .....	xv
Sistema SAE .....	xv
SAE 10W-30.....	xvi
SAE 5W-30 Y 5W-40.....	xvi
SEA 20W- 50.....	xvi
Degradación del Lubricante.....	xvi
Degradación Química .....	xvi
T.B.N .....	xvii
Contaminación del lubricante .....	xvii
Desgaste del equipo .....	xvii

MATERIALES Y MÉTODOS .....	xvii
Lubricante 10W 30 .....	xviii
Vehículo.....	xviii
Laboratorio .....	xix
Equipo de análisis.....	xix
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	xx
Estado del lubricante.....	xx
Análisis degradación Química.....	xxi
Análisis contaminación del lubricante PPM(mg/kg).....	xxiii
Análisis desgaste del equipo PPM(mg/kg).....	xxiii
Análisis de otros elementos PPM(mg/kg).....	xxvi
Análisis presencia de aditivos PPM(mg/kg).....	xxvi
CONCLUSIONES .....	xxviii
BIBLIOGRAFÍA .....	xxix
ANEXOS .....	xxxii
ANEXOS INTRODUCCIÓN.....	xxxii
ANEXOS MARCO TEORICO .....	lx
ANEXOS MATERIALES Y METODOS .....	lxxviii
Anexos A: Toma de muestras.....	xcix
Vehículo 1: Kia Río.....	xcix
Vehículo 2: Aveo Family 1.6 .....	xcix
Vehículo 3: Kia Cerato .....	c
Vehículo 4: Aveo Emotion .....	c
Vehículo 5: Kia Picanto.....	ci
Vehículo 6: Toyota Hilux .....	cii
Anexo B: Fichas técnicas .....	civ
Vehículo 1: Kia Rio .....	civ
Vehículo 2: Aveo Family .....	cv
Vehículo 3: Kia Cerato .....	cvi
Vehículo 4: Aveo Emotion .....	cvii
Vehículo 6: Toyota Hilux .....	cix
Anexos C: Resultados de laboratorio .....	cx
Anexo D: Marcas más vendidas .....	cxv

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Curva de Viscosidad del Lubricante</i> .....	xvi
<b>Figura 2</b> <i>Temperaturas de Operación del Lubricante</i> .....	xviii
<b>Figura 3</b> <i>Comparación del Estado del Lubricante</i> .....	xx
<b>Figura 4</b> <i>Comparación de la Degradación Química</i> .....	xxi
<b>Figura 5</b> <i>Comparación de la Degradación Química</i> .....	xxii
<b>Figura 6</b> <i>Comparación de la Contaminación del Lubricante</i> .....	xxiii
<b>Figura 7</b> <i>Comparación del Desgaste del Equipo</i> .....	xxiii
<b>Figura 8</b> <i>Comparación del Desgaste del Equipo</i> .....	xxiv
<b>Figura 9</b> <i>Comparación del Desgaste del Equipo</i> .....	xxv
<b>Figura 10</b> <i>Coparación de Otros Elementos</i> .....	xxvi
<b>Figura 11</b> <i>Presencia de Aditivos</i> .....	xxvii
<b>Figura 12</b> <i>Presencia de Aditivos</i> .....	xxvii

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Características de las Propiedades Físico Químicos de Lubricantes</i> .....	xv
<b>Tabla 2</b> <i>Aceite Motul 2100 Protect + 10w30 Características</i> .....	xviii
<b>Tabla 3</b> <i>Codificación de Vehículos</i> .....	xix
<b>Tabla 4</b> <i>Equipo de Análisis Noria</i> .....	xix
<b>Tabla 5</b> <i>Datos de las Muestras del Lubricante</i> .....	xx

## ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LUBRICACIÓN EN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA BAJO PRUEBAS NORMADAS

*Ing. Gorky G. Reyes. MSc<sup>1</sup>, Jonathan F. Córdor Remache C.<sup>2</sup>, Dennis A. Simba Juiña C.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *Maestría Especialidad - Universidad, Título Obtenido, gureyesca@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>2</sup> *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, jocondorre@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador*

<sup>3</sup> *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, desimbaju@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador*

### RESUMEN

En el campo automotriz existe una gran demanda por el uso de aceite lubricante de motor ya que es el encargado de lubricar, limpiar y proteger el motor disminuyendo un desgaste prematuro, en el mercado se encuentran tres tipos de aceites que son mineral, semisintético y sintético, cada uno se diferencia por diferentes componentes químicos y aditivos, pero todos cumplen con las normas internacionales para el cuidado del motor. El objetivo de esta investigación es comparar el desgaste de partículas en lubricantes en diferentes intervalos de kilometraje, utilizando una metodología de tipo inductiva experimental, se midió la viscosidad del aceite, la degradación química, el desgaste, contaminantes y aditivos para detectar problemas de deterioro y establecer sus causas y problemas. En el análisis se utilizó lubricante 10W 30 recomendado por el fabricante de cada vehículo, se observó un resultado favorable del 67 % de las muestras se encuentran dentro de los rangos establecidos mientras que el 33% obtuvo problemas en desgaste del equipo, degradación química y contaminación del lubricante.

**Palabras clave:** lubricación, motor de combustión, pruebas normadas, comparativa

### ABSTRACT

In the automotive industry there is a great demand for the use of motor oil since it is responsible for lubricate, clean and protect the motor, reducing premature wear. There are three types of oils on the market: mineral, semi-synthetic and synthetic; each one is differentiated by different chemical components and additives, but all of them comply with international standards for motor care. The objective of this research is to compare particle wear in lubricants at different mileage intervals, using an experimental inductive type methodology, oil viscosity, chemical degradation, wear, contaminants and additives were measured to detect deterioration problems and establish their causes and problems. In the analysis, 10W 30 lubricant recommended by the manufacturer of each vehicle was used. A favorable result was observed: 67% of the samples were within the established ranges, while 33% had problems in equipment wear, chemical degradation and contamination of the lubricant.

**Key words:** lubrication, combustion engine, standardized tests, comparative tests.

## INTRODUCCIÓN

En el campo automotriz un motor de combustión interna está sometido a desgastes prematuros por las condiciones que presenta tanto como temperatura y fricción (Jarrin & Hidalgo, 2017). En el caso de los motores de combustión interna, la fricción de los elementos, no solo genera desgaste, sino que hace que se tengan pérdidas del orden de hasta el 6% de la potencia del motor (Cisneros & Viteri, 2018), es el aceite lubricante que cumple con las funciones de: reducir la fricción entre las piezas mecánicas, oponerse a la oxidación, reducir la contaminación, lubricar, etc. Sin embargo, el lubricante con el uso tiende a degradarse y se contamina debido a factores expuestos como la oxidación, la degradación química, desgaste del equipo, estos factores llegan a alterar sus propiedades y por lo tanto afectan al motor (Gómez, 2013). Por ende, es necesario realizar un análisis del estado del lubricante para detectar desgaste en el motor, evitar fallas y realizar las correcciones necesarias de estos elementos. (Belesaca & Viñanzaza, 2023). Por tal motivo se analizó las características del lubricante y conocer su estado para determinar si el lubricante continúa cumpliendo su función de lubricación. Por ende, sus propiedades físico químicas para lograr identificar el estado del lubricante, la degradación química, la contaminación del lubricante, desgaste del equipo entre otro elemento.

Para que se cumpla el primer objetivo en una primera instancia se analizara el fundamento teórico de las composiciones de los aceites y diferentes viscosidades. En una segunda etapa se determinó el aceite más utilizado en el sector automotriz ecuatoriano para motores de categoría M1. En una tercera etapa se realizará un ensayo de laboratorio al aceite específico para validar si el aceite cumple con las especificaciones normalización INEN como la ASTM D455, ASTM D6595, D2896, ASTM D6304. (PRODUCTIVIDAD, 2014)

El artículo “ Análisis de la viscosidad del lubricante sobre la emisiones contaminantes y consumo de combustible de un motor de combustión interna a gasolina” (Cabrera & Crespo, 2021), concluye que existe una menor emisión de gases contaminantes al utilizar lubricante 10W 30 durante la vida útil del motor, ya que, en el artículo “ Estudio comparativo de la composición y propiedades fisicoquímicas de aceites lubricantes automotrices comercializados en Ecuador” (Vimos & Coro , 2021), indica que un aceite lubricante con base sintética genera un amplio rango de temperatura durante el funcionamiento de la máquina y establece una mayor resistencia a la oxidación, es por eso que todas las muestras utilizadas en distintas marcas con de viscosidad 10W30 con bases sintética. En el artículo “Análisis de la degradación y vida útil del lubricante motor, en vehículos modelo actros53s mediante ensayo de viscosidad y Tbn” (Guaman, 2020), señala que se debe seguir pasos estandarizados que garanticen una recolección de muestras puras y sin contaminación externa.

## MARCO TEÓRICO

Existen algunas investigaciones que abarcan el estudio de los aceites lubricantes existentes, clasificación, propiedades, viscosidad, estándares de calidad, origen, procedencia, aditivos que se añaden de acuerdo a las condiciones de operación. Con estos antecedentes se puede tratar de determinar el origen y efectos del desgaste. Además, se puede realizar el análisis de lubricantes como ventaja en el mantenimiento de equipos, ya que brinda una advertencia anticipada de los problemas que pueden surgir mientras el equipo está trabajando. Esto permite ahorrar tiempo y dinero, evitando las reparaciones innecesarias, y permitiendo programar la reparación del equipo.

### **Motor de Combustión Interna**

El motor de combustión interna ha evolucionado mucho con el trascurso del tiempo. Hoy en día, es el motor de mayor demanda en el mundo para la movilidad, no solo por la eficiencia que alcanza entre el 35% a 40%, sino que, en base a las nuevas tecnologías aplicadas, el implemento de la electrónica, la mejor calidad del combustible, el uso de materiales más ligeros y resistentes, han contribuido a que estos motores térmicos logren una potencia fenomenal (Barrera, 2021).

### **Lubricantes**

Un lubricante es la separación de dos elementos que se encuentran en rozamiento, de tal manera, los componentes conformados en el lubricante ayudaran a la separación de los elementos sometidos a fricción, y de esa manera evitara el desgaste de las partes metálicas, a su vez reducirá el calor que es generada por la energía producida, cabe recalcar que el lubricante consta de diferentes tipos de propiedades el cual se determinará dependiendo la recomendación del fabricante (Cabrera & Carrera, 2017).

### **Tipos de lubricantes**

Los lubricantes para motores de combustión interna se dividen en tres categorías, estos son minerales, sintéticos y semisintéticos (Optimus, 2014).

**Aceites minerales:** Se derivan directamente del petróleo, pero con menor estabilidad a temperaturas altas, oxidación y tendencia a degradarse rápidamente en condiciones exigentes (Optimus, 2014).

**Aceites semisintéticos:** el resultado de la combinación de aceites minerales y sintéticos, ofrece mejores condiciones de los aceites minerales, pero no mejora al aceite sintético puro (Optimus, 2014).

Aceites sintéticos: fabricados mediante síntesis química con mejor resistencia a la oxidación y retención de viscosidad en temperaturas altas, prolonga el tiempo de cambio de aceite (Optimus, 2014).

### Viscosidad

En el aceite se refiere a la capacidad de fluir, es decir, es la resistencia al flujo que varía según las condiciones, el aceite es más liviano a altas temperatura mientras que es pesado a temperaturas bajas (Nomverify, 2018).

### Clasificación

Viscosidad Dinámica: resistencia interna de un fluido al flujo cuando se aplica un esfuerzo externo (Jiménez, 2017).

Viscosidad Cinemática: Consiste en la relación entre la viscosidad dinámica y la densidad del fluido, que permite evaluar el flujo en acción de la gravedad (Ortiz, 2022).

### Sistema SAE

El sistema estandarizado SAE es el encargado de marcar el grado de viscosidad del aceite en función de la temperatura, estos son monogrado o multigrado (Nomverify, 2018). La clasificación se basa en valores determinados a  $-18^{\circ}\text{C}$  y a  $100^{\circ}\text{C}$ , por ejemplo, el lubricante multigrado SAE 10W 30 es determinado por los grados de viscosidad con la letra W de winter mide la viscosidad en temperaturas bajas y los grados de viscosidad sin la letra W funciona a altas temperaturas (Solub, 2021).

### Tabla 1

*Factores Físico – Químicos del lubricante*

Propiedades Físico - Químicas	Método de ensayo		Unidades	Lubricante SAE 10W-30
	Convenin	ASTM		
Viscosidad @40° C	424	D 445	cSt	72
Viscosidad @100° C	424	D 445	cSt	11.02
Índice de viscosidad	889	D 2270	Adm	143
Punto de fluidez	877	D 97	° C	-27
Punto de inflamación	372	D 92	° C	223
Densidad relativa	1143	D 1298	Adm	0.8679
Numero básico	2426	D 2896	Mg KOH/g	6.3

*Nota:* propiedades físico químicas del lubricante. Tomado de (Retoño, 2022)

Los más comunes en el mercado dentro de los motores a gasolina son los siguientes:

SAE 10W-30: adecuado para climas templados por su balance de protección en altas temperaturas y buen rendimiento en arranques fríos (Productos, 2024).

SAE 5W-30 Y 5W-40: ideales para condiciones severas, excelente fluidez a bajas temperaturas y protección a altas temperaturas especialmente en motores modernos con turbo cargadores o sistemas actualizados (ACDelco, 2018).

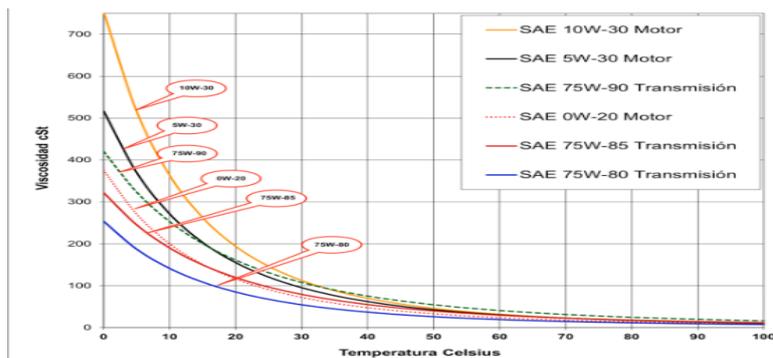
SEA 20W- 50: Comúnmente es utilizado en motores antiguos ya que proporciona mayor viscosidad a altas temperaturas minimizando el desgaste de la máquina (Motorcraft México, 2024).

### Degradación del Lubricante

El tiempo de duración del lubricante es muy importante para el vehículo, debido a que influye en la vida útil del motor. Es por esta razón, que al cumplir el ciclo de duración del lubricante este comenzará a perder sus propiedades físicas y químicas, y como consecuencia un desgaste de los elementos que provocará un mal funcionamiento de la máquina. La degradación del aceite depende directamente del uso del aceite, el tiempo del ciclo y las condiciones que se encuentra el motor del vehículo (Cabrera & Carrera, 2017).

### Figura 1

*Curva de Viscosidad del Aceite de Motor vs Aceite de Transmisión.*



*Nota:* Diferencias de viscosidad entre el motor de combustión y el aceite de transmisión. Tomado de Widman, 2024

### Degradación Química

La oxidación se da cuando se exponen al aire o a productos de combustión en aceites de motor. El nivel de oxidación de se puede determinar usando firmas rojas del lubricante y cualquier aumento en la oxidación del valor del aceite nuevo. La sulfatación del aceite se produce en motores durante el proceso de combustión, cuando el azufre del combustible se oxida con agua para formar ácidos de base de azufre. El hollín entra en el aceite por fugas de gases de la combustión cuando existen intervalos de drenado de aceite demasiados largos, entran cantidades excesivas de hollín, los filtros se

saturan, los empaques se desgastan o suceden condiciones de exceso de combustible en la mezcla (Noria , 2024).

### **T.B.N.**

En el estado del lubricante un factor importante a analizar es el T.B.N ya que mediante este parametro permite evaluar la calidad del aceite, un T.B.N adecuado garantiza un mejor rendimiento del motor y alarga su vida util (Chevron Lubricants, 2020).

### **Contaminación del lubricante**

El silicio es el componente principal de la suciedad y se encuentra en su forma natural y oxidativa como sílice. Es más duro que cualquier metal utilizado en cualquier equipo móvil y puede rayar fácilmente las superficies duras. En motores nuevos, su presencia podría indicar material de silicio liquido utilizado como sellador durante el ensamblaje (Noria , 2024).

### **Desgaste del equipo**

El hierro puede estar presente como partículas finas producidas por la abrasión o desgaste, pero también como óxidos de hierro asociados con la presencia de agua o una reacción corrosiva a los aditivos. El aluminio es un elemento que proviene de pistones en motores, el alto aluminio asociado con la sílice es probablemente por la suciedad. El cobre es un metal blando de aleaciones de bronce que están presentes en motores esto podría ser causada por un núcleo de refrigerante o una fuga de la bomba de agua o también por arandelas de empuje en el árbol de levas, el balancín. El estaño es un metal utilizado en aleaciones suaves de bronce en combinación con plomo. El plomo se encuentra en motores altamente oxidados atacan el material del rodamiento lo que aumenta las lecturas de plomo (Noria , 2024).

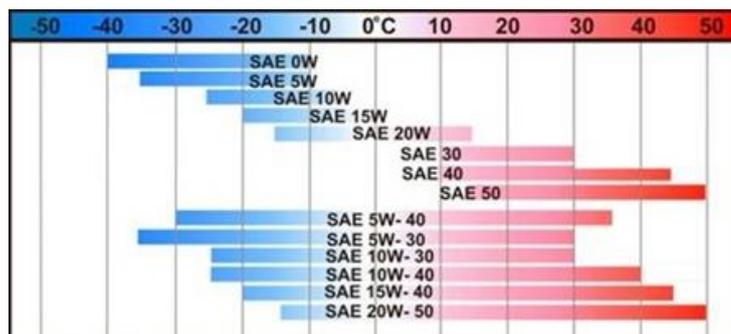
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación utilizó la metodología de tipo inductiva ya que se realiza la comparación del desgaste de sus propiedades físico químicas en el lubricante mediante de pruebas de laboratorio.

El estudio se efectuó en la ciudad de Quito a 2800 metros sobre el nivel del mar, el análisis está sujeto a diferentes tipos de normas de estandarización, las cuales miden el desgaste de cada componente, en esta investigación no es necesario que los datos recolectados sean de un lugar determinado, ya que las normas en las que fueron medidas son empleadas por el fabricante para la elaboración de motores y vehículos, está enfocado en el lubricante multigrado 10W 30 de viscosidad bajo la norma SAE J300 que fueron en diferentes intervalos de kilometraje.

## Figura 2

### Temperaturas de Operación del Lubricante.



Nota: Diferentes temperaturas de operación de las diferentes viscosidades del lubricante. Tomado de *Widman, 2024*

## Lubricante 10W 30

El principal material utilizado fue el aceite 10W 30, se utilizó este aceite porque es la viscosidad que recomienda el fabricante en los vehículos seleccionados y este aceite cumple con todas las normativas SAE, ISO e API (Energy API, 2020). El aceite 10W 30 es una viscosidad que ocupan los vehículos en el Ecuador por su versatilidad y capacidad de adaptarse a las diversas condiciones climáticas que ofrece: una elevada estabilidad térmica, además que se está siguiendo los requerimientos del fabricante (ver Anexo B), así como una gran resistencia a elevadas temperaturas de operación, la combinación de niveles API CG-4 / API SL previene contra la formación de barnices y lodos; excelente gestión del hollín y la materia carbonosa hacia el filtro, incluso utilizando combustibles de baja calidad y en motores que poseen muchas horas de trabajo (Motul, 2021).

## Tabla 2

### Aceite motul 2100 Protect +10w30 Características

Grado de viscosidad	SAE J300	10W-30
Densidad a 20°C	ASTM D1298	0.873
Viscosidad a 40°C	ASTM D445	70.6 mm <sup>2</sup> /s
Viscosidad a 100°C	ASTM D445	10.9 mm <sup>2</sup> /s
Índice de viscosidad	ASTM D2270	146.0
Punto de congelación	ASTM D97	-33.0 °C/-27.4 °F
TBN	ASTM D2896	9.8 mg KOH/g
Punto de inflamación	ASTM D92	234.0 °C/453.2 °F

Nota: Normas y las propiedades del aceite 10w30. Tomado de (*Motul, 2021*)

## Vehículo

En Ecuador hay varias compañías automotrices, las ventas son lideradas por marcas como Chevrolet, Kia y Toyota, siendo los vehículos más comerciales debido a varios factores, por ejemplo, la accesibilidad y relación precio-calidad en el primer semestre del año 2024 (ver Anexo D) (AEADE

(Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador), 2024), motivo por el cual estos modelos fueron seleccionados para el análisis, los motores de dichos autos pertenecen a la categoría M1 de combustión interna estos son de procedencia coreana, sudamericana, japonesa y son utilizados dentro del territorio ecuatoriano, los siguientes vehículos serán codificados según su procedencia como se detalla en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Codificación de Vehículos.*

	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>	<b>Muestra 5</b>	<b>Muestra 6</b>
<b>Marca</b>	Toyota	Kia	Kia	Chevrolet	Chevrolet	Kia
<b>Código</b>	Jpn 01	Kr 01	Kr 02	Sd 01	Sd 02	Kr 03

*Nota:* Vehículos utilizados y su codificación.

### **Laboratorio**

El laboratorio utilizado está calificado para analizar viscosidad, espectrometría, oxidación, Voltametría, colorimetría y análisis espectrométrico de elementos, centrado en el enfoque estadístico para sus diagnósticos. Este equipo está calibrado bajo las normas ASTM D2983, ASTM D7418, ASTM D7590, ASTM D6971, ASTM D6810, ASTM D7527, ASTM D7843 Y SOAP, Spectrographic Oil Analysis Program, que son las que rigen para el correcto análisis del estado del lubricante (Normalización, 2011).

### **Equipo de análisis**

**Tabla 4**

*Equipo de Análisis Noria.*

<b>Medición de viscosidad absoluta</b>	<b>Viscosímetro rotatorio (conocido como Brookfield) ASTM D2983</b>
<b>Medición de viscosidad cinemática</b>	Viscosímetro capilar ASTM D445
<b>Espectrometría infrarroja por transformadas Fourier (FTIR)</b>	Espectro DII ASTM D7418
<b>Prueba de oxidación en recipiente rotatorio a presión (RPVOT)</b>	Mide la estabilidad de oxidación de aceites nuevos y viejos
<b>Voltametría de barrido lineal (mide agotamiento lineal)</b>	ASTMD-7590 ASTM-D6971 ASTM D6810 – ASTM D7527
<b>Colorimetría por membrana (CPM)</b>	Prueba de barniz (ASTM D7843)
<b>Análisis espectrométrico de elementos aceite</b>	(SOAP, Spectrographic Oil Analysis Program)

**Nota:** Equipos de análisis del aceite y la norma por cual están regidos. Tomado de (*Análisis de Aceite - Noria Latín América, 2023*)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las pruebas es importante analizar el tipo de aceite, el mantenimiento realizado a los vehículos de acuerdo al kilometraje de cada uno y adicional los vehículos fueron codificados según la procedencia de su fabricante, estos casos se denominarán Jpn 01 a los vehículos de procedencia japonesa, Kr 01 a vehículos de procedencia coreana y vehículos ensamblados en Sudamérica Sd 01 (ver Tabla 3).

**Tabla 5**

*Datos de las Muestras del Lubricante.*

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
<b>Tipo de aceite</b>	10w30	10w30	10w30	10w30	10w30	10w30
	Motul	Motul	Motul	Motul	Motul	Motul
<b>Mantenimiento</b>	Cambio de aceite de motor					
<b>Filtros</b>	Si	Si	Si	Si	Si	Si
<b>Aceite añadido</b>	No	No	No	Si	No	No
<b>Recorrido</b>	0 - 4905 km	40000 - 45000 km	55000 - 60000 km	145000 - 150000 km	155000 - 160000 km	180000- 185000 km
<b>Código</b>	Jpn 01	Kr 01	Kr 02	Sd 01	Sd 02	Kr 03

*Nota:* Esta tabla muestra los datos de entrada de las muestras para sus respectivos análisis.

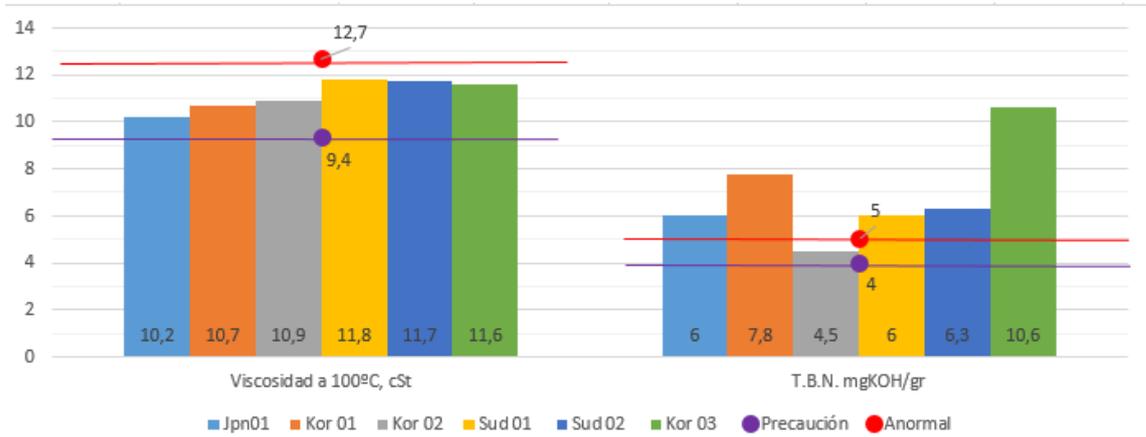
En la toma de las 6 muestras se analizó 6 puntos importantes en los que se denomina el estado del lubricante, degradación química, contaminación del lubricante, desgaste del equipo, otros elementos y la presencia e aditivos.

### Estado del lubricante

#### Figura 3

En la figura 3 se observa los datos del análisis del estado del lubricante y los valores en las 6 muestras obtenidas en viscosidad a 100 °C medidas en CentiStokes y la muestra del T.B.N. medidas en mgKOH/gr.

#### *Comparación del estado del lubricante*



Fuente: Autores,2024

La viscosidad del lubricante tiene como rango de precaución y mayor a 12,7 como anormal, tiene una tendencia positiva, las 6 muestras se encuentran dentro del rango normal.

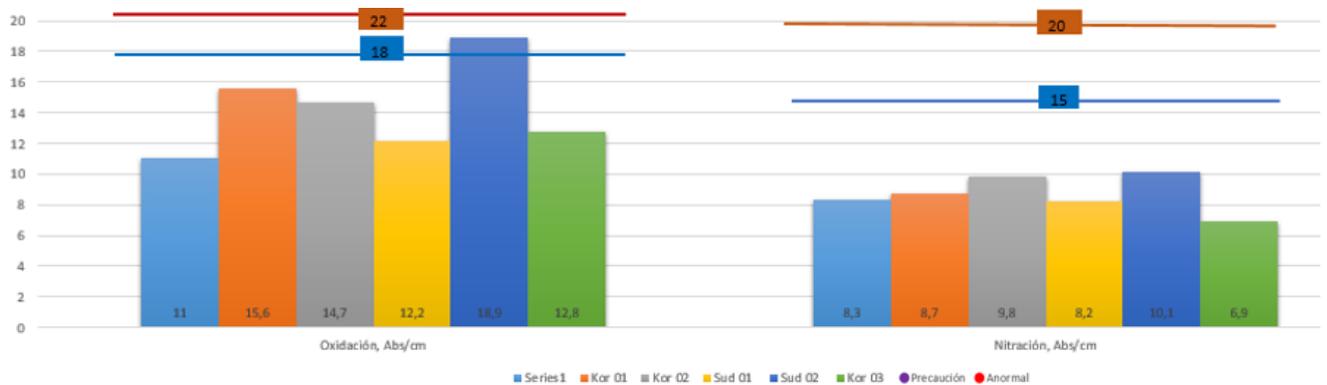
El T.B.N mgKOH/gr tiene un rango de precaución de menor que 5 y anormal cuando es menor a 4, la muestra de lubricante del vehículo Kor03 está en un estado de precaución, la presencia del T.B.N en un estado de precaución se da por la calidad del combustible que contiene impurezas o azufre que pueden formar ácidos durante el proceso de combustión.

### Análisis degradación Química

En la figura 4 podemos observar los valores de la degradación química en Oxidación y Nitración los cuales son medidos en Abs/cm.

### Figura 4

Comparación de la degradación química.



Fuente: Autores, 2024

La oxidación tiene un rango de precaución cuando es mayor a 18 y anormal cuando es mayor a 22 como se observa la muestra Sud02 tiene 18,9 rango de precaución existe un ligero aumento en su valor normal es importante indicar que el agua suele causar herrumbre e incrementa el potencial

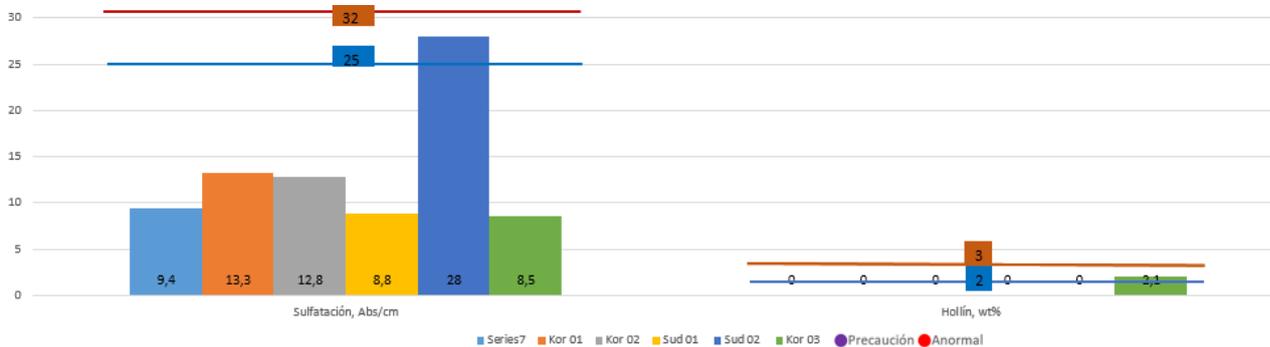
corrosivo de los ácidos, además reacciona con ciertos aditivos para formar reactivos dañinos. El agua también actúa como catalizador para promover oxidación en la presencia de metales como hierro, cobre y plomo, lo que pudo haber ocasionado la oxidación en el aceite del motor de este vehículo (Noria , 2024).

En la nitración tiene el rango de mayor de 15 se encuentran en precaución y mayor a 20 en estado anormal, las 6 muestras obtenidas tenemos una tendencia favorable ya que todas se encuentran dentro del rango normal.

**Figura 5**

En la figura numero 5 muestra los valores de la degradación química en sulfatación medidos en Abs/cm y el hollín medido en porcentaje de peso wt%.

*Comparación de la degradación química.*



Fuente: Autores, 2024

La sulfatación tiene un rango establecido de mayor de 25 como precaución y mayor que 32 como anormal, la muestra Sud02 se encuentra en precaución con un valor de 28, ocurre por la presencia de azufre en el proceso de combustión, cuando existe presencia de azufre en el combustible se oxida y forma óxidos de azufre por lo cual para evitar este tipo de problemas debemos usar un combustible bajo en azufre, realizar mantenimientos preventivos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

El análisis de hollín existe un rango mayor de 2 es precaución y mayor de 3 es anormal, la muestra Kor 03 nos indica un valor de 2,1 existe un desgaste interno del motor los diferentes factores que influyen son la calidad del combustible, combustión incompleta o sobrecarga del motor, por estas diferentes razones el motor sufre un desgaste prematuro, aumento de temperatura del aceite y aumento de consumo de combustible, por eso siempre se debe realizar un mantenimiento preventivo que incluya cambio de aceite y filtro en periodos recomendados por el fabricante, inspección del sistema de admisión verificando si el filtro de aire no se encuentra sucio o roto, verificación del

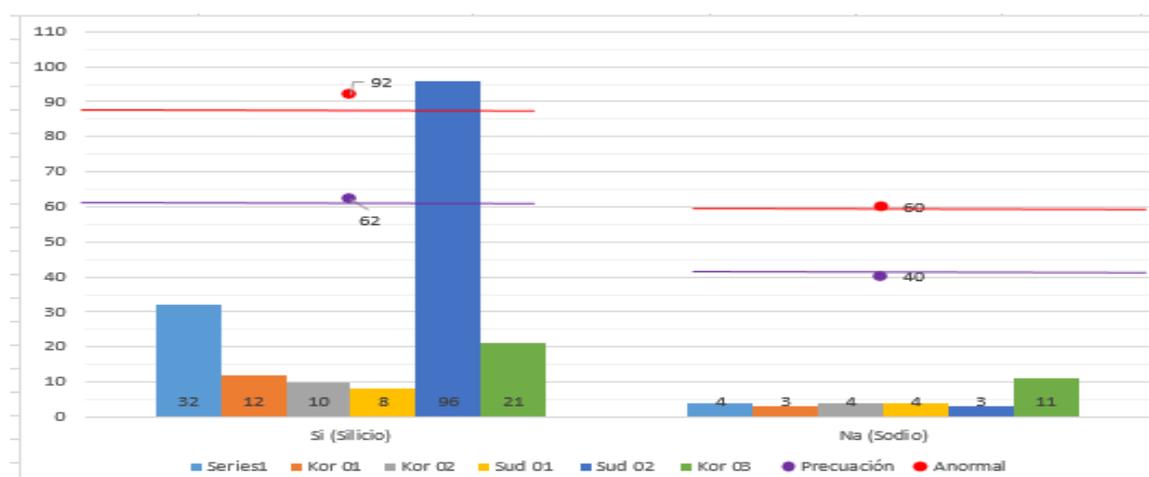
sistema de inyección observando si los inyectores se encuentran limpios y funcionando de manera correcta realizando estos mantenimientos se previene y se minimiza los daños al motor.

### Análisis contaminación del lubricante PPM(mg/kg)

#### Figura 6

En la figura numero 6 tenemos los valores de la contaminación del lubricante, el silicio y el sodio son medidos en PPM(mg/kg).

#### Comparación de la contaminación del lubricante



Fuente: Autores, 2024

El análisis de silicio tiene un rango de precaución mayor a 62 ppm y anormal cuando es mayor a 92ppm, en este caso la muestra Sud02 tiene un valor de 96 ppm este indicador informa de un posible problema dentro del funcionamiento del motor por las causas de polvo y partículas que pueden ingresar por el motor y contaminación en su proceso de reparación, en la muestra número uno al ser un motor nuevo se encuentran restos de silicio por los componentes como sellos y empaque o juntas están realizadas de este material abrasivo ya que pequeñas partículas se pueden desprender y migrar hacia el aceite.

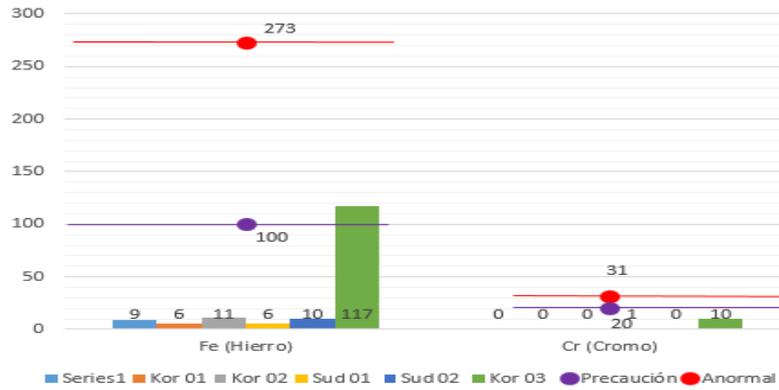
El análisis de sodio se refleja una tendencia positiva ya que todos los valores se encuentran dentro del rango establecido.

### Análisis desgaste del equipo PPM(mg/kg)

#### Figura 7

La figura 7 indica los valores del desgaste del equipo donde tenemos Hierro y Cromo que son medidos en PPM (mg/kg).

#### Comparación del desgaste del equipo



Fuente: Autores,2024

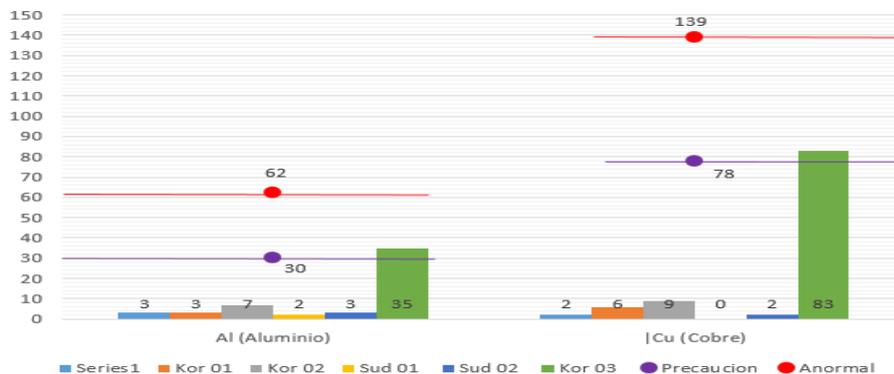
El hierro tiene un rango mayor a 100 ppm de precaución y mayor a 273 como anormal en este caso la muestra Kor03 tiene un valor de 117 ppm esto nos indica que hay un desgaste en el motor, por lo general se encuentran en los cilindros, pistones, cigüeñal, levas o contaminación externa, se debe realizar una inspección del vehículo a detalle, reemplazar piezas dañadas y hacer mantenimientos en los intervalos recomendados por el fabricante.

La presencia de cromo en las 6 muestras de lubricante tenemos resultados favorables ya que todos están menores a 20 y se califica como normal.

**Figura 8**

La figura 8 indica los valores del desgaste del equipo donde tenemos Aluminio y Cobre que son medidos en PPM (mg/kg).

*Comparación del desgaste del equipo*



Fuente: Autores,2024

El aluminio tiene el rango de mayor de 30 ppm como precaución y mayor de 62 ppm como anormal, la muestra Kor 03 tiene un valor de 35 el análisis ha revelado la presencia de aluminio un poco superior a los límites establecidos por lo que existe un desgaste acelerado de los componentes

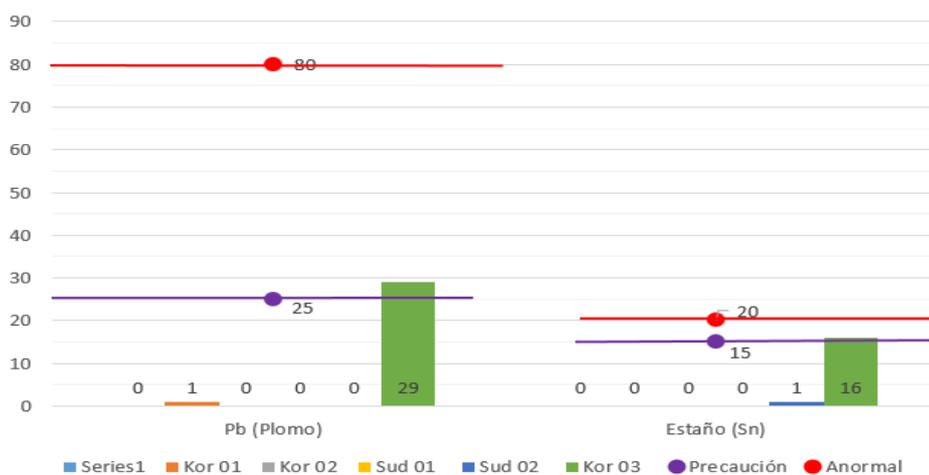
internos que son fabricados de aluminio como por ejemplo los pistones o las camisas, un aumento progresivo de este metal tendría consecuencias de fallas prematuras en el motor.

El cobre tiene un rango mayor de 78ppm como precaución y mayor a 139 ppm como anormal, el análisis de aceite ha revelado una concentración de cobre de 83 ppm este valor no indica un desgaste crítico, pero si tomar las medidas necesarias para prolongar la vida útil del motor.

**Figura 9**

La figura 9 indica los valores del desgaste del equipo donde tenemos Plomo y Estaño que son medidos en PPM (mg/kg).

*Comparación del desgaste del equipo*



Fuente: Autores,2024

El rango del plomo de mayor de 25ppm en estado de precaución y 80 ppm en estado anormal, el análisis nos indica que tiene un valor de 29 ppm es decir que está en un rango de precaución es decir que hay un desgaste en las piezas de plomo, este es un metal blando que por lo general se lo encuentra en aleaciones de bronce.

El análisis de estaño tiene un rango de 15ppm en estado de precaución y de 20ppm en estado de anormal, hay presencia de estaño con un valor de 16 ppm se encuentra por el límite del estado de precaución, hay desgaste en componentes móviles, hay que analizar el problema a detalle y para evitar daños mayores al equipo y alargar la vida útil del componente.

Estos metales son componentes de las que están hechas las partes del motor su presencia en el aceite nos indica que algo no está funcionando bien el hierro puede provenir del block, cigüeñal o eje de levas el aluminio puede provenir de block, cabezote o chaqueta de bielas y bancada, el cobre tiene presencia en chaquetas de biela o bancada y rodamientos, el plomo tiene presencia en los

rodamientos mientras que el estaño se encuentra en las aleaciones de bronce, con la presencia de estos metales en el lubricante podemos obtener problemas de desgaste prematuro del motor, consumo de aceite o pérdida de potencia. Se debe realizar los mantenimientos preventivos en intervalos recomendados por el fabricante, reparar o reemplazar las piezas dañadas para evitar posibles daños a corto o largo plazo en el vehículo.

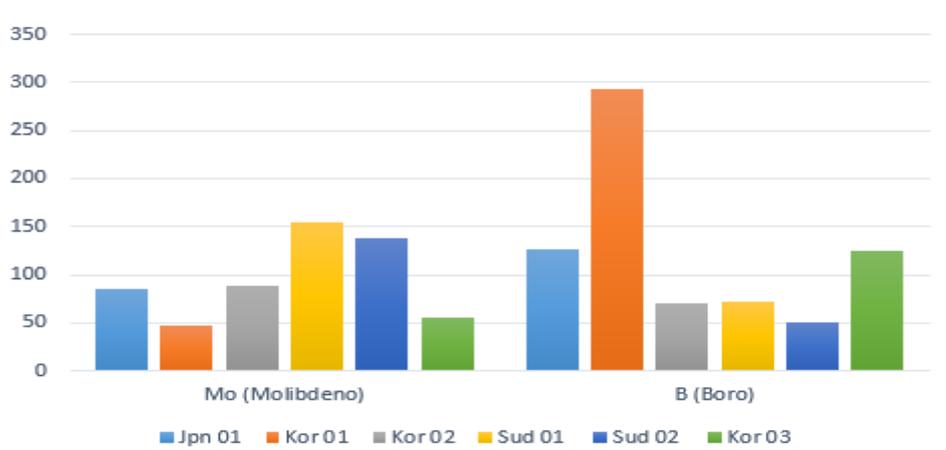
### **Análisis de otros elementos PPM(mg/kg)**

Molibdeno: Algunos aceites para motores contienen disulfuro de molibdeno para reducir el desgaste en altas temperaturas y presiones. Boro: El Boro utilizado en algunas formulaciones es un aceite sintético grupo V que actúa como aditivo anti desgaste y modificador de fricción. (Widman, 2024)

### **Figura 10**

En la figura 10 nos indica los niveles que tienen las 6 muestras analizadas en Molibdeno y Boro estos valores son analizados en PPM(mg/kg)

#### *Comparación de otros elementos*



Fuente: Autores,2024

Se analizó las muestras de molibdeno, boro, bario, titanio, plata, teniendo como datos transversales de bario, titanio y plata en 0 en todas las muestras, se observa presencia de molibdeno y boro en este caso no existe ningún rango universalmente aceptado para los aceites de motor estas concentraciones se miden por partícula por millón, esto se da porque el molibdeno es un aditivo que tiene propiedades antifricción y de protección mientras que el boro es un aditivo que actúa como un agente dispersante o detergente.

### **Análisis presencia de aditivos PPM(mg/kg)**

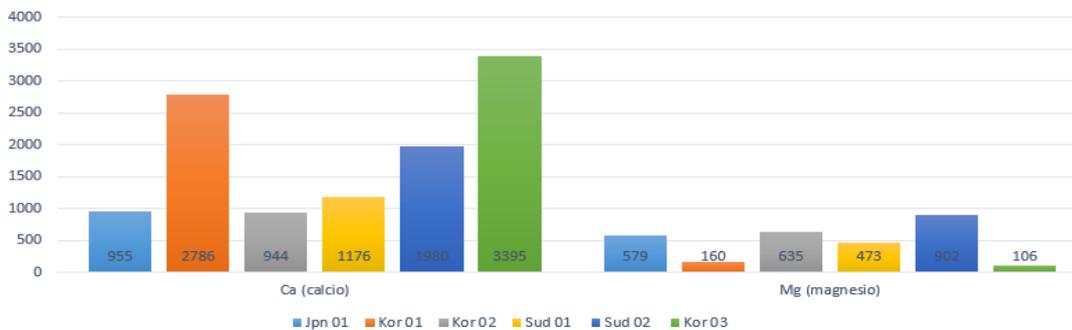
Estos dos aditivos son detergentes/dispersantes. Son utilizados para combatir el hollín, neutralizar los ácidos formados por la humedad en la combustión, mantener los contaminantes y lodos en

suspensión hasta llegar al filtro, sin dejar que se aglomeren y formen grumos, ni que se adhieran a las superficies metálicas. (Widman, 2024)

### Figura 11

En la Figura 11 la presencia de aditivos, se observa los valores en las 6 muestras de Calcio y Magnesio medidas en PPM(mg/kg).

#### Presencia de aditivos



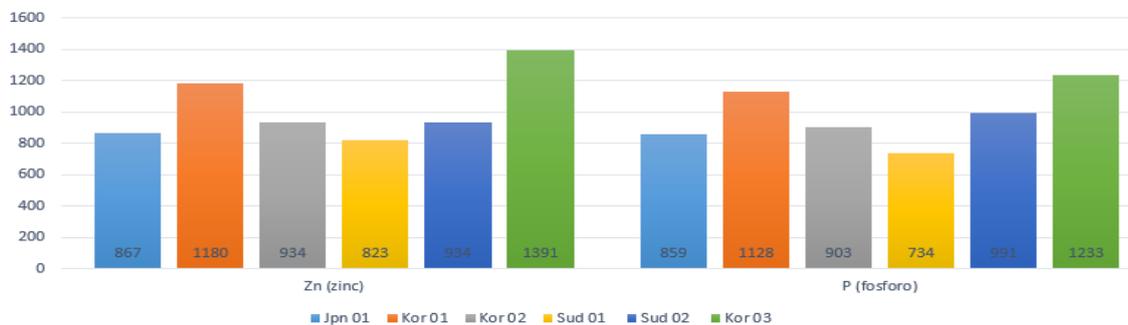
Fuente: Autores,2024

La presencia de calcio y magnesio no tiene un rango establecido ya que son aditivos que se encuentran dentro de las propiedades del lubricante para mejorar su rendimiento y proteger las superficies metálicas, su accionar es fundamental en la limpieza del motor y la neutralización de los ácidos.

### Figura 12

En la Figura 12 la presencia de aditivos, se observa los valores en las 6 muestras de Zinc y Fosforo medidas en PPM(mg/kg).

#### Presencia de aditivos



Fuente: Autores,2024

Todas las muestras se presentan una tendencia positiva para interpretar que el lubricante es de buena calidad, el Fosforo y el zinc son aditivos anti desgaste, trabajan en conjunto para proveer lubricación límite cuando la lubricación hidrodinámica no alcanza las necesidades de presiones y fricción, esta protección se llama anti desgaste (Widman, 2024)

## CONCLUSIONES

Las muestras obtenidas de laboratorio del estado de lubricante con viscosidad 10w30 son de tendencia positiva hacia el cumplimiento de los parámetros establecidos de lubricación en 4 de las 6 muestras analizadas el aceite mostro una excelente eficacia para generar una película lubricante que permite reducir el desgaste del motor y mantener las temperaturas dentro de los límites recomendados, si bien en 2 muestras restantes se observaron valores elevados de desgaste metálico y mayor tendencia a la oxidación, en estos dos casos se observa la presencia de contaminantes o condiciones de operación extremas que puede afectar al rendimiento del lubricante.

En la muestra Kor 03 se observa una tendencia de crecimiento de hollín, las causas más comunes que se presentan son una mala mezcla de aire combustible ya que esta puede ser muy rica o muy pobre, la calidad del combustible en el país, problemas en el sistema de inyección o desgaste en las partes metálicas como anillos de compresión, todas las condiciones antes mencionadas generan partículas de carbón que viajan hacia el lubricante del motor desencadenando una serie de problemas reduciendo la vida útil del aceite en un 25%.

Se observó presencia de metales en límites de precaución en la muestra Kor 03, El hierro, aluminio, cobre, plomo y estaño con una cantidad mínima de presencia de hollín, lo que nos permite deducir que existe un desgaste prematuro en las piezas móviles del motor que estén construidas por los metales ya mencionados o aleaciones de metal como por ejemplo los anillos del pistón, pistones, eje de levas y cigüeñal.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACDelco. (2018). Lubricantes. *ACDelco*, 1-2.
- AEADE (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador). (2024). Más carros vendidos . *El Expreso*, 1.
- Amanda, B. (13 de Junio de 2024). *MotorTerra*. Obtenido de Asociación de Empresas Automotrices Ecuador: <https://www.motorterra.com/ranking-de-las-20-marcas-automotrices-mas-vendidas-en-ecuador-en-los-primeros-cinco-meses-del-2024/>
- Barrera, R. (2021). *Estudio del desgaste del motor en función del análisis de la composición del aceite lubricador*. (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Bassante , S., & Singo , S. (2022). *ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARA EL AUMENTO DE SU VÍA ÚTIL EN ACEITES SEMISINTÉTICOS*. Quito: Universidad internacional del Ecuador .
- Belesaca, M., & Viñanzaza, D. (2023). *Análisis de la degradación del aceite de un motor de combustión interna que posee un sistema de carburación*. (Tesis de Pregrado), Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Cabrera, J., & Carrera, J. (2017). *Análisis de la degradación del aceite de motor en taxis de la ciudad de Cuenca, por dilución de combustible, sus causas y soluciones*. (Tesis de Pregrado), Universidad del Azuay, Cuenca.
- Cabrera, O., & Crespo, F. (2021). *El artículo “ Análisis de la viscosidad del lubricante sobre la emisiones contaminantes y consumo de combustible de un motor de combustión interna a gasolina” (Carrera,2021) .* Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana .
- CARRERA OSCAR, C. F. (2021). ANÁLISIS DE LA VISCOSIDAD DEL LUBRICANTE SOBRE LAS EMISIONES CONTAMIANENTES Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA . *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA*.
- Chevron Lubricants. (2020). Analisis de aceite de motor. *ENGINE OIL ANALYSIS UNDERSTANDING* , 1-2.
- Cisneros, E., & Viteri, F. (2018). Estudio estadístico del desgaste de un motor en tiempos definidos. *Universidad Internacional del Ecuador UIDE*.
- Energy API. (2020). Marcas de certificación API. *Motor oil guide*, 2.
- Gómez, Y. (2013). Contribución al desarrollo y mejora para la cuantificación de la degradación en aceites lubricantes usados de MCIA a través de la técnica de espectrometría infrarroja. *Universidad Politécnica de Valencia*, 26.
- GUAMÁN HENRY, Á. O. (2020). ANÁLISIS DE LA DEGRADACIÓN Y VIDA ÚTIL DEL LUBRICANTE MOTOR, EN VEHÍCULOS MODELO ACTROS53S MEDIANTE ENSAYO DE VISCOSIDAD Y TBN. *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA*.

- Guaman, H. (2020). *Análisis de la degradación y vida útil del lubricante motor, en vehículos modelo actros53s mediante ensayo de viscosidad y Tbn*. Cuenca .
- Jarrin, A., & Hidalgo, P. (2017). Análisis estatico del desgaste de un motor a diésel en periodos regulares. *Univercidad Internacional del Ecuador UIDE*, 1.
- Jiménez. (2017). Mecánica de fluidos . *Dinámica de fluidos viscosos* , 6.
- Motorcraft México. (2024). Aceites-lubricantes Motorcraft. *Catálogo Motorcraft*, 10.
- Motul. (2021). *Motul Project + 10w30*. Bogota : Motul Iberica S.A .
- Nomverify. (2018). NOM-116-SCFI-2018 la norma de aceites lubricantes para motores a gasolina y diésel. *Normas oficiales Mexicanas* , 1-1 .
- Noria . (2024). *Análisis de Lubricantes*. León Guanajuato: Lube Learn.
- Normalización, I. E. (2011). PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO ACEITES LUBRICANTES PARA MOTOTRES DE CICLO OTTO . En I. E. Normalización, *Norma Técnica Ecuatoriana* (págs. 1-10). Quito .
- Optimus. (2014). Boletín técnico 6 aceite sintético. *Aceite sintético*, 1.
- Ortiz, C. (2022). Viscosidad de un fluido. *Ingenio y Conciencia Boletin Cientifico de la Escuela Superior Ciudad Sahagun*, 79.
- PRODUCTIVIDAD, M. D. (2014). RTE INEN 014 “ACEITES LUBRICANTES”. *Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y avelegirlos con libertad* (págs. 1,7). Quito : Inen .
- Productos, O. (2024). Aceites y grasas lubricantes para la industria. *Catálogo de productos*, 6.
- Retoño, E. (FEBRERO de 2022). *El Retoño C.A*. Obtenido de El Retoño C.A.: <https://www.elretono.com.ve/productos/lubricantes/motores-cuatro-tiempos>
- Rondón , N., Torres, O., Montero, E., & Romero, J. (2021). *Manual de reparación de automóviles*. Lexus.
- Rovira, A., & Muñoz, M. (2016). *Motores de combustión interna*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Solub. (2021). Que es la viscosidad SEA. *Viscosidad SEA*, 1-3.
- VIMOS LUIS, C. O. (2021). ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES COMERCIALIZADOS EN ECUADOR. *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO* .
- Vimos, L., & Coro , O. (2021). “*ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES COMERCIALIZADOS EN RIOBAMBA*. RIOBAMBA : ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Viteri, L., & Jaramillo, J. (2021). *Análisis de la degradación de aceites lubricantes y propuesta de planes de mejora para el mantenimiento del equipo pesado del Ilustre Municipio del cantón*

*Archidona*. (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Widman. (FEBRERO de 2024). *Widman.biz*. Obtenido de Widman.biz:  
<https://www.widman.biz/Analisis/degradacion.php>

## ANEXOS

### ANEXOS INTRODUCCIÓN

Belesaca, M., & Viñanzaza, D. (2023). *Análisis de la degradación del aceite de un motor de combustión interna que posee un sistema de carburación*. (Tesis de Pregrado), Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.

#### Introducción

En el campo automotriz para que un motor demuestre su óptimo funcionamiento es vital que el sistema de alimentación proporcione una dosificación de la mezcla aire-combustible lo más precisa posible para garantizar la vida útil de los elementos que conforman el motor. Uno de estos elementos, es el aceite lubricante que cumple con las funciones de: reducir la fricción entre las piezas mecánicas, oponerse a la oxidación, disminuir la contaminación, lubricar, etc. Por tal motivo esta investigación propone manipular la proporción de mezcla aire-combustible para observar la cantidad de contaminación de aceite que genera un mal control de la dosificación con la finalidad de obtener datos relevantes y constatar cuan perjudicial es para el aceite lubricante.

Este procedimiento se realizará mediante una técnica de laboratorio denominada conteo de partículas, el cual ayudará a determinar la cantidad de partículas sólidas contaminantes presentes en el aceite lubricante y mediante un análisis minucioso poder establecer bajo qué tipo de mezcla y recorrido de kilometraje el aceite se encuentra en un nivel crítico.

### **Problema**

Uno de los principales problemas en un vehículo a carburador es la capacidad de mantener una buena regulación de la mezcla debido a su regulación mecánica que generaría varios inconvenientes como: mayores emisiones de gases contaminantes, consumo de combustible, mal funcionamiento en el motor, daños a sus componentes internos, etc. Propietarios de estos vehículos no están conscientes del daño que generaría una mala dosificación de la mezcla a un elemento en especial como es el aceite lubricante.

### **Antecedentes**

Desde que se inventó el primer motor de combustión interna se ha examinado la importancia de la mezcla aire-combustible en el proceso de combustión, es por eso que se han desarrollado sistemas más precisos que se controlen mediante una computadora y no por la mano del hombre. Sin embargo, al existir todavía vehículos con un sistema mecánico de alimentación es vital estudiar cuan perjudicial es una mala regulación de la mezcla aire-combustible en el desempeño del aceite lubricante.

### **Importancia y alcances**

En la ciudad de Cuenca aún existe una gran variedad de vehículos que poseen un sistema de carburación, muchos de sus propietarios desconocen que una mala regulación de la mezcla (rica o pobre) afecta directamente la calidad del lubricante. Es por eso que mediante un análisis del aceite se podrá determinar la cantidad de partículas contaminantes que deterioran al lubricante, ya que al no existir una mezcla ideal (estequiométrica) afectaría directamente a diferentes componentes dentro del motor, uno de ellos el aceite lubricante. Por tal razón, este estudio podrá demostrar a los propietarios de estos vehículos la importancia de tener una buena regulación de la mezcla para que el lubricante mantenga sus propiedades y dure lo establecido por el fabricante.

Montijo et al. (2019) definen que la importancia de este tipo de análisis en el aceite aporta a visualizar el estado en el que se encuentra el lubricante, y de esta manera también poder interpretar hasta los posibles factores de fallas. Al mantener una correcta dosificación influirá a que el aceite lubricate sea confiable y seguro y cumpla con su adecuado funcionamiento.

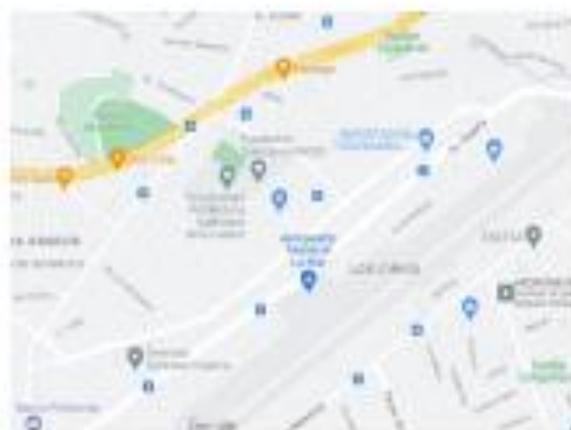
Se han realizado investigaciones de la degradación del aceite provocados por factores como la temperatura del motor, aditivos de combustible y filtros de aceite, mas no por el control de la mezcla, es por eso que esta investigación ampliara más el campo de conocimientos sobre el aceite lubricante.

### **Delimitación**

En el proyecto se realizará en la Universidad Politécnica Salesiana, provincia del Azuay, Ciudad de Cuenca, ubicada al sur del Ecuador, la cual consta de una altitud de 2500 metros sobre el nivel del mar y cuenta con una extensión aproximada de 70.59 Km<sup>2</sup>.

### **Figura 1**

*Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana*



*Nota. Tomado del Mapa de la ciudad de Cuenca, por Google Maps, 2023.*

### **Objetivo General y Específicos**

#### **Objetivo General**

Analizar la degradación de las propiedades del aceite de un motor de combustión interna con sistema de carburación.

#### **Objetivo Específicos**

- Realizar una revisión bibliográfica del impacto que causa la cuantificación de la mezcla en la degradación del aceite lubricante en un motor a carburación.
- Efectuar el procedimiento de muestreo, considerando las variables a intervenir en base a la dosificación de la mezcla.
- Analizar los resultados obtenidos utilizando un estudio de laboratorio de control de calidad para la determinación del estado del lubricante.

## Capítulo 1: Fundamento Teórico y Estado del

### Arte

---

#### **Introducción**

En el presente apartado se realizará una investigación teórica y bibliográfica para entender ciertas definiciones en el proceso investigativo y establecer un protocolo de muestreo adecuado para el experimento. Además, en base al fundamento teórico se podrá definir las variables necesarias, el proceso de experimentación y los posibles resultados a obtener.

#### **Motor de Combustión Interna**

El motor de combustión interna es sin duda alguna una máquina excepcional que desde que se inventó en 1876 por el alemán Nicolás Otto ha evolucionado mucho con el transcurso del tiempo y el avance de la tecnología. Hoy en día es el motor de mayor demanda en el mundo para la movilidad, no solo por la eficiencia que alcanza (entre un 35%-40%), sino que, en base a las nuevas tecnologías aplicadas, el implemento de la electrónica, la mejor calidad del combustible, el uso de materiales más ligeros y resistentes, etcétera, han contribuido a que estos motores térmicos logren una potencia fenomenal (Villegas, 2007).

El motor de combustión interna está conformado por una agrupación de elementos mecánicos que tienen la finalidad de obtener energía mecánica directamente de la inflamación de un combustible en el proceso conocido como combustión (Rovira & Muñoz, 2015).

## Figura 2

*Motor de combustión interna seccionado*



*Nota.* Tomado de *Elementos Automóviles*, por E. Domínguez & D. Ferrer, 2013, Editex.

Durante el proceso de combustión la energía química del combustible se convierte en energía calorífica que son aprovechados por los conjuntos mecánicos del motor transformándolos en energía mecánica para poder movilizar el vehículo (Domínguez & Ferrer, 2013).

El propósito de un motor de combustión interna (Figura 2) es cumplir un trabajo de la manera más eficiente posible. Para un mejor entendimiento del proceso que realiza un motor para lograr generar un trabajo es importante explicar el ciclo termodinámico que realiza.

### *Ciclo Otto de 4 Tiempos*

El período de trabajo de un motor Otto consiste en ciclo termodinámico que se efectúa mediante dos transformaciones a volumen constante y dos politrópicas, es decir una de compresión y una de expansión (Caputo et al., 2015). El proceso de este ciclo toma lugar en 4 fases en donde

PRODUCTIVIDAD, M. D. (2014). RTE INEN 014 “ACEITES LUBRICANTES”. *Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y avelegirlos con libertad* (págs. 1,7). Quito : Inen .

No.

**MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD**

**SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD**

**CONSIDERANDO:**

Que de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador, “Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características”;

Que el Protocolo de Adhesión de la República del Ecuador al Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio – OMC, se publicó en el Registro Oficial Suplemento No. 853 del 2 de enero de 1996;

Que el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio - AOTC de la OMC, en su Artículo 2 establece las disposiciones sobre la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos por instituciones del gobierno central y su notificación a los demás Miembros;

Que se deben tomar en cuenta las Decisiones y Recomendaciones adoptadas por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC;

Que el Anexo 3 del Acuerdo OTC establece el Código de Buena Conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas;

Que la Decisión 376 de 1995 de la Comisión de la Comunidad Andina creó el “Sistema Andino de Normalización, Acreditación, Ensayos, Certificación, Reglamentos Técnicos y Metrología”, modificado por la Decisión 419 del 30 de julio de 1997;

Que la Decisión 562 de 25 de junio de 2003 de la Comisión de la Comunidad Andina establece las “Directrices para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos en los Países Miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario”;

Que mediante Ley No. 2007-76, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 26 del 22 de febrero de 2007, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, constituye el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, que tiene como objetivo establecer el marco jurídico destinado a: “i) Regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en esta materia; ii) Garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana”;

Que mediante Acuerdo Ministerial No. 06-380 del 18 de septiembre de 2006, promulgado en el Registro Oficial No. 388 del 31 de octubre de 2006, se oficializó con el carácter de Obligatorio el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 014 “ACEITES LUBRICANTES”, el mismo que entró en vigencia el 29 de abril de 2007;

Que el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, de acuerdo a las funciones determinadas en el Artículo 15, literal b) de la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, y siguiendo el trámite reglamentario establecido en el Artículo 29 inciso primero de la misma Ley, en donde manifiesta que: “La reglamentación técnica comprende la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos necesarios para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del

consumidor contra prácticas engañosas” ha formulado la **PRIMERA REVISIÓN** del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 014 “ACEITES LUBRICANTES”**;

Que en conformidad con el Artículo 2, numeral 2.9.2 del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC y el Artículo 11 de la Decisión 562 de la Comisión de la Comunidad Andina, CAN, este proyecto de Reglamento Técnico fue notificado a la CAN el 15 de agosto de 2013 y a la OMC fue notificado el 21 de agosto de 2013, a través del Punto de Contacto y a la fecha se han cumplido los plazos preestablecidos para este efecto y no se han recibido observaciones;

Que mediante Informe Técnico-Jurídico contenido en la Matriz de Revisión No. de fecha de , se sugirió proceder a la aprobación y oficialización de la Primera Revisión del Reglamento materia de esta Resolución, el cual recomienda aprobar y oficializar con el carácter de **OBLIGATORIO** la **Primera Revisión** del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 014 “ACEITES LUBRICANTES”**;

Que de conformidad con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y su Reglamento General, el Ministerio de Industrias y Productividad es la institución rectora del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, en consecuencia, es competente para aprobar y oficializar el proyecto de **PRIMERA REVISIÓN** del Reglamento Técnico Ecuatoriano **RTE INEN 014 (1R) “ACEITES LUBRICANTES”**; mediante su promulgación en el Registro Oficial, a fin de que exista un justo equilibrio de intereses entre proveedores y consumidores;

Que mediante Acuerdo Ministerial No. 11446 del 25 de noviembre de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 599 del 19 de diciembre de 2011, se delega a la Subsecretaría de la Calidad la facultad de aprobar y oficializar los proyectos de normas o reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad propuestos por el INEN en el ámbito de su competencia de conformidad con lo previsto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y en su Reglamento General; y,

En ejercicio de las facultades que le concede la Ley,

#### **RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1.-** Aprobar y oficializar con el carácter de **OBLIGATORIO** la **Primera Revisión** del siguiente:

### **REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 014 (1R) “ACEITES LUBRICANTES”**

#### **1. OBJETO**

**1.1** Este reglamento técnico establece los requisitos que deben cumplir los aceites lubricantes, con la finalidad de prevenir los riesgos para la salud y seguridad de las personas, el medio ambiente y evitar prácticas que puedan inducir a error a los usuarios.

#### **2. CAMPO DE APLICACIÓN**

**2.1** El presente reglamento técnico se aplica a los siguientes productos que se comercialicen en el Ecuador, sean estos, de fabricación nacional o importada.

**2.1.1** Aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo Otto, establecidos en la Norma NTE INEN 2027 vigente.

**2.1.2** Aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo Diesel, establecidos en la Norma NTE INEN 2030 vigente.

**2.1.3** Aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor, establecidos en la Norma NTE INEN 2028 vigente.

2.1.4 Este Reglamento Técnico no aplica a los aceites lubricantes de uso industrial.

2.1.5 Estos productos se encuentran comprendidos en la siguiente clasificación arancelaria:

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
27.10	Aceites de petróleo o de mineral bituminoso, excepto los aceites crudos, preparaciones no expresadas ni comprendidas en toda parte, con un contenido de aceite de petróleo o de mineral bituminoso superior o igual al 70% en peso, en las que estos aceites constituyan el elemento base; desechos de aceite.
	- - Aceites medios y preparaciones:
27.10.19	- Los demás
27.10.19.38.00	- - - Otros aceites lubricantes
27.10.19.39	- - - - Los demás
27.10.20.00	- Aceites de petróleo o de mineral bituminoso (excepto los aceites crudos) y preparaciones no expresadas ni comprendidas en otra parte, con un contenido de aceites de petróleo o de mineral bituminoso superior o igual al 70% en peso, en las que estos aceites constituyan el elemento base, que contengan biodiesel, excepto los desechos de aceites.

### 3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de este reglamento, se adoptan las definiciones contempladas en las Normas NTE INEN 2341, NTE INEN 2027, NTE INEN 2028, NTE INEN 2030 y además las siguientes:

3.1.1 **Aceite básico.** Producto derivado de la refinación del petróleo usado en la producción de aceites lubricantes.

3.1.2 **Aceite lubricante.** Producto derivado de la refinación del petróleo, que se obtiene de la mezcla de aceites básicos y aditivos que se interpone entre dos superficies en movimiento a fin de reducir la fricción y desgaste entre ellas.

3.1.3 **Aceite monógrado.** Es aquel que tiene un solo grado de viscosidad S.A.E.

3.1.4 **Aceite multigrado.** Es aquel que tiene varios grados de viscosidad S.A.E.

3.1.5 **Aditivos.** Compuestos químicos que se adicionan a los aceites lubricantes con el fin de impartir nuevas propiedades o reforzar algunas ya existentes.

3.1.6 **A.P.I. American Petroleum Institute (Instituto Americano de Petróleo).** Organismo que, entre otras actividades, establece la clasificación de calidad y servicio, así como la nomenclatura de los niveles de calidad de los aceites lubricantes.

3.1.7 **A.C.E.A. Asociación de Constructores Europeos de Automóviles,** que establece las normas de utilización de los lubricantes para la industria del automóvil europeo. La clasificación está relacionada con las series específicas para cada tipo de motor, identificadas por una letra más un número, del 1 al 5 que indica en orden creciente el nivel de calidad del aceite dentro de la serie. Dichas series van de la "A", a la "E".

3.1.8 **S.A.E. Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices).**

3.1.9 **A.S.T.M. American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).**

3.1.10 **Certificado de Conformidad.** Documento que expresa la demostración de que se cumplen los requisitos especificados en una norma o reglamento técnico relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organismo.

**3.1.11 Conformidad.** Cumplimiento de requisitos especificados relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organismo.

**3.1.12 Clasificación API.** Orden sistemático de las categorías de acuerdo con los diferentes niveles de desempeño en pruebas internacionalmente establecidas.

**3.1.13 Control.** Evaluación de la conformidad por medio de medición, observación, ensayo o calibración de las características correspondientes.

**3.1.14 Consumidor o usuario.** Toda persona natural o jurídica que como destinatario final adquiera, utilice o disfrute bienes o servicios, o bien reciba oferta para ello.

**3.1.15 Distribuidores o Comerciantes.** Las personas naturales o jurídicas que de manera habitual venden o proveen al por mayor o al detal, bienes destinados finalmente a los consumidores, aún cuando ello no se desarrolle en establecimientos abiertos al público.

**3.1.16 Organismo de certificación acreditado.** Organismo de Certificación de Productos, acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación para desarrollar actividades de certificación de productos en uno o varios campos específicos.

**3.1.17 Organismo de certificación designado.** Organismo de Certificación de Productos, reconocido por una autoridad nacional competente para desarrollar actividades de certificación de productos en uno o varios campos específicos donde no exista Organismo de Certificación Acreditado.

**3.1.18 Productores o Fabricantes.** Las personas naturales o jurídicas que extraen, industrializan o transforman bienes intermedios o finales.

**3.1.19 Proveedor.** Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolle actividades de producción, fabricación, importación, construcción, distribución, alquiler o comercialización de bienes, así como prestación de servicios a consumidores, por las que se cobre precio o tarifa. Esta definición incluye a quienes adquieran bienes o servicios para integrarlos a procesos de producción o transformación, así como a quienes presten servicios públicos por delegación o concesión.

#### **4. REQUISITOS DEL PRODUCTO**

**4.1** Los aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo Otto, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 2027 vigente.

**4.2** Los aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo Diesel, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 2030 vigente.

**4.3** Los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NTE INEN 2028 vigente.

#### **5. REQUISITOS DE ENVASADO Y ROTULADO**

**5.1** Los productos cubiertos por el presente Reglamento Técnico, se deben envasar en recipientes de un material tal, que no vaya en detrimento de su calidad o modifique sus propiedades durante el transporte y almacenamiento.

**5.2** No se permite la reutilización de envases para el envasado de ningún tipo de los aceites lubricantes especificados en este Reglamento Técnico.

**5.3** El etiquetado de los productos envasados contemplados en el presente Reglamento Técnico que se comercialicen en el Ecuador, en cualquiera de sus presentaciones en volumen, debe cumplir con

los requisitos de rotulado establecidos en las Normas NTE INEN 2027, NTE INEN 2028 y NTE INEN 2030 vigentes.

**5.3.1** Adicionalmente en el rotulado se debe declarar el nombre o la razón social y dirección del fabricante e importador.

**5.4** Cada envase debe llevar impresa, grabada o marcada de forma indeleble la información del rotulado, la cual debe indicarse con caracteres claros, visibles y fáciles de leer por el usuario en condiciones de visión normal.

**5.6** La información del rotulado debe expresarse en idioma español, sin perjuicio de que además se presente la información en otros idiomas.

## **6. MUESTREO**

**6.1** Los métodos para la toma de muestras para inspección deben ser los establecidos en los numerales respectivos de las Normas NTE INEN 2027, NTE INEN 2028 y NTE INEN 2030 vigentes.

## **7. ENSAYOS PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD**

**7.1** Los ensayos para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Reglamento Técnico son los establecidos en las Normas NTE INEN 2027, NTE INEN 2028 y NTE INEN 2030 vigentes.

## **8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

**8.1** NTE INEN 2027 *Productos derivados del petróleo. Aceites lubricantes para carter de motor de combustión interna de gasolina. Requisitos.*

**8.2** NTE INEN 2028 *Productos derivados del petróleo. Aceites lubricantes para transmisiones. Manuales y diferenciales de equipos automotor. Requisitos.*

**8.3** NTE INEN 2030 *Productos derivados del petróleo. Aceites lubricantes para carter de motores de combustión interna de diesel. Requisitos.*

**8.4** NTE INEN 2341 *Derivados del petróleo. Productos relacionados con el petróleo y afines. Definiciones.*

**8.5** NTE INEN ISO/IEC 17025 *Requisitos Generales para la competencia de laboratorios de calibración y ensayo.*

**8.6** Norma ISO/IEC 17067 *Evaluación de la conformidad – Fundamentos para la certificación de producto y lineamientos para esquemas de certificación de productos.*

## **9. PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR LA CONFORMIDAD**

**9.1** De conformidad con lo que establece la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, previamente a la comercialización de los productos nacionales e importados contemplados en este reglamento técnico, los fabricantes e importadores deberán demostrar su cumplimiento a través de un certificado de conformidad de producto, expedido por un organismo de certificación de producto acreditado o designado en el país, o por aquellos que se hayan emitido en relación a los acuerdos vigentes de reconocimiento mutuo con el país, de acuerdo a lo siguiente:

a) **Para productos importados.** Emitido por un organismo de certificación de producto acreditado, cuya acreditación sea reconocida por el OAE, o por un organismo de certificación de producto designado conforme lo establece la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

b) **Para productos fabricados a nivel nacional.** Emitido por un organismo de certificación de producto acreditado por el OAE o designado conforme lo establece la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

**9.2** Para la demostración de la conformidad de los productos contemplados en este Reglamento Técnico, los fabricantes e importadores deberán demostrar su cumplimiento a través de la presentación de un certificado de conformidad, según las siguientes opciones:

**9.2.1** Certificado de Conformidad de Producto, Esquema de Certificación 1b, establecido en la Norma ISO/IEC 17067. El certificado debe estar en idioma español.

**9.2.1.1** Al Certificado de Conformidad del producto se debe adjuntar los informes de ensayos realizados por un laboratorio acreditado, cuya acreditación sea reconocida por el OAE o evaluado por el organismo certificador de producto acreditado, para lo cual debe adjuntar el informe de evaluación del laboratorio de acuerdo con la Norma ISO/IEC 17025. Dichos informes no deben exceder la vigencia de seis meses.

**9.2.2** Licencia de Uso de Marca de Fabricación emitido por un Organismo Oficial Competente y Reconocido. A la Licencia de Uso de Marca de Fabricación se debe adjuntar los informes de ensayos realizados por un laboratorio acreditado, cuya acreditación sea reconocida por el OAE, o por un laboratorio que demuestre competencia técnica según la Norma ISO/IEC 17025, que podría ser del mismo fabricante. Dichos informes no deben exceder la vigencia de seis meses.

**9.2.3** Para el caso de los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor que no dispongan del certificado de conformidad se debe adjuntar los informes de ensayos realizados por un laboratorio acreditado, cuya acreditación sea reconocida por el OAE, o por un laboratorio que demuestre competencia técnica según la Norma ISO/IEC 17025, que podría ser del mismo fabricante. Dichos informes no deben exceder la vigencia de seis meses.

**9.3** Los productos nacionales que cuenten con Sello de Calidad INEN, o Certificado de Conformidad INEN, Esquema de Certificación 5, no están sujetos a la presentación del certificado de conformidad, según el Esquema de Certificación 1b, para su comercialización.

## **10. AUTORIDAD DE VIGILANCIA Y CONTROL**

**10.1** La Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, ARCH, y las instituciones del Estado que en función de sus leyes constitutivas tengan facultades de fiscalización y supervisión, son las autoridades competentes para efectuar las labores de vigilancia y control del cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento Técnico, de acuerdo con lo que se establece en el Artículo 5 de la Ley Reformatoria a la Ley de Hidrocarburos, la Ley de Régimen Tributario Interno y sus reglamentos aplicables, la Ley Orgánica de Defensa al Consumidor y la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

## **11. RÉGIMEN DE SANCIONES**

**11.1** Los proveedores de estos productos que incumplan con lo establecido en este reglamento técnico recibirán las sanciones previstas en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes, según el riesgo que implique para los usuarios y la gravedad del incumplimiento.

## **12. RESPONSABILIDAD DE LOS ORGANISMOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD**

**12.1** Los organismos de certificación, laboratorios o demás instancias que hayan extendido certificados de conformidad o informes de laboratorio erróneos o que hayan adulterado

*Página 6 de 7*

deliberadamente los datos de los ensayos de laboratorio o de los certificados, tendrán responsabilidad administrativa, civil, penal y/o fiscal de acuerdo con lo establecido en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes.

### 13. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO

13.1 Con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este reglamento técnico, el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, lo revisará en un plazo no mayor a cinco (5) años contados a partir de la fecha de su entrada en vigencia, para incorporar avances tecnológicos o requisitos adicionales de seguridad para la protección de la salud, la vida y el ambiente, de conformidad con lo establecido en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

**ARTÍCULO 2.-** Disponer al Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, que de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 11256 del 15 de julio de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 499 del 26 de julio de 2011, publique la **PRIMERA REVISIÓN** del reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 014 "ACEITES LUBRICANTES" en la página Web de esa institución, ([www.inen.gob.ec](http://www.inen.gob.ec)).

**ARTÍCULO 3.-** El presente reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 014 (Primera Revisión) reemplaza al RTE NEN 014:2006 y, entrará en vigencia desde la fecha de su promulgación en el Registro Oficial.

COMUNIQUESE Y PUBLÍQUESE en el Registro Oficial.

Dado en Quito, Distrito Metropolitano,

**Mgs. Ana Elizabeth Cox Vásquez**  
**SUBSECRETARIA DE LA CALIDAD**

Cabrera, O., & Crespo, F. (2021). *El artículo “ Análisis de la viscosidad del lubricante sobre la emisiones contaminantes y consumo de combustible de un motor de combustión interna a gasolina” (Carrera,2021) . Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana .*



---

## RESUMEN

### RESUMEN

En este proyecto investigativo, establece un modelo matemático basado en la superficie de respuesta para la reducción de emisiones contaminantes y el consumo de combustible de los motores de combustión interna de gasolina. Para ello, a partir de las variables de entrada (viscosidad del lubricante, velocidad y carga) y de salida (HC, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y consumo de combustible), se utiliza el método de superficie de respuesta (MSR). Los resultados obtenidos muestran cómo los cambios en las emisiones contaminantes dependen directamente de los cambios en las variables de entrada. Se concluye que existe una menor emisión de gases contaminantes con la utilización del lubricante SAE 10W30 en la ciudad de Cuenca-Azuay, tanto en la variación de revoluciones, como de carga de dicho vehículo, por la cual existe una menor contaminación al medio ambiente con respecto a los lubricantes analizados. De la misma manera, se establece que existe un menor consumo de combustible con la utilización del lubricante SAE 10W30 en la ciudad de Cuenca-Azuay tanto en la variación de rpm como de carga del vehículo, A consecuencia de esto existe un ahorro de combustible con respecto a los lubricantes analizados.

**Palabras Clave:** Consumo de combustible, superficie de respuesta, viscosidad, emisiones contaminantes.



## INTRODUCCIÓN

En 1876, el alemán Nikolaus Otto construyó el primer motor de combustión interna, que fue el primer motor de combustión interna en adoptar un ciclo de cuatro tiempos. El combustible se inyecta en polvo y se mezcla con aire y luego ingresa al cilindro. Una vez que la mezcla se comprime en el cilindro, y alcanza el punto máximo de compresión, la bujía disparará la chispa. El gas bloqueado en el cilindro se expande y empuja el pistón deslizándose en el cilindro. La energía liberada en la explosión se convierte en movimiento lineal del pistón, que se convierte en movimiento de rotación a través de la biela y el cigüeñal. (Payri & Desantes, 2011).

La comprensión del comportamiento tribológico de los componentes del motor en movimiento es una forma de determinar cómo el desgaste de los componentes afecta el rendimiento del motor. (Priest & Taylor, 2000). El aceite lubricante de alguna manera ayuda a reducir el desgaste causado por el uso de aditivos específicos. (C. M. Taylor, 1993).

En los motores de combustión interna, la energía generada por la fricción proviene de tres fuentes principales. El conjunto del cilindro del pistón representa el 50%, el mecanismo de la válvula el 25% y los accesorios el 15%. (Jia et al., 2018). Las válvulas del motor permiten que el fluido (mezcla de aire y combustible) entre o salga del cilindro. Debido al movimiento frecuente de estos componentes, esto los hace susceptibles a fallas inesperadas, que pueden atribuirse especialmente a una lubricación inadecuada. (Sim et al., 2020). El espacio en la válvula provocará una fuga en la compresión de la mezcla, y la fuga puede representar del 1% al 2% de la masa total del fluido. Debido a este fenómeno, algunos investigadores realizan investigaciones midiendo el desgaste de las ruedas guía y los componentes de la válvula del motor como: temperatura (Kourti, 2005), (Loukopoulos et al., 2019), presión y volumen (Pichler et al., 2016), presión dinámica y velocidad angular instantánea (Elhaj et al., 2008), (Elhaj et al., 2010).



#### PROBLEMA:

Dada la creciente demanda vehicular en la ciudad de Cuenca-Ecuador, que supone la accesibilidad de las personas hacia un medio de transporte, ocasiona que a la vez enfrenten inquietudes ligadas al correcto uso del lubricante por la diversa oferta comercial en cuanto a la viscosidad del mismo.

Los lubricantes de alta viscosidad producen en los motores un mayor consumo de combustible. (Macian, Tormos, Ruiz, & Miro, 2015). Mientras que, una baja viscosidad reducirá el consumo del mismo y por ende habrá menor emisión de gases contaminantes en motores a gasolina con bajo kilometraje. Debido al fenómeno del calentamiento global, la industria automotriz de Cuenca está más preocupada por la reducción de las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de combustible en el transporte. Todo el proceso ha dado lugar a diversas soluciones técnicas en términos de costos de implementación y mejoras relativas, que tienen diferentes complejidades. Una de las soluciones para reducir las emisiones de gases contaminantes es utilizar lubricantes de baja viscosidad debido a la relación costo-beneficio. (Bernardo, Guillermo, Tomas, & Javier, 2016).

#### Delimitación

El presente proyecto investigativo se realizó en el transcurso de los años 2020-2021, en el parque automotor para la ciudad de Cuenca-Ecuador, con la finalidad de determinar el lubricante más óptimo para reducir las emisiones de gases contaminantes y consumo de combustible en un vehículo.



## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Analizar el comportamiento de diferentes tipos de viscosidades de lubricantes sobre las emisiones contaminantes y el consumo de combustible de un motor de combustión interna a gasolina

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar el estado del arte del presente proyecto investigativo con la finalidad de determinar las metodologías necesarias para su desarrollo.
- Plantear un diseño experimental basado en cuatro tipos de viscosidades para la adquisición de datos.
- Seleccionar y extraer las características más significativas de las muestras de emisiones contaminantes y consumo de combustible.
- Evaluar el comportamiento de diferentes viscosidades de lubricantes y su incidencia en el consumo de combustible y emisión de gases contaminantes.



## Capítulo 1

# Revisión del Estado del Arte

### 1.1. Motores de combustión interna a gasolina

El motor de combustión interna convierte la energía térmica contenida en el poder calorífico del combustible en energía mecánica mediante la combustión de la mezcla aire-combustible (Payri & Desantes, 2011). Esta transformación se logra mediante un proceso de rotación, que se realiza en 4 tiempos con el cigüeñal girando dos revoluciones. (Mulvaney et al., 2012).

En un motor de combustión interna, la energía generada por fricción proviene principalmente de tres aspectos. El conjunto del cilindro del pistón representa el 50%, el mecanismo de la válvula el 25% y los accesorios el 15%. (Jia et al., 2018). Debido al movimiento frecuente de estos componentes, esto los hace vulnerables a fallas inesperadas, que pueden atribuirse a una lubricación inadecuada, etc. (Sim et al., 2020).

El propósito de un motor de combustión interna es producir trabajo mecánico a partir de la energía química contenida en el combustible. En un motor de combustión interna, la energía se libera a través de la combustión u oxidación del combustible dentro del motor. (Hernandez & Mercedes, 2014).

En 1876, el alemán Nikolaus Otto construyó el primer motor de combustión interna, que fue el primer motor de combustión interna en adoptar un ciclo de cuatro tiempos. El combustible se inyecta y se mezcla con aire en el cilindro. Una vez que la mezcla de aire y combustible ingresa al cilindro, se comprimirá. Cuando la mezcla de aire y combustible alcance el punto máximo de compresión, la bujía se activará y la bujía generará chispas que harán que el combustible explote. El gas bloqueado en el cilindro se expande y empuja el pistón deslizándose en el cilindro. La energía liberada

Vimos, L., & Coro, O. (2021). *“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES COMERCIALIZADOS EN RIOBAMBA. RIOBAMBA : ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.*

#### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar la composición y propiedades fisicoquímicas de aceites lubricantes automotrices comercializados en el cantón Riobamba con el propósito de conocer las diferencias y factores que causan variación en la composición y propiedades de los aceites nuevos de uso automotriz de las principales marcas usadas en la ciudad. Para lo cual se obtuvo muestras de aceites mediante un muestreo aleatorio estratificado de los principales puntos de comercialización de la ciudad, distribuidos en lavadoras y lubricadoras, centros de taller automotriz y almacenes de repuestos automotrices. Se realizó una encuesta a propietarios de vehículos, obteniendo como resultados que los aceites más comercializados en la ciudad fueron Kendall, Amalie, Golden Bear, de origen extranjero, con grados de viscosidad 20W 50, 10W 30 y 15W 40. La identificación de la composición y propiedades fisicoquímicas de los aceites lubricantes entre diferentes marcas o dentro de la misma marca, se llevó a cabo mediante equipos de diagnóstico rápido para medir la viscosidad y densidad, espectrómetros infrarrojos y analizadores de aceites. Se determinó una diferencia entre sus valores permisibles del proceso de desgaste, contaminación, degradación química presentes en la composición; y densidad, viscosidad, aditivos anti-desgaste, glicol, nitración, oxidación, sulfatación, TBN, TAN y agua presente en las propiedades fisicoquímicas del aceite automotriz. Para el análisis estadístico se utilizó el modelo de cartas de control de variables independientes, dando como resultado una variabilidad significativa en la composición y propiedades fisicoquímicas de los aceites Kendall, Amalie, Golden Bear y su grado de viscosidad. Se concluye que la variación en las distintas propiedades físicoquímicas de los aceites lubricantes es debido a factores como la temperatura, humedad y almacenamiento al que están expuestos en los distintos estratos. Se recomienda almacenar los aceites lubricantes en un lugar adecuado controlando su temperatura y humedad.

**Palabras clave:** <ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES> <PUNTOS DE COMERCIALIZACIÓN> <DENSIDAD> <GRADO DE VISCOSIDAD> <TEMPERATURA>.



BIOLOGER GERMAN  
RAMOS INFIERA

0029-DBRA-LIPT-2022

2022-01-06

## SUMMARY

This research aimed to compare the composition and physicochemical properties of oil automotive lubricants commercialized in Riobamba city to know the difference and factors that cause variation in structure and properties of new oil automotive use of the principal used brands. Oil samples were obtained through a stratified random sampling of the main points of commercialization of the city, distributed in car wash and lubricators, automobile repair shops, and auto parts warehouses. A survey of the vehicles owners was carried out, obtaining as results that the most commercialized oil brands in the city were Kendall, Amalie, Golden Bear, of foreign origin, with viscosity grades 20W 50, 10W 30 and 15W 40. It was conducted the identification of the composition and physicochemical properties of oil lubricants between different brands and within the same brand through equipment for rapid diagnostics to measure viscosity and density, infrared spectrometers, and oil analyzers. It was determined a difference between their allowable values of the process of wear, contamination, chemical degradation present in the structure, and density, viscosity, anti-wear additives, glycol, nitration, oxidation, sulfation, TBN, TAN, and water present in the physicochemical properties of automotive oil. For statistical analysis, used the independent variables control chart model, resulting in significant variability in the composition and physicochemical properties of Kendall oils, Amalie, Golden Bear, and their degree of viscosity. It is concluded that the variation in the different physicochemical properties of lubricating oil is due to factors such as temperature, moisture, and storage to which they are exposed in several strata. It is recommended to store lubricating oil in a suitable place, controlling its temperature, and moisture.

**Keywords:** <AUTOMOTIVE LUBRICANT OIL> <POINTS OF SALE> <DENSITY>  
<GRADE OF VISCOSITY> <TEMPERATURE>.



PL 00000 000000000000 0001  
**PATRICIA PILAR**  
**HOYOTA AMAGUAYA**

## INTRODUCCIÓN

Un vehículo que funciona con un motor de combustión interna utiliza productos que provienen del petróleo, compuestos químicos, bases y aditivos, siendo el caso de los aceites lubricantes, el cual tiene como principal característica la lubricación entre mecanismos que están sometidos a un constante rozamiento entre piezas, esta lubricación generada por el aceite lubricante permite obtener un correcto funcionamiento del motor.

Los aceites lubricantes automotrices utilizados en motores se recomiendan de acuerdo con las diferentes clasificaciones de viscosidades establecidas por la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE). Los cuales establecen siete categorías para aceites de automoción con grado SAE, donde los tres aceites más ligeros, SAE 5W, 10W y 20W, se conocen como grados de invierno (W), mientras que los otros cuatro grados, SAE 20, 30, 40 y 50, tienen viscosidades especificadas entre 40°C y 100 °C, además los aceites monogrados como el SAE 40 y multigrados como el SAE 20W50 son aceites utilizados en automotores a gasolina, diésel e híbrido en la mayoría de los países.

Las diferentes marcas de aceites lubricantes automotrices existentes en el país ya sea nacional o extranjera, enfatizan en la comercialización en diferentes lugares para la utilización en los distintos vehículos a gasolina, diésel e híbrido; donde cada aceite lubricante presenta distintas características de acuerdo a su funcionamiento establecido.

Por lo tanto esta investigación se desarrolla con el fin de conocer la composición y propiedades fisicoquímicas de las marcas principales de los aceites lubricantes de uso automotriz comercializados en múltiples puntos de la ciudad de Riobamba, identificando el grado de consistencia entre sus propiedades y características, mediante una toma de muestra de aceites para su posterior análisis en el laboratorio.

## CAPÍTULO I

### I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

#### I.1. Justificación

El siguiente proyecto de investigación se refiere al estudio comparativo de la composición y propiedades fisicoquímicas de aceites lubricantes. Motivado en la variedad de marcas de aceites lubricantes de uso automotriz y sus puntos de comercialización en la ciudad de Riobamba.

Los análisis de aceites son una herramienta efectiva para asegurar la calidad y la vida útil de la máquina y solo a partir de un diagnóstico el cual evalúa todas las propiedades de los aceites lubricantes se puede identificar averías o fallas antes de que comprometan el rendimiento de la máquina al momento de ponerse en funcionamiento (Harandas, 2019).

Los lubricantes tienen formulaciones las cuales se modifican y se mejoran constantemente esto significa que las distintas marcas de lubricantes que prestan su servicio contienen nuevas formulaciones, aun cuando estas formulaciones actuales son diseñadas para ser superiores a las desarrolladas hace algunos años anteriores, en la actualidad el aceite lubricante de uso automotriz para motores no es tomado con la debida importancia del caso, esto permite que los consumidores presten mayor importancia en precio del aceite antes que a su calidad, y componentes que contiene (Pazos, et al., 2017: p.133).

Las características que presentan las bases en los lubricantes son fundamentales en las distintas aplicaciones, y la forma de medir sus distintas propiedades es muy importante a la hora de fabricar aceites terminados para su utilización, estableciendo normas que se usan de manera habitual y son editadas por el organismo de normalización norteamericano (ASTM), aceptadas internacionalmente (Tejada, et al., 2017: p.138).

La finalidad de esta investigación es realizar una comparación de la composición y propiedades fisicoquímicas de las marcas principales de los aceites lubricantes de uso automotriz comercializados en múltiples puntos de la ciudad de Riobamba, identificando el grado de consistencia entre sus propiedades y características. Adicional a lo anterior, los resultados servirán como base para futuras investigaciones acerca de este tipo de compuestos.

## **1.2. Problema**

Existe una insuficiente información sobre la composición y propiedades fisicoquímicas de las marcas principales de aceites lubricantes comercializados en la ciudad de Riobamba, por lo cual se desconoce el grado de consistencia entre las propiedades de aceites de la misma marca comercializados en diferentes puntos o las semejanzas y diferencias entre aceites de diferentes marcas. La existencia de marcas de aceites lubricantes con distintas propiedades, o incluso entre la misma marca son aspectos a investigar.

## **1.3. Alcance**

Para realizar la investigación lo primero que se realiza es determinar cuántas muestras de aceite se tiene que recolectar y seleccionar puntos de servicio automotriz en el cantón Riobamba, datos que fueron solicitados de acuerdo a la base de datos de control y calidad ambiental de la prefectura de Chimborazo del GAD de Riobamba, con estos datos se espera realizar el recorrido por cada uno de los centros de servicio automotriz, donde se aplica la recolección de cada muestra. Con las muestras obtenidas de aceites se pretende realizar el estudio comparativo de los componentes y propiedades fisicoquímicas de los aceites automotrices comercializadas en esta ciudad.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Realizar un estudio comparativo de la composición y propiedades fisicoquímicas de los aceites lubricantes automotrices que se comercializan en la ciudad de Riobamba.

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Aplicar un plan de muestreo de aceites, desarrollado en base a la determinación de las principales marcas, grados y puntos de comercialización de la ciudad de Riobamba.
- Caracterizar física y químicamente muestras de los aceites lubricantes automotrices recolectados.
- Comparar, aplicando técnicas matemáticas y estadísticas, las diferencias entre marcas, grados y puntos de comercialización.

## 1.5. Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** Si existe una variación significativa en la composición y propiedades físicoquímicas entre diferentes marcas y/o dentro en la misma marca de aceites lubricantes automotrices que se comercializan en la ciudad de Riobamba.

**H<sub>1</sub>:** No existe una variación significativa en la composición y propiedades físicoquímicas en las diferentes marcas y/o en la misma marca de aceites lubricantes automotrices que se comercializan en la ciudad de Riobamba.

## 1.6. Marco teórico

### 1.6.1. Aceite lubricante

El aceite lubricante es definido como un líquido viscoso, el cual es producto a base petróleo o de la refinación primaria de éste, donde tiene como función principal crear una película para poder separar a dos superficies sólidas en contacto, para reducir la fricción, desgaste y consumo de energía (Enriquez, 2016, p.60).

En un motor de combustión interna la lubricación permite disminuir el trabajo perdido por el rozamiento entre las dos piezas metálicas la cual crea una película de lubricante y esas moléculas del aceite se adhieren a ambas superficies, con lo que el rozamiento entre las piezas metálicas es sustituido por un roce de deslizamiento interno del fluido y este rozamiento al ser muy inferior genera menos calor, además si al cambiar continuamente la película de lubricante interpuesta por el rozamiento el calor que se genera será evacuado junto a ella (Sanz, 2011, p.17).

### 1.6.2. Clasificación de los lubricantes

Una base lubricante y una serie de aditivos son aquellos compuestos con los que están constituidos los aceites lubricantes y dependiendo del uso, la base lubricante puede ser mineral la cual es de mayor uso y es proveniente del petróleo crudo o hidrocarbúrica, y también se tiene bases sintéticas o vegetal (Padilla, et al., 2018: p.173).

A partir de la destilación del petróleo y por un proceso de refinado se obtienen los aceites minerales los cuales tienen presentaciones poco exigentes y suficientes y son poco utilizados en procesos más fuertes al momento de utilizarlos, además estos aceites se obtienen a partir de un proceso químico, el cual puede ser o no del petrolero, pero son estabilizadores térmicos donde

Guaman, H. (2020). *Análisis de la degradación y vida útil del lubricante motor, en vehículos modelo actros53s mediante ensayo de viscosidad y Tbn*. Cuenca .

## RESUMEN

En el presente estudio se desarrolla una propuesta para mejorar el proceso de mantenimiento de vehículos de la compañía de transporte pesado BRACAZUA S.A. basándonos en el análisis de aceite usado en motores diésel. La Empresa se dedica al transporte de materiales pétreos, a diversas localidades del país. Necesitando que los vehículos sean modernos y que cuenten con un correcto mantenimiento permitiendo un óptimo funcionamiento para el transporte de la carga. Las unidades por su trabajo necesitan motores de doce mil centímetros cúbicos.

El costo de mantenimiento preventivo por cada unidad es alto, es por tal motivo que los socios de la compañía buscan la forma de abaratar costos de mantenimiento. El más representativo es el cambio de aceite ya que este representa un costo directo de 6.900USD anuales por vehículo. Por tal razón mediante un estudio de análisis de aceite se investigará los factores que intervienen en la durabilidad del lubricante.

Como primer punto tenemos la realización del fundamento teórico sobre el funcionamiento de los motores de combustión interna diésel, la descripción de las partes del motor y también el tipo de sistema de lubricación utilizado en estos motores. A partir de estos temas, se investigó herramientas predictivas para el mantenimiento, la más actual es análisis de aceite y la tribología de lubricantes.

Continuamente, se procedió a realizar un mantenimiento preventivo en la unidad para obtener un mejor desempeño y evaluar la durabilidad de lubricante en base a su kilometraje recorrido. También se realizó el proceso de muestreo, para el cual se estableció pasos estandarizados que garantizan una obtención de muestra pura sin contaminación externa, obteniendo resultados valederos. Se realizó los ensayos técnicos en un laboratorio que nos permita obtener resultados de sus propiedades y así poder analizar la viscosidad y el TBN, ya que estas son una de las propiedades importantes que rigen en la vida útil del lubricante.

Finalmente, los resultados se clasificaron en tres parámetros Rutina, TBN y metales permitiendo su correcta evaluación e interpretación. Los reportes de los análisis se evaluaron en función de los límites condenatorios. Concluyendo que el rango máximo de vida útil del lubricante Delo 400XLE SAE15W-40 es de 12.000Km recorridos y generado un ahorro económico a la compañía BRACAZUA S.A. de 2.300 USD.

---

## SUMMARY

In this study, a proposal is developed to improve the vehicle maintenance process of the heavy transport company BRACAZUA S.A. based on the analysis of used oil in diesel engines. The Company is dedicated to the transportation of stone materials to various locations in the country. Needing that the vehicles are modern and have a correct maintenance allowing an optimal operation for the transport of the load. The units for their work need engines of twelve thousand cubic centimeters.

The cost of preventive maintenance for each unit is high, which is why the company's partners are looking for ways to lower maintenance costs. The most representative is the oil change since it represents a direct cost of 6,900 USD per year per vehicle. For this reason, an oil analysis study will investigate the factors involved in the durability of the lubricant.

As a first point we have the realization of the theoretical foundation on the operation of diesel internal combustion engines, the description of the engine parts and also the type of lubrication system used in these engines. Based on these topics, predictive maintenance tools were investigated, the most current being oil analysis and lubricant tribology.

Continuously, preventive maintenance was performed on the unit to obtain better performance and evaluate the durability of the lubricant based on its mileage. The sampling process was also carried out, for which standardized steps were established that guarantee obtaining a pure sample without external contamination, obtaining valid results. Technical tests were carried out in a laboratory that allows us to obtain results of its properties and thus be able to analyze viscosity and TBN, since these are one of the important properties that govern the useful life of the lubricant.

Finally, the results were classified into three parameters: Routine, TBN and metals, allowing their correct evaluation and interpretation. The analysis reports were evaluated based on the condemnatory limits. Concluding that the maximum useful life range of the Delo 400XLE SAE15W-40 lubricant is 12,000 km traveled and generated an economic saving for the company BRACAZUA S.A of 2,300 USD.

## INTRODUCCIÓN

Los vehículos de los socios de la compañía "BRACAZUA S.A." demanda altos costos de mantenimiento preventivo este proyecto de investigación busca ayudar a optimizar mejor los recursos económicos de la compañía "BRACAZUA S.A.". Realizando un estudio de la degradación del lubricante utilizado y determinar el rango máximo de vida útil del mismo, con procedimientos de recopilación de muestras del lubricante para ser analizadas en un laboratorio químico.

En primer lugar, se recopilará información relacionada con análisis de lubricantes motores diésel para saber los factores que inciden la degradación y vida útil en referencia a tesis, artículos científicos, libros y páginas web.

En segundo lugar, se procederá a recopilar muestras siguiendo el patrón de muestreo a determinados kilómetros de recorridos. El lubricante se depositará en un recipiente para ser enviadas al laboratorio efectuando el análisis de sus propiedades química.

Finalmente, se procederá evaluar los resultados obtenidos en el laboratorio, haciendo una comparativa de los límites dados por el fabricante, determinando los factores de la degradación y la pérdida de sus propiedades de viscosidad y TBN. Este estudio ayudara a los socios de la compañía a un mejor mantenimiento predictivo mejorando su estado financiero y con una contribución en el campo automotriz.

## ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

La Compañía De Transporte Pesado BRACAZUA S.A. se dedica al transporte de materiales pétreos para las diversas construcciones en la localidad del Austro y a nivel del país, por lo tanto, los socios de la compañía utilizan vehículos modernos con motores potentes superando los doce mil centímetros cúbicos, ya que son motores que permiten un rendimiento óptimo para el transporte de carga pesada favoreciendo la entrega y distribución de los materiales pétreos.

Estos vehículos genera altos costos de mantenimiento preventivo por su tipo de carga, las distancias largas y el tipo de vías que frecuentemente recorren, es por tal razón que los socios de la compañía buscan la forma de abaratar costos de mantenimiento preventivo, talvez en el cambio de aceite ya que los vehículos recorren un promedio de 450 kilómetros diariamente, necesitando realizar cada 18 días o 8100 km de trabajo un cambio de lubricante, es así que se consideran 15 cambios anuales aproximadamente a un costo de 460USD por cada unidad, de esta manera anualmente genera un costo de 6.900USD en el año.

En este grupo de transporte pesado se ha realizado limitadas pruebas o análisis de la vida útil del lubricante, rigiéndose a recomendaciones de distribuidores y mecánicos. Estas unidades necesitan un mantenimiento preventivo para su correcto funcionamiento generando así varios gastos siendo uno de estos el deterioro del aceite del motor

La carencia de estudios de tribología y técnicas no intrusivas en la compañía "BRACAZUA S.A. de transporte de materiales pétreos, genera incertidumbre en la durabilidad del lubricante empleado, este tipo de transporte demanda alto costo de operación por lo que la confiabilidad de un equipo puede aumentar al analizar el comportamiento del lubricante.

## ANEXOS MARCO TEORICO

Barrera, R. (2021). *Estudio del desgaste del motor en función del análisis de la composición del aceite lubricador*. (Tesis de Pregrado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba

### CAPÍTULO I

#### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

##### 1.1 Antecedentes históricos

De hace varios años, se usan los lubricantes, siendo la información más antigua redactada es la de los egipcios, alrededor de 4200 años atrás, donde se utilizaba la grasa de origen animal como resultado de la cacería o los animales domesticados que ellos tenían, la insertaban en sus carruajes evitando así la fricción dado que estos equipos de movilización los utilizaban para distintas funciones pero el más importante era el arado, en consecuencia ayudaba a la optimización de recursos en el cultivo, pero también su otro uso era para las guerras tomando en cuenta que se adaptaban dichas estructuras a los caballos. Se tiene información de que hasta el siglo XIX se mezclaba la grasa de origen animal o vegetal, en ciertos casos, con cal. (Plaza y Romero, 2018b)

De acuerdo a la narrativa de (Martinez et al., 2007), se puede conocer que Félix Wankel dominaba el estudio de los motores de combustión interna, con la presentación de un diseño de un tipo de turbina obtuvo la patente en 1936. Al pasar el tiempo, trabajó para BMW, DVL, Junker y Daimier – Benz. Durante este tiempo, llevó a cabo varios prototipos de motores rotativos y también bombas y compresores rotativos.

El primer motor funcional de Wankel se realizó el 7 de julio 1958. Desde entonces, varias empresas han utilizado este motor junto a licencias de aplicación para motores de aviación, automóviles y aplicaciones diésel, de motocicletas, para fabricante de Mazda, Perkins, Rolls – Royce, Fiat, Renault, Citroën y Volkswagen.

En la actualidad los motores de combustión interna ideados por Otto y diésel, aunque la empresa japonesa Mazda siga fomentando y fabricando motores Wankel, ya que los rotativos de este tipo representan varios inconvenientes a mejorar, que los mantienen lejos de los motores alternativos a pistón. (Pérez, 2018)

##### 1.2 Antecedentes de Investigación

El proyecto de investigación basa su análisis en los elementos que se involucran en el desgaste de los motores a causa del mal uso y mantenimiento tardío, las siguientes investigaciones indagaron al menos una de las dos variables de estudio, concluyendo:

Según la investigación de (Ávila, 2018c) al final de su tesis respecto a la "Determinación del desgaste de los elementos mecánicos del motor mediante el análisis del aceite usado" considera que la eficiencia de utilizar la técnica de aceite para pronosticar el comportamiento de los mecanismos internos del motor y detectar potenciales averías y el evitar gastos de mantenimiento elevado y paralizaciones no planificadas de los tractos camiones de la flota. Siendo esta razón imprescindible la realización de un plan de mantenimiento predictivo para todas las unidades de la flota.

Por otra parte, (Viteri y Jaramilla, 2011a) desarrollaron un análisis sobre "La degradación de aceites lubricantes y propuesta de planes de mejora para el mantenimiento del equipo pesado del Ilustre Municipio del Cantón Archidona, donde se concluye que, al no existir un plan de mantenimiento y no contar con un historial de los equipos era evidente la ausencia de operaciones de mantenimiento. Por lo tanto, después de un apropiado mantenimiento como lubricación y engrase, los encargados de cada unidad pueden contribuir a prolongarse la vida útil de cada equipo.

De acuerdo con (Torres, 2005a), se muestra que el análisis del lubricante usado en los motores de combustión interna es una de las posibles herramientas para la aplicación del llamado mantenimiento según condición o estado o mantenimiento predictivo; esto es, el mantenimiento realizado en base al deterioro significativo de un equipo señalado por la variación de un parámetro controlado e indicativo del funcionamiento o rendimiento de dicho equipo.

### **1.3 Motor de combustión interna**

El autor (Alvarado, 2004a, p. 30) manifiesta:

Un motor de combustión interna es un mecanismo capaz de convertir la energía mecánica, en condiciones controladas, el combustible utilizado puede ser gasolina, diésel o gas licuado, y el motor puede funcionar mediante ciclos de dos o cuatro tiempos, es por ello por lo que se habla, entonces, de motores diésel y gasolina de cuatro tiempos y de dos tiempos. Para que un motor produzca energía mecánica, requiere de tres componentes: combustible, aire y combustión.

#### **1.3.1 Combustible**

Sabemos que todo combustible posee algún tipo de energía y que los carburantes más utilizados son el diésel y la gasolina, estos combustibles se presentan en estado líquido y poseen energía química, la cual se transforma en energía calórica, al ser quemados en presencia de oxígeno. Dicha

energía puede ser utilizada para realizar un trabajo, en condiciones especiales y mediante la utilización de ciertos mecanismos. (Alvarado, 2004b, p. 31)

### 1.3.2 Aire

Para que un carburante se quemé debe estar en presencia de oxígeno, el aire se encarga, por un lado, de proporcionar la cantidad de oxígeno necesario para lograr la combustión y por otro, ayudar a obtener la presión y temperatura adecuadas para el proceso. (Alvarado, 2004c, p. 31)

### 1.3.3 Combustión

Es el proceso mediante el cual el combustible se combina con el oxígeno del aire, se inflama y se expanden los gases que se producen dentro de la cámara. La combustión debe ocurrir en forma suave y uniforme, de manera que no cause daños al motor, es decir, que el encendido y quemado del combustible no sea explosivo. (Alvarado, 2004d, p. 32)

### 1.3.4 Componentes del motor de combustión interna

Un motor de combustión interna ya sea diésel o gasolina, consta de las siguientes partes como se muestra en la figura 1-1.



**Figura 1-1:** Motor de combustión interna.

Fuente: (Alvarado, 2004)

- **Bloque de cilindros:** Es la parte básica del motor la más grande. En ella adberidas la mayoría de las piezas ya sea del motor o su sistema de auxiliares. Dentro del bloque se encuentran los cilindros, los cuales algunas veces se mecanizan en el mismo bloque o se presentan como

camisas cambiables. El bloque generalmente se construye de hierro fundido, pero puede encontrarse fabricado con otros materiales más livianos. (Abarado, 2004a)

El bloque de cilindros forma el armazón básico de un motor refrigerado mediante líquido. Otras partes del motor están empuñadas en el bloque de cilindros o enlazadas con el mismo. Los bloques de cilindros de los motores de gasolina y de diésel se parecen mucho, sin embargo, el bloque de cilindros del motor a diésel es más pesado y robusto. Esto es debido a que la relación de compresión y las presiones internas en las cámaras de combustión son más altas en los motores diésel. (Crouse, 1993a)

- **Bujía:** es un artefacto eléctrico compuesto de dos electrodos separados entre los que salta una chispa eléctrica de alto voltaje. Esta chispa origina la combustión de la mezcla carburante comprimida en la cámara de combustión. La bujía va enroscada en la culata del motor y se usa en motores de gasolina, a queroseno y a gas. (Gilarí, 1985a)
- **Volante:** Es una rueda maciza y pesada que va montada en la parte posterior del eje cigüeñal. Cumple varias funciones y entre ellas, aloja en su cara posterior, al sistema de embrague. En su periferia tiene un engranaje anular o cremallera que sirve para iniciar el movimiento del motor al accionar el arrancador eléctrico. Su cara lateral tiene marcas de giro graduadas en grados. Estas marcas están referidas a la posición del pistón y se utilizan para la regulación de la luz de las válvulas, para la sincronización del encendido, la sincronización de la inyección de combustible y para el control del instante de apertura de las válvulas. Acumula energía para entregarla a los pistones cuando éstos se encuentran realizando viajes muertos, es decir, cuando sube en compresión y escape y cuando baja en admisión (Gilarí, 1985b, p. 24)
- **Cilindros:** Son cavidades de forma cilíndrica, alojadas en el bloque. Dentro de estas cavidades se deslizan los pistones, con un movimiento rectilíneo alternativo, es decir, hacia abajo o hacia arriba, en motores lineales o en motores en V, y hacia la derecha o izquierda en motores horizontales. (Abarado, 2004b)
- **Biela:** Elemento que, junto con la manivela, convierte el movimiento lineal del pistón en el rotativo del cigüeñal. (Revira y Muñoz, 2015b, p. 28).
- **Cárter:** Cierre inferior del motor. Contiene el aceite para la lubricación. (Revira y Muñoz, 2015c, p. 28).

Cabrera, J., & Carrera, J. (2017). *Análisis de la degradación del aceite de motor en taxis de la ciudad de Cuenca, por dilución de combustible, sus causas y soluciones*. (Tesis de Pregrado), Universidad del Azuay, Cuenca

Cabrera, Carrera 4

## CAPITULO I

### FUNDAMENTO TEORICO

#### Aceites lubricantes

##### 1.1 Concepto

Un aceite lubricante crea una película entre las piezas móviles de un motor o mecanismo, con la finalidad de reducir el rozamiento entre las partes y así disminuir el desgaste, ruido y temperatura que podría causar en condiciones extremas soldaduras entre componentes del motor (cigüeñal, cojinetes, pistones, ejes de levas, etc.).

*“Los aceites lubricantes son líquidos de gran viscosidad utilizados para la lubricación de una máquina o motor. La composición química exacta de estos productos es prácticamente imposible de definir y aún lo es más en los obtenidos sintéticamente, ya que si bien los grupos de hidrocarburos son los mismos, sus cantidades relativas dependen, en mucho, de la forma de la síntesis. Los buenos aceites sintéticos contienen principalmente combinaciones de anillos ciclónicos con largas cadenas laterales. Las cantidades de cada uno de estos grupos de hidrocarburos son muy importantes, ya que las propiedades de un lubricante dependen principalmente de la preponderancia de uno a otro grupo”.* (MotorGiga, 2014).



Fig. 1.1.- Aceite lubricante automotriz.

Fuente:(Industria Gasolinera, 2016)

## 1.2 Propiedades físicas y químicas de los aceites lubricantes

Las propiedades de los aceites lubricantes, son valoradas mediante parámetros físicos y químicos representados por datos numéricos susceptibles de ser medidos. De esta manera son de gran utilidad para lograr uniformidad en su interpretación, tienen la capacidad adaptarse a cada aplicación de acuerdo a los requerimientos de la máquina y/o mecanismo, y de esta manera determinar las posibles causas de las variaciones.

### 1.2.1 Viscosidad

La viscosidad es la resistencia a fluir que presenta un fluido. Físicamente, la viscosidad es una medida de la fricción interna del fluido, que actúa en oposición al movimiento de sus moléculas, al ejercerse sobre ellas una tensión de cizallamiento. La viscosidad del aceite determina el espesor de la película lubricante que se forma entre dos piezas en contacto. La viscosidad de un lubricante se ve afectada por la variación de la temperatura de forma inversa, si aumenta la temperatura menor será la viscosidad. Un aceite ligero es menos resistente a fluir, por eso su viscosidad es baja. Un aceite espeso es más resistente a fluir por lo tanto tiene una viscosidad más alta.

#### 1.2.1.1 Tipos de viscosidad

##### 1.2.1.1.1 Viscosidad dinámica ( $\mu$ )

La viscosidad dinámica, la cual es función sólo de la fricción interna del fluido, es el parámetro usado más frecuentemente en el diseño de cojinetes y el cálculo de flujo de aceites. Debido a que es más conveniente medir la viscosidad de manera tal que se tenga en cuenta la densidad del aceite; para caracterizar a los lubricantes normalmente se utiliza la viscosidad cinemática.

La viscosidad dinámica o absoluta es función sólo de la fricción interna del fluido, y se define como el cociente resultante de dividir el esfuerzo de corte ( $EC = \text{Fuerza}/\text{Área}$ ) ejercido sobre un fluido, para la velocidad de corte ( $VC = \text{Velocidad}/\text{Distancia}$ ) a la que se mueve la capa del fluido sobre la que actúa el esfuerzo de corte

$$\tau = F/A \quad (1.1)$$

$$Vc = v/d \quad (1.2)$$

Las unidades que se utilizan son  $[\text{Kg}/\text{m} \cdot \text{s}]$ ;  $[\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2]$ ;  $[\text{Pa} \cdot \text{s}]$ . La unidad más difundida para expresar la viscosidad es el poise, equivalente a  $0.1 [\text{Pa} \cdot \text{s}]$  o el centipoise  $[\text{cP}]$ ;  $1 \text{ cP} = 0,001 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ . El centipoise es una unidad de medida de la viscosidad dinámica o absoluta referente, debido a que la viscosidad del agua a  $20^\circ\text{C}$  es 1 centipoise.

#### 1.2.1.1.2 Viscosidad cinemática ( $\nu$ )

La viscosidad cinemática de un fluido es su viscosidad dinámica ( $\mu$ ) dividida por su densidad ( $\rho$ ), ambos medidos a la misma temperatura, y expresada en unidades consistentes. Las unidades más comunes que se utilizan para expresar la viscosidad cinemática son: stokes (St)

$$\nu = \mu/\rho \quad (1.3)$$

#### 1.2.1.2 Factores que afectan a la viscosidad

La viscosidad de un lubricante no es posible que permanezca constante, se afecta por diversos factores:

##### -Temperatura

Cuando aumenta la temperatura del aceite, la viscosidad disminuye ya que sus moléculas adquieren mayor movilidad y su cohesión disminuye. La viscosidad aumenta cuando la temperatura disminuye.

##### -Sustancias extrañas

Mientras el aceite actúa como lubricante, se ve expuesto a sustancias extrañas que acaban afectándolo, modificando sus características, esta modificación será permanente y progresiva. La viscosidad de un lubricante puede disminuir a causa de la baja calidad del mismo y debido a disolución de otras sustancias; a su vez, puede también aumentar debido a la baja calidad, pocos aditivos, acumulación de contaminantes y oxidación; esto lleva a una degradación del lubricante. Es más frecuente una pérdida de viscosidad que un incremento.

#### 1.2.1.3 Índice de viscosidad

El índice de viscosidad es la magnitud que mide la mayor o menor variación que sufre la viscosidad de un aceite al modificarse su temperatura.

#### 1.2.1.4 Medición de índice de viscosidad en aceites lubricantes

Para definir el índice de viscosidad de un aceite según la norma de la sociedad americana para pruebas de materiales (American Society for Testing of Materials) ASTM D2270 se compara sus respectivas viscosidades a dos temperaturas distintas y fijas que son 100°F y 210°F (correspondientes a 38 y 98.9°C). En una escala arbitraria que se acepta universalmente como patrón, se ha tomado como índice de viscosidad cero al de un aceite de tipo nafténico, y como índice de viscosidad cien al de un aceite de tipo parafínico. Cuanto más alto es el índice de viscosidad de un aceite, menor es su pérdida de viscosidad al incrementarse la temperatura.

### **1.2.2 Punto de inflamación**

El punto de inflamación de un aceite lo determina la temperatura mínima a la cual los vapores desprendidos por un aceite se inflaman en presencia de una llama o chispa que va saltando casi de un modo continuo.

### **1.2.3 Punto de fluidez**

El punto de fluidez es la temperatura mínima a la que fluye el aceite por los circuitos del sistema de lubricación. Cuando un óleo se encuentra a bajas temperaturas se vuelve más viscoso, por esta razón, tiene una elevada resistencia interna a fluir, esto dificulta su función lubricante.

### **1.2.4 Número total base (TBN)**

Es la reserva alcalina de un lubricante, informa sobre su capacidad de neutralizar productos ácidos (principalmente ácido sulfúrico y ácido nítrico) procedentes de la combustión y de la oxidación del aceite a temperaturas elevadas. El parámetro que se usa para comprobar el estado de degradación de esta cualidad expresándose en miligramos de hidróxido de potasio (KOH) por gramo de aceite es comparándola mediante una prueba de laboratorio, con estándares ASTM D-2896 de una muestra de aceite, para contrastarlo con los límites condenatorios que están en función del valor inicial de un aceite y así establecer la idoneidad del mismo en función a los límites condenatorios.

### **1.2.5 Número Ácido Total (TAN)**

Este parámetro llamado Número Ácido Total, permite cuantificar tanto la cantidad de ácidos orgánicos como de ácidos fuertes inorgánicos, presentes en el lubricante, la oxidación del óleo

ocasiona corrosión de las piezas que son lubricadas, así también, la formación de lodos y barnices; para establecer la cantidad de ácidos presentes en el aceite, se emplea una prueba de laboratorio que se fundamenta en la norma ASTM D 664.

#### **1.2.5.1 Medición del TAN en lubricantes**

La medición del TAN se realiza según la norma ASTM D 664, mediante la valoración potenciométrica, donde se añaden pequeños volúmenes de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para neutralizar los ácidos existentes en un gramo de aceite.

#### **1.2.6 Cenizas sulfatadas**

Las cenizas sulfatadas es una medida de la capacidad detergente-dispersante de un lubricante, es decir, de la capacidad que tiene para evitar o reducir la formación de depósitos carbonosos en las zonas calientes del motor (alojamientos de los segmentos, falda de los pistones, guías y vástagos de las válvulas), evitando la adherencia de esos depósitos y manteniendo en suspensión en el aceite en forma de pequeñas partículas. La medición de las cenizas sulfatadas se realiza mediante la norma ASTM D-874, el equipo analítico empleado en los laboratorios especializados para la cuantificación de las cenizas sulfatadas es un equipo fotométrico, el cual calcula el área de una mancha de lubricante sobre un papel absorbente, determinando posteriormente mediante patrones internos la detergencia de la muestra.

#### **1.2.7 Peso específico**

Un parámetro físico importante del aceite lubricante es su peso específico, que se mide directamente o mediante la medición de otra característica relacionada, la densidad, que es la relación existente entre la masa de lubricante y el volumen ocupado, medidos a una temperatura constante. La densidad varía en función de la naturaleza del lubricante, los aceites de base parafínica tienen menor densidad que los de tipo aromático o nafténico.

#### **1.2.8 Demulsibilidad**

La demulsibilidad es la propiedad del aceite para separarse del agua y resistir la formación de emulsiones. La capacidad de un aceite para resistir la formación de emulsiones en la operación

Widman. (FEBRERO de 2024). *Widman.biz*. Obtenido de Widman.biz:  
<https://www.widman.biz/Analisis/degradacion.php>



### La diferencia entre aceites de motor, transmisión, diferencial, etc.

Por Richard Widman

*Normalmente cuando preguntamos a los mecánicos, compradores, y otras personas si conocen la diferencia entre aceite de motor y aceite de transmisiones, o aceite hidráulico, contestan con una sola palabra:*

*Viscosidad. Cuando pedimos detalles, dicen que el hidráulico es bien delgado (poca viscosidad), aceite de motor más viscoso, y aceite de transmisión mucho más viscoso. Este mes veremos la veracidad de este mito y veremos las diferencias reales.*

*Este es el Boletín #176 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato Acrobat pdf en <https://www.widman.biz>*

[Descargar iBooks](#) — [Descargar Kindle](#) — [Descargar pdf](#)

#### El mito

Desde un tiempo atrás, en cursos de capacitación, empezamos con las preguntas sobre las diferencias entre aceite de motor y aceite de transmisiones, o entre aceite de motor y aceite hidráulico. Lo preocupante es que los participantes son ingenieros, mecánicos, o estudiantes de estas carreras, o dueños de autos y motos que pueden ser engañados. Son las personas encargadas de mantener nuestro equipo. Son personas que actualmente colocan el aceite a nuestros equipos o nuestros autos.

Unos días atrás, leyendo una pregunta en un foro internacional, vimos que un participante hizo la misma pregunta: "Cuál es la diferencia entre aceite de motor y aceite de transmisiones?". Ya había una media docena de respuestas, citando simplemente viscosidad, y que la viscosidad del aceite de transmisiones es mayor que aceite de motores.

Obviamente tuve que responder correctamente antes de que los miles de lectores aprendieran lo incorrecto (siguiendo el mito que "si está en el internet, es verdad"). No faltó mucho tiempo antes de recibir una respuesta que estoy totalmente equivocado, que aceite de transmisiones es mucho más viscoso, y que durante los 15 años que él trabaja en un concesionario, coloca 85W-140 en las transmisiones de todos los autos que atienden, y que es mucho más grueso que el 20W-50 que ponen en los motores. Tengo que admitir que me asusté. Me pregunté: *¿Cómo puede ser que un concesionario tenga gente tan mal informada trabajando en el taller, y un proveedor que sea cómplice en esa destrucción de autos?*

Para empezar, veremos las viscosidades de los aceites de motor y de transmisión (caja mecánica) recomendados por casi todos los autos y camionetas de las últimas dos décadas.

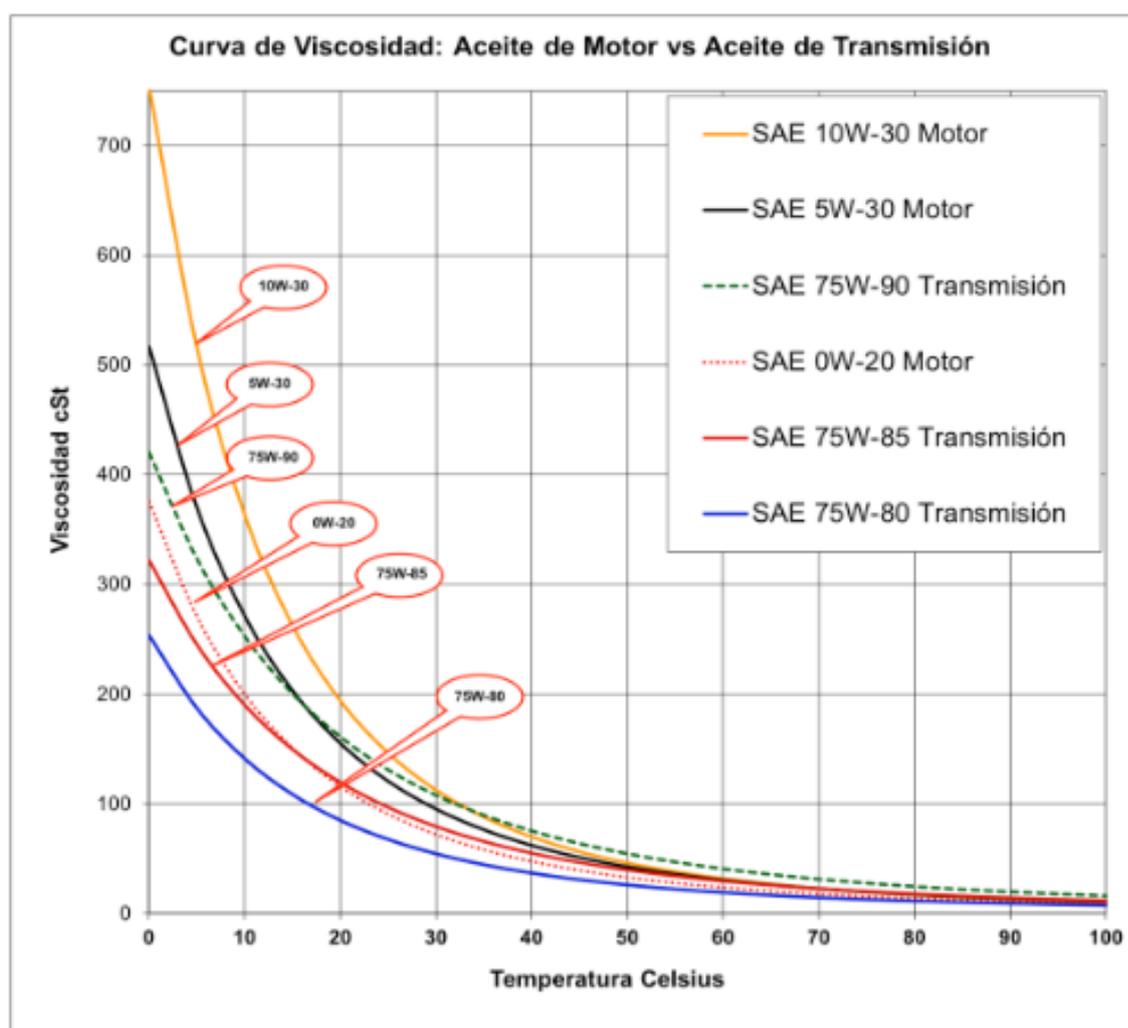
Para motores la mayoría de las marcas recomiendan:

- SAE 0W-20
- SAE 5W-30
- SAE 10W-30

Para transmisiones recomiendan

- SAE 75W-80
- SAE 75W-85
- SAE 75W-90

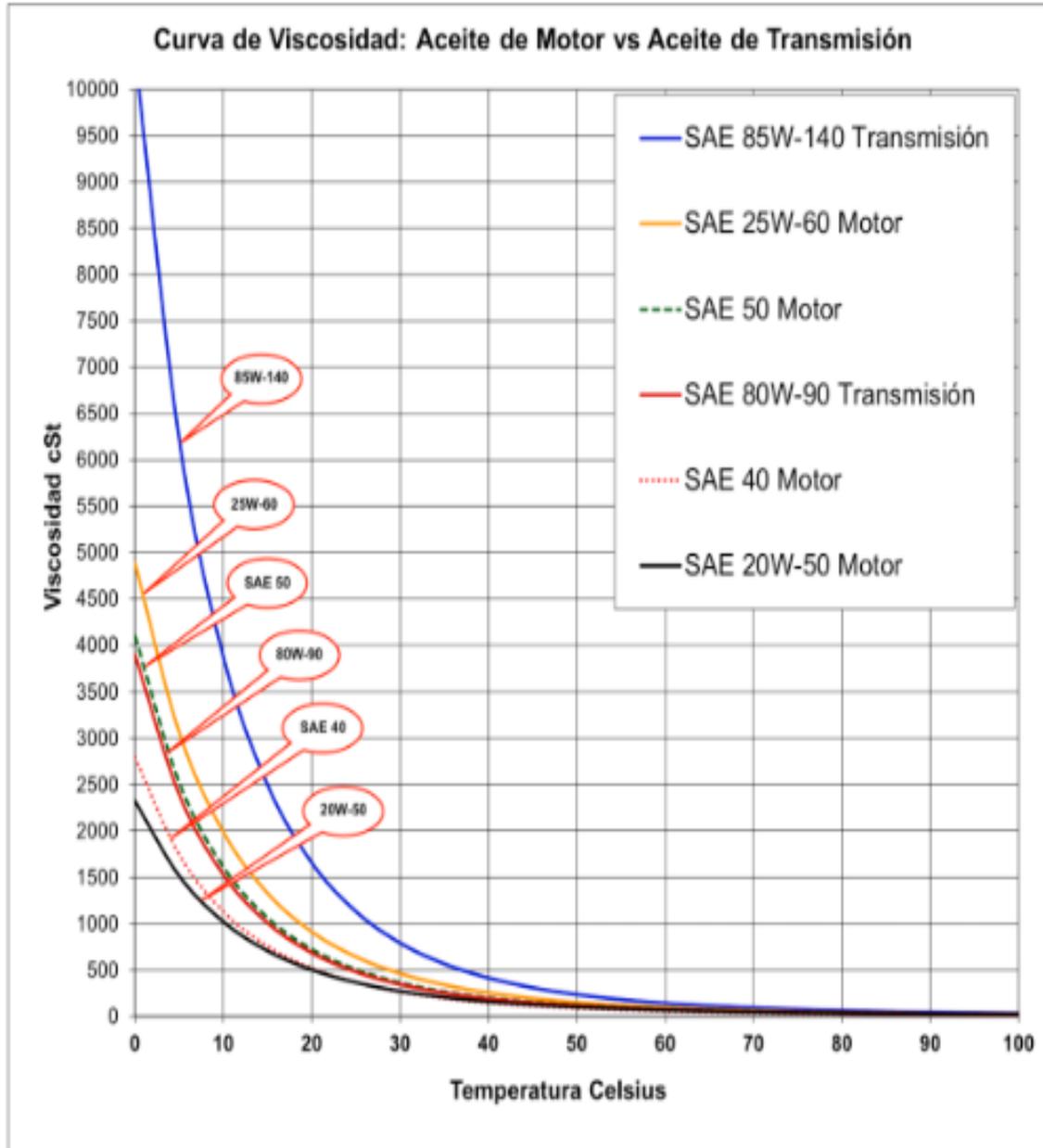
Este gráfico muestra el comportamiento de la viscosidad de cada uno de estos seis productos desde 0°C hasta 100°C. El motor normalmente trabaja entre 90°C y 100°C, mientras la caja mecánica normalmente solo alcanza 50° a 70°C.



Aquí podemos ver que el aceite más viscoso de los seis es el SAE 10W-30 de motor, seguido por el SAE 5W-30 (a temperaturas debajo de 18°C, donde el 75W-90 lo alcanza).

Entonces la diferencia **NO ES VISCOSIDAD**. La diferencia está en los aditivos, ya que un aceite de transmisión necesita más protección contra extrema presión, y uno de motor necesita combatir los efectos de temperatura y combustión, la formación de ácidos, los lodos por la compresión del aire del exterior, etc.

Para los que todavía piensan en aceites de alta viscosidad, aunque no deben ser usados en los autos, colocamos la comparación entre los aceites de motor de alta viscosidad y los aceites de transmisión de muy alta viscosidad.



Aquí vemos que, si, el 85W-140 es muy viscoso. Tan viscoso que solo unas cuantas marcas de camiones lo recomiendan en algunas de sus transmisiones. También colocamos aquí el aceite de motor 25W-60 porque está en el mercado, aunque el uso destruye cualquier motor.

- **Aceite de Motor a gasolina:** Aceite diseñado para ser lo más resbaloso posible, utilizando modificadores de fricción, algo de detergente, y algo de anti-desgaste. Es diseñado para absorber la humedad de la combustión y dejarla evaporar cuando se calienta. Este aceite está en desarrollo constante para mejorar la vida útil del motor y reducir los costos de combustible y de mantenimiento.
- **Aceite de Motor a diésel:** Tiene mucho más detergente y aditivos anti-desgaste para aguantar los periodos más largos de cambio y mayor compresión del motor diésel de camiones y equipo pesado. También está diseñado para absorber humedad y dejarlo evaporar cuando se calienta. Es utilizado en ciertas transmisiones de camiones y ciertas camionetas de Isuzu y Chevrolet, además de ciertos autos antiguos donde la caja está en el cárter del motor. Este aceite está en desarrollo constante mientras se implementa accesorios para reducir las emisiones de gases peligrosos al medio ambiente.
- **Aceite de motor de motos a 4 tiempos (con embrague húmedo):** Esta es una formulación similar a aceite de motor a gasolina sin los modificadores de fricción resbalosos, con la adición de modificadores de fricción que causa más agarre de los embragues, mejorando su durabilidad y performance. También son utilizados en unos cuantos autos que tienen la caja automática en el cárter del motor.
- **Aceite para motos a 2 tiempos:** Este es un aceite de baja viscosidad con aditivos anti-desgaste y un aditivo que lo mantiene en suspensión en la gasolina mientras está guardado. No debe entrar en ningún otro equipo.
- **Aceite para transmisiones automáticas:** Este es un aceite de baja viscosidad que puede aguantar las altas temperaturas (la transmisión automática opera entre 75°C y 85°C), llevar este calor al radiador del auto para disipar, lubricar todos los cojinetes y engranajes dentro de la caja, y frenar los discos cuando llega el momento correcto de agarre en cada uno de sus cambios. Hay docenas de especificaciones, pero básicamente son cubiertas con una de tres formulaciones, y otra formulación con casi la mitad de la viscosidad de los otros para las cajas de 8 y 9 velocidades de Jeep, Audi, VW, BMW, y otras marcas (esto para los últimos modelos). Siempre se debe verificar las etiquetas para ver la compatibilidad del aceite ATF. Esto también es utilizado en la dirección hidráulica de muchos autos y camiones
- **CVT:** Fluido para transmisiones de variación continua es un aceite que se parece al ATF, pero no es. Tiene aditivos sintéticos muy especiales para hacer que la correa agarre las poleas. Si resbala, se gastan las poleas y acaba con la transmisión. Las últimas formulaciones mejoran el comportamiento de las cajas CVT de varios años atrás. Para más detalles vea el [boletín 73](#).
- **Aceite para transmisiones sincronizadas:** (A veces llamado "MTF" para "Manual Transmission Fluid"). Esto es un aceite de las viscosidades que mostramos al comienzo, que contiene aditivos para extrema presión (API GL-4) para las superficies de los engranajes y alta lubricación de los cojinetes o rodamientos, pero también contiene un aditivo para hacer agarrar a los sincronizadores para facilitar el manejo y reducir el desgaste. Las nuevas formulaciones no contienen azufre/fósforo, haciéndolos amigos de las piezas de bronce u otros metales blandos. Los anteriores contiene azufre/fósforo, pero cerca de 50% de lo que contiene el aceite de diferenciales (GL-5). Para más detalles vea el [boletín 149](#).

Noria . (2024). *Análisis de Lubricantes*. León Guanajuato: Lube Learn.

## Concepto 1: ¿Qué es la viscosidad

Necesitamos comprender mejor qué es la viscosidad, antes de pasar a definir cómo la medimos.

La viscosidad es la resistencia del fluido a fluir. O dicho simplemente, qué tan espeso o fluido es el líquido. Compare agua y miel; es fácil ver la diferencia.

Los químicos del petróleo miden la viscosidad de dos maneras diferentes. La primera forma se llama Viscosidad cinemática y la segunda forma se llama Viscosidad dinámica o absoluta. Ambas tienen sus usos.

Otro punto importante es estar conscientes de que el aceite se espesa cuando hace se enfría y se adelgaza cuando se calienta.

En una ocasión, un asistente a una capacitación que estaba haciendo sobre aceites para automóviles comentó, "se refiere a miel sacada del congelador en comparación con miel sacada del microondas". ¡No podría haberlo dicho mejor! Sé que no solemos poner miel en el microondas, pero funciona para este artículo.

La Asociación de Ingenieros Automotrices (SAE, por sus siglas en inglés) ha creado una clasificación de viscosidad para los aceites de motor. Para este artículo vamos a poner como ejemplo un aceite SAE 0W-30 y analizaremos su significado.

El grado de viscosidad de arranque en frío, 0W en nuestro ejemplo, se mide a una temperatura muy fría, donde el aceite tendrá una alta viscosidad. El grado de viscosidad a temperatura de operación, 30 en nuestro ejemplo, se mide a una temperatura de 100 °C.

### Concepto 2: ¿Qué es la viscosidad cinemática?

La viscosidad cinemática se calcula en función del tiempo que tarda en viajar el aceite de prueba a través de un tubo de vidrio. Es la fuerza de la gravedad la que actúa aquí. El aceite de mayor viscosidad tarda más en fluir a través de este equipo de laboratorio, llamado viscosímetro.

La viscosidad cinemática se mide en centistokes (cSt); es posible que lo vea en las hojas de especificaciones como mm<sup>2</sup>/s. Lleva el nombre de un irlandés llamado Sir George Stokes de la década de 1840.

Otra forma de ver la viscosidad cinemática es poniendo nuestros dos tarros de miel boca abajo. La miel sacada del horno de microondas provocará un desastre pegajoso en la mesa, la miel sacada del refrigerador tardará mucho más en gotear.

En ambos casos, en el laboratorio y en la cocina, la fuerza que actúa es la gravedad.

La viscosidad sólo es relevante si se indica la temperatura a la cual se mide. Decir que la miel no fluye fácilmente es un poco inútil a menos que mencionemos la temperatura específica a la que está la miel.

El grado de viscosidad a temperatura de operación, SAE 30 en nuestro ejemplo, se mide a una temperatura de 100 °C.

La tabla de clasificación de viscosidad para aceites de motor SAE J-300 enumera los rangos aceptables para los distintos grados de viscosidad. En la Figura 1 vemos que el rango de viscosidad del grado SAE 30 está entre 9.3 y 12.5 cSt a 100 °C.

La hoja de especificaciones del aceite Valvoline SynPower en la Figura 1 tiene una viscosidad de 9.4 centistokes a 100 °C. Lo que demuestra que corresponde al grado de viscosidad SAE 30.

### Concepto 3 – Qué es la *viscosidad dinámica o absoluta*

La viscosidad dinámica se utiliza para medir el desempeño del aceite a bajas temperaturas. En nuestro ejemplo, esta es la fuerza que se necesita para mover el aceite cuando está muy frío durante el arranque, por ejemplo, a menos 35 °C. Se mide en centipoise cP, aunque es posible que se reporte también en milipascal segundo (mPa.s) que son unidades del sistema internacional de medidas.

Centipoise lleva el nombre de un francés llamado Jean Louis Poiseuille, también de la década de 1840.

Volviendo al ejemplo de la miel. Si intenta revolver la miel sacada del congelador, ¡es probable que se rompa la cuchara!

La fuerza para agitar el aceite proviene de la máquina de prueba en el laboratorio. La fuerza para agitar la miel proviene de su brazo.

La viscosidad de arranque en frío, 0W en nuestro ejemplo, se mide a una temperatura muy fría, donde el aceite tendrá una alta viscosidad.

Para obtener una clasificación de 0 W, el aceite debe pasar dos pruebas a diferente temperatura, a menos 35 °C para el arranque a baja temperatura y a menos 40 °C para el bombeo a baja temperatura.

En primer lugar, la prueba de arranque a baja temperatura: ¿el aceite permite que el motor de arranque gire y permita encender el motor?

La segunda prueba es la de bombeo a baja temperatura: ¿es el aceite lo suficientemente fluido para ser bombeado a través de la bomba de aceite?

Esta segunda prueba se introdujo después del invierno muy frío de 1980. Los motores de los automóviles arrancaban, pero el aceite no fluía dentro del motor, con inevitables consecuencias catastróficas para el motor.

Grado de viscosidad SAE	Máxima viscosidad en arranque (cP) ASTM D5293	Máxima viscosidad de bombeo (cP) ASTM D4684
0W	6,200@ -35 °C	60,000@ -40 °C
5W	6,600@ -30 °C	60,000@ -35 °C
10W	7,000@ -25 °C	60,000@ -30 °C
15W	7,000@ -20 °C	60,000@ -25 °C
20W	9,500@ -15 °C	60,000@ -20 °C
25W	13,000@ -10 °C	60,000@ -15 °C

© Noria Corporation

Figura 2. Clasificación de viscosidad SAE J-300 para baja temperatura

Retoño, E. (FEBRERO de 2022). *El Retoño C.A.* Obtenido de El Retoño C.A.:  
<https://www.elretono.com.ve/productos/lubricantes/motores-cuatro-tiempos>

Propiedades Físico - Químicas	Método de Ensayo		Unidades	Cifras Típicas	
	Covenin	ASTM		Semi-sintética	Mineral
				SAE 10W-30	SAE 15W-40
Viscosidad @ 40° C	424	D 445	cSt	72	120
Viscosidad @ 100° C	424	D 445	cSt	11.02	14.5
Índice de Viscosidad	889	D 2270	Adm	143	130
Punto de Fluidez	877	D 97	° C	- 27	- 21
Punto de Inflamación (copa abierta)	372	D 92	° C	223	233
Densidad Relativa @ 15.6 ° C	1143	D 1298	Adm	0.8679	0.880
Viscosidad Aparente CCS	869	D 5293	cP	6.490	6.298
Viscosidad Temperatura			° C	- 25	- 20
Bomb. a bajas Temperaturas	-	-	cP	32.300	34.100
Viscosidad Temperatura			° C	-30	- 25
Número básico	2426	D 2896	mg KOH/g	6.3	6.3

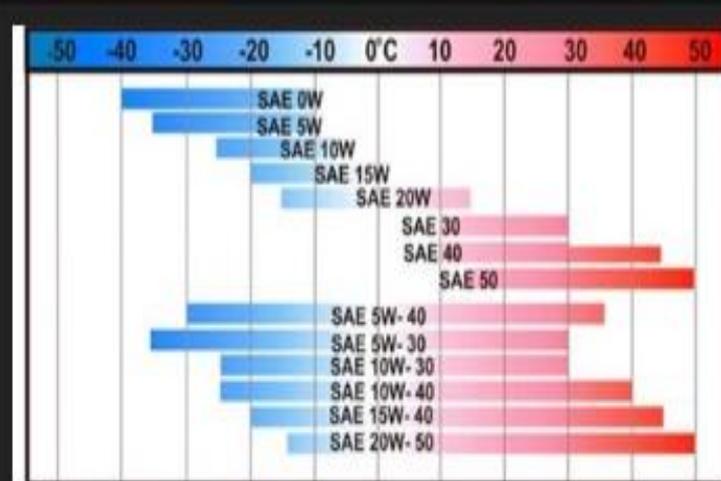
Widman. (FEBRERO de 2024). *Widman.biz*. Obtenido de *Widman.biz*:  
<https://www.widman.biz/Analisis/degradacion.php>

### 1.1.1 ACEITES MONOGRADOS Y MULTIGRADOS

Cuando un lubricante es formulado para cumplir con sólo uno de los requisitos de la tabla, es decir, baja temperatura (W, invierno) o alta temperatura (verano), se dice que este aceite es un “monogrado” (por ejemplo: SAE 30). Por otro lado, cuando un aceite cumple con un grado de invierno y uno de verano, se dice que es “multigrado” (por ejemplo: SAE 10W-30); es decir, este aceite se comporta como un SAE 10W a bajas temperaturas y como un SAE 30 en altas temperaturas. Para lograr este comportamiento, los aceites multigrados suelen ser formulados con aditivos que le permiten fluir a bajas temperaturas evitando la formación de geles o ceras, denominados depresores de punto de fluidez (PPD, en inglés), y aditivos que le mejoran el índice de viscosidad (IV) para poder mantener la viscosidad a altas temperaturas, llamados mejoradores del índice de viscosidad (VII, en inglés).



En la actualidad, la mayoría, si no todos, los fabricantes de motores a gasolina y diésel recomiendan el uso de aceites multigrados por las ventajas que presentan en cuanto a economía de combustible y consumo de aceite, entre otros.





**ANEXOS MATERIALES Y METODOS**

PRODUCTIVIDAD, M. D. (2014). RTE INEN 014 “ACEITES LUBRICANTES”. *Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y avelegirlos con libertad* (págs. 1,7). Quito : Inen .

**Anexo-6****INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA****NTE INEN 2027:2011**  
**Segunda revisión**

---

**PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. ACEITES LUBRICANTES PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE CICLO DE OTTO. REQUISITOS.****Primera Edición**

PETROLEUM PRODUCTS. LUBRICANT OILS FOR OTTO CYCLE INTERNAL COMBUSTION ENGINES. REQUIREMENTS.

Second Edition

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. ACEITES LUBRICANTES PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE CICLO DE OTTO. REQUISITOS.	NTE INEN 2027:2011 Segunda revisión 2011-07
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo de Otto.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los aceites lubricantes utilizados para motores de ciclo de Otto, incluyendo los sistemas de carburación dual.</p> <p>2.2 Esta norma no se aplica a los aceites lubricantes para motores de dos tiempos.</p> <p>2.3 Esta norma no se aplica a los aceites lubricantes para motores que utilizan como combustible gas natural.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Aceites básicos minerales.</i> Producto derivado directo de la refinación del petróleo usado en la producción de lubricantes.</p> <p>3.1.2 <i>Aceites básicos sintéticos.</i> Aquellos obtenidos por procedimientos petroquímicos</p> <p>3.1.3 <i>Aceites básicos semisintéticos.</i> Son productos obtenidos de la mezcla de aceites básicos minerales con aceites básicos sintéticos.</p> <p>3.1.4 <i>Aceite Monógrado.</i> Aquel que tiene un solo grado de viscosidad SAE.</p> <p>3.1.5 <i>Aceite Multigrado.</i> Aquel que tiene dos grados de viscosidad SAE.</p> <p>3.1.6 <i>Aditivos.</i> Compuesto que se agrega a los aceites básicos con el fin de impartir nuevas propiedades o reforzar algunas ya existentes.</p> <p>3.1.7 <i>API.</i> Siglas en el idioma inglés del Instituto Americano del Petróleo, organismo con sede en los Estados Unidos de Norteamérica, que, entre otras actividades, establece la clasificación y nomenclatura de los aceites lubricantes, según el nivel de desempeño.</p> <p>3.1.8 <i>ASTM.</i> Siglas en el idioma inglés de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales, organismo con sede en los Estados Unidos de Norteamérica, que, entre otras actividades, establece estándares de calidad y métodos de ensayo de laboratorio.</p> <p>3.1.9 <i>Clasificación API.</i> Orden sistemático de las categorías de acuerdo con los diferentes niveles de desempeño en ensayos patrón para motores de combustión interna de ciclo de Otto y ciclo de Otto.</p> <p>3.1.10 <i>Categoría API.</i> Designación tal como SG, SH, SJ, SL, SM o superiores, que definen un nivel de desempeño del lubricante, conforme la clasificación API.</p> <p>3.1.11 <i>Lote.</i> Es la cantidad específica de producción de aceite lubricante, que cuenta con características uniformes, que se somete a inspección como una unidad.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Petróleo y tecnologías afines, lubricantes, aceites industriales, aceite lubricante, sistemas de lubricación, motor de combustión interna, ciclo de Otto, requisitos</p>		

**3.1.12 Muestra.** Es una cantidad representativa de aceite lubricante, extraída de un lote, a la que se le realiza los análisis de laboratorio, cuyos resultados permitirán evaluar una o más características de calidad de ese lote. Esto servirá para tomar decisiones sobre dicho lote o sobre el proceso que lo produjo.

**3.1.13 SAE.** Siglas en el idioma inglés de la Sociedad Americana de Ingenieros Automotrices, organismo con sede en los Estados Unidos de Norteamérica, que, entre otras actividades, establece la clasificación de los aceites lubricantes para motores de combustión interna, según la viscosidad.

#### 4. CLASIFICACIÓN

##### 4.1 Clasificación por la viscosidad

###### 4.1.1 Clasificación SAE para aceites lubricantes monógrados (ver tabla 1)

**TABLA 1.** Clasificación de los aceites lubricantes monógrados para motor, por su viscosidad (Basada en norma SAE J300)

Grado de viscosidad SAE	Viscosidad Dinámica máxima a temperatura mínima (mPa·s a °C)		Viscosidad Cinemática a 100°C (m <sup>2</sup> /s)	
	Arranque	Bombeo	Min.	Máx.
0W	6 200 a -35	60 000 a -40	$3,8 \cdot 10^{-6}$	
5W	6 600 a -30	60 000 a -35	$3,8 \cdot 10^{-6}$	
10W	7 000 a -25	60 000 a -30	$4,1 \cdot 10^{-6}$	
15W	7 000 a -20	60 000 a -25	$5,6 \cdot 10^{-6}$	
20W	9 500 a -15	60 000 a -20	$5,6 \cdot 10^{-6}$	
25W	13 000 a -10	60 000 a -15	$9,3 \cdot 10^{-6}$	
20			$5,6 \cdot 10^{-6}$	$< 9,3 \cdot 10^{-6}$
30			$9,3 \cdot 10^{-6}$	$< 12,5 \cdot 10^{-6}$
40			$12,5 \cdot 10^{-6}$	$< 16,3 \cdot 10^{-6}$
50			$16,3 \cdot 10^{-6}$	$< 21,9 \cdot 10^{-6}$
60			$21,9 \cdot 10^{-6}$	$< 26,1 \cdot 10^{-6}$

###### 4.1.2 Clasificación SAE para aceites lubricantes multigrados (ver tabla 2)

**TABLA 2.** Clasificación de los aceites lubricantes multigrados para motor, por su viscosidad

Grado de viscosidad SAE	Viscosidad cinemática a 100°C (m <sup>2</sup> /s)	
	Min.	Máx.
0W/20	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$9,3 \cdot 10^{-6}$
0W/30	$9,3 \cdot 10^{-6}$	$12,5 \cdot 10^{-6}$
0W/40	$12,5 \cdot 10^{-6}$	$16,3 \cdot 10^{-6}$
5W/20	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$9,3 \cdot 10^{-6}$
5W/30	$9,3 \cdot 10^{-6}$	$12,5 \cdot 10^{-6}$
5W/40	$12,5 \cdot 10^{-6}$	$16,3 \cdot 10^{-6}$
5W/50	$16,3 \cdot 10^{-6}$	$21,9 \cdot 10^{-6}$
10W/30	$9,3 \cdot 10^{-6}$	$12,5 \cdot 10^{-6}$
10W/40	$12,5 \cdot 10^{-6}$	$16,3 \cdot 10^{-6}$
15W/40	$12,5 \cdot 10^{-6}$	$16,3 \cdot 10^{-6}$
15W/50	$16,3 \cdot 10^{-6}$	$21,9 \cdot 10^{-6}$
20W/20	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$9,3 \cdot 10^{-6}$
20W/30	$9,3 \cdot 10^{-6}$	$12,5 \cdot 10^{-6}$
20W/40	$12,5 \cdot 10^{-6}$	$16,3 \cdot 10^{-6}$
20W/50	$16,3 \cdot 10^{-6}$	$21,9 \cdot 10^{-6}$
25W/50	$16,3 \cdot 10^{-6}$	$21,9 \cdot 10^{-6}$
25W/60	$21,9 \cdot 10^{-6}$	$26,1 \cdot 10^{-6}$

(Continúa)

#### 4.2 Clasificación por la calidad del desempeño en el servicio.

##### 4.2.1 Clasificación API para aceites lubricantes (ver tabla 3).

**TABLA 3. Clasificación API de los aceites lubricantes para motores ciclo de Otto**

CATEGORÍA	SERVICIO	ESTADO
SG	Para motores de 1993 y anteriores	Obsoleto
SH	Para motores de 1996 y anteriores	Obsoleto
SJ	Para motores de automóvil del año 2001 y anteriores	Vigente
SL	Para motores de automóvil del año 2004 y anteriores	Vigente
SM	Para motores de automóvil a partir del año 2004 y anteriores.	Vigente

### 5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Los aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo de Otto deben estar libres de materiales en suspensión, sedimentos, agua y cualquier otra impureza extraña.

5.2 Los ensayos que el API establece para determinar el nivel de servicio de los aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo de Otto se indican en la tabla 4.

**TABLA 4. Ensayos de aceite de motor para clasificación de servicio API (Basada en Norma SAE J183)**

SERVICIO API	ENSAYOS
SG	CRC L-38
	Secuencia IID
	Secuencia IIIE
	Secuencia VE
	Caterpillar 1H2
SH	CRC L-38
	Secuencia IID
	Secuencia IIIE
	Secuencia VE
SJ	CRC L-38
	Secuencia IID
	Secuencia IIIE
	Secuencia VE
SL	Secuencia IIIF
	Secuencia IVA
	Secuencia VG
	Secuencia VIII
SM	Secuencia IVA
	Secuencia IIIG
	Secuencia VG
	Secuencia VIII

(Continúa)

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos específicos

#### 6.1.1 Requisitos de propiedades fisicoquímicas de los aceites lubricantes.

6.1.1.1 Los grados de viscosidad para aceite de motor de ciclo de Otto deben cumplir con lo establecido en las tablas 1 y 2 de esta norma. El método de ensayo para la determinación de viscosidad es la NTE INEN 810.

6.1.1.2 Los requisitos de propiedades fisicoquímicas que deben cumplir los aceites para motores de ciclo de Otto, se encuentran listados en la tabla 5.

**TABLA 5. Requisitos de propiedades fisicoquímicos de los aceites lubricantes para motores de ciclo de Otto.**

No.	REQUISITOS	UNIDAD	MÍN.	MÁX.	MÉTODOS DE ENSAYO
1	Índice de Viscosidad				ASTM D 2270
	Aceite Monógrado		93,0		
	Aceite Multigrado		120,0		
2	Punto de Esgurrimento	°C			ASTM D 97
	Aceite Monógrado			- 6,0	
	Aceite Multigrado			- 15,0	
3	W Humedad	%		0	ASTM D 95
4	Punto de Inflamación	°C	190,0		ASTM D 92
5	Tendencia a la espuma	cm <sup>3</sup>			ASTM D 892
	Secuencia I			20,0	
	Secuencia II			50,0	
	Secuencia III			20,0	
6	Estabilidad a la espuma luego de 10 min de reposo Secuencias I, II y III	cm <sup>3</sup>		0	ASTMD 892
7	TBN		5,5		ASTMD 2896
8	W Carbones Sulforados	%	0,5		ASTM D 874

6.1.2 Los aceites lubricantes para motores de combustión interna de ciclo de Otto, deben estar elaborados con bases lubricantes que cumplan con lo establecido en la NTE INEN 2029.

6.1.3 El nivel mínimo de calidad de aceites lubricantes para motores de ciclo de Otto que se comercializará en el Ecuador es el API SG

### 6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 El transporte, almacenamiento y manejo de aceites lubricantes de ciclo de Otto debe realizarse de conformidad con lo establecido por las autoridades de control.

6.2.2 La comercialización se realizará en m<sup>3</sup>, sus múltiplos y submúltiplos (litros), de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

## 7. INSPECCIÓN

### 7.1 Muestreo

7.1.1 El lote debe conformarse por unidades de una misma clasificación.

(Continúa)

**7.1.1.1** Para verificar la conformidad del lote con los requisitos establecidos en esta norma, debe tomarse aleatoriamente dos muestras de un litro cada una y debe someterse a los ensayos indicados en el numeral 6.

**7.1.1.2** El recipiente para la toma de muestras debe ser nuevo, limpio, seco y de cierre hermético, además debe ser de un material adecuado que no afecte las características del producto.

**7.1.1.3** Las muestras extraídas deben almacenarse como muestra testigo por un período de seis meses, la que debe ser requerida por la entidad competente.

**7.1.2** *Identificación de las muestras:*

**7.1.2.1** Las muestras se identificarán de la siguiente manera:

- a) Número de la muestra
- b) Nombre del producto
- c) Identificación del lote
- d) Lugar, fecha y hora en que se toma la muestra
- e) Nombre y firma del muestreador.

## **7.2 Aceptación o rechazo**

**7.2.1** Con la muestra obtenida se determinarán los requisitos del producto, establecidos en el numeral 6 de esta norma.

**7.2.2** Si la muestra ensayada no cumple con uno o más requisitos del numeral 6 de esta norma, se evaluará la muestra número 2.

**7.2.3** Si la muestra número 2 no cumpliera con alguno o algunos de los requisitos establecidos en esta norma, se rechazará el lote correspondiente.

## **8. ENVASADO**

**8.1** Los aceites para motores de combustión interna se envasarán en recipientes de un material tal, que no vaya en detrimento de su calidad o modifique sus propiedades durante el transporte y almacenamiento.

## **9. ETIQUETADO**

**9.1** Cada envase debe presentar un rótulo perfectamente legible que incluya la siguiente información:

**9.1.1** Nombre o denominación del producto

**9.1.2** Marca comercial del producto

**9.1.3** Número de lote del producto.

**9.1.4** Contenido neto en unidades del SI

**9.1.5** Nombre o razón social y dirección completa de la empresa productora o comercializadora

**9.1.6** País de fabricación del producto.

**9.1.7** Grado de viscosidad SAE

**9.1.8** Clasificación del servicio API, destacada en el cuerpo del envase

**9.1.9** Aceite reciclado (ver nota 1).

**NOTA 1.** Si el aceite es obtenido de un proceso de reciclado, esto debe constar en la información del rotulado.

(Continúa)

**9.1.10** Advertencia del riesgo por contacto prolongado del aceite lubricante con la piel

**9.1.11** Advertencia del riesgo para el ambiente por la inadecuada disposición del aceite lubricante usado.

**9.1.12** Aplicaciones del producto, destacando el uso para motores ciclo de OTTO

**9.1.13** Fecha máxima de uso

**9.1.14** Condiciones de conservación

**9.1.15** La información debe estar en español, sin perjuicio a que se pueda presentar en otros idiomas adicionales, de preferencia en inglés.

*(Continúa)*

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 810	<i>Productos de petróleo. Determinación de la viscosidad cinemática y dinámica en líquidos transparentes y opacos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2029	<i>Derivados del petróleo. Bases lubricantes para uso automotor. Requisitos</i>
Norma ASTM D 92	<i>Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester</i>
Norma ASTM D 95	<i>Standard Test method for Water in Petroleum Products and Bituminous materials by distillation.</i>
Norma ASTM D 97	<i>Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products</i>
Norma ASTM D 874	<i>Standard Test Method for Sulfated Ash from Lubricating Oil and Additives.</i>
Norma ASTM D 892	<i>Standard Test method for Foaming Characteristics of Lubricating Oils.</i>
Norma ASTM D 2270	<i>Standard Practice for Calculating Viscosity Index from Kinematic Viscosity at 40 y 100°C.</i>
Norma ASTM D 2896	<i>Standard Test Method for Total Base Number of Petroleum Product by Potentiometric Perchloric Acid Titration.</i>
Norma SAE J300	<i>Viscosity grades for engine oils. Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pennsylvania.</i>
Norma SAE J183	<i>Engine Oil Performance and Engine Service Classification. Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pennsylvania.</i>
Ley 2007-76	<i>Sistema Ecuatoriano de la Calidad. Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Colombiana ICONTEC 1295 (quinta revisión) *Petróleo y sus derivados. Aceites lubricantes para cárter en motores de combustión interna.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 2003.

Norma Venezolana COVENIN 1757 *Aceites para motores a gasolina y motores diesel de alta velocidad.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1981.

Documentos Shell del Ecuador S.A. *Valores de ensayos para aceites de motor.* Guayaquil, 1994.

Documentos Lubrizol. *Metas para el futuro.* Sant, 1994

Lubricants Specifications Hand Book. Ethyl Petroleum Additives Inc. Sant Louis, 1989.

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b>	<b>TÍTULO:</b> PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO, ACEITES		<b>Código:</b>
<b>NTE INEN 2027</b>	<b>LUBRICANTES PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE CICLO DE OTTO. REQUISITOS</b>		<b>PE 02.02-433</b>
<b>Segunda revisión</b>			
<b>ORIGINAL:</b>	<b>REVISIÓN:</b>		
Fecha de iniciación del estudio:	Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2009-05-29		
	Oficialización con el Carácter de Obligatoria		
	por Resolución No. 059-2009 de 2009-06-30		
	publicado en el Registro Oficial No. 647 de 2009-08-03		
	Fecha de iniciación del estudio:		
<b>Fechas de consulta pública:</b> de _____ a _____			
<b>Comité Interno del INEN:</b>			
Fecha de iniciación: 2011-02-18		Fecha de aprobación: 2011-02-18	
Integrantes del Comité Interno:			
<b>NOMBRES:</b>	<b>INSTITUCIÓN REPRESENTADA:</b>		
Ing. Mauricio Almirante (Presidente)	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS		
Ing. Fausto Lara	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN (E)		
Ing. Enrique Troya	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN		
Ing. Elizabeth Guerra	ÁREA TÉCNICA DE DE CERTIFICACIÓN		
Ing. Sandra Armijos (Secretaría técnica)	ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN		
<p>Otros trámites: * La NTE INEN 2027-2009 (Primera Revisión), sin ningún cambio en su contenido fue <b>DESREGULARIZADA</b>, pasando de <b>OBLIGATORIA</b> a <b>VOLUNTARIA</b>, según Resolución No. 009-2010 de 2010-03-05, publicada en el Registro Oficial No. 152 del 2010-03-17</p> <p>Esta NTE INEN 2027-2011 (Segunda Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2027-2009 (Primera Revisión)</p>			
La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma			
Oficializada como: Voluntaria		Por Resolución No. 11 146 de 2011-05-20	
Registro Oficial No. 483 de 2011-07-04			

Motul. (2021). *Motul Project + 10w30*. Bogota : Motul Iberica S.A .

**MOTUL** **2100 PROTECT+ 10W30**

Lubricante para motor Gasolina y diésel.  
Technosynthese®

**APLICACIONES**

Lubricante con bases Technosynthese® para todos los motores diésel y gasolina con o sin turbocompresor que requieran viscosidad SAE 10W-30

Recomendable para todos los motores de gasolina con sistemas de inyección y convertidores catalíticos, así como para motores diésel atmosféricos y sobrealimentados de inyección indirecta. Apto para ser usado junto con todos los combustibles comerciales. Para todas las aplicaciones de uso en carretera, fuera de ella, ciudad y autopista. Especialmente diseñado para responder a las exigencias de fabricantes como Toyota, Kia, Nissan, ....., donde las especificaciones de este producto se ajustan a sus recomendaciones.

**PRESTACIONES**

**NORMAS Y ESPECIFICACIONES: API CG-4 / API SL.**

La viscosidad SAE 10W-30 permite una elevada fluidez, facilitando el arranque en frío. Las bases de Technosynthese incrementan la protección lubricante en todas las condiciones de uso.

2100 PROTECT+ posee una elevada estabilidad térmica así como una gran resistencia a elevadas temperaturas de operación.

La combinación de niveles API CG-4 / API SL previene contra la formación de barnices y todos; excelente gestión del hollín y la materia carbonosa hacia el filtro, incluso utilizando combustibles de baja calidad y en motores que poseen muchas horas de trabajo.

Reduce el riesgo de bloqueo de los anillos (segmentos de pistón).

Prestaciones lubricantes incrementadas para proteger el motor en condiciones muy severas de trabajo. Elevado poder detergente y dispersante para mantener limpio el circuito de lubricación durante los largos periodos de mantenimiento requeridos por los fabricantes.

Excelentes propiedades antioxidantes, anticorrosivas y antiespumantes.

MOTUL 1/2 FICHA TÉCNICA

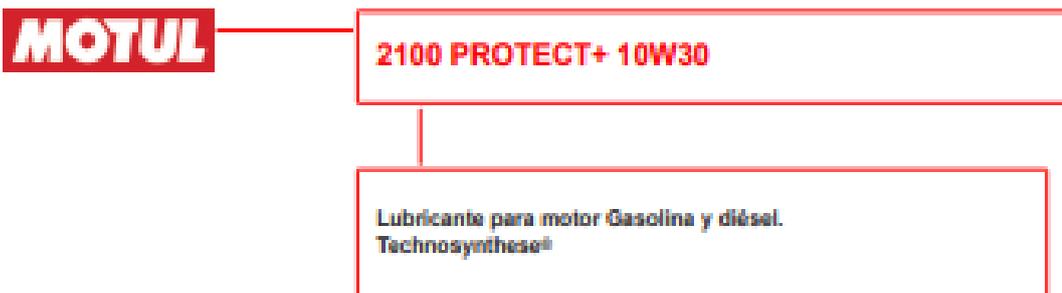
Motul Iberica, S.A. Se reserva el derecho de modificar las características generales que aparecen en esta ficha desde el momento en que el cliente formula su pedido, sometido a nuestras condiciones generales de venta y garantía.

03/21

Motul Iberica S.A Sucursal Colombia - Av. Cra 9 #115-06 Of. 605-606, Callejo Tierra Firme - 110111 - Bogotá - +57 1 4263369 - +57 1 4263369 -

info@es.motul.com -

motul.com



### RECOMENDACIONES

Consultar con el manual de usuario o en la documentación técnica las características recomendadas. Periodos de mantenimiento: De acuerdo con las instrucciones de cada fabricante de vehículos y ajustado a las condiciones particulares de uso.

2100 PROTECT+ 10W-30 puede ser mezclado tanto con aceites sintéticos como minerales.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Grado de viscosidad	SAE J 300	10W-30
Densidad a 20 °C (68 °F)	ASTM D1298	0.873
Viscosidad a 40 °C (104 °F)	ASTM D445	70.6 mm <sup>2</sup> /s
Viscosidad a 100 °C (212 °F)	ASTM D445	10.9 mm <sup>2</sup> /s
Índice de viscosidad	ASTM D2270	146.0
Punto congelación	ASTM D97	-33.0 °C / -27.4 °F
TBN	ASTM D2896	9.8 mg KOH/g
Punto de inflamación	ASTM D92	234.0 °C / 453.2 °F

MOTUL 2.0 FICHA TÉCNICA

Motul Ibérica, S.A. Se reserva el derecho de modificar las características generales que aparecen en esta ficha hasta el momento en que el cliente formula su pedido, sometido a nuestras condiciones generales de venta y garantía.

0321

Motul Ibérica S.A. Sucursal Colombia - Av. Cra. 9 #115-06 Of. 605-606, Edificio Tierra Firme - 110111 - Bogotá - +57 1 4326369 - +57 1 4326368 -

info@co.motul.com -

Noria . (2024). *Análisis de Lubricantes*. León Guanajuato: Lube Learn.

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos

## Colorimetría por membrana (CPM)

- Prueba fácil, de bajo costo, para efectuar en sitio o en laboratorio
- "Prueba para barniz" ampliamente aceptada por docenas de laboratorios comerciales, estandarizada (ASTM D7843)
- Indica la cantidad de productos insolubles de degradación en el fluido

Equipo portátil para prueba de membrana

Espectrofotómetro

### El proceso de CPM

1. Se envejece la muestra de aceite por 72 horas
2. Se mezclan 50 ml de aceite + 50 ml de solvente (PE)
3. Se filtra la mezcla en una membrana de nitrocelulosa de 0.45 µm
4. El color de la membrana se determina por un espectrofotómetro

Los resultados se reportan en valores CIE LAB DE representando el monto total de color en la membrana (rojo-verde-amarillo-azul más densidad total del color)

© Noria Corporation 05133 (CAN) Ref: ASTM, Fulber, Livingston

---

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos

## Análisis espectrométrico de elementos

### Términos usados indistintamente

Espectroscopia, análisis espectrográfico, programa de análisis de aceite espectrográfico (SOAP, por las siglas de *Spectrographic Oil Analysis Program*), espectrofotometría, análisis espectroquímico, análisis elemental, espectrometría elemental, análisis espectrométrico, ICP, espectrometría por emisión atómica

Espectrómetro de plasma inductivamente acoplada (ICP, Inductively Coupled Plasma)

<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detecta partículas de desgaste por elemento y combinaciones de elementos (identifica la fuente de la metalurgia).                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hierro (Fe)</li> <li>○ Aluminio (Al)</li> <li>○ Cobre (Cu)</li> <li>○ Plomo (Pb)</li> <li>○ Cromo (Cr)</li> </ul> </li> <li>• Detecta aditivos del refrigerante y otros contaminantes.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Silicio (Si)</li> <li>○ Sodio (Na)</li> <li>○ Boro (B)</li> <li>○ Potasio (K)</li> </ul> </li> <li>• Detecta aditivos organo-metálicos por elemento.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Zinc (Zn)</li> <li>○ Fósforo (P)</li> <li>○ Calcio (Ca)</li> <li>○ Bario (Ba)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Desventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo.</li> <li>• Solo para partículas pequeñas (&lt;10 µm). Ciego a partículas grandes.</li> <li>• No indica tamaño ni número de partículas.</li> <li>• Los aditivos pueden degradarse durante la operación sin cambios significativos en la concentración de los elementos (por ejemplo, zinc o calcio). Sin embargo, el agotamiento de aditivos por transferencia de masa produce una pérdida correspondiente en la concentración de aditivos.</li> <li>• Suspensión de partículas afectada por filtración, viscosidad, gravedad y dispersancia.</li> <li>• No interpreta los procesos de desgaste.</li> </ul>
---	---

© Noria Corporation 05097 (CAN) Ref: JCF

© Copyright Noria Corporation / Noria Latin América – La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin América SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley federal del derecho de autor, los artículos 82, 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.

137

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos



## Prueba de oxidación en recipiente rotatorio a presión (RPVOT)\*

- Mide la estabilidad a la oxidación de aceites nuevos y usados bajo condiciones aceleradas artificialmente en laboratorio
- La prueba es influenciada por el tipo de aceite básico, aditivos antioxidantes, pasivadores de metales e inhibidores de corrosión
- Los resultados se dan en minutos (de vida del aceite)
- Ideal para sistemas con tanques de grandes volúmenes, pocas fugas y aplicaciones severas.



Unidad pequeña para prueba de RPVOT (no requiere baño de aceite)



\*Antes conocida como RBOT

© Noria Corporation 00085 OAI Ref. Roehler, Tanna

*RUL = Vida útil remanente del Lubricante  
Aceite Nuevo vs Aceite usado*

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos



## Voltametría de barrido lineal (mide agotamiento de aditivos)



Fluilec RULER

*Se puede medir la concentración de aditivos (Uno por uno)  
se mide en Amperes.  
Principalmente turbinas*

### Métodos ASTM

- ASTM D7590 (fenoles y aminas)
- ASTM D6971 (aminas)
- ASTM D6810 (fenoles)
- ASTM D7527 (antioxidantes en grasa)

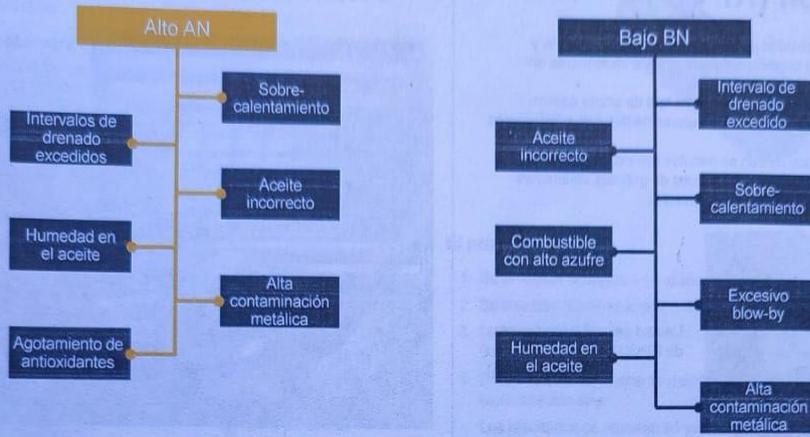
- Mide la concentración de aditivos electro-oxidables
- El voltaje define el aditivo que se está midiendo
- La corriente define la concentración de aditivos
- Mide directamente la cantidad de aditivos antioxidantes individuales en el lubricante, incluyendo fenoles, aminas y ZDDP
- El monitoreo del agotamiento de antioxidante permite determinar la vida útil remanente del lubricante

© Noria Corporation 05102 OAI Ref. Fluilec

© Copyright: Noria Corporation / Noria Latin America - La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin America SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley Federal del derecho de autor, los artículos 82, 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.



### Diagnóstico de la maquinaria usando números de neutralización



© Noria Corporation 03464 OAI Ref: 87LE



### Espectrometría infrarroja por transformadas de Fourier (FTIR) *Trabaja con moléculas*

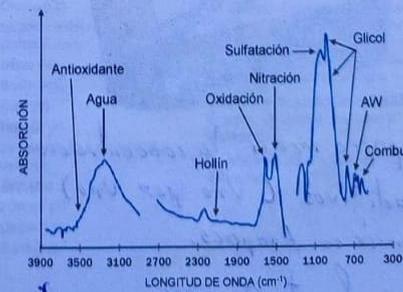
- La espectrometría infrarroja es una forma rápida de monitorear múltiples parámetros del aceite, como la salud del aceite básico, la condición de los aditivos y ciertos contaminantes
- Los instrumentos varían. Los de celdas de transmisión son más precisos y tienen límites de detección más bajos. Los instrumentos con celdas ATR\* trabajan mejor con aceites de motor oscuros y son más fáciles de usar.

\*Reflectancia total atenuada

- Las computadoras hacen la mayor parte del trabajo, pero es importante entender el principio de operación
- A diferencia de los espectrómetros de elementos que se dirigen a átomos (hierro, plomo, estaño, calcio, etc.), los espectrómetros infrarrojos se enfocan hacia las moléculas (compuestos como el agua, aditivos, anticongelante, lodo, etc.)

Nota: El valor del número de onda (eje de las X) se refiere al número de ondas por cm a lo largo de la trayectoria y se relaciona con las propiedades objetivo (p. ej. agua). La absorción (eje de las Y) se relaciona con la concentración de esa propiedad.

*moléculas de : Agua, Hollin, oxidación, etc*



© Noria Corporation 03571 OAI Ref: NISOLAT-5CF

© Copyright Noria Corporation / Noria Latin America – La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin America SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley federal del derecho de autor, los artículos 82, 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.



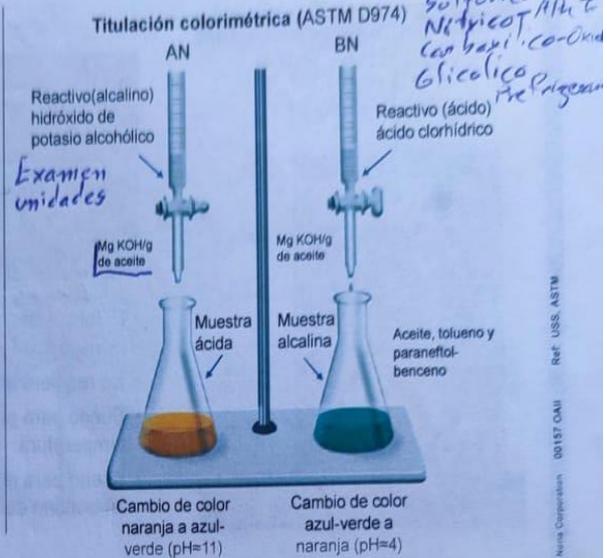
### Números ácido y básico\*

- El número ácido (AN) es la medida de la concentración de ácidos en un aceite lubricante. El Número Básico (BN) es la medida de la alcalinidad disponible en el lubricante para neutralizar ácidos corrosivos
- AN se usa principalmente para aceites industriales y el BN para aceites de motor (diésel y gasolina)
- AN y BN miden el agotamiento de ciertos aditivos como el ZDDP, detergentes alcalinos e inhibidores de corrosión
- Un incremento del AN identifica el inicio de la oxidación de la base lubricante
- El AN mide la concentración de ácidos corrosivos
- El BN mide el nivel de reserva alcalina de los aditivos detergentes

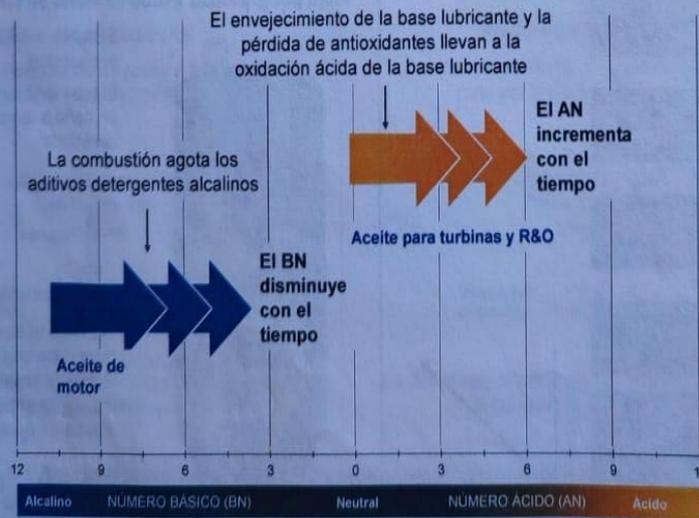


Titulador potenciométrico

\* También conocidos como números de neutralización



### Tendencias de los números ácido y básico



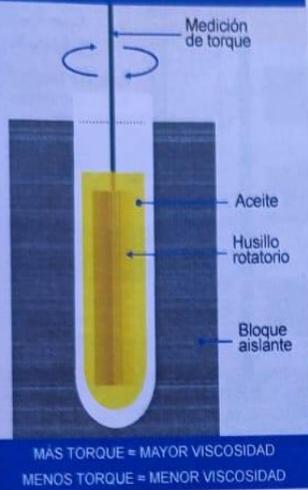
© Copyright Noria Corporation / Noria Latin América - La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin America SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley federal del derecho de autor, los artículos 82, 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.

ASTM 2983

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos

### Medición de viscosidad absoluta

¿Cuanta resistencia?



*ojo*

**TORQUE = VISCOSIDAD**

Mejor para tendencia, mayor precisión y mayor costo

**Unidades de medición: centipoise (cP) (mPa·s)**

- Examen, unidades*
- El torque del husillo determina la viscosidad en centipoise (cP)
  - Se requiere un tubo de vidrio
  - Bueno para pruebas a baja temperatura
  - Bueno para el monitoreo en laboratorio del aceite en uso

Viscosímetro rotatorio (conocido como Brookfield) ASTM D2983



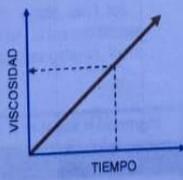
© Noria Corporation 00022 MLI REF: Cannon

ASPM 445

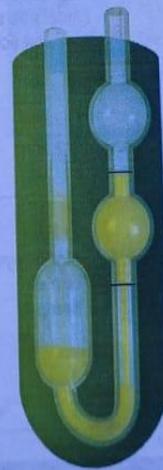
Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos

### Medición de viscosidad cinemática

- El aceite se introduce al tubo por succión
- El tubo se sumerge en un baño a temperatura constante
- Se mide el tiempo en segundos para pasar de la marca de arranque a la de paro
- Viscosidad cinemática = constante del tubo x tiempo
- Unidades: centistokes (cSt) mm<sup>2</sup>/seg.



Flujo por gravedad - Tubo de vidrio en forma de U



- El aceite entra al tubo por succión
- El tubo está sumergido en un baño a temperatura constante
- Marca de arranque
- Segundos
- Marca de paro
- Se mide el tiempo en segundos que tarda el fluido en pasar de la marca de arranque a la marca de paro

Viscosímetro capilar ASTM D445

© Noria Corporation 00022 MLI REF: ASTM

© Copyright Noria Corporation / Noria Latin América - La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin América SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley Federal del derecho de autor, los artículos 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos

## Formación de barniz

En servoválvulas

En tuberías

En cojinetes

Con el tiempo y muchos ciclos térmicos, los óxidos se convierten en barniz

Carbonización

Acete

Microdesveling

Óxido

Lubricantes incompatibles

Descargas electrostáticas

Aireación

Burbujas de aire caliente comprimida

Carbón y óxidos insolubles migran y se depositan sobre las superficies más frescas de la máquina

© Noria Corporation 00391 OAI Ref. JCF

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos

## Dos formas comunes de medir viscosidad

### Viscosidad absoluta

La resistencia de un aceite a fluir y al corte (fricción interna)

Unidades comunes  
Centipoise (cP)  
(mPa·s)

Viscosidad absoluta = Viscosidad cinemática X Densidad

La viscosidad absoluta es la preferida para el análisis de aceites en uso

### Viscosidad cinemática

La resistencia de un aceite a fluir y al corte por la fuerza de la gravedad

Unidades comunes  
Centistokes (cSt)  
(mm<sup>2</sup>/s)

Viscosidad cinemática = Viscosidad absoluta / Densidad

La densidad relativa puede inducir a errores en la tendencia de viscosidad

**Nota:** Al convertir entre viscosidad absoluta y cinemática empleando las fórmulas anteriores, debe medirse la densidad relativa a la misma temperatura.

1 Pa = N/m<sup>2</sup>  
= kg/m·s<sup>2</sup>

Densidad = Relación entre masa y volumen de una sustancia, o entre masa y volumen de una sustancia y la masa y volumen de otra sustancia tomada como patrón.

$\rho = \frac{m}{V}$   
1 cm<sup>3</sup> = 0,001 L

$\rho_{H_2O} = 1000 \frac{kg}{cm^3} = 1 \frac{kg}{L}$

Densidad a 15°C 15W40 Eni  
10 veces más kg/cm<sup>3</sup> 878

© Noria Corporation 00144 MLI Ref. JCF



## Causas raíz de la oxidación

Estas causas raíz, cuando ocurren juntas, tendrán el mayor impacto negativo en el proceso de degradación del lubricante. Dos de estas causas raíz son detectables con análisis de aceite de rutina.

### Calor



Temperatura		Número relativo de cambios de aceite
°C	°F	
80	180	16
70	160	8
60	140	4
50	125	2
40	105	1

### Agua



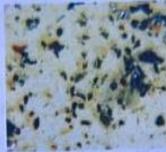
El agua en el aceite puede incrementar la tasa de degradación del lubricante en más de 10 veces

### Aire



% de aire	Número ácido
0	0.1
3	0.15
6	0.25
9	0.5
12	0.6

### Partículas metálicas



Catalizador metálico	Número ácido (AN)
Ninguno	0.17
Hierro	0.65
Cobre	0.89
Cobre y agua	11.2

© Noria Corporation 00057 OAI Ref Back: STLE



## Alta temperatura en el aceite acelera la degradación

### Regla de Arrhenius

Incrementar 10 °C (18 °F) la temperatura de operación del aceite reduce su vida a la mitad.

#### Aceites más propensos a degradación térmica-oxidativa:

- Aceites minerales refinados por solventes (tienen compuestos aromáticos, azufre y oxígeno)
- Aceite contaminado: agua, polvo, partículas metálicas, aireación
- Aceites expuestos a turbulencia y alta presión



No presione el acelerador térmico.

Temperatura actual del aceite	Temperatura de operación para duplicar la vida del aceite
149°C (300°F)	139°C (282°F)
135°C (275°F)	125°C (257°F)
121°C (250°F)	111°C (232°F)
107°C (225°F)	97°C (207°F)
93°C (200°F)	83°C (182°F)
79°C (175°F)	69°C (157°F)
65°C (150°F)	55°C (132°F)

© Noria Corporation 01476 OAI Ref: JCF, Tribology Handbook

© Copyright Noria Corporation / Noria Latin América - La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin America SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley Federal del derecho de autor, los artículos 82, 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.



### Agotamiento de aditivos por Adsorción

Los aditivos se van con las partículas, gotas de agua o se adhieren a las superficies de la maquinaria

#### Adherencia a partículas

Las partículas atrapan las partículas y se van a los filtros o al fondo de los tanques



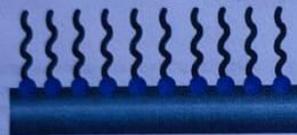
#### Contactos de rozamiento

Los aditivos polares de extrema presión (EP) y antidesgaste (AW) forman películas similares a jabón en las superficies de las máquinas



#### Adsorción en las superficies

Los aditivos polares se adhieren a las superficies de las máquinas



#### Lavado por agua

El agua arrastra a los aditivos al fondo de los tanques



© Noria Corporation 00088 MLI REF: JCF

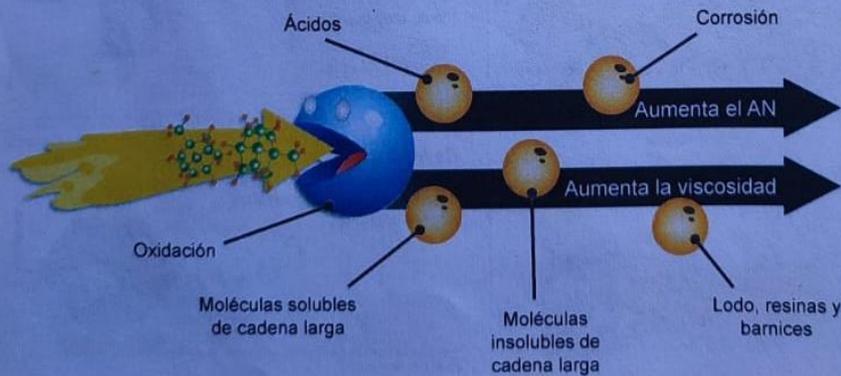


### Los dos caminos de la oxidación

La oxidación es la degradación permanente de un lubricante por reacciones químicas que involucran oxígeno.

Conforme la oxidación avanza:

- Se producen ácidos, que causan corrosión
- Se producen moléculas de cadena larga, que se transforman en lodos, resinas y barnices



© Noria Corporation 00011 OAI REF: JCF

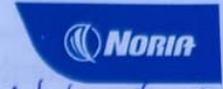
© Copyright Noria Corporation / Noria Latin America - La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin America SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley federal del derecho de autor, los artículos 82, 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.

ISO 14830

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos

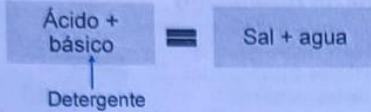
# Agotamiento de aditivos por Descomposición

Las moléculas de los aditivos cambian irreversiblemente

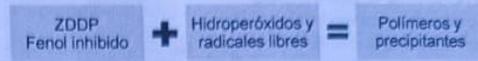


*Anti-desgaste AW  
Inhibidor Corrosión  
Antioxidante*

## Neutralización

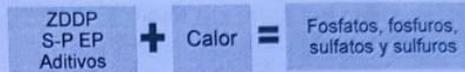


## Oxidación

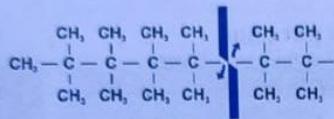


*Proceso hidrólisis*

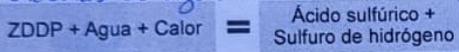
## Degradación térmica



## Ruptura



*Hidrólisis = Reacción química en la que moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) se dividen y*



*rompen uno o mas enlaces quimicos y sus átomos pasan a formar union de otra especie química.  
Polímeros precipitantes -> Barnices*

Nota: Algunos aditivos son químicamente inertes, como los mejoradores de IV, depresores de punto de fluidez, antiespumantes, emulsificantes, demulsificantes y agentes de adhesividad

© Noria Corporation 00088 MLI REF -ZCF

Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos

# Agotamiento de aditivos por Separación - Transferencia de masa

Los aditivos se remueven del aceite por separación  
*separación y transferencia de masa es lo mismo*



## Asentamiento por condensación

Los aditivos se vuelven insolubles y se asientan



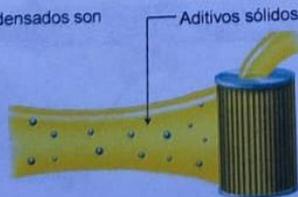
## Evaporación

Algunos aditivos se evaporan en deshidratadores por vacío\* (no es muy común)



## Filtración

Aditivos sólidos o condensados son filtrados del aceite



## Centrifugado

Aditivos organometálicos de alto peso se separan bajo elevadas fuerzas centrifugas\*



\*Depende de diversas condiciones, incluyendo el tipo de aceite y su temperatura

© Noria Corporation 00088 MLI REF -ZCF

© Copyright Noria Corporation / Noria Latin America - La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin America SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley federal del derecho de autor, los artículos 82, 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.



## ANÁLISIS DE LUBRICANTES 1ª CATEGORÍA PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

### Objetivos de aprendizaje

- Identificar las condiciones que hacen necesario cambiar el lubricante por su degradación o falla
- Reconocer en qué consiste el proceso de oxidación y cómo cambia al lubricante
- Comprender la diferencia entre una falla térmica y una falla oxidativa del lubricante
- Diferenciar los tres mecanismos de agotamiento de aditivos
- Identificar los riesgos de mezclar lubricantes
- Seleccionar las pruebas que permiten identificar la degradación del lubricante

© Noria Corporation

*Ojo Prueba 3 siguientes laminas*  
Análisis de lubricantes 1ª categoría | Análisis de las propiedades de los fluidos



## Cómo cambian las propiedades de los lubricantes (Irreparablemente)

	Mezcla de lubricantes	Contaminación	Corte mecánico	Almacenamiento (Condiciones estáticas)	Medio ambiente de operación
<b>Aceite básico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatibilidad</li> <li>• Lodo</li> <li>• Barniz</li> <li>• Cambio de viscosidad</li> <li>• Estabilidad oxidación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidación</li> <li>• Propiedades químicas</li> <li>• Hidrólisis</li> <li>• Degradación térmica</li> <li>• Radiación</li> <li>• Gases de proceso</li> </ul>	Oxidación (agitación continua de oxidantes - agua, partículas metálicas y aire)	Mínimo riesgo bajo condiciones normales de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidación</li> <li>• Degradación térmica</li> <li>• Superficies de la maquinaria químicamente reactivas</li> </ul>
<b>Aditivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatibilidad</li> <li>• Neutralización</li> <li>• Pérdida de desempeño</li> <li>• Lodo y barniz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidación</li> <li>• Arrastre y lavado</li> <li>• Agotamiento acelerado</li> <li>• Reacciones químicas diversas</li> </ul>	Corte del mejorador de IV y depesores de punto de fluidez	Separación por gravedad de aditivos órgano-metálicos y aditivos insolubles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtración (separación)</li> <li>• Actividad en la superficie</li> <li>• Evaporación</li> <li>• Separación</li> </ul>
<b>Espesante (Grasa)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatibilidad</li> <li>• Cambio en consistencia</li> <li>• Separación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en consistencia</li> <li>• Separación</li> <li>• Lavado por agua</li> </ul>	Cambios en consistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación</li> <li>• Tixotropía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación centrífuga</li> <li>• Separación térmica</li> </ul>

© Noria Corporation 00557 MLI Ref. JCF

© Copyright Noria Corporation / Noria Latin America - La información contenida en este documento es información confidencial o privilegiada y es para uso exclusivo del destinatario. Cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial tanto del documento como de los materiales que contiene, sin previo consentimiento por escrito de Noria Latin America SA de CV, se encuentra prohibida y sancionada, en México, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 21, 24 y 231 fracción I de la Ley federal del derecho de autor, los artículos 82, 83, 84, 85 y 223 fracciones IV, V y VI de la Ley de la propiedad industrial y los artículos 210, 211 y 211 Bis del Código penal federal, así como las disposiciones legales relativas en otros países.

## Anexos A: Toma de muestras

### Vehículo 1: Kia Río



### Vehículo 2: Aveo Family 1.6

MOTOREX	
FECHA	24/02/2024
KILOMETRAJE	186.0000
TIPO DE ACEITE	10-50
PRÓXIMO MANTENIMIENTO KMS:	
ACEITE MOTOR	191-000
CAJA DE CAMBIO	
DIFERENCIAL	
BUJÍAS	
REFRIGERANTE	
FILTRO	BASOLINA/ DIESEL
	AIRE
	A/C

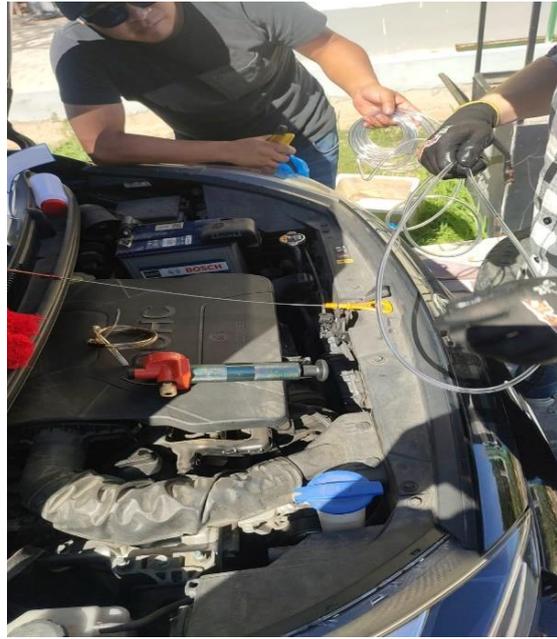


**Vehículo 3: Kia Cerato**



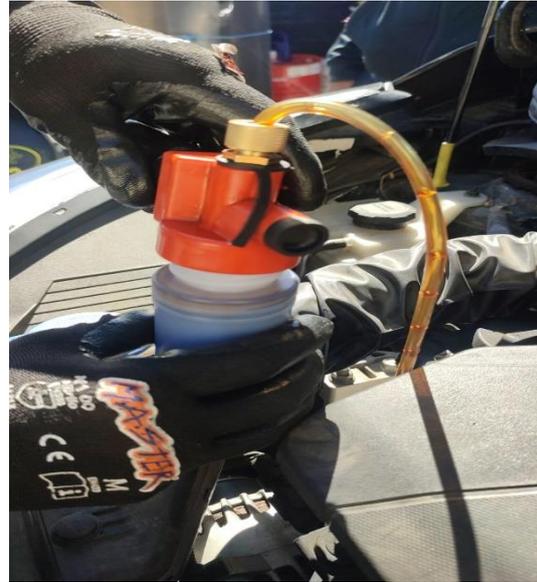
**Vehículo 4: Aveo Emotion**





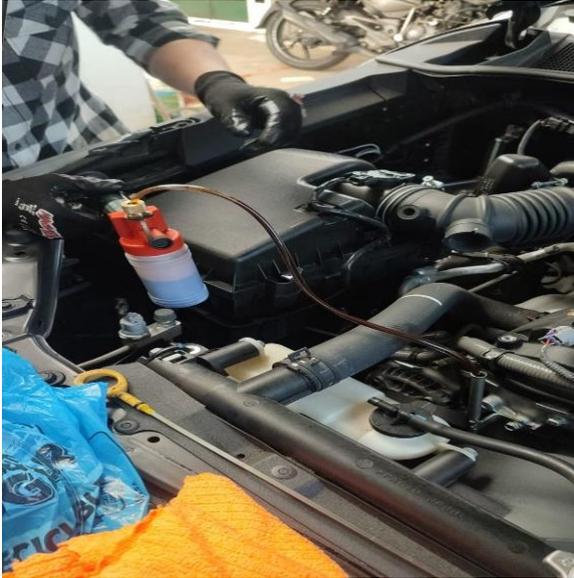
**Vehículo 5: Kia Picanto**





**Vehículo 6: Toyota Hilux**





## Anexo B: Fichas técnicas

## Vehículo 1: Kia Rio

**Datos técnicos**  
 Kia Rio (05-1.6 2005-11)  
 Código de motor: G4ED

**Lista completa de datos**

**Lubrificantes y capacidades**

**Aceites del motor alternativos**

Gama de temperatura ambiente : Clima frío  
 Grado del aceite del motor SAE : 5W/20  
 Clasificación del aceite del motor API/ACEA : SL

Gama de temperatura ambiente : Clima moderado  
 Grado del aceite del motor SAE : 10W/30  
 Clasificación del aceite del motor API/ACEA : SL

Gama de temperatura ambiente : Alternativa para clima moderado  
 Grado del aceite del motor SAE : 10W/40  
 Clasificación del aceite del motor API/ACEA : SL

Gama de temperatura ambiente : Clima cálido  
 Grado del aceite del motor SAE : 15W/40  
 Clasificación del aceite del motor API/ACEA : SL

Motor con litros : 3,3

**Otros lubricantes y capacidades**

Grado del aceite de la caja de cambios manual SAE : 75W/85 Semi-sintético  
 Clasificación del aceite de la caja de cambios manual : GL-4

Caja de cambios manual litros : 2,0  
 Tipo : ATF SP-III

Acilte de la transmisión automática litros : 5,8  
 Tipo : DOT 3/4

Sistema de refrigeración litros : 0,8  
 Tipo : PSF-3

Líquido de frenos litros : 0,8  
 Tipo : PSF-3

Líquido de la dirección asistida litros : 0,8  
 Tipo : PSF-3

**Pares de apriete**

F1 ?  
 F2   
 F4   
 F6   
 F7   
 Ctrl+F4   
 Ctrl+F5   
 Ctrl+F6   
 Ctrl+F7   
 Ctrl+F8

## Vehículo 2: Aveo Family

**Datos técnicos**  
**Chevrolet Aveo (06-08) 1.4 2006-08**  
**Código de motor: F14D3**

**Lista completa de datos**

**Lubricantes y capacidades**

**Aceites del motor alternativos**  
 Gama de temperatura ambiente : -30°C → 30°C  
 SAE: 5W/30  
 API(ACEA): SJ/41

**Clasificación del aceite del motor**  
 Gama de temperatura ambiente : -20°C → 30°C  
 Grado del aceite del motor SAE: 10W/30  
 Clasificación del aceite del motor API(ACEA): SJ/41

**Motor con filtro(s)**  
 litros: 3,8

**Otros lubricantes y capacidades**

**Grado del aceite de la caja de cambios manual**  
 SAE: 75W/80  
 litros: 1,8

**Caja de cambios manual**  
 Tipo: Dextron III  
 litros: 7,1

**Acople de la transmisión automática**  
 litros: 8,0

**Cambio automático (variar y llenar)**  
 Tipo: DOT 3/4  
 litros: 0,5

**Sistema de refrigeración**  
 Tipo: Dextron III/Dextron IID  
 litros: 1,1

**Líquido de frenos**

**Líquido de frenos**

**Líquido de la dirección asistida**

**Líquido de la dirección asistida**

**Pares de apriete**

**Arranque y carga**

**Dimensiones de tambores y discos de frenos**

**Aire acondicionado**

F1 ? F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 Ctrl+F1 Ctrl+F2 Ctrl+F3 Ctrl+F4 Ctrl+F5 Ctrl+F6 Ctrl+F7 Ctrl+F8

### Vehículo 3: Kia Cerato

**Datos técnicos**  
**Kia Cerato 2.0 2004-07**  
**Código de motor: G4GC**

**Lista completa de datos**

**Lubrificantes y capacidades**

**Aceites del motor alternativos**  
 Gama de temperatura ambiente : -25°C → 40°C  
 SAE: 10W/30  
 API(ACEA): SG/IA3

**Clasificación del aceite del motor**  
 Gama de temperatura ambiente : -25°C →  
 SAE: 10W/40  
 API(ACEA): SG/IA3

**Clasificación del aceite del motor**  
 Gama de temperatura ambiente : -25°C →  
 SAE: 10W/50  
 API(ACEA): SG/IA3

**Clasificación del aceite del motor**  
 Gama de temperatura ambiente : -15°C →  
 SAE: 15W/40  
 API(ACEA): SG/IA3

**Clasificación del aceite del motor**  
 Gama de temperatura ambiente : -15°C →  
 SAE: 15W/50  
 API(ACEA): SG/IA3

**Clasificación del aceite del motor**  
 Gama de temperatura ambiente : -10°C →  
 SAE: 20W/40  
 API(ACEA): SG/IA3

**Clasificación del aceite del motor**  
 Gama de temperatura ambiente : -10°C →  
 SAE: 20W/50  
 API(ACEA): SG/IA3

**Motor con filtro(s)**  
 litros : 4,0

**Otros lubricantes y capacidades**  
 Grado del aceite de la caja de cambios manual : 75W/90 Semi-sintético

10°C  
 Parc. multimed.

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8  
 Ctrl+F4 Ctrl+F5 Ctrl+F6 Ctrl+F7 Ctrl+F8  
 Búsqueda

22:46  
 4/6/2024

### Vehículo 4: Aveo Emotion

**Datos técnicos**  
**Chevrolet Aveo (08-) 1.4 16V 2008-11**  
**Código de motor: G14D**

<p>Lista completa de datos</p>	
<p>Lubrificantes y capacidades</p>	
<p><b>Aceites del motor alle nativos</b></p>	<p>: -30°C → 30°C</p>
<p>Gama de temperatura ambiente</p>	<p>SAE : 0W/30</p>
<p>Grado del aceite del motor</p>	<p>API/ACEA : S/M/A3, B4</p>
<p><b>Clasificación del aceite del motor</b></p>	<p>: -30°C → 30°C</p>
<p>Gama de temperatura ambiente</p>	<p>SAE : 10W/30</p>
<p>Grado del aceite del motor</p>	<p>API/ACEA : S/M/A3, B4</p>
<p>Clasificación del aceite del motor</p>	<p>litros : 4,5</p>
<p>Motor con filtro(s)</p>	
<p>Otros lubricantes y capacidades</p>	
<p>Grado del aceite de la caja de cambios manual</p>	<p>SAE : 75W/80</p>
<p>Caja de cambios manual</p>	<p>litros : 1,8</p>
<p>Aceite de la transmisión automática</p>	<p>Tipo : Dexron III</p>
<p>Cambio automático (andar y tener)</p>	<p>litros : 2,1</p>
<p>Sistema de refrigeración</p>	<p>litros : 0,4</p>
<p>Líquido de frenos</p>	<p>Tipo : DOT 3/4</p>
<p>Líquido de frenos</p>	<p>litros : 0,5</p>
<p>Líquido de la dirección asistida</p>	<p>Tipo : Dexron III/Dexron IID</p>
<p>Líquido de la dirección asistida</p>	<p>litros : 1,1</p>
<p>Pares de apriete</p>	
<p>Arranque y carga</p>	
<p>Dimensiones de tambores y discos de frenos</p>	
<p>Aire acondicionado</p>	

**F1** ? **F2** **F4** **F6** **F7** **Ctrl+F4** **Ctrl+F5** **Ctrl+F6** **Ctrl+F7** **Ctrl+F8**

Vehículo 5: Kia Picanto

**Datos técnicos**  
 Kia Picanto 1,0 2004-11  
 Código de motor: GAHE

**Lista completa de datos**

**Lubrificantes y capacidades**

**Aceites del motor alternativos**

Gama de temperatura ambiente : Clima frío  
 SAE : 5W/30  
 AFI/ACEA : S/HA2

Grado de aceite del motor : Clima moderado

Clasificación del aceite del motor : Clima moderado

Gama de temperatura ambiente : Clima moderado

Grado de aceite del motor : Clima moderado

Clasificación del aceite del motor : Clima moderado

Gama de temperatura ambiente : Alternativa para clima moderado

Grado de aceite del motor : Clima moderado

Clasificación del aceite del motor : Alternativa para clima moderado

Gama de temperatura ambiente : Clima cálido

Grado de aceite del motor : Clima cálido

Clasificación del aceite del motor : Clima cálido

Gama de temperatura ambiente : Clima cálido

Grado de aceite del motor : Clima cálido

Clasificación del aceite del motor : Clima cálido

Motor con litros : 3,0

**Otros lubricantes y capacidades**

Grado de aceite de la caja de cambios manual : Clima cálido

Clasificación del aceite de la caja de cambios manual : Clima cálido

Caja de cambios manual : Clima cálido

litros : 4,0

Acete de la transmisión automática : Clima cálido

Tipo : Clima cálido

**Pares de apriete**

**Arranque y carga**

**Dimensiones de tambores y discos de frenos**

**Aire acondicionado**

F1 ? F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 F10 F11 F12 F13 F14 F15 F16 F17 F18 F19 F20 F21 F22 F23 F24 F25 F26 F27 F28 F29 F30 F31 F32 F33 F34 F35 F36 F37 F38 F39 F40 F41 F42 F43 F44 F45 F46 F47 F48 F49 F50 F51 F52 F53 F54 F55 F56 F57 F58 F59 F60 F61 F62 F63 F64 F65 F66 F67 F68 F69 F70 F71 F72 F73 F74 F75 F76 F77 F78 F79 F80 F81 F82 F83 F84 F85 F86 F87 F88 F89 F90 F91 F92 F93 F94 F95 F96 F97 F98 F99 F100

## Vehículo 6: Toyota Hilux

**Datos técnicos**  
**Toyota Hilux (97-05) 2.4D 1997-02**  
**Código de motor: 2L**

**Lista completa de datos**

**Lubrificantes y capacidades**

**Aceites del motor alternativos**  
 Gama de temperatura ambiente : -20°C → 12°C  
 SAE : 5W/30  
 API(ACEA) : CF/B1, B3

Gama de temperatura ambiente : -18°C → 38°C  
 SAE : 10W/30  
 API(ACEA) : CF/B1, B3

Gama de temperatura ambiente : -17°C → 38°C  
 SAE : 15W/40  
 API(ACEA) : CF/B2, B3

Gama de temperatura ambiente : -7°C → 38°C  
 SAE : 20W/50  
 API(ACEA) : CF/B2, B3

Motor con filtro(s) : 5,8

**Otros lubricantes y capacidades**

Grado del aceite de la caja de cambios manual : GL-5  
 Clasificación del aceite de la caja de cambios manual : GL-5

Caja de cambios manual : 2,2  
 SAE : 90W ⚠  
 : GL-5 ⚠

Grado del aceite del diferencial trasero : 9,5  
 litros : 1,8

Clasificación del aceite del diferencial trasero : 9,5  
 litros : 1,8

Diferencial trasero : 9,5  
 litros : 1,8

Sistema de refrigeración : 9,5  
 litros : 9,5

Líquido de frenos : DOT 3

Líquido de la dirección asistida : Dextron II

Líquido de la dirección asistida : 0,8

**F1** ? **F2** **F3** **F4** **F5** **F6** **F7** **Ctrl+F4** **Ctrl+F5** **Ctrl+F6** **Ctrl+F7** **Ctrl+F8**

Anexos C: Resultados de laboratorio



### REPORTE DE ANALISIS DE LUBRICANTE

**MOTOR**

Compartimento: **PRT - 3125**

Equipo: **NOVOPAN**

Marca: **NOVOPAN**

Serie: **10W30**

Modelo: **TOTAL**

Lubricante: **NOVOPAN**

Marca del Lubricante: **NOVOPAN**

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Numero de Muestra	06-24-T-17290
Fecha de Muestreo	2024-06-01
Fecha de Ingreso	2024-06-07
Fecha de Informe	2024-06-26
Equipo Hrs/ Km	
Acabte Hrs/ Km	
Condición	OK

**ESTADO DEL LUBRICANTE**

Viscosidad @ 100°C, cSt	11.6
T.B.N. mg/CH/ft	10.6
Humedad	NEGATIVO

**DEGRADACION QUIMICA**

Divinidad, Abs/cm	12.8
Mirrored, Abs/cm	6.9
Sulfonación, Abs/cm	8.5
Hollin, wt%	2.1

**CONTAMINACION DEL LUBRICANTE - PPM (mg/kg)**

Si [Silicio]	21
Na [Sodio]	11
Vanadio [V]	0
Ni [Niquel]	0

**DESgaste DEL EQUIPO - PPM (mg/kg)**

Fe [Hierro]	117
Cr [Cromo]	10
Al [Aluminio]	35
Cu [Cobre]	83
Pb [Plomo]	29
Estaino [Sn]	16

**OTROS ELEMENTOS - PPM (mg/kg)**

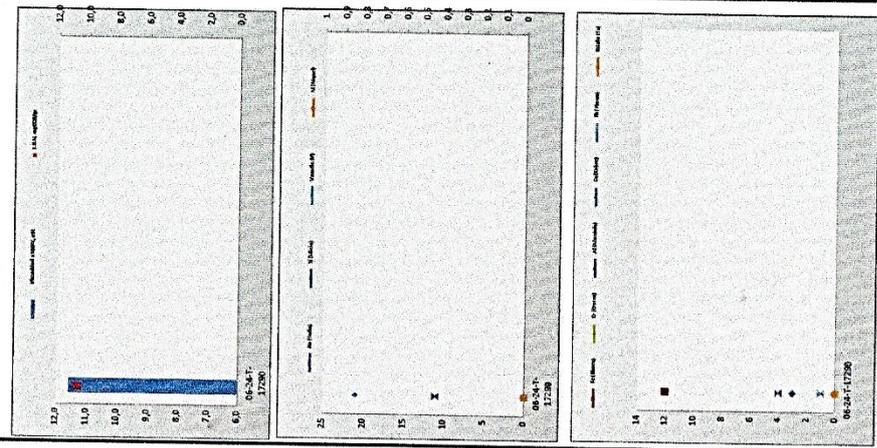
Mn [Manganeso]	56
Z [Zinc]	125
Ba [Bario]	0
Ti [Titanio]	0
Ag [Plata]	0

**PRESENCIA DE ADITIVOS - PPM (mg/kg)**

Ca [Calcio]	3255
Mg [Magnesio]	206
Zn [Zinc]	1391
P [Fosforo]	1233

**Diagnóstico de la última muestra:**

Lubricante en condiciones aceptables para seguir en uso. Se sugiere seguir con el monitoreo periódico de las condiciones del lubricante y del equipo.



**NOTA:** LOS LIMITES CONDENAATORIOS SON GENERALES. LOS LIMITES ESPECIFICOS LOS PODRIA ENCONTRAR EN EL MANUAL DEL FABRICANTE DE LA MAQUINARIA. SE DEBE TOMAR EN CUENTA LA TENDENCIA METALICA DE SOLO COMO UNA GUIA.

**\*ND:** NO DETERMINADO

RESUMIDO POR: \_\_\_\_\_

ANALISIS AUTORIZADO: \_\_\_\_\_

DIJO: Laboratorio

VENFOR-BOGA VEREDONTE PUNTA 301 RPT-41

PAGINA 1

# REPORTE DE ANALISIS DE LUBRICANTE

		<b>NOVOPLAN</b>	
		MOTOR	
Compartimento:		PCV - 5156	
Equipo:		CHEVROLET	
Marca:			
Serie:		2016	
Modelo:		10M30	
Lubricante:		TOTAL	
Marca del Lubricante:			

Diagnóstico de la última muestra:

Lubricante en condiciones aceptables para seguir en uso. Se sugiere seguir con el monitoreo periódico de las condiciones del lubricante y del equipo.

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Numero de Muestra	06-241-17295
Fecha de Muestreo	2024-06-01
Fecha de Ingreso	2024-06-07
Fecha de Informe	2024-06-26
Equipo Hrs/ Km	135267
Acople Hrs/ Km	4000
Condición	BONA

ESTADO DEL LUBRICANTE	
Viscosidad a 100°C, cSt	11.7
T.B.N. mg/ON/gr	6.3
Humedad	NEGATIVO

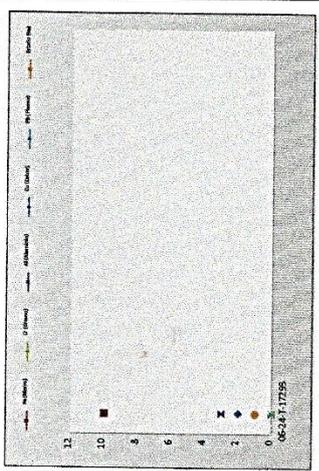
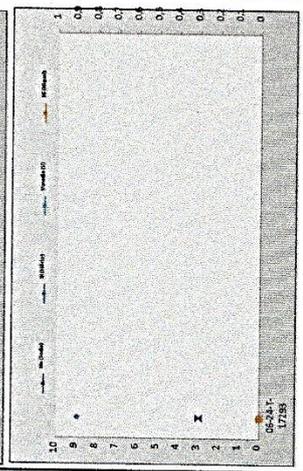
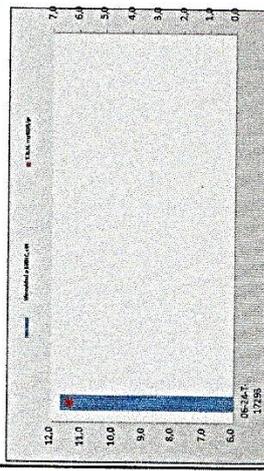
DEGRADACIÓN QUÍMICA	
Oxidación, Abs/cm	16.9
Nitración, Abs/cm	10.1
Sulfuración, Abs/cm	2.8
Hollis, wct%	0.0

CONTAMINACIÓN DEL LUBRICANTE - PPM (mg/kg)	
Si (Silicio)	96
Na (Sodio)	3
Vanadio (V)	0
Ni (Niquel)	0

DESCASTE DEL EQUIPO - PPM (mg/kg)	
Fe (Hierro)	10
Cr (Cromo)	0
Al (Aluminio)	3
Cu (Cobre)	2
Pb (Plomo)	0
Estanho (Sn)	1

OTROS ELEMENTOS - PPM (mg/kg)	
Mn (Manganeso)	138
B (Boro)	51
Ba (Bario)	0
Ti (Titanio)	0
Ag (Plata)	0

PRESENCIA DE ADITIVOS - PPM (mg/kg)	
Ca (Calcio)	1960
Mg (Magnesio)	902
Zn (Zinc)	934
P (Fosforo)	991



* Rangos Generales	Precaución	Anormal
	< 9.4	> 12.7
	< 5.0	< 4.0
	---	POSITIVO

* Rangos Generales	Precaución	Anormal
	≥ 18	≥ 22
	≥ 15	≥ 20
	≥ 25	≥ 32
	≥ 2	≥ 3

* Rangos Generales	Precaución	Anormal
	≥ 62	≥ 92
	≥ 40	≥ 60
	≥ 30	≥ 50
	---	≥ 20

* Rangos Generales	Precaución	Anormal
	≥ 100	≥ 273
	≥ 20	≥ 31
	≥ 30	≥ 62
	≥ 78	≥ 139
	≥ 25	≥ 80
	≥ 15	≥ 20

* Rangos Generales	Precaución	Anormal
	---	---
	---	---
	---	---
	---	---

ELABORADO POR: REVISADO POR:

VEN-2024-06-01 VERSIÓN 1.0 FECHA 2024-SEPT-14

\* NOTA: LOS LIMITES CONDEMATÓRIOS SON GENERALES. LOS LIMITES ESPECIFICOS LOS PODRA ENCONTRAR EN EL MANUAL DEL FABRICANTE DE LA MAQUINARIA. SE DEBE TOMAR EN CUENTA LA TENDENCIA METANICA DE CADA EQUIPO Y COMPARAR LAS PROPIEDADES FISICAS CON LAS DE UN ACEITE NUEVO. UTILICE ESTOS VALORES SOLO COMO UNA GUIA.  
\* ND: NO DETERMINADO





**NOBRE DEL CLIENTE:**  
NOVOBAN

**Compartimento:** MOTOR

**Equipo:** PMR - 0738

**Marca:** MA

**Serie:**

**Modelo:** KIA RIO

**Lubricante:** LHM930

**Marca del Lubricante:** TOTAL

**Diagnóstico de la última muestra:**  
**PARAMETROS NORMALES**

Lubricante en condiciones aceptables para seguir en uso. Se sugiere seguir con el monitoreo periódico de las condiciones del lubricante y del equipo.

**Información de Muestra**

Numero de Muestra	06-261-17288
Fecha de Muestreo	202-05-26
Fecha de Ingreso	202-06-07
Fecha de Informe	202-05-26
Equipo Hrs/ Km	49158
Acerte Hrs/ Km	4998
Condición	NORMAL

**ESTADO DEL LUBRICANTE**

Viscosidad a 100°C, cSt	10,9
T.B.N. mg/CMH/gf	4,5
Humedad	NEGATIVO

**CONTAMINACIÓN DEL LUBRICANTE - PPM (mg/kg)**

Si [Silicio]	10
Na [Sodio]	4
Venadio [V]	0
Ni [Niquel]	0

**DESGASTE DEL EQUIPO - PPM (mg/kg)**

Fe [Hierro]	11
Cr [Cromo]	0
Al [Aluminio]	7
Cu [Cobre]	9
Pb [Plomo]	0
Estafío [Sn]	0

**OTROS ELEMENTOS - PPM (mg/kg)**

Mo [Molibdeno]	88
B [Boro]	70
Be [Berilio]	0
Ti [Titanio]	0
Ag [Plata]	0

**PRESENCIA DE ADITIVOS - PPM (mg/kg)**

Ca [Calcio]	944
Mg [Magnesio]	655
Zn [Zinc]	934
P [Fosforo]	903

**OPORTUNIDAD QUÍMICA**

Oxidación, Abx/cm	14,7
Abración, Abx/cm	9,8
Sulfatación, Abx/cm	12,8
Hollin, wpp	0,0

**Rangos Generales**

Precaución	< 30
Anormal	> 12,7
Positivo	< 35

**Rangos Generales**

Precaución	≥ 18
Anormal	≥ 22
Positivo	≥ 15
Positivo	≥ 20
Positivo	≥ 25
Positivo	≥ 32
Positivo	≥ 2
Positivo	≥ 3

**Rangos Generales**

Precaución	≥ 62
Anormal	≥ 32
Positivo	≥ 40
Positivo	≥ 60
Positivo	≥ 30
Positivo	≥ 50
Positivo	≥ 20

**Rangos Generales**

Precaución	≥ 100
Anormal	≥ 275
Positivo	≥ 70
Positivo	≥ 11
Positivo	≥ 30
Positivo	≥ 62
Positivo	≥ 78
Positivo	≥ 139
Positivo	≥ 25
Positivo	≥ 80
Positivo	≥ 15
Positivo	≥ 70

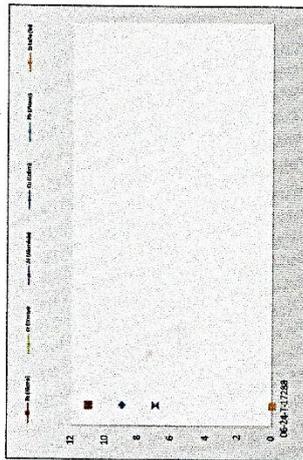
**Rangos Generales**

Precaución	-
Anormal	-
Positivo	-







**\* NOTA: LOS LIMITES CONDENATORIOS SON GENERALES. LOS LIMITES ESPECIFICOS LOS PODRA ENCONTRAR EN EL MANUAL DEL FABRICANTE DE LA MAQUINARIA. SE DEBE TOMAR EN CUENTA LA TENDENCIA METÁLICA DE CADA EQUIPO Y COMPARAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS CON LAS DE UN ACEITE NUEVO. UTILICE ESTOS VALORES COMO GUÍA.**

**\* NO. NO DETERMINADO**

ELABORADO POR: \_\_\_\_\_

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

LAB. de Análisis Petroleros  
Dpto. Técnico y Laboratorio

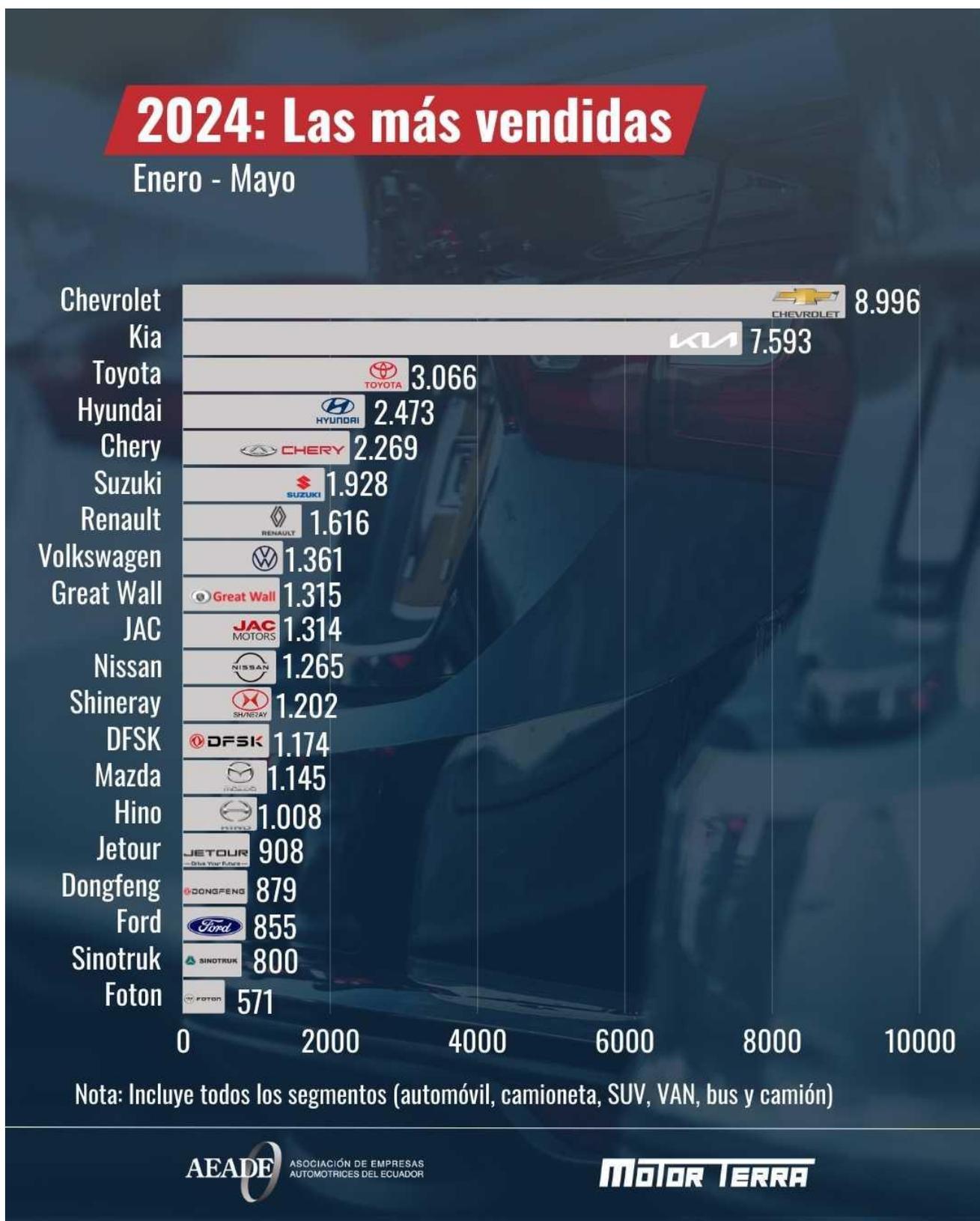
VERIFICAR-006A - VERSION 1 FECHA 2021-SEP-14

PAGINA 1



**Anexo D: Marcas más vendidas**

Marcas más vendidas 2024 Enero - Mayo



Nota 1. Imagen de marcas más vendidas Ecuador, por Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2024, [motorterrahttps://www.motorterra.com/ranking-de-las-20-marcas-automotrices-mas-vendidas-en-ecuador-en-los-primeros-cinco-meses-del-2024/](https://www.motorterra.com/ranking-de-las-20-marcas-automotrices-mas-vendidas-en-ecuador-en-los-primeros-cinco-meses-del-2024/)