

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SUDAMERICANO



CARRERA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DEL ACEITE MINERAL Y SINTÉTICO PARA MOTORES
DE ENCENDIDO PROVOCADO MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE
LABORATORIO EN LA EMPRESA IASA PARA LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL
PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTOR:

Medina Narváez Jhofre Patricio

DIRECTOR:

Ing. Ángel Santiago Díaz Vivanco, Mgs.

Loja, octubre 2023

Certificado del Director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera

Ing.

Ángel Santiago Díaz Vivanco

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICA:

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado, “ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DEL ACEITE MINERAL Y SINTÉTICO PARA MOTORES DE ENCENDIDO PROVOCADO MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO EN LA EMPRESA IASA PARA LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023”, el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano: por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 10 de noviembre de 2023

f. _____

Ing. Ángel Santiago Díaz Vivanco

Autoría

Yo, Medina Narváez Jhofre Patricio con C.I. 1900734144, declaro ser el autor del presente trabajo de investigación de fin de carrera el mismo que fue realizado con toda responsabilidad y honradez por tal virtud los fundamentos teóricos-prácticos y los resultados obtenidos son de exclusiva responsabilidad del autor. A través de la presente declaración la propiedad intelectual pertenece al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano (ISTS).

Loja, 10 de noviembre de 2023

C.I.: 1900734144

Medina Narváez Jhofre Patricio

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis queridos padres, EMILIO MEDINA y FELICIA NARVAEZ, quienes han sido la fuente inagotable de apoyo, amor y sacrificio en mi vida. Cada logro, cada página escrita y cada desafío superado en este viaje académico ha sido posible gracias a su incansable esfuerzo y dedicación para brindarme la oportunidad de estudiar y crecer, y así también a mis hermanos y amigos que siempre me han alentado en seguir adelante. Sus valores, su amor incondicional y su constante aliento han sido la brújula que me ha guiado en este camino. Esta tesis es el fruto de su infinita dedicación y el reflejo de la educación que me han inculcado, la cual valoro profundamente.

Medina Narváez Jhofre Patricio

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, quien me ha dado la vida y la oportunidad de superarme y cumplir esta meta. A mis queridos padres, EMILIO MEDINA y FELICIA NARVAEZ. Gracias por brindarme la educación, los valores y el apoyo inquebrantable que me han permitido alcanzar este logro Su dedicación y sacrificio han sido la base sobre la cual he construido mi futuro.

Agradezco mi familia y amigos por su apoyo moral y emocional que me han brindado incondicionalmente por animarme siempre a seguir adelante por sus palabras de aliento y consejos

Agradezco al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, por abrirme las puertas del conocimiento. A mis docentes de la carrera de Mecánica, Automotriz a quienes debo un inmenso agradecimiento por su orientación experta y su compromiso con mi desarrollo académico.

Agradezco al Ing. Ángel Santiago Díaz Vivanco por compartir su conocimiento y por guiarme en el desarrollo a este proyecto de fin de carrera. A mi tío JAIME NARVAEZ por hacer posible la realización de los análisis en su unidad por lo cual le estoy muy agradecido

Medina Narváez Jhofre Patricio

Acta de Cesión de Derechos del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera

Conste por el presente documento la Cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA. - Por sus propios derechos; el Ing. Díaz Vivanco Ángel Santiago, Mgs, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y, Medina Narváez Jhofre Patricio, en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; mayor de edad emiten la presente acta de cesión de derechos.

SEGUNDA. - Medina Narváez Jhofre Patricio, realizó la Investigación titulada “ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DEL ACEITE MINERAL Y SINTÉTICO PARA MOTORES DE ENCENDIDO PROVOCADO MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO EN LA EMPRESA IASA PARA LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023”; para optar por el título de Tecnólogo en Mecánica automotriz, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. Díaz Vivanco Ángel Santiago, Mgs.

TERCERA. - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

CUARTA. - Los comparecientes Ing. Díaz Vivanco Ángel Santiago, Mgs, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera y Medina Narváez Jhofre Patricio como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado “ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DEL ACEITE MINERAL Y SINTÉTICO PARA MOTORES DE ENCENDIDO PROVOCADO MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO EN LA EMPRESA

IASA PARA LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

QUINTA. - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de octubre del año 2023.

Ing. Díaz Vivanco Ángel Santiago, Mgs.

DIRECTOR

C.I. 1104563166

Medina Narváez Jhofre Patricio

C.I. 1900734144

Declaración Juramentada

Loja, 10 de noviembre de 2023

Nombres: Jhofre Patricio

Apellidos: Medina Narváez

Cédula de Identidad: 1900734144

Carrera: Mecánica Automotriz

Semestre de ejecución del proceso de titulación: abril – septiembre de 2023

Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación: Análisis y comparación del aceite mineral y sintético para motores de encendido provocado mediante la realización de pruebas de laboratorio en la empresa IASA para la ciudad de Loja durante el periodo abril – septiembre 2023.

En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.

2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma

Jhofre Patricio Medina Narváez

C.I: 1900734144

Índice de Contenido

Certificado del Director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera	I
Autoría	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Acta de Cesión de Derechos del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera	V
Declaración Juramentada	VII
Índice de Contenido	2
Índice de Figuras	7
Índice de Tablas	11
Resumen	13
Abstract	14
Problema	15
Tema	17
Justificación	18
Objetivos	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	20
Marco Teórico	21
Marco Institucional: Instituto Superior Tecnológico Sudamericano	21

Reseña Histórica	21
Modelo Educativo.....	24
Marco Conceptual	27
Análisis de Aceite.....	27
Aceites Lubricantes	28
Principales Propiedades del Aceite.....	40
Condiciones y Agentes Contaminantes	48
Técnicas Para el Análisis de Aceite.....	53
Técnicas de Detección Temprana de Fallas en Motores de Encendido Provocado	58
Tribología	60
Cuña Hidrodinámica.....	61
Diseño Metodológico.....	64
Métodos de Investigación.....	64
Método Fenomenológico	64
Método Hermenéutico	64
Método Práctico Proyectual.....	65
Métodos de Investigación.....	66
Búsqueda Bibliográfica	66
Encuesta.....	66
Determinación del Universo y de la Muestra.....	67

Determinación del Universo.....	67
Determinación de la Muestra.....	67
Análisis de resultados: Cuantitativos y/o Cualitativos.....	69
Propuesta Práctica De Acción.....	85
Localización del Estudio.....	85
Equipos y Materiales.....	85
Obtención de las Muestras.....	88
Diagrama de Flujo del Proceso.....	88
Unidad de Estudio.....	91
Recolección de Datos.....	92
Aceite Mineral 20w50 Conjuntamente con su Ficha Técnica:.....	94
Aceite Full Sintético 20w50 Conjuntamente con su Ficha Técnica:.....	95
Análisis de Laboratorio Para el Lubricante Mineral 20W50.....	98
Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Cr, Cu, Ag, Mn).....	99
Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Fe).....	99
Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Al).....	100
Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Na).....	101
Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Ni).....	102
Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Pb).....	103
Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Si).....	104

Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Sn)	105
Análisis de Condición y Contaminación del Lubricante Mineral 20W50.....	106
Análisis de laboratorio para el lubricante full sintético 20w50.....	114
Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Cr, Cu, Ni, Pb, Sn, Ag, Mn)	115
Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Fe).....	115
Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Al).....	116
Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Na).....	117
Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Si)	118
Análisis de Condición y Contaminación del Lubricante Full Sintético 20W50.....	119
Comparación de Resultados	128
Comparativa de Viscosidad	128
Comparativa de Hollín.....	130
Comparativa de Oxidación	131
Comparativa de Sulfatación.....	132
Comparativa de Nitración.....	133
Conclusiones	135
Recomendaciones	137
Bibliografía	138
Anexos	143
Certificación de Aprobación	143

Formato de Declaración Juramentada de Autoría de Investigación.....	144
Acta de Cesión de Derechos.....	145
Cronograma.....	146
Presupuesto.....	147
Modelo de la Encuesta	148
Evidencia Fotográfica	151
Análisis en el Laboratorio del Lubricante Mineral 20w50	154
Análisis en el Laboratorio del Lubricante Full Sintético 20w50	156

Índice de Figuras

Figura 1 Logotipo del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.....	21
Figura 2 Modelo Educativo del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.....	25
Figura 3 Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier.....	55
Figura 4 Ondas electromagnéticas.....	57
Figura 5 Tabla de colores según normativa ASTM D 130.....	58
Figura 6 Curva esquemática de Stribeck.....	61
Figura 7 Análisis de laboratorio para aceites de motor de vehículos.....	69
Figura 8 Diferencia entre aceites minerales y aceites sintéticos.....	70
Figura 9 Análisis y comparación de aceites mineral y sintético de motores de combustión interna.....	72
Figura 10 Análisis y comparación de aceites de automotores es una práctica necesaria para el cuidado y mantenimiento adecuado de tu vehículo.....	73
Figura 11 Conocimiento previo sobre los diferentes tipos de aceites de motor.....	74
Figura 12 Análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna para fomentar una cultura de mantenimiento.....	75
Figura 13 Utilización de aceite mineral en su vehículo.....	77
Figura 14 Utilización de aceite sintético en su vehículo.....	78
Figura 15 Diferencia notable en el rendimiento de tu vehículo o maquinaria al cambiar de aceite mineral a aceite sintético, o viceversa.....	79
Figura 16 Aspecto más importante para elegir un aceite.....	81
Figura 17 Mejores beneficios para el motor de un vehículo.....	82
Figura 18 Invertir más dinero en aceites de motor de mejor calidad si esto mejora el rendimiento y la vida útil de tu vehículo.....	83
Figura 19 Kit extracción aceite/gasolina.....	85
Figura 20 Recipiente de muestreo.....	86

Figura 21 Etiqueta para la muestra	87
Figura 22 Diagrama de flujo de obtención de la muestra	88
Figura 23 Obtención de las muestras de aceite	89
Figura 24 Aceite extraído del motor	90
Figura 25 Unidad de estudio, Vehículo Kia Rio 2014.....	92
Figura 26 Información de fechas y kilometraje de la toma de muestras.....	93
Figura 27 Análisis del lubricante mineral 20w50 (Fe)	100
Figura 28 Análisis del lubricante mineral 20w50 (Al)	101
Figura 29 Análisis del lubricante mineral 20w50 (Na).....	102
Figura 30 Análisis del lubricante mineral 20w50 (Ni)	103
Figura 31 Análisis del lubricante mineral 20w50 (Pb)	104
Figura 32 Análisis del lubricante mineral 20w50 (Si)	105
Figura 33 Análisis del lubricante mineral 20w50 (Sn)	106
Figura 34 Resultados del análisis de viscosidad - precaución del lubricante mineral 20W50.....	108
Figura 35 Resultados del análisis de viscosidad - límite del lubricante mineral 20W50.....	108
Figura 36 Resultado de análisis del Número Total de Acidez – TAN del lubricante mineral 20W50	109
Figura 37 Resultado de análisis de Hollín del lubricante mineral 20W50.....	110
Figura 38 Resultado de análisis de Oxidación del lubricante mineral 20W50	111
Figura 39 Resultado de análisis de Sulfatación del lubricante mineral 20W50.....	112
Figura 40 Resultado de análisis de Nitración del lubricante mineral 20W50.....	113
Figura 41 Resultado de análisis de Pfc Percent Fuel (Porcentaje de combustible) del lubricante mineral 20W50.....	114
Figura 42 Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Fe).....	116
Figura 43 Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Al).....	117
Figura 44 Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Na).....	118
Figura 45 Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Si)	119

Figura 46 Resultados del análisis de viscosidad – precaución del lubricante full sintético 20W50.....	121
Figura 47 Resultados del análisis de viscosidad – límite del lubricante full sintético 20W50	122
Figura 48 Resultado de análisis del Número Total de Acidez – TAN del lubricante full sintético 20W50	123
Figura 49 Resultado de análisis de Hollín del lubricante full sintético 20W50.....	124
Figura 50 Resultado de análisis de Oxidación del lubricante full sintético 20W50	125
Figura 51 Resultado de análisis de Sulfatación del lubricante full sintético 20W50.....	126
Figura 52 Resultado de análisis de Nitración del lubricante full sintético 20W50	127
Figura 53 Resultado de análisis de PFC Percent Fuel (Porcentaje de combustible) del lubricante full sintético 20W50	128
Figura 54 Comparativa de la viscosidad – precaución, entre el aceite mineral y sintético 20w50.....	129
Figura 55 Comparativa de la viscosidad – límites, entre el aceite mineral y sintético 20w50	130
Figura 56 Comparativa de Hollín, entre el aceite mineral y sintético 20w50.....	131
Figura 57 Comparativa de Oxidación, entre el aceite mineral y sintético 20w50	132
Figura 58 Comparativa de Sulfatación, entre el aceite mineral y sintético 20w50.....	133
Figura 59 Comparativa de Nitración, entre el aceite mineral y sintético 20w50.....	134
Figura 60 Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, por el Vicerrector	143
Figura 61 Formato de declaración juramentada de autoría de investigación.....	144
Figura 62 Acta de cesión de derechos.....	145
Figura 63 Kit de extracción para el muestreo	151
Figura 64 Ubicación de la varilla de nivel de aceite	151
Figura 65 Introducción de la manguera por la entrada de la varilla de nivel de aceite.....	152
Figura 66 Extracción del aceite por efecto de succión que ejerce la jeringa	152
Figura 67 Recolección de aceite en el recipiente de 100 ml para muestra	153
Figura 68 Etiquetado de la muestra con sus correspondientes datos	153

Figura 69 Análisis en el laboratorio del lubricante mineral 20w50.....	154
Figura 70 Análisis en el laboratorio del lubricante mineral 20w50.....	155
Figura 71 Análisis en el laboratorio del lubricante full sintético 20w50	156
Figura 72 Análisis en el laboratorio del lubricante full sintético 20w50	157
Figura 73 Certificado de aprobación del abstract	158

Índice de Tablas

Tabla 1 Materiales Encontrados dentro del motor	53
Tabla 2 Listado de ítems que se realiza en los análisis brindados por el laboratorio S.O.S. de análisis de Fluidos de IASA.....	62
Tabla 3 Análisis de laboratorio para aceites de motor de vehículos	69
Tabla 4 Diferencia entre aceites minerales y aceites sintéticos	70
Tabla 5 Análisis y comparación de aceites mineral y sintético de motores de combustión interna	71
Tabla 6 Análisis y comparación de aceites de automotores es una práctica necesaria para el cuidado y mantenimiento adecuado de tu vehículo	73
Tabla 7 Conocimiento previo sobre los diferentes tipos de aceites de motor.....	74
Tabla 8 Análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna para fomentar una cultura de mantenimiento.....	75
Tabla 9 Utilización de aceite mineral en su vehículo	76
Tabla 10 Utilización de aceite sintético en su vehículo	78
Tabla 11 Diferencia notable en el rendimiento de tu vehículo o maquinaria al cambiar de aceite mineral a aceite sintético, o viceversa.....	79
Tabla 12 Aspecto más importante para elegir un aceite	80
Tabla 13 Mejores beneficios para el motor de un vehículo	82
Tabla 14 Invertir más dinero en aceites de motor de mejor calidad si esto mejora el rendimiento y la vida útil de tu vehículo.....	83
Tabla 15 Características del vehículo - Unidad de estudio.....	91
Tabla 16 Ficha técnica del aceite mineral 20w50	94

Tabla 17 Ficha técnica del aceite full sintético 20w50	95
Tabla 18 Orígenes de los materiales	96
Tabla 19 Límites condenatorios por material	97
Tabla 20 Comparativa de límites condenatorios y valores de las muestras de aceite mineral 20w50.....	98
Tabla 21 Análisis de condición y contaminación del lubricante mineral 20W50	106
Tabla 22 Comparativa de límites condenatorios y valores de las muestras de aceite full sintético 20w50.....	114
Tabla 23 Análisis de condición y contaminación del lubricante full sintético 20W50.....	119
Tabla 24 Cronograma de actividades.....	146
Tabla 25 Presupuesto del proyecto	147

Resumen

En la actualidad, la atención dada a los aceites utilizados en motores de encendido provocado es insuficiente, ya que los consumidores suelen priorizar el precio sobre la calidad y los componentes del aceite. Este estudio se centró en analizar el aceite como una herramienta crucial para detectar el desgaste temprano en los motores. Se utilizó el concepto de límites condenatorios y sus rangos establecidos para identificar problemas en los motores y reducir los costos asociados con los mantenimientos correctivos.

El proyecto se realizó con dos marcas de lubricantes SAE 20W50: uno mineral y otro sintético, utilizando un vehículo tipo taxi Kia Rio modelo 2014 que recorre largas distancias. Se emplearon técnicas de espectrometría para evaluar suciedad, desgaste, aditivos y contaminación por refrigerante en el aceite. Los resultados mostraron patrones claros de desgaste a medida que aumentaba el kilometraje, demostrando la utilidad de este análisis para monitorizar la salud del motor.

A pesar de que los lubricantes tengan la misma especificación, se encontraron diferencias en los desgastes debido a los componentes internos y las características aditivas de cada uno. Se concluyó que el lubricante full sintético 20W50 provoca un menor desgaste en los elementos internos del motor de combustión interna con encendido provocado. Este estudio está orientado a flotas de transporte pesado y público, ya que los costos de estos análisis son demasiado altos para vehículos de uso individual como taxis o busetas.

Abstract

Currently, the attention given to oils used in spark car ignition engines is insufficient, as consumers often prioritize price over oil quality and components. This study focused on analyzing oil as a crucial tool to detect early wear in engines. The concept of condemning limits and their established ranges were used to identify engine problems and reduce costs associated with corrective maintenance.

The project was carried out with two brands of SAE 20W50 lubricants: one mineral and the other synthetic, using a 2014 Kia Rio taxi-type vehicle that travels long distances. Spectrometry techniques were used to evaluate dirt, wear, additives and coolant contamination in the oil. The results showed clear wear patterns as mileage increased, demonstrating the usefulness of this analysis for monitoring engine health.

Although the lubricants have the same specification, differences in wear were found due to the internal components and additive characteristics of each one. It was concluded that the 20W50 full synthetic lubricant causes less wear in the internal elements of the internal combustion engine with induced ignition. This study is aimed at heavy and public transportation fleets, since the costs of these analyzes are too high for individual use vehicles such as taxis or buses.

Problema

En la actualidad el lubricante de un motor para automóvil no es tomado con la importancia del caso, haciendo que los consumidores le den mayor importancia al precio de este antes que a su calidad, y componentes. El tema específico que aborda esta investigación es la detección temprana de fallas en motores de encendido provocado, los cuales son ampliamente utilizados en la industria automotriz y su correcto funcionamiento es crucial para garantizar la seguridad y el rendimiento del vehículo. Sin embargo, estos motores están expuestos a diversos factores que pueden provocar fallas en su rendimiento, lo que puede llevar a problemas más graves si no son detectados a tiempo. (Remache, 2017, pág. 92).

En este sentido, el análisis de aceite usado se ha establecido como una técnica útil para la detección temprana de fallas en el motor. Esta pericia se basa en el análisis químico del aceite que está usando el motor, el cual puede proporcionar información valiosa acerca del estado del mismo y de los componentes que lo integran. Hay varios métodos de análisis disponibles, como la espectroscopía infrarroja y el análisis de viscosidad, cada uno con sus propias ventajas y limitaciones. Es importante investigar los diferentes métodos y determinar cuál es el más adecuado para la aplicación específica. (Buchelli , 2015, pág. 68)

En cuanto a la monitorización del aceite usado en motores se ha convertido en una herramienta muy útil para la detección temprana de fallas, ya que permite detectar cambios en las propiedades físicas y químicas del aceite que pueden indicar la presencia de problemas en el motor. Además, los autores destacan que la monitorización también puede ser útil para determinar el momento óptimo para realizar el cambio de aceite y para identificar patrones de desgaste del motor que puedan ayudar a prevenir futuras fallas. (Pérez, 2018, p.71).

A pesar de la importancia que se ha otorgado al análisis de aceite usado en el mantenimiento preventivo, aún existen algunas dudas acerca de su efectividad y fiabilidad como herramienta de diagnóstico. Es por ello que se hace necesario la revisión de técnicas de detección temprana de fallas en dichos motores, que permitan identificar los problemas antes de que se conviertan en mantenimientos correctivos. Estas técnicas pueden ser de gran utilidad para los mecánicos y especialistas en el área de mantenimiento automotriz, permitiéndoles tomar decisiones en los momentos más oportunos de acuerdo con el kilometraje recorrido. (Arévalo, 2015, p. 81).

Como una herramienta de mantenimiento predictivo, el análisis de aceite se utiliza para descubrir, aislar y ofrecer soluciones anormales del lubricante como la salud y contaminación del mismo y las condiciones de las maquinas como puede ser su desgaste. Estas anomalías pueden dar lugar a costosos daños, a veces catastróficos causando pérdidas de la producción, elevados costos de reparación, e incluso accidentes del vehículo.

Además de lo antes mencionado, la carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, en el marco del desarrollo de nuevas tecnologías y el análisis de tendencias sobre la utilización de mejoras para los motores de combustión interna con el fin de disminuir la contaminación ambiental, el implementar dichos análisis sobre la degradación de los aceites es fundamental para que los estudiantes diagnostiquen de mejor manera las averías en los motores y comprendan la importancia de dicho fluido para el funcionamiento correcto de los mismos, y de esta manera optimice la calidad de conocimientos de los alumnos dando un enfoque real del uso de aceites comerciales.

Tema

Análisis y comparación del aceite mineral y sintético para motores de encendido provocado mediante la realización de pruebas de laboratorio en la empresa IASA para la ciudad de Loja durante el periodo abril – septiembre 2023.

Justificación

En el siguiente proyecto de titulación utiliza la línea de investigación del ISTS “Tecnologías y técnicas del mantenimiento de sistemas automotrices” y sub línea de investigación “Mantenimiento de motores”, donde se efectuará de manera eficaz el análisis y comparación del aceite mineral y sintético para motores de encendido provocado mediante pruebas de muestro en los laboratorios de IASA.

El progreso de este trabajo práctico – investigativo, establece un aporte importante para el desarrollo de las habilidades alcanzadas durante toda la formación académica, y así mismo integrar la investigación necesaria para cumplir los objetivos planteados, además de ser un requisito indispensable previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, obteniendo así un estudio de tercer nivel necesaria para el desarrollo en el ámbito laboral, social, profesional y personal.

En la actualidad existe una sociedad de constante cambio con el objetivo básico de mejorar el rendimiento de los motores volviéndolos más eficientes, obteniendo oportunidades para impulsar proyectos tecnológicos – innovadores que optimicen el transporte haciéndolo más eco-amigable y accesible económicamente; así pues el análisis y comparación del aceite mineral y sintético para motores de encendido provocado mediante la realización de pruebas de laboratorio, se convierte en una prioridad en las instituciones de educación superior, como el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, enfocado en las investigaciones sociales con aporte estudiantil, logrando y permitiendo obtener benéficos tecnológicos e innovadores para este.

Si bien la técnica de análisis de aceite usado se ha utilizado durante mucho tiempo en el mantenimiento de maquinaria industrial, su aplicación específica en los motores de vehículos aún no se ha generalizado. La novedad de dicho estudio radica en la evaluación de los avances recientes en esta técnica, y cómo estos pueden ser aplicados para generar una cultura de mantenimiento preventivo en los motores de encendido provocado.

Para llevar a cabo este proyecto, se aplicará un enfoque metodológico que permita recopilar y analizar datos de diversas fuentes, incluyendo literatura científica y técnica, registros de mantenimiento de vehículos, y resultados de pruebas de laboratorio. Donde se utilizarán técnicas estadísticas para el análisis de los datos y se realizarán comparaciones con otras técnicas de diagnóstico de fallas y de igual forma de acuerdo con el kilometraje que haya cumplido el aceite, mejorando los planes de mantenimiento preventivo y reducir los costos totales de para los propietarios de los vehículos.

En cuanto a la factibilidad, la investigación se realizará utilizando información disponible en la literatura científica y técnica, así como entrevistas con expertos en el campo del mantenimiento de vehículos. También se utilizarán datos de casos reales para ilustrar la aplicación de la técnica de análisis de aceite usado en la detección temprana de fallas en motores de vehículos. Por lo tanto, esta investigación pretende contribuir al conocimiento en el área de mantenimiento preventivo de vehículos y aportar información valiosa para la aplicación efectiva del análisis de aceite usado como herramienta de diagnóstico de fallas en el motor de vehículos, lo que a su vez puede contribuir a reducir costos y aumentar la seguridad vial.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la efectividad de los aceites usados en motores de vehículos para la detección temprana de fallas, con el propósito de mejorar el mantenimiento preventivo de los motores de encendido provocado y reducir los costos asociados con el mantenimiento correctivo y el tiempo de inactividad de los vehículos.

Objetivos Específicos

Revisar la bibliografía científica y técnica sobre el análisis de aceite usados en motores de encendido provocado, en diversas fuentes de información para identificar los diferentes métodos, variables críticas e interpretación de resultados, sobre la detección temprana de fallas en los mismos.

Realizar la encuesta en línea dirigida a la población de la ciudad de Loja, realizada en forma de cuestionario a través de la plataforma de Google Forms como base para el estudio y decisión relacionadas con la calidad y selección de aceites en la ciudad de Loja.

Analizar el desempeño del aceite sintético y del aceite mineral a través de pruebas de laboratorio en donde se analice la contaminación de estos, con la finalidad de determinar los beneficios reales que presenta el aceite sintético frente al mineral.

Socializar y dar a conocer el proyecto de investigación, así como la importancia, del análisis de aceites en motores de encendido provocado, mediante la defensa y exposición detallada del proyecto, con el fin de aportar información a la ciudadanía.

Marco Teórico

Marco Institucional: Instituto Superior Tecnológico Sudamericano

Figura 1

Logotipo del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano



Nota: Logo institucional periodo abril 2023- octubre 2023

Reseña Histórica

El Señor Manuel Alfonso Manitio Conumba crea el Instituto Técnico Superior Particular Sudamericano para la formación de TÉCNICOS, por lo que se hace el trámite respectivo en el Ministerio de Educación y Cultura, el cual con fecha 4 de junio de 1996 autoriza, con resolución Nro. 2403, la CREACIÓN y el FUNCIONAMIENTO de este Instituto Superior, con las especialidades del ciclo post bachillerato de: Contabilidad Bancaria, Administración de Empresas y Análisis de Sistemas.

Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura autoriza el funcionamiento del ciclo post bachillerato, en las especialidades de: Secretariado Ejecutivo Trilingüe y Administración Bancaria. Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura elevar a la categoría de

Instituto Tecnológico Superior Particular Sudamericano, con las especialidades de: Administración Empresarial, Secretariado Ejecutivo Trilingüe, Finanzas y Banca, y Sistemas de Automatización. Con oficio circular nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto, en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja pasa a formar parte del Consejo Nacional De Educación Superior CONESUP, con registro institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que de acuerdo con el Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del CONESUP otorga licencia de funcionamiento en la carrera de: Diseño Gráfico y Publicidad, para que conceda títulos de técnico superior.

Con acuerdo ministerial Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el CONESUP acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de: Gastronomía, Gestión Ambiental Electrónica y Administración Turística.

En circunstancias de que en el año 2008 asume la dirección de la academia en el país el CES (Consejo de Educación Superior), la SENESCYT (Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia y Tecnología) y el CEAACES (Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior), el Tecnológico Sudamericano se une al planteamiento de la transformación de la educación superior tecnológica con miras a contribuir con los objetivos y metas planteadas en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, para el

consecuente cambio de la matriz productiva que nos conduzca a ser un país con un modelo de gestión y de emprendimiento ejemplo de la región.

Esta transformación inicia su trabajo en el registro de carreras, metas que luego de grandes jornadas y del esfuerzo de todos los miembros de la familia sudamericana se consigue mediante Resolución RPC-SO-11-Nro.110-2014 con fecha 26 de marzo del 2015. Con dicha resolución, las ocho carreras que en aquel entonces ofertaba el Tecnológico Sudamericano demuestran pertinencia para la proyección laboral de sus futuros profesionales.

En el año 2014 el CEAACES ejecuta los procesos de evaluación con fines de acreditación a los institutos tecnológicos públicos y particulares del Ecuador; para el Tecnológico Sudamericano, este ha sido uno de los momentos más importantes de su vida institucional en el cual debió rendir cuentas de su gestión. De esto resulta que la institución acredita con una calificación del 91% de eficiencia según resolución del CES y CEAACES, logrando estar entre las instituciones mejor puntuadas del Ecuador.

Actualmente, ya para el año 2022 el Tecnológico Sudamericano ha dado grandes pasos, considerando inclusive el esfuerzo redoblado ejecutado durante cerca de dos años de pandemia sanitaria mundial generada por la COVID 19; los progresos se concluyen en:

- ✓ 10 carreras de modalidad presencial
- ✓ 7 carreras de modalidad online
- ✓ 2 carreras de modalidad semipresencial
- ✓ 1 centro de idiomas CIS, este último proyectado a la enseñanza aprendizaje

de varios idiomas partiendo por el inglés. Actualmente Cambridge es la entidad externa que avala la calidad académica del centro.

- ✓ Proyecto presentado ante el CES para la transformación a Instituto Superior Universitario
- ✓ Proyecto integral para la construcción del campus educativo en Loja – Sector Moraspamba.
- ✓ Proyecto de creación de la Sede del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano en la ciudad de Machala
- ✓ Progreso hacia la transformación integral digital en todos los procesos académicos, financieros y de procesos.

Nuestros estudiantes provienen especialmente del cantón Loja, así como de la provincia; sin embargo, hay una importante población estudiantil que proviene de otras provincias como El Oro, Zamora Chinchipe, Azuay e incluso de la Región Insular Galápagos.

La formación de seres humanos y profesionales enfocados a laborar en el sector público como privado en la generación de ideas y solución de conflictos es una valiosa premisa, empero, el mayor de los retos es motivar a los profesionales de tercer nivel superior tecnológico para que pasen a ser parte del grupo de emprendedores; entendiéndose que esta actividad dinamiza en todo orden al sistema productivo, económico, laboral y por ende social de una ciudad o país.

La misión, visión y valores constituyen su carta de presentación y su plan estratégico su brújula para caminar hacia un futuro prometedor en el cual los principios de calidad y pertinencia tengan su asidero.

Modelo Educativo

A través del modelo curricular, el modelo pedagógico y el modelo didáctico se fundamenta la formación tecnológica, profesional y humana que es responsabilidad y objetivo principal de la institución; cada uno de los modelos enfatiza en los objetivos y perfiles de salida

estipulados para cada carrera, puesto que el fin mismo de la educación tecnológica que brinda el Instituto Sudamericano es el de generar producción de mano de obra calificada que permita el crecimiento laboral y económico de la región sur del país de forma prioritaria.

Figura 2

Modelo Educativo del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano



Nota: Mapa conceptual del modelo educativo

El modelo en conjunto está sustentado en la Teoría del Constructivismo; el constructivismo percibe el aprendizaje como actividad personal enmarcada en contextos funcionales, significativos y auténticos. Todas estas ideas han sido tomadas de matices diferentes, se pueden destacar dos de los autores más importantes que han aportado más al

constructivismo: Jean Piaget con el Constructivismo Psicológico y Lev Vygotsky con el Constructivismo Social.

El modelo curricular basado en competencias pretende enfocar los problemas que abordarán los profesionales como eje para el diseño. Se caracteriza por: utilizar recursos que simulan la vida real, ofrecer una gran variedad de recursos para que los estudiantes analicen y resuelvan problemas, enfatizar el trabajo cooperativo apoyado por un tutor y abordar de manera integral un problema cada vez.

Marco Conceptual

Análisis de Aceite.

El análisis de aceites determina el estado de operación de las máquinas a partir del estudio de las propiedades físicas y químicas de su aceite lubricante. La técnica de análisis de aceites permite cuantificar el grado de contaminación y/o degradación del aceite por medio de una serie de pruebas que se llevan a cabo en laboratorios especializados sobre una muestra tomada de la máquina cuando está operando o cuando acaba de detenerse. El grado de contaminación del aceite está relacionado con la presencia de partículas de desgaste y de sustancias extrañas, por tal razón es un buen indicador del estado en que se encuentra la máquina. El grado de degradación del aceite sirve para determinar su estado mismo porque representa la pérdida en la capacidad de lubricar producida por una alteración de sus propiedades y la de sus aditivos.

El análisis de aceite es una técnica que ha ganado importancia en los últimos años debido a su capacidad para detectar fallas en motores de forma temprana y precisa. (Gonzalez, 2019). Se destaca que esta técnica permite detectar problemas en el motor incluso antes de que se manifiesten de manera visible o audible, lo que puede ahorrar tiempo y dinero en reparaciones. Además, los autores señalan que el análisis de aceite también puede ser utilizado para evaluar la calidad del aceite utilizado y para optimizar el intervalo de cambio de aceite.

La contaminación en una muestra de aceite está determinada por medio de la cuantificación de:

- ✓ Partículas metálicas de desgaste
- ✓ Combustible

- ✓ Agua
- ✓ Materias carbonosas
- ✓ Insolubles

La degradación en una muestra de aceite está determinada por medio de la cuantificación las siguientes propiedades:

- ✓ Viscosidad
- ✓ Detergencia
- ✓ Basicidad

La información proveniente de las pruebas físicas y químicas del aceite permite decidir sobre el plan de lubricación y mantenimiento de la máquina. (Olarte, 2010, págs. 223 - 226)

Aceites Lubricantes

Los aceites lubricantes son sustancias utilizadas para reducir la fricción y el desgaste entre las superficies en movimiento de maquinarias y equipos. Su función principal es proporcionar una capa protectora entre las piezas en contacto, evitando así el desgaste prematuro y el daño a los componentes.

Tipos de Aceites Lubricantes.

Existen diferentes tipos de aceites lubricantes, cada uno diseñado para cumplir con requisitos específicos según la aplicación y las condiciones de operación. Los aceites lubricantes cumplen la función principal de reducir la fricción y el desgaste entre las superficies en movimiento, como las partes móviles de motores, maquinaria industrial y equipos mecánicos. El aceite lubricante comienza con el aceite de base o materia prima. Los aceites de base son de origen mineral (petróleo) o de origen sintético, aunque también se pueden utilizar aceites

vegetales para aplicaciones especializadas. El aceite de base proporciona los requisitos básicos de lubricación de un motor, Sin embargo, a menos de que se complemente con aditivos, el aceite de base se degradará y deteriorará rápidamente en algunas condiciones de operación.

Dependiendo del tipo de aceite de base (petróleo, sintético o algún otro), se utilizan aditivos con distintas propiedades químicas. Su uso proporciona varios beneficios, pero también pueden presentar algunos problemas y costos asociados. A continuación, se detallan estos aspectos:

(Villamizar, 2017)

Función y Uso: Los aceites lubricantes forman una película protectora entre las superficies metálicas, evitando el contacto directo y reduciendo la fricción. Esto ayuda a minimizar el desgaste, la generación de calor y la pérdida de energía por fricción. Además, actúan como agentes refrigerantes y ayudan a mantener limpios los componentes al atrapar partículas y contaminantes. Se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde motores de automóviles hasta maquinaria industrial, para garantizar un funcionamiento suave y eficiente.

Beneficios: El uso adecuado de aceites lubricantes proporciona varios beneficios, como:

- ✓ **Reducción del Desgaste y la Fricción:** Ayuda a prolongar la vida útil de los componentes y reduce los costos de mantenimiento y reparación.
- ✓ **Mejora de la Eficiencia:** Minimiza las pérdidas de energía debido a la fricción, lo que resulta en un rendimiento más eficiente y un menor consumo de combustible.
- ✓ **Protección Contra la Corrosión:** Los aceites lubricantes contienen aditivos que protegen las superficies metálicas contra la corrosión y el deterioro.
- ✓ **Refrigeración:** Ayuda a disipar el calor generado por el funcionamiento de los equipos, evitando el sobrecalentamiento.

Problemas: Aunque los aceites lubricantes son fundamentales para el buen funcionamiento de los equipos, también pueden presentar algunos problemas, como:

- ✓ **Contaminación:** Los aceites pueden contaminarse con partículas, agua u otros contaminantes, lo que puede comprometer su capacidad de lubricación y protección.
- ✓ **Degradación:** Con el tiempo y el uso, los aceites pueden degradarse, perdiendo sus propiedades lubricantes y protectoras. Esto puede llevar a un mayor desgaste y daño a los componentes.
- ✓ **Selección Inadecuada:** El uso de un aceite lubricante incorrecto para una aplicación específica puede resultar en un rendimiento deficiente y un mayor desgaste.

Costos: Los costos asociados con los aceites lubricantes incluyen el costo inicial de adquisición, el mantenimiento regular (cambios de aceite, análisis de aceite, filtros) y los costos de disposición adecuada de los aceites usados. El uso de aceites lubricantes de alta calidad y la implementación de un programa de mantenimiento adecuado pueden ayudar a minimizar los costos a largo plazo al prolongar la vida útil de los equipos y reducir los tiempos de inactividad.

Variables: Al seleccionar un aceite lubricante, se deben considerar varias variables, como:

- ✓ **Viscosidad:** La viscosidad del aceite debe ser adecuada para las condiciones de operación y la temperatura ambiente.
- ✓ **Especificaciones del Fabricante:** Los fabricantes de equipos suelen recomendar un tipo o grado específico de aceite lubricante que cumple con sus requisitos y garantías.
- ✓ **Condiciones de Operación:** Las condiciones de carga, velocidad, temperatura y entorno influyen en la selección del aceite lubricante adecuado.

- ✓ **Intervalos de Cambio:** Se deben seguir las recomendaciones del fabricante o los intervalos de cambio de aceite basados en el análisis del aceite usado para garantizar un rendimiento óptimo.

Aceites Minerales.

Los aceites minerales son un tipo de aceite lubricante que se obtiene a partir del petróleo crudo. Están compuestos principalmente por hidrocarburos y pueden contener aditivos para mejorar sus propiedades lubricantes. Estos aceites se utilizan ampliamente en una variedad de aplicaciones industriales y automotrices debido a sus características y beneficios.

Características y su uso:

Características

- ✓ **Viscosidad:** Los aceites minerales están disponibles en diferentes grados de viscosidad, lo que les permite adaptarse a una amplia gama de temperaturas y condiciones de operación.
- ✓ **Lubricación:** Proporcionan una lubricación eficiente entre las superficies metálicas en movimiento, reduciendo la fricción y el desgaste.
- ✓ **Protección contra la corrosión:** Los aceites minerales contienen aditivos antioxidantes y anticorrosivos que protegen las superficies metálicas contra la corrosión.
- ✓ **Disponibilidad y costo:** Los aceites minerales son ampliamente disponibles y generalmente tienen un costo más bajo en comparación con otros tipos de aceites lubricantes.

Uso

- ✓ Automoción: Los aceites minerales se utilizan comúnmente como lubricantes en motores de combustión interna, transmisiones y sistemas de engranajes de vehículos. También se utilizan en sistemas hidráulicos y de dirección asistida.
- ✓ Industria: Se utilizan en maquinaria industrial, compresores, bombas y sistemas de lubricación general en diversos sectores industriales.
- ✓ Motores estacionarios: Los aceites minerales se utilizan en motores estacionarios, como generadores de energía y equipos estacionarios en plantas industriales.
- ✓ Equipos agrícolas: Se emplean en tractores, cosechadoras y otros equipos agrícolas para proporcionar una lubricación adecuada en condiciones de trabajo exigentes.

Beneficios

- ✓ Buena capacidad de lubricación: Los aceites minerales ofrecen una lubricación eficiente entre las superficies metálicas, lo que ayuda a reducir el desgaste y prolongar la vida útil de los equipos.
- ✓ Protección contra la corrosión: Los aditivos presentes en los aceites minerales brindan protección adicional contra la corrosión, lo que ayuda a mantener las partes metálicas limpias y en buen estado.
- ✓ Amplia disponibilidad: Los aceites minerales están ampliamente disponibles en el mercado y son compatibles con una variedad de equipos y maquinaria.
- ✓ Costo: En general, los aceites minerales son más económicos en comparación con otros tipos de aceites lubricantes, lo que los hace una opción atractiva en términos de costos de mantenimiento.

Aceites Sintéticos.

Son una combinación de aceites minerales y sintéticos. Combinan algunas de las propiedades superiores de los aceites sintéticos con el menor costo de los aceites minerales. Se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde automóviles hasta maquinaria industrial, donde se requiere un equilibrio entre rendimiento y costo.

Características y el uso de los aceites sintéticos:

Características

- ✓ **Alta Estabilidad Térmica:** Los aceites sintéticos tienen una alta resistencia al calor, lo que les permite mantener su viscosidad y rendimiento incluso en condiciones de alta temperatura y estrés térmico.
- ✓ **Baja Volatilidad:** Los aceites sintéticos tienden a tener una baja volatilidad, lo que significa que se evaporan y se descomponen menos en comparación con los aceites minerales. Esto ayuda a reducir la pérdida de lubricación y a mantener una viscosidad estable a lo largo del tiempo.
- ✓ **Mejor Fluides a Bajas Temperaturas:** Los aceites sintéticos tienen una excelente fluidez a bajas temperaturas, lo que facilita el arranque en frío y reduce el desgaste durante los primeros momentos de funcionamiento.
- ✓ **Mayor Resistencia al Desgaste:** Gracias a su formulación y estructura molecular diseñada, los aceites sintéticos brindan una mejor protección contra el desgaste, lo que contribuye a prolongar la vida útil de los componentes y equipos.

Uso

- ✓ **Automoción de Alto Rendimiento:** Los aceites sintéticos se utilizan ampliamente en vehículos de alto rendimiento, como deportivos, superdeportivos y vehículos de competición. Estos aceites proporcionan una lubricación superior en condiciones de altas velocidades y temperaturas extremas.
- ✓ **Aplicaciones Industriales Críticas:** En la industria, los aceites sintéticos se utilizan en equipos y maquinaria de alto rendimiento, como compresores de aire, turbinas, sistemas hidráulicos de alta presión y sistemas de engranajes sometidos a cargas extremas.
- ✓ **Equipos de Precisión y Maquinaria Especializada:** Los aceites sintéticos son preferidos en equipos de precisión, como rodamientos de alta velocidad, sistemas de control numérico computarizado (CNC), equipos médicos y relojería, debido a su estabilidad y rendimiento constante.
- ✓ **Aplicaciones Marinas y Aeroespaciales:** Los aceites sintéticos son utilizados en motores marinos, aviones y helicópteros, donde se requiere una lubricación confiable bajo condiciones exigentes y extremas.

Beneficios

- ✓ **Mayor Protección y Rendimiento:** Los aceites sintéticos ofrecen una protección superior contra el desgaste, la corrosión y la formación de depósitos, lo que resulta en un mejor rendimiento y una mayor vida útil de los equipos.
- ✓ **Reducción del Consumo de Combustible:** Gracias a su baja fricción interna y a la mejor fluidez a bajas temperaturas, los aceites sintéticos pueden contribuir a una mayor eficiencia del motor y una reducción en el consumo de combustible.

- ✓ **Mayor Intervalo de Cambio:** Debido a su estabilidad y resistencia al desgaste, los aceites sintéticos suelen permitir intervalos de cambio de aceite más prolongados en comparación con los aceites minerales.
- ✓ **Arranque en Frío Mejorado:** La baja viscosidad a bajas temperaturas de los aceites sintéticos facilita el arranque en frío, reduciendo el desgaste y el daño al motor durante los primeros momentos de funcionamiento.
- ✓ **Mayor Estabilidad Térmica:** Los aceites sintéticos son más resistentes al calor y a la oxidación, lo que ayuda a mantener una viscosidad estable y un rendimiento constante a altas temperaturas.

Problemas y Costos

- ✓ **Costo Inicial más Alto:** Los aceites sintéticos suelen tener un costo inicial más elevado en comparación con los aceites minerales debido a su proceso de fabricación y a sus propiedades mejoradas.
- ✓ **Posible Incompatibilidad:** Algunos materiales de sellado y ciertos componentes pueden no ser compatibles con los aceites sintéticos, lo que puede requerir modificaciones o reemplazos en ciertos equipos.
- ✓ **Requerimientos de Cambio de Aceite:** Aunque los intervalos de cambio de aceite suelen ser más largos, es importante seguir las recomendaciones del fabricante y realizar los cambios de acuerdo con el programa de mantenimiento.

Variables por considerar

- ✓ **Aplicación y Requisitos del Equipo:** Es importante seleccionar el tipo de aceite sintético adecuado según las especificaciones del fabricante y las necesidades de lubricación del equipo en particular.

- ✓ **Condiciones Operativas:** Las condiciones de temperatura, carga, velocidad y entorno deben ser consideradas para determinar el grado de viscosidad y las propiedades requeridas del aceite sintético.
- ✓ **Recomendaciones del Fabricante:** Es fundamental seguir las recomendaciones y especificaciones del fabricante del equipo para garantizar un rendimiento óptimo y evitar problemas de garantía.

Aceites Semisintéticos.

Los aceites semisintéticos, como su nombre indica, son una combinación de aceites minerales y aceites sintéticos. Estos aceites se crean mezclando una cantidad determinada de aceite base mineral con aditivos sintéticos de alta calidad. A continuación, se detalla el uso, los beneficios, los problemas, los costos y las variables relacionadas con los aceites semisintéticos:

(Fernández D. , 2009, págs. 1 - 8)

Uso

- ✓ **Automoción General:** Los aceites semisintéticos son ampliamente utilizados en vehículos de uso general, incluyendo automóviles, camiones ligeros y SUV. Son adecuados para motores de gasolina y diésel, y pueden ser utilizados en una amplia gama de condiciones de operación.
- ✓ **Mantenimiento Programado:** Los aceites semisintéticos son una opción popular para el mantenimiento programado de vehículos, ya que ofrecen una protección adecuada y un buen rendimiento en condiciones normales de funcionamiento.

Beneficios

- ✓ **Mejor Protección:** Los aceites semisintéticos proporcionan una mejor protección contra el desgaste, la corrosión y la formación de depósitos en comparación con los aceites

minerales. Los aditivos sintéticos añadidos mejoran las propiedades de lubricación y limpieza del aceite.

- ✓ **Mayor Estabilidad Térmica:** Los aceites semisintéticos ofrecen una mayor estabilidad térmica en comparación con los aceites minerales, lo que significa que pueden resistir mejor las altas temperaturas y evitar la degradación del aceite.
- ✓ **Mejor Fluidéz a Bajas Temperaturas:** Los aceites semisintéticos tienen una mejor fluidéz a bajas temperaturas en comparación con los aceites minerales, lo que facilita el arranque en frío y reduce el desgaste en los primeros momentos de funcionamiento.
- ✓ **Costo más Bajo que los Sintéticos:** En comparación con los aceites sintéticos, los aceites semisintéticos suelen ser más económicos, lo que los convierte en una opción atractiva para aquellos que buscan un mejor rendimiento sin gastar tanto como con los aceites sintéticos.

Problemas y Costos

- ✓ **Menor Rendimiento que los Aceites Sintéticos:** Aunque los aceites semisintéticos ofrecen una mejora en comparación con los aceites minerales, no alcanzan el mismo nivel de rendimiento y protección que los aceites sintéticos. En aplicaciones de alto rendimiento, los aceites sintéticos pueden ser preferibles.
- ✓ **Intervalos de Cambio de Aceite:** Los intervalos de cambio de aceite para los aceites semisintéticos suelen ser similares a los de los aceites minerales, pero pueden variar dependiendo del tipo de motor y las condiciones de operación. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante para mantener la integridad del motor.

Variables por Considerar

- ✓ **Tipo de Motor:** Es importante tener en cuenta el tipo de motor (gasolina, diésel) y las especificaciones del fabricante para determinar si los aceites semisintéticos son adecuados para su uso.
- ✓ **Condiciones de Operación:** Las condiciones ambientales, la carga del motor, la temperatura y otros factores deben tenerse en cuenta al seleccionar el grado de viscosidad y las propiedades del aceite semisintético.
- ✓ **Recomendaciones del Fabricante:** Siempre siga las recomendaciones del fabricante del vehículo o del equipo para asegurarse de utilizar el aceite adecuado y mantener la garantía.

Aditivos.

Los aditivos refuerzan o modifican algunas características del aceite de base.

Básicamente permiten que el aceite cumpla con requisitos que van más allá de los límites del aceite de base. Los aditivos más comunes son: detergentes, inhibidores de oxidación, dispersantes, agentes que aumentan la alcalinidad y agentes anti desgaste. A continuación, una pequeña descripción y funcionamiento de algunos aditivos. Los detergentes contribuyen a mantener limpio el motor al reaccionar químicamente para detener la formación y el depósito de compuestos insolubles. Los detergentes que se usan en la actualidad son sales metálicas, principalmente sulfonatos, fenatos, fosfonatos y salicilatos. Los agentes que aumentan la alcalinidad contribuyen a neutralizar los ácidos. Los detergentes son también buenos neutralizadores de ácidos, transformando los ácidos producidos durante la combustión y la oxidación en sales neutralizadas e inofensivas. Los inhibidores de oxidación contribuyen a evitar el aumento de la viscosidad, el desarrollo de ácidos orgánicos y la formación de materiales

carbonáceos. Los siguientes compuestos químicos se utilizan como antioxidantes: ditiofosfatos de cinc, sulfuros de fenato, aminas aromáticas, esteres sulfurizados y fenoles obstaculizados.

“Los dispersantes ayudan a impedir la formación de sedimentos dispersando los contaminantes y manteniéndolos en suspensión. Entre los tipos comunes de dispersantes se incluyen succinimidas poliisobutilénicos y los ésteres succínicos poliisobutilénicos.” (Padilla, 2013, pp. 90 - 110)

Los aditivos son componentes químicos que se agregan a los aceites lubricantes con el objetivo de mejorar sus propiedades y rendimiento. Estos aditivos pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica, y se seleccionan cuidadosamente para proporcionar beneficios específicos al aceite lubricante. A continuación, se detallan los aspectos relacionados con los aditivos en los aceites lubricantes:

Funciones de los Aditivos

- ✓ **Mejora de la Lubricación:** Algunos aditivos actúan como agentes de extrema presión, formando una película protectora entre las superficies metálicas y reduciendo el desgaste.
- ✓ **Control de la Oxidación:** Los aditivos antioxidantes se utilizan para prevenir la oxidación del aceite lubricante, que puede resultar en la formación de depósitos y la degradación del aceite.
- ✓ **Dispersión de la Suciedad y los Sedimentos:** Los aditivos dispersantes ayudan a mantener las partículas de suciedad y sedimentos suspendidas en el aceite, evitando que se depositen y formen lodos o barnices.
- ✓ **Reducción de la Fricción:** Algunos aditivos reducen la fricción entre las superficies, lo que resulta en una menor pérdida de energía y una mayor eficiencia del sistema.

- ✓ **Protección Contra la Corrosión:** Los aditivos anticorrosivos forman una capa protectora en las superficies metálicas, evitando la corrosión causada por la humedad y otros contaminantes.
- ✓ **Control de la Espuma:** Los aditivos antiespumantes se utilizan para prevenir la formación excesiva de espuma, que puede interferir en la lubricación adecuada y reducir la eficiencia del sistema.

Principales Propiedades del Aceite

Viscosidad.

La viscosidad es una de las propiedades más importantes del aceite lubricante. Se refiere a la resistencia del aceite a fluir y se mide en unidades de viscosidad, como el grado SAE (Society of Automotive Engineers) para aceites de motor. La viscosidad del aceite lubricante es crucial, ya que afecta directamente su capacidad para formar una película lubricante entre las superficies en movimiento.

La viscosidad se clasifica en dos categorías: viscosidad cinemática y viscosidad dinámica. La viscosidad cinemática se define como la resistencia al flujo del aceite bajo la influencia de la gravedad, mientras que la viscosidad dinámica se refiere a la resistencia al flujo del aceite bajo la influencia de fuerzas mecánicas, como la presión y la velocidad.

- ✓ **La viscosidad Dinámica.** Es la propiedad física más importante del aceite y caracteriza su fricción interna. Representa la relación entre el esfuerzo cortante que se produce al desplazar dos capas del fluido adyacentes y el gradiente de velocidad existente entre ellas. La unidad de viscosidad en el sistema SI es el Pa·s, en el sistema

CGS es el poise [P]; un Pa·s = 10 P. La viscosidad absoluta se puede medir directamente con los viscosímetros de Mac Michel, Storer, etc.

La viscosidad del aceite lubricante debe ser adecuada para las condiciones de operación del equipo. Si el aceite es demasiado viscoso, puede tener dificultades para fluir y lubricar adecuadamente las superficies, lo que resulta en un mayor desgaste y fricción. Por otro lado, si el aceite es demasiado delgado, puede no proporcionar una película lubricante adecuada y protección suficiente contra el desgaste.

La selección de la viscosidad adecuada del aceite lubricante se basa en varios factores, como la temperatura de funcionamiento, la velocidad de las partes en movimiento y las recomendaciones del fabricante del equipo. Por ejemplo, en condiciones de alta temperatura, se requiere un aceite con una viscosidad más alta para mantener una película lubricante adecuada, mientras que, en condiciones de baja temperatura, se necesita un aceite con una viscosidad más baja para garantizar una lubricación efectiva.

Las principales fallas causantes de la dilución del aceite son las siguientes:

- ✓ Conductos de combustible con fugas internas.
- ✓ Contaminación externa con combustible o aceite menos viscoso.
- ✓ Inyectores defectuosos.
- ✓ Bomba de inyección defectuosa.
- ✓ Degradación del aceite (aditivos mejoradores del índice de viscosidad).

Las principales fallas que se pueden relacionar con un aumento de la viscosidad del aceite son las siguientes:

- ✓ Bomba de inyección y/o inyectores defectuosos.

- ✓ Filtro de aire o conducto de admisión obstruido.
- ✓ Turbocompresor defectuoso.
- ✓ Desgaste excesivo del conjunto anillos-camisa.
- ✓ Fallas del sistema de refrigeración o cadena cinemática que produzcan fugas internas de refrigerante al aceite.
- ✓ Aceite degradado.
- ✓ Aceite contaminado.
- ✓ Filtro de aceite obstruido o ineficiente.

Acidez-Basicidad.

La acidez y la basicidad son propiedades químicas del aceite lubricante que se refieren a su capacidad de reaccionar con ácidos o bases, respectivamente. Estas propiedades son importantes porque pueden indicar la presencia de contaminantes o la degradación del aceite.

La acidez se refiere a la cantidad de ácidos presentes en el aceite lubricante. Estos ácidos pueden provenir de la oxidación del aceite o de la contaminación con productos de combustión, agua o partículas sólidas. Una alta acidez en el aceite puede ser indicativa de un proceso de oxidación avanzado o de la presencia de contaminantes perjudiciales. La presencia de ácidos puede causar la corrosión de las partes metálicas del equipo y acelerar el desgaste.

Por otro lado, la basicidad se refiere a la capacidad del aceite lubricante para neutralizar ácidos. Algunos aceites lubricantes contienen aditivos básicos que ayudan a mantener un equilibrio adecuado de acidez y basicidad. (Villamizar, 2017)

Los índices de neutralización respectivos como son:

- ✓ Índice de acidez total.

- ✓ Índice de acidez fuerte.
- ✓ Índice de basicidad total.
- ✓ Índice de basicidad fuerte.

Índice De Acidez Fuerte (SAN).

El índice de acidez fuerte (SAN, por sus siglas en inglés Strong Acid Number) es una medida que se utiliza para determinar la cantidad de ácidos fuertes presentes en un aceite lubricante. Los ácidos fuertes son aquellos que tienen una mayor capacidad para reaccionar con bases.

El índice de acidez fuerte se determina mediante una titulación química, en la cual se agrega una solución alcalina al aceite lubricante para neutralizar los ácidos presentes. Se registra la cantidad de solución alcalina necesaria para alcanzar el punto de neutralización, y este valor se expresa como el índice de acidez fuerte.

El índice de acidez fuerte es una medida importante, ya que puede indicar la presencia de contaminantes o la degradación del aceite lubricante. Un índice de acidez fuerte elevado puede ser indicativo de un proceso de oxidación avanzado, la contaminación con productos de combustión, la presencia de agua o la entrada de gases ácidos. Estos ácidos fuertes pueden causar corrosión en las partes metálicas del equipo y acelerar el desgaste.

El control del índice de acidez fuerte es esencial para mantener la calidad y el rendimiento del aceite lubricante. Si se detecta un índice de acidez fuerte alto, es necesario tomar medidas correctivas, como realizar un cambio de aceite o realizar un tratamiento para neutralizar los ácidos. Además, el monitoreo regular del índice de acidez fuerte ayuda a determinar la vida útil del aceite lubricante y programar su reemplazo de manera oportuna. (Villamizar, 2017)

Índice De Acidez Total (TAN).

El índice de acidez total (TAN, por sus siglas en inglés Total Acid Number) es una medida utilizada para determinar la cantidad total de ácidos presentes en un aceite lubricante. Se basa en la capacidad del aceite para neutralizar álcalis, como el hidróxido de potasio (KOH), que reaccionan con los ácidos presentes en el aceite.

El índice de acidez total se expresa en miligramos de hidróxido de potasio (KOH) requeridos para neutralizar los ácidos presentes en un gramo de aceite. Este valor refleja la acidez total, tanto de ácidos débiles como de ácidos fuertes, presentes en el aceite.

El índice de acidez total es importante para evaluar la calidad y la degradación del aceite lubricante. Un aumento en el índice de acidez total puede ser indicativo de la oxidación del aceite, la formación de ácidos debido a la contaminación o la presencia de productos de combustión. Estos ácidos pueden causar corrosión en las partes metálicas y contribuir al desgaste prematuro.

El monitoreo regular del índice de acidez total permite detectar cambios en la condición del aceite y programar su reemplazo antes de que se produzcan daños significativos. Además, ayuda a identificar posibles problemas en el sistema lubricado, como la entrada de contaminantes o la presencia de productos de desgaste.

Es importante destacar que el índice de acidez total debe ser interpretado en conjunto con otros parámetros y pruebas de análisis de aceite, como el índice de viscosidad, el contenido de agua, los aditivos y otras propiedades relevantes. Esto proporciona una visión más completa de la condición del aceite y del equipo lubricado. (Villamizar, 2017)

Índice De Basicidad Total (TBN).

El índice de basicidad total (TBN, por sus siglas en inglés Total Base Number) es una medida utilizada para determinar la capacidad de neutralización ácida de un aceite lubricante. Representa la cantidad de aditivos alcalinos presentes en el aceite que pueden neutralizar los ácidos formados durante la operación normal del motor.

El TBN se expresa en miligramos de hidróxido de potasio (KOH) requeridos para neutralizar los ácidos presentes en un gramo de aceite. Cuanto mayor sea el valor de TBN, mayor será la capacidad de neutralización ácida del aceite.

La función principal del TBN es proteger el motor contra la corrosión y la formación de depósitos ácidos. Durante la combustión, se generan gases ácidos como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, que pueden mezclarse con el aceite y formar ácidos corrosivos. Estos ácidos pueden dañar los componentes del motor y reducir su vida útil.

El TBN actúa como un amortiguador de ácidos al neutralizar los compuestos ácidos presentes en el aceite. Esto ayuda a mantener un ambiente alcalino en el motor y prevenir la corrosión de las superficies metálicas. Además, un TBN adecuado también ayuda a mantener limpios los componentes del motor al prevenir la formación de depósitos ácidos.

A medida que el aceite se utiliza y se acumulan ácidos, el TBN disminuye gradualmente. Por lo tanto, es importante monitorear regularmente el TBN y realizar cambios de aceite cuando su valor alcanza un nivel crítico. Esto garantiza que el aceite tenga una capacidad de neutralización ácida adecuada para proteger el motor de la corrosión y mantener su rendimiento óptimo. (Villamizar, 2017)

Índice De Basicidad Fuerte (SBN).

El índice de basicidad fuerte (SBN, por sus siglas en inglés Strong Base Number) es una medida que indica la cantidad de bases fuertes presentes en un aceite lubricante. Se refiere específicamente a la cantidad de bases alcalinas que pueden neutralizar los ácidos fuertes en el aceite.

El SBN se expresa en miligramos de hidróxido de potasio (KOH) requeridos para neutralizar los ácidos fuertes presentes en un gramo de aceite. Mientras mayor sea el valor de SBN, mayor será la capacidad de neutralización de ácidos fuertes del aceite.

La función principal del SBN es contrarrestar los ácidos fuertes generados durante la operación del motor. Estos ácidos pueden ser el resultado de procesos de combustión incompleta, oxidación del aceite o contaminación del combustible. Si no se neutralizan adecuadamente, los ácidos fuertes pueden causar corrosión y desgaste en los componentes del motor, lo que reduce su vida útil y afecta su rendimiento.

Al medir el SBN, se puede evaluar la capacidad del aceite lubricante para neutralizar los ácidos fuertes y proteger el motor. Si el SBN es bajo, significa que el aceite tiene una capacidad limitada para neutralizar los ácidos fuertes y puede ser menos efectivo para prevenir la corrosión y el desgaste. En este caso, puede ser necesario realizar un cambio de aceite o agregar aditivos para mejorar la capacidad de neutralización.

Es importante destacar que el SBN se evalúa en combinación con otros parámetros y pruebas de calidad del aceite lubricante. No es el único factor determinante para evaluar la calidad y el rendimiento del aceite. Por lo tanto, es fundamental seguir las recomendaciones del

fabricante del motor y realizar un análisis completo del aceite para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la protección del motor. (Villamizar, 2017)

Detergencia-Dispersividad.

La detergencia y la dispersividad son dos propiedades importantes de los aceites lubricantes que se relacionan con su capacidad para mantener limpios los componentes del motor y dispersar los contaminantes.

La detergencia se refiere a la capacidad del aceite lubricante para limpiar y eliminar los depósitos y residuos que se forman en el motor. Los detergentes presentes en el aceite actúan como agentes limpiadores, disolviendo y suspendiendo las impurezas y evitando que se adhieran a las superficies metálicas. Estos depósitos pueden incluir lodos, barnices, hollín y otros subproductos de la combustión y la oxidación. La detergencia ayuda a mantener los componentes internos del motor limpios y libres de obstrucciones, lo que favorece un funcionamiento suave y eficiente.

La dispersividad, por otro lado, se refiere a la capacidad del aceite lubricante para mantener las partículas contaminantes en suspensión y evitar que se aglomeren o se depositen en las superficies metálicas. Los dispersantes presentes en el aceite ayudan a dispersar y estabilizar las partículas de suciedad, evitando su acumulación en lugares críticos del motor. Esto es especialmente importante en motores donde la contaminación, como partículas de polvo o hollín, puede entrar en contacto con las superficies de fricción y causar desgaste y daño prematuro.

La detergencia y la dispersividad que pueden prevenir la formación de depósitos, mantener la limpieza de los componentes y garantizar un flujo de aceite adecuado en todas las

áreas críticas del motor. Esto contribuye a una mayor vida útil del motor, un mejor rendimiento y una reducción del desgaste y la corrosión.

Es importante tener en cuenta que los aceites lubricantes están formulados específicamente para cumplir con los requisitos de detergencia y dispersividad recomendados por los fabricantes de motores. Cada motor puede tener diferentes requisitos en cuanto a estas propiedades, por lo que es esencial utilizar el aceite lubricante adecuado según las recomendaciones del fabricante y seguir los intervalos de cambio de aceite recomendados para mantener el rendimiento y la protección óptima del motor. (Villamizar, 2017)

Condiciones y Agentes Contaminantes

Por contaminación de un aceite se entiende la presencia de materias extrañas a él, sin importar su origen; las principales son: partículas y óxidos metálicos, polvo atmosférico, combustible, agua, materias carbonosas y ácidos provenientes de los gases de combustión y de la oxidación del lubricante. La contaminación puede producirse por cuatro causas principales:

- ✓ Partículas de procedencia externa. Ingresan al motor por los sistemas de admisión, lubricación y combustible; tales como polvo atmosférico, agua, materias carbonosas y combustible.
- ✓ Partículas generadas internamente. Son producidas por el desgaste de las piezas que componen el motor y por la degradación del lubricante.
- ✓ Partículas introducidas durante el proceso de fabricación y montaje. Es el caso de la arena residual de la fundición, residuos abrasivos del esmerilado de válvulas, polvo y virutas provenientes del mecanizado, sustancias usadas para limpieza y pulido de piezas, etc.

- ✓ Partículas introducidas por acciones de mantenimiento. Como levantamiento de la tapa de balancines o de la culata, etc.

Los elementos contaminantes que se pueden encontrar en el aceite de los motores son los siguientes:

- ✓ Elementos metálicos. Originados por el desgaste de las partes metálicas del motor sometidas a fricción. Producen desgaste abrasivo, rugosidad de las superficies con lo cual se facilita el desgaste adhesivo y la catalización de los procesos de degradación del aceite
- ✓ Óxidos metálicos. Proviene del desgaste corrosivo del motor y de la oxidación de las partículas metálicas.
- ✓ Impureza y polvo atmosférico. Se introduce en los motores a través de la admisión (Por filtros ineficientes o rotos y conductos con fugas), respiraderos, orificio para medición del nivel o al añadir aceite. Estos elementos y el anterior producen desgaste abrasivo y rugosidad de las superficies, lo cual promueve el desgaste adhesivo. 40
- ✓ Productos carbonosos. Son el resultado del paso de los productos de la combustión al aceite.
- ✓ Gases de la combustión. Entran al aceite a través del soplado y producen ácidos que facilitan la degradación del aceite.
- ✓ Agua: Procedente de la combustión o sistema de refrigeración.
- ✓ Glicol: Proveniente de fugas internas de lubricante, promueve la degradación del aceite.
- ✓ Combustible: Se introduce al aceite mediante el soplado; tiene su origen en las fallas de los inyectores, mala combustión o funcionamiento del motor en frío.
- ✓ Ácidos: Proviene del soplado y la degradación propia del aceite. Producen corrosión de metales y catalizan la degradación del lubricante.

La contaminación y degradación del aceite están íntimamente relacionadas, ya que la primera, además de alterar las propiedades físicas y químicas del aceite acelerando el desgaste del motor, provoca su degradación. Por otra parte, esta última produce partículas sólidas no solubles en el aceite, que lo contaminan y adicionalmente promueven los procesos de desgaste. Principales síntomas característicos de la contaminación del aceite; son, por lo tanto, parámetros indicadores del estado de algunos sistemas del motor y sobre todo de su desgaste interno. Estos síntomas están constituidos por los contenidos de:

Combustible.

La dilución del lubricante con combustible puede caracterizarse con dos parámetros diferentes: la viscosidad y el punto de inflamación. El combustible produce una reducción de la viscosidad del aceite, y aumenta su punto de inflamabilidad, el punto de inflamación o de encendido, es la mínima temperatura a la cual el aceite desprende la suficiente cantidad de vapores como para inflamarse momentáneamente, al aplicarle una llama. Está relacionado directamente con la viscosidad, de manera que cuando esta disminuye, el punto de inflamación también lo hace y viceversa. Se considera que un aceite ha alcanzado el límite admisible de contaminación con combustible, cuando su punto de inflamación disminuye un 30% o si toma un valor por debajo de 130 °C.

El punto de inflamación al igual que la viscosidad puede aumentar o disminuir durante el servicio del aceite. El punto de inflamación de un aceite usado sube con el tiempo de utilización, debido a la evaporación de sus partes volátiles. La reducción del punto de inflamación se produce por la presencia de combustible, siendo más acusada esta disminución en aceites con poco contenido de compuestos volátiles.

Agua.

La contaminación del aceite con agua proviene de la condensación en el interior de los motores, como consecuencia de las bajas temperaturas o el aumento de la presión en el cárter y de las fugas internas del sistema de refrigeración; puede producir corrosión de los metales y degradación del aceite. (Villamizar, 2017)

Materia Carbonosa.

Las materias carbonosas del aceite proceden de los productos de la combustión que pasan a este a través de los anillos, mediante el proceso conocido como soplado. Estos productos interfieren las funciones de los aditivos, producen desgaste abrasivo, depósitos en las superficies internas del motor y espesamiento del aceite. Entre las fallas que producen un aumento anormal de la materia carbonosa en el aceite se destacan las siguientes:

- ✓ Fallas en el sistema de inyección.
- ✓ Turbocompresor defectuoso o intercooler obstruido.
- ✓ Filtro de aire o conducto de admisión obstruido.

Las fallas anteriores producen un aumento de los productos carbonosos como consecuencia de una combustión anormal; por otra parte, la contaminación se ve favorecida si se presentan algunas de las siguientes circunstancias: (Moubray, 2006)

- ✓ Desgaste excesivo del conjunto anillos-camisa.
- ✓ Degradación del aceite.
- ✓ Filtro de aceite obstruido o ineficiente

Materia Insoluble.

De los productos de la degradación del aceite algunos son sólidos e insolubles en él; de estos una parte se deposita como lacas y barnices en los alojamientos de los anillos, faldas de los pistones y otras superficies del motor; otra, se sitúa como lodos en el interior del cárter y de los conductos de lubricación, con el riesgo de taponarlos; el resto se disuelve en el aceite aumentando su viscosidad.

Conocer el contenido y composición de la materia insoluble del aceite es interesante para el diagnóstico, ya que están relacionados directamente con la degradación, la eficacia de los filtros, el desgaste y, en el caso de aceites detergentes, con la saturación de su capacidad dispersante. Las principales fuentes de formación de insolubles son: La oxidación, la combustión, el desgaste y la contaminación externa. Por lo tanto, las fallas que producen un aumento de la materia insoluble son:

- ✓ Bomba de inyección y/o inyectores defectuosos.
- ✓ Turbocompresor defectuoso.
- ✓ Fallas de desgaste de componentes del motor.
- ✓ Filtro roto, obstruido o entrada de aire sin filtrar.
- ✓ Aceite degradado, ya que la degradación del aceite produce productos no solubles.
- ✓ Aceite contaminado, especialmente con metales, productos de la oxidación y carbón.
- ✓ Filtro de aceite obstruido o ineficiente. (Corona, 2014)

Tabla 1*Materiales Encontrados dentro del motor*

	Hierro	Cobre	Plomo	Aluminio	Silicio	Cromo	Estaño	Sodio	Potasio
Anillos	X					X			
Árbol de levas	X								
Bielas	X								
Bomba de aceite	X			X					
Bujes		X		X			X		
Bujes de bielas	X	X	X	X			X		
Bujes de bombas de aceite				X					
Camisa	X					X			
Carcasa	X			X					
Cigüeñal	X								
Cojinetes		X	X	X			X		
Cojinetes antifricción	X					X			
Enfriador de aceite		X							
Guías de válvulas	X	X							
Pistones	X			X					
Tren de válvulas	X								
Turbo	X			X					
Válvula escape	X					X			

Nota. Origen de partículas metálicas en el motor, Tomado de repositorio, Roland Obdulio Rodríguez 2018.

Técnicas Para el Análisis de Aceite.

Durante todo este tiempo han sido desarrollados un gran número de análisis para medir los procesos de degradación en motores de combustión interna alternativos, en especial aquellos

que están relacionados con la degradación oxidativa del aceite lubricante. A través de estos análisis se identificarán algunas variables que tienen mayor importancia dentro del proceso de degradación del aceite, así como otras que afectan exclusivamente la cuantificación de la medida sin afectar en sí el proceso oxidativo del aceite.

Dentro de las herramientas de análisis de aceites existen un gran número de ensayos analíticos (cualitativos y cuantitativos), los cuales son utilizados para identificar y medir en el seno del aceite lubricante los agentes que pueden actuar como iniciadores y precursores del proceso degradativo en muestras de aceites lubricantes usados. Cada uno de estos ensayos está enmarcado dentro de una técnica de análisis físico-químico instrumental como puede ser principalmente la espectrometría, la voltamperometría lineal de barrido y la potenciometría. También serán estudiadas otras técnicas analíticas que están relacionadas con efectos del proceso oxidativo del aceite.

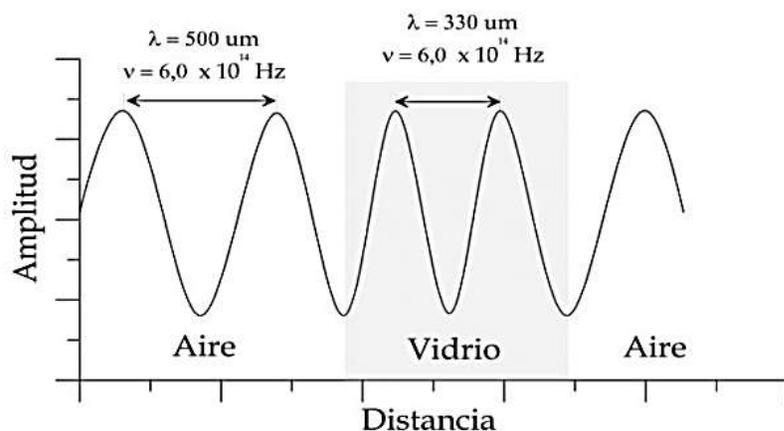
Técnicas Ópticas.

Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR), espectroscopia atómica de emisión de plasma, fluorescencia de rayos X (XRF), oxidación química mediante colorimetría y quimioluminiscencia. Las técnicas ópticas son todas aquellas que implican la medida de la radiación electromagnética emitida por la materia o que interacciona con ella. Los métodos ópticos de análisis cubren un amplio campo de aplicaciones debido a su rapidez en la respuesta, a la facilidad de los ensayos, a la cantidad de instrumentación disponible y a sus grandes desarrollos. La radiación electromagnética se propaga fácilmente a través del vacío, a diferencia de otros fenómenos ondulatorios, como el sonido. Esta propagación disminuye a causa de la interacción entre el campo electromagnético de la radiación y los electrones enlazantes de la

materia (la longitud de onda disminuye cuando la radiación pasa de un medio a otro como se puede observar en la figura).

Figura 3

Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier



Nota. Amplitud y distancia de una espectroscopia, tomada de Análisis espectroscópico, 2015.

Sin embargo, para describir cuantitativamente determinadas interacciones con la materia (asociadas a la absorción o emisión de energía radiante), se hace necesario considerarla como un flujo de partículas, llamados fotones (dualidad onda-corpúsculo). La energía del fotón es proporcional a la frecuencia de la radiación (relación de Einstein-Planck), de modo que un haz de radiación puede ser más o menos intenso en función de la cantidad de fotones por unidad de área, pero la energía del fotón es siempre la misma para una determinada frecuencia.

Técnicas Electroquímicas.

Voltamperometría lineal de barrido (Número de RUL—"Remaining Useful Life") y Potenciometría (TAN y TBN). La Potenciometría es una de las técnicas dentro del campo de la electroquímica para la determinación de la cantidad de una sustancia presente en una solución.

Esta técnica es utilizada para determinar la concentración de una especie electroactiva o de una disolución empleando dos elementos fundamentales. Por un lado, utiliza un electrodo de referencia que posee de manera inherente un potencial constante y conocido en relación con el tiempo. Por otra parte, un electrodo de trabajo, el cual se caracteriza por contar con una gran sensibilidad en relación con la especie electroactiva. Se utiliza por dos normativas ASTM para llevar a cabo la medida de los niveles de acidez y alcalinidad.

Técnicas Cromatográficas.

Cromatografía en columna, cromatografía de gases (GC), cromatografía líquida (HPLC – High Performance Liquid Chromatography).

Cromatografía en Columna.

La técnica consiste en la separación de los diferentes compuestos del lubricante, adsorbidos en una placa de alúmina, mediante la utilización de una variedad de disolventes con polaridades diferentes. Tras un tiempo de aproximadamente una hora, la placa es expuesta a un foco de luz ultravioleta identificando los diferentes compuestos presentes en la muestra. El problema de esta técnica es la gran cantidad de tiempo necesario para realizar el ensayo y la utilización de disolventes tóxicos. Se podrían cuantificar sus analitos disolviéndolos y analizarlos mediante cromatografía líquida o gaseosa.

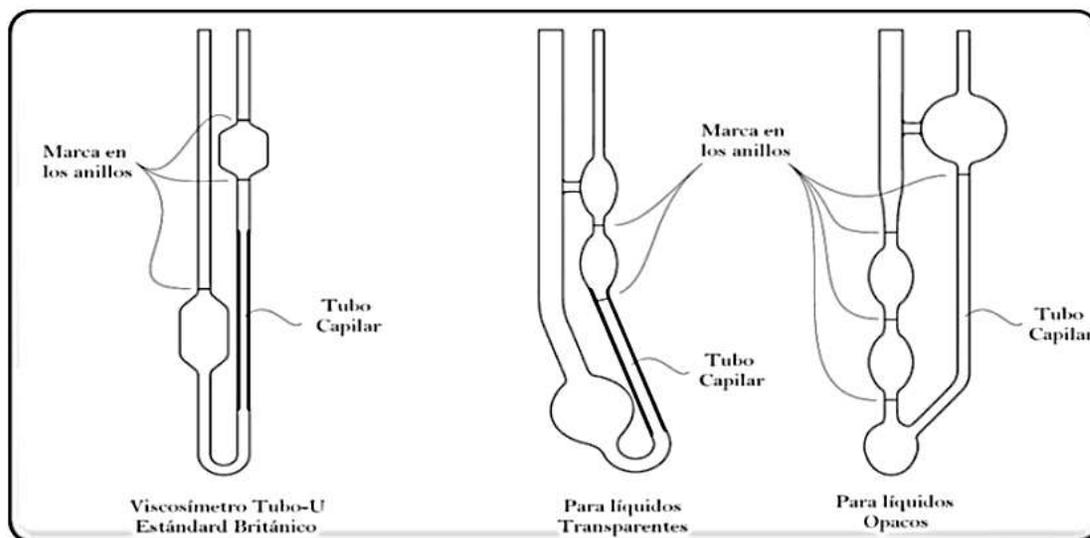
Cromatografía de Gases (GC).

Con esta técnica se separan los diferentes compuestos que constituyen el lubricante en función de su punto de ebullición, posibilitando así identificar las diferentes sustancias de oxidación producidas durante la degradación del aceite. La ventaja de este método es debida a que posee un control de la temperatura muy preciso, flujo y otras condiciones permitiendo

realizar un seguimiento continuo del proceso midiendo un simple parámetro: tiempo de retención.

Figura 4

Ondas electromagnéticas



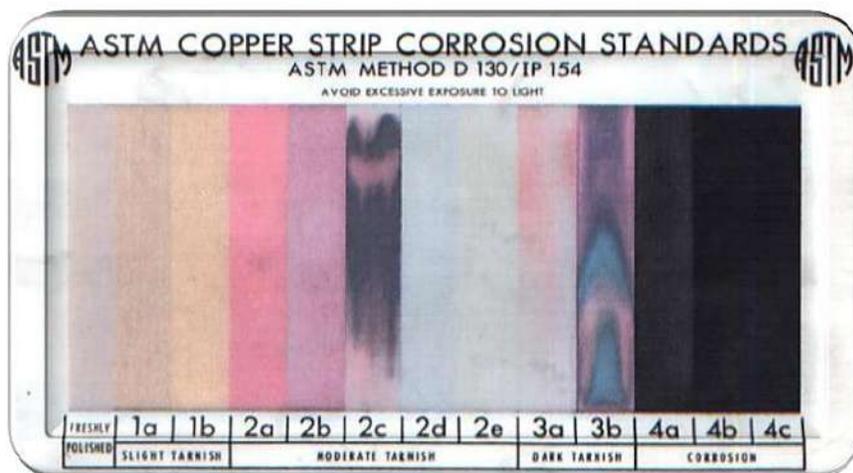
Nota. Ondas Electromagnéticas, Tomado de repositorio, Roland Obdulio Rodríguez 2018.

Corrosión al Cobre (ASTM D 130).

La corrosión en los motores se ha atribuido a algunos compuestos indeseables de azufre presentes en algunos productos derivados del petróleo. Esta técnica utiliza tiras de prueba de cobre. Este se basa en la decoloración de una lámina de cobre estándar que se introduce en la muestra de lubricante a una temperatura de 100 ° C durante un tiempo de 3 horas. Estas condiciones podrían ser variadas con el fin de hacer ensayos más severos. Al finalizar el tiempo en el cual se ha colocado la muestra con la tira de 48 cobre y a la temperatura especificada, se compara ésta (tira de cobre) con una tabla de colores y se reportan los resultados en función de la similitud con los colores que están impresos en la figura siguiente.

Figura 5

Tabla de colores según normativa ASTM D 130



Nota. Tabla de colores según normativa ASTM D 130, tomado de St Cooper Strip 2013.

Insolubles.

Este método se utiliza para determinar compuestos insolubles en tolueno y pentano de aceites lubricantes usados. Los insolubles en tolueno pueden dar una idea de la contaminación procedente del exterior, de productos carbonosos producidos en la degradación del producto o por materiales de corrosión. Los insolubles en pentano pueden dar una idea de los materiales no solubles en el aceite o de materia resinosa originada a partir de la degradación de los aditivos del aceite.

Técnicas de Detección Temprana de Fallas en Motores de Encendido Provocado

La detección temprana de fallas en motores de inyección interna es fundamental para prevenir daños mayores en el motor, disminuir los costos de mantenimiento y mejorar la

eficiencia del motor. En este sentido, existen diferentes técnicas de diagnóstico de fallas, entre las cuales destacan la inspección visual y el análisis de fluidos. (Garcia, 2018)

La inspección visual es una técnica de detección temprana que permite detectar fallas en los componentes internos del motor, tales como grietas, roturas, desgastes y daños por abrasión. Esta técnica se realiza mediante el uso de un endoscopio, que permite visualizar el interior del motor y examinar los componentes en detalle. La inspección visual es una técnica de bajo costo y fácil implementación, aunque requiere de personal capacitado para su realización y puede resultar limitada en la detección de fallas incipientes. (Fernández, 2018, p. 19)

El análisis de fluidos es otra técnica de detección temprana de fallas en motores de inyección interna. Esta técnica se basa en el análisis de los fluidos del motor, como el aceite y el refrigerante, para detectar la presencia de partículas metálicas, suciedad, corrosión, entre otros. El análisis de fluidos es una técnica no destructiva, de fácil implementación y con capacidad para detectar fallas incipientes. Sin embargo, su implementación puede resultar costosa y requiere de personal capacitado para su interpretación y a partir de lo antes mencionado nos enfocaremos en el análisis de aceite. (Sánchez , 2017, p. 21)

El análisis de aceite usado en motores de combustión interna se ha convertido en una herramienta importante para la detección temprana de fallas y el mantenimiento preventivo de los vehículos. El análisis de aceite permite conocer el estado del motor y detectar posibles problemas en sus componentes, lo que ayuda a tomar medidas preventivas para evitar fallas graves y costosas. (Gonzalez J. , 2022, pp. 45 - 54)

El análisis de aceite se basa en la identificación de partículas metálicas, residuos de combustión, agua y otros contaminantes en el aceite usado. Estos contaminantes pueden indicar

problemas en los componentes del motor, como desgaste excesivo, mal funcionamiento de los sistemas de combustión, fugas de refrigerante, entre otros. La identificación temprana de estos problemas permite a los técnicos de mantenimiento tomar medidas preventivas para corregir los problemas y prolongar la vida útil del motor. (Fernández R. , 2015)

Tribología

El término Tribología se utilizó por primera vez en Inglaterra en un informe confeccionado por P. Jost en el año 1966 este neologismo proviene de las palabras griegas “tribos”, que significa fricción, y “logos”, que significa estudio; utilizándose para designar la ciencia de las superficies friccionantes, o sea, de las superficies en contacto con movimiento relativo entre ellas. La Tribología abarca los procesos de fricción, desgaste y lubricación de los cuerpos en contacto, fenómenos que en la práctica de ingeniería se analizaban por separado, la unión de estas ramas en una sola disciplina científico-técnica ha contribuido considerablemente en los últimos tiempos al desarrollo de los sistemas mecánicos. La proyección, construcción y explotación de máquinas y equipos sin tener en cuenta esta interacción disciplinaria lleva a la obtención de sistemas mecánicos caracterizados por: (Albarracin, 1998, pág. 84)

- ✓ Considerables pérdidas de energía.
- ✓ Grandes períodos de tiempo improductivos.
- ✓ Alto consumo de materiales y piezas de repuesto.
- ✓ Costosos trabajos de reparación y mantenimiento.

Lo anterior trae como resultado máquinas y equipos de baja eficiencia, productividad, durabilidad y fiabilidad. (Castillo & Toapanta, 2019, pág. 66)

Cuña Hidrodinámica

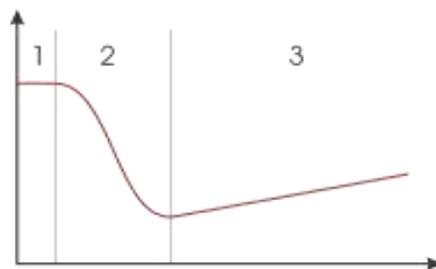
Es importante mencionar las bases de la lubricación y la teoría de lubricación dinámica de Reynolds que se basa en que las superficies sólidas son perfectamente rígidas y que la viscosidad del aceite permanece constante, aunque varíe la presión. El aceite, por el efecto de su viscosidad y por razón de la velocidad, genera una presión que separa las superficies deslizantes, formando la llamada “cuña hidrodinámica” de un espesor de entre 1 o 2 micras para conseguir separar completamente ambas partes. Este comportamiento está definido en la curva de Stribeck.

(Advanced Monitoring Technologies , 2019, pág. 77)

La curva de Stribeck es un concepto fundamental en el campo de la tribología. Muestra que la fricción en los contactos lubricados por fluido es una función no lineal de la carga de contacto, de la viscosidad del lubricante y de la velocidad de arrastre del lubricante. El descubrimiento y la investigación subyacente generalmente se atribuyen al ingeniero mecánico alemán Richard Stribeck en 1902 y a Mayo D. Hersey, (1914) quienes estudiaron la fricción en cojinetes lisos para su aplicación en los vagones de ferrocarril durante la primera mitad del siglo XX; sin embargo, otros investigadores podrán haber llegado antes a conclusiones similares.

Figura 6

Curva esquemática de Stribeck



Nota. Curva esquemática de Stribeck (número de Hersey en el eje horizontal, coeficiente de fricción en el vertical), 1. Lubricación límite, 2. Lubricación mixta, 3. Lubricación hidrodinámica. (Advanced Monitoring Technologies , 2019)

La tabla siguiente muestra el listado de ítems que se realiza en las pruebas o análisis brindados por el laboratorio S.O.S. de análisis de Fluidos de IASA:

Tabla 2

Listado de ítems que se realiza en los análisis brindados por el laboratorio S.O.S. de análisis de Fluidos de IASA

Prueba o análisis	Detalles
Inductividad Acoplada Plasma (ICP)	Análisis de metales de desgaste, contaminación y aditivos. Método ASTM D5185. Se realiza por medio de un ICP plasma y detecta la cantidad de partículas metálicas menores a 10 micras en partes ppm en suspensión contenidas en el aceite. Los metales que analizamos: Cobre, hierro, cromo, plomo, aluminio, silicio, sodio, molibdeno, potasio, níquel, vanadio, estaño, zinc, calcio, magnesio y fósforo.
Infrarrojo Transformada de Fourier (FTIR)	Análisis de las condiciones de aceite. (Un-subtracted FT-IR Methodology). Método ASTM E2412. Se realiza por medio de un espectrofotómetro de radiación infrarrojo que determina la cantidad de contaminantes presentes en el aceite tales como: Hollín, oxidación, nitración y sulfatación.
Viscosímetro Automático	Análisis de viscosidad cinemática (cSt @ 100 ⁰ C). Método ASTM D445. Determina la resistencia de un fluido a fluir
Prueba de Anticongelante	Evaluar la presencia o ausencia de etilenglicol en la muestra de aceite. Método ASTM D2982. Se realiza por medio de una prueba cualitativa, en

	caso de transferencia de fluidos en los sistemas. Los resultados se expresan en negativo y/o positivo.
Contaminación de Agua	Evaluar la presencia o ausencia de agua en la muestra de aceite. Se realiza por medio de una prueba visual de crepitación, determinando el agua libre y emulsionada. Se utiliza una plancha caliente a una temperatura de 163 ⁰ C. Los resultados se expresan en negativo, trazas, positivo o excesivo.
Cromatógrafo de Gases	Análisis cuantitativo de combustible en el aceite. Método ASTM D3524. Determina el porcentaje de combustible presente en el aceite lubricante.

Nota. Listado de ítems que se realiza en los análisis brindados por el laboratorio S.O.S. de análisis de Fluidos de IASA.

Diseño Metodológico

Métodos de Investigación

Método Fenomenológico

Comprende apropiarse del significado ya implícito en la experiencia vivida, mediante un proceso de pensamiento orientado por la destrucción y construcción hasta lograr interpretarlo como su verdad; esto es, revelar los fenómenos ocultos y, en particular, sus significados.

(Barbera & Inciarte, 2012)

Este método permitió obtener información precisa acerca del uso de los análisis de aceites, tomando en cuenta que los resultados de este estudio aplicativo sirvieron para determinar o no un beneficio tanto al motor como al medio ambiente en general.

Método Hermenéutico

Consiste en la comprensión de todo texto cuyo sentido no sea inmediatamente evidente y constituya un problema, acentuado, por alguna distancia (histórica, psicológica, lingüística, entre otros.) que se interpone entre nosotros y el documento. La ciencia se comienza a construir desde la observación y la interpretación de sus procesos, y es aquí donde se erige la hermenéutica como un enfoque metodológico que atraviesa toda la investigación científica. (Morella y otros, 2006, págs. 171 - 181)

Por medio de este método comprendimos e interpretamos los valores estadísticamente, y la información brindada por medio de la aplicación del análisis de aceite en el laboratorio permitió determinar el estado inicial y final del lubricante del motor en un kilometraje señalado.

Método Práctico Proyectual

En todo conflicto lo primero que debemos hacer es definir la incógnita en su conjunto. Servirá para definir los límites en los que deberá moverse el diseñador. Definido el tipo de inconveniente se decidirá entre las distintas soluciones: una provisional o una definitiva, una solución puramente comercial o una que perdure en el tiempo, una solución técnicamente sofisticada o una sencilla y económica. Descomponer la interrogante en sus diversos elementos. Esta operación facilita la proyección, ya que tiende a descubrir los obstáculos particulares que se ocultan tras los subproblemas ordenados por categorías. Una vez resueltos los pequeños problemas de uno en uno (y aquí empieza a intervenir la creatividad, abandonando la idea de buscar una idea), se recomponen de forma coherente a partir de todas las características funcionales de cada una de las partes. (Aicher, 2007, pág. 77)

Este método se lo ejecutó en al base al análisis y comparación que se hizo para identificar los elementos que intervienen en la degradación del aceite y los fallos que provocan en el funcionamiento de los motores de encendido provocado, el cual permitió desarrollar las habilidades prácticas de los estudiantes y la verificación del desarrollo de la investigación, de esta manera se logró la respectiva argumentación y defensa del proyecto práctico - investigativo frente al tribunal designado por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano con la finalidad de obtener el título de tecnólogos en la carrera de mecánica automotriz.

Métodos de Investigación

Búsqueda Bibliográfica

La búsqueda bibliográfica es una técnica de investigación documental válida para cualquier tipo de investigación. Consiste en indagar las fuentes de información relacionadas con el problema a desarrollar. Esta fuente puede ser de diversos tipos, como libros, revistas, tesis, artículos de periódicos o científicos, entre otros. (Fernández, 2018, pág. 93)

Mediante esta técnica se realizó toda la base de la investigación, porque puede conducir con mejor precisión de la realización del estudio. Además, facilitó la búsqueda mediante las palabras claves y los análisis específicos con gran rapidez, logrando así obtener los mejores conocimientos previos para la aplicación de las pruebas en el laboratorio para verificar el estado de los aceites al transcurrir su kilometraje.

Encuesta

Es una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características. (Casas y otros, 2003, págs. 527-538)

Por medio de esta técnica se recolectará información cualitativa o cuantitativa, encuestando a la comunidad lojana, con el fin de obtener información relevante para el desarrollo de la propuesta práctica de acción, verificando así la aceptación del proyecto de investigación planteado. En este caso se realizará a una población de 214.855 personas que conforman el cantón Loja, ya que nos darán a conocer su punto de vista para la aplicación del estudio sobre el

análisis y comparación de aceite mineral y sintético para motores de encendido provocado mediante la realización de pruebas de laboratorio; mostrándonos la incidencia en el campo laboral.

Determinación del Universo y de la Muestra

Determinación del Universo

El universo se conforma por todas las personas de la comunidad lojana, en este caso con un número de 214.855 personas. (Municipio de Loja , 2023)

Determinación de la Muestra

A continuación, se presenta la ecuación para el cálculo del tamaño de muestra para una población finita:

$$n = \frac{N * z^2 * P * Q}{[(N - 1) * E^2] + (z^2 * P * Q)} \quad (1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra buscada

N = Tamaño de la población o Universo.

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC)

P = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

Q = (1 - P) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

E = Error de estimación máximo aceptado

Por lo tanto, con los datos planteados se procede a reemplazar en la ecuación 1, teniendo así los siguientes resultados:

Datos:

n = Tamaño de la muestra.

N = 214.855 personas del cantón Loja.

Z = Nivel de confianza 95% = 1,96

P = Probabilidad de éxito. 70% = 0,70

Q = Probabilidad de fracaso. 30% = 0,30

E = Margen de error. 5% = 0,05

$$n = \frac{N * z^2 * P * Q}{[(N - 1) * E^2] + (z^2 * P * Q)}$$

$$n = \frac{214.855 * 1,96^2 * 0,70 * 0,30}{[(214.855 - 1) * 0,05^2] + (1,96^2 * 0,70 * 0,30)}$$

$$n = \frac{173331,2633}{537,941736}$$

$$n = 322,21$$

Finalmente, se obtiene un resultado de 322 encuestas que se realizaron a la comunidad lojana, para la aceptación del proyecto planteado, de igual forma los resultados se tabularon y analizaron para cada una de las preguntas obtenidas de la misma.

Análisis de resultados: Cuantitativos y/o Cualitativos

A continuación, se presentan los principales resultados de la encuesta aplicada.

Pregunta 1. ¿Alguna vez ha escuchado sobre análisis de laboratorio para aceites de motor de vehículos?

Tabla 3

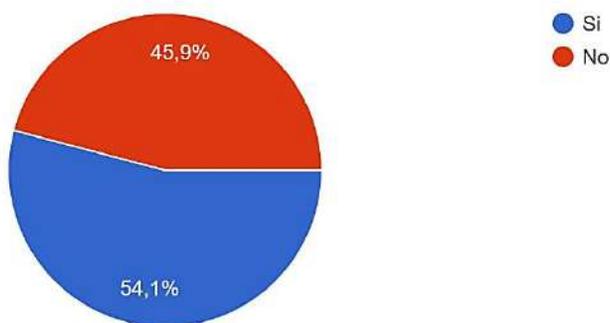
Análisis de laboratorio para aceites de motor de vehículos

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	174	54,1
NO	148	45,9

Nota. Resultados pregunta 1. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 7

Análisis de laboratorio para aceites de motor de vehículos



Nota. Resultados pregunta 1. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

Conforme a lo observado en la tabla 3 y figura 7, el 54,1% de las personas encuestadas de la comunidad lojana, si ha escuchado sobre el análisis de laboratorio para aceites de motor de vehículos automotores, mientras el que el 45,9% desconoce del tema.

- **Análisis cualitativo**

Un número significativo de personas de la comunidad lojana conoce sobre la temática de análisis de aceite en el laboratorio para motores de combustión interna, mientras que aproximadamente la otra mitad de encuestados desconoce de dichos métodos para los mantenimientos de los vehículos de acuerdo a lo observado en la figura 7.

Pregunta 2. ¿Conoce usted la diferencia entre aceites minerales y aceites sintéticos utilizados en los vehículos?

Tabla 4

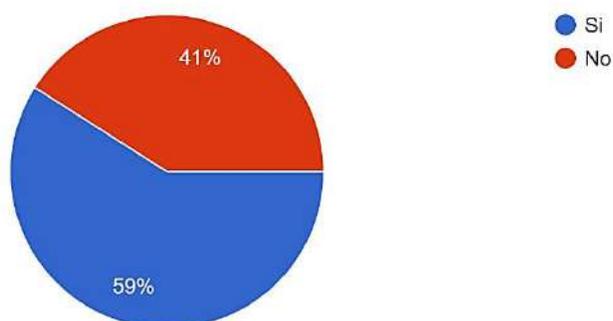
Diferencia entre aceites minerales y aceites sintéticos

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	190	59
NO	132	41

Nota. Resultados pregunta 2. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 8

Diferencia entre aceites minerales y aceites sintéticos



Nota. Resultados pregunta 2. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

De acuerdo con los datos de la tabla 4 y figura 8, el 59% de la comunidad lojana encuestada conoce la diferencia entre aceites minerales y aceites sintéticos, mientras que el 41% no tiene conocimiento sobre la diferencia entre estos dos aceites.

- **Análisis cualitativo**

Un número importante de personas coinciden en el conocimiento sobre las diferencias que existe entre los aceites mineral y sintético, utilizado en los motores de combustión interna alternativos de acuerdo a lo observado en la figura 8.

Pregunta 3. ¿Le parecería interesante realizar un análisis y comparación de aceites mineral y sintético de motores de combustión interna en Loja?

Tabla 5

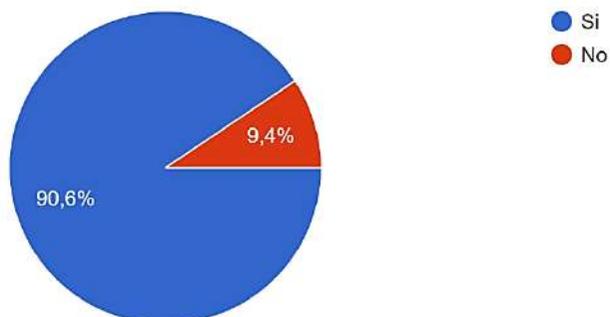
Análisis y comparación de aceites mineral y sintético de motores de combustión interna

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	292	90,6
NO	30	9,4

Nota. Resultados pregunta 3. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 9

Análisis y comparación de aceites mineral y sintético de motores de combustión interna



Nota. Resultados pregunta 3. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

Conforme a lo observado en la tabla 5 y figura 9 anteriores el 90,6% de la comunidad del cantón Loja que fueron encuestados les parece interesante realizar un análisis y comparación de aceites mineral y sintético de motores de combustión interna, mientras que el 9,4% no les parece interesante el tema a tratar.

- **Análisis cualitativo**

Como se puede observar en la figura 9, un número significativo de la comunidad lojana les parece interesante realizar un análisis y comparación de aceites mineral y sintético de motores de combustión interna alternativos ya que les sirve para mejorar sus mantenimientos y aumentar la vida útil del mismo.

Pregunta 4. ¿Considera usted que el análisis y comparación de aceites de automotores es una práctica necesaria para el cuidado y mantenimiento adecuado de tu vehículo?

Tabla 6

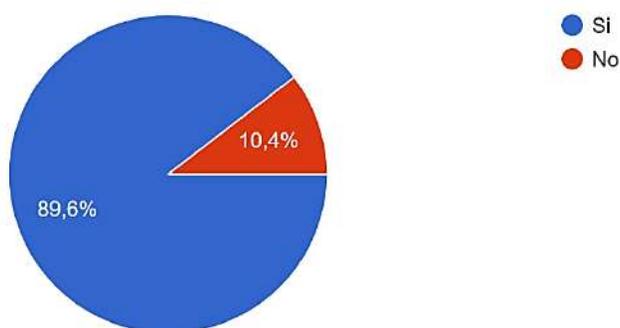
Análisis y comparación de aceites de automotores es una práctica necesaria para el cuidado y mantenimiento adecuado de tu vehículo

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	289	89,6
NO	33	10,4

Nota. Resultados pregunta 4. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 10

Análisis y comparación de aceites de automotores es una práctica necesaria para el cuidado y mantenimiento adecuado de tu vehículo



Nota. Resultados pregunta 4. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

De acuerdo con lo observado en la tabla 6 figura 10, el 89,6% de los encuestados consideran que el análisis y comparación de aceites de automotores es una práctica necesaria para el cuidado y mantenimiento adecuado del vehículo, mientras que el 10,4% no lo consideran así.

- **Análisis cualitativo**

La gran mayoría de la comunidad lojana considera necesario un análisis de aceite y comparación para el cuidado y mantenimiento adecuado del vehículo y en si de los motores de combustión interna alternativos de acuerdo a lo observado en la figura 10.

Pregunta 5. ¿Tiene algún conocimiento previo sobre los diferentes tipos de aceites de motor disponibles en el mercado?

Tabla 7

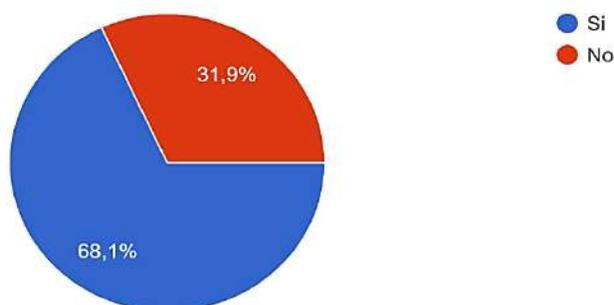
Conocimiento previo sobre los diferentes tipos de aceites de motor

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	219	68,1
NO	103	31,9

Nota. Resultados pregunta 5. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 11

Conocimiento previo sobre los diferentes tipos de aceites de motor



Nota. Resultados pregunta 5. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

De acuerdo con lo indicado en la tabla 7 y figura 11, el 68,1% de la comunidad lojana encuestada tiene conocimiento sobre los diferentes tipos de aceites de motor disponibles en el mercado, y el 31,9% desconoce sobre la temática abordada.

- **Análisis cualitativo**

Un número significativo de personas encuestadas aseguran tener los conocimientos sobre los distintos aceites que se comercializan en el medio para el mantenimiento de los motores de sus vehículos de acuerdo a lo observado en la figura 11.

Pregunta 6. ¿Considera que un análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna ayudaría a fomentar una cultura de mantenimiento adecuado de vehículos en Loja?

Tabla 8

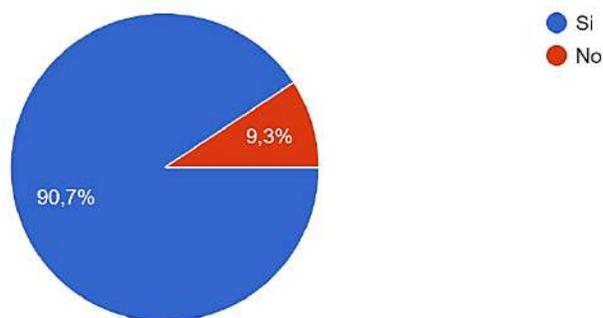
Análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna para fomentar una cultura de mantenimiento

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	292	90,7
NO	30	9,3

Nota. Resultados pregunta 6. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 12

Análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna para fomentar una cultura de mantenimiento



Nota. Resultados pregunta 6. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

Mediante la información detallada de la tabla 8 y figura 12, el 90,7% de los encuestados considera que un análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna ayudaría a fomentar una cultura de mantenimiento adecuado de vehículos en la ciudad de Loja, mientras que el 9,3% piensa que esta práctica no ayudaría.

- **Análisis cualitativo**

La gran mayoría de la comunidad lojana considera que el análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna, ayudarían a fomentar una cultura de mantenimiento adecuado de vehículos y con esto aumentar la vida útil del mismo y reducir los costos por daños correctivos de acuerdo a lo observado en la figura 12.

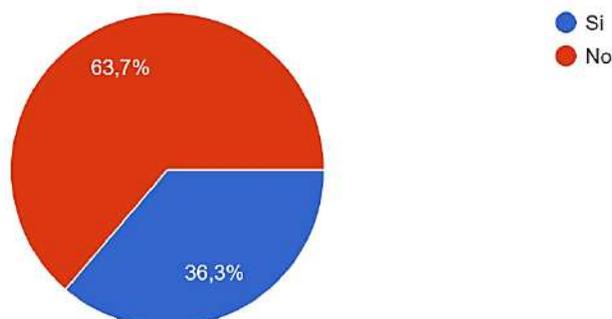
Pregunta 7. ¿Ha utilizado aceite mineral en su vehículo?

Tabla 9

Utilización de aceite mineral en su vehículo

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	117	36,3
NO	205	63,7

Nota. Resultados pregunta 7. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 13*Utilización de aceite mineral en su vehículo*

Nota. Resultados pregunta 7. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

Del 100% de encuestados, el 63,7% ha respondido que no han utilizado el aceite mineral en sus vehículos, como se puede observar en la figura 13, mientras que el 36,3% no ha utilizado dicho aceite para el mantenimiento de sus automóviles de acuerdo con los datos detallados en la tabla 9 y figura 13.

- **Análisis cualitativo**

De acuerdo con los datos obtenidos en las encuestas, una cantidad considerable de la comunidad lojana no utiliza el aceite mineral en sus motores de combustión interna, ya que utilizan otros tipos de aceites para sus mantenimientos y cambios regulares de acuerdo a lo observado en la figura 13.

Pregunta 8. ¿Ha utilizado aceite sintético en su vehículo?

Tabla 10

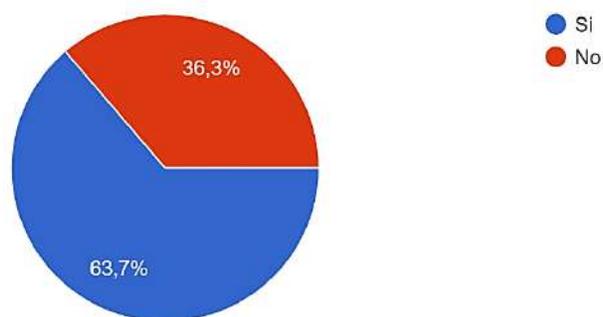
Utilización de aceite sintético en su vehículo

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	205	63,7
NO	117	36,3

Nota. Resultados pregunta 8. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 14

Utilización de aceite sintético en su vehículo



Nota. Resultados pregunta 8. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

De acuerdo con los datos detallados en la tabla 10 y figura 14 anteriores, el 63,7% de ellos utiliza aceite sintético para el mantenimiento de sus vehículos, y el 36,3% consume otro tipo de aceite para los cambios de aceite del motor de sus automóviles.

- **Análisis cualitativo**

En este caso existe un aumento en los últimos años en el uso de lubricantes sintéticos para el cambio de aceite de los motores, ya sea por su calidad o protección de los mismo, esto de

acuerdo con las encuestas realizadas a las personas del cantón Loja de acuerdo a lo observado en la figura 14.

Pregunta 9. ¿Ha experimentado alguna diferencia notable en el rendimiento de tu vehículo o maquinaria al cambiar de aceite mineral a aceite sintético, o viceversa?

Tabla 11

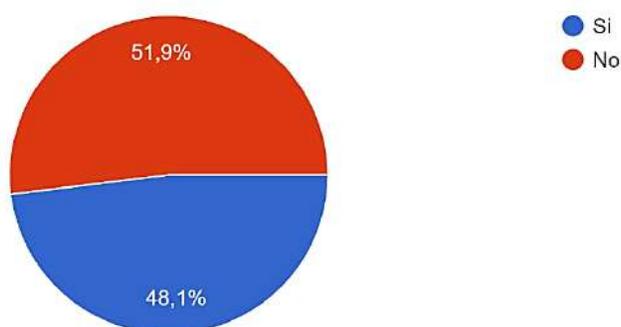
Diferencia notable en el rendimiento de tu vehículo o maquinaria al cambiar de aceite mineral a aceite sintético, o viceversa

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	155	48,1
NO	167	51,9

Nota. Resultados pregunta 9. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 15

Diferencia notable en el rendimiento de tu vehículo o maquinaria al cambiar de aceite mineral a aceite sintético, o viceversa



Nota. Resultados pregunta 9. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

Los datos detallados en la tabla 11 y figura 15, permiten observar que el 51,9% de los encuestados de la comunidad lojana no ha experimentado alguna diferencia notable en el rendimiento de tu vehículo o maquinaria al cambiar de aceite mineral a sintético o viceversa, mientras que el 48,1% ha notado alguna diferencia en el momento de cambiar aceite para el funcionamiento del motor.

- **Análisis cualitativo**

Un número promedio de personas de la comunidad lojana no ha experimentado alguna diferencia en el rendimiento de sus vehículos al cambiar de aceite mineral a sintético o viceversa para la utilización dentro de sus motores de acuerdo a lo observado en la figura 15.

Pregunta 10. ¿Qué aspecto es más importante para usted al momento de elegir un aceite para tu vehículo?

Tabla 12

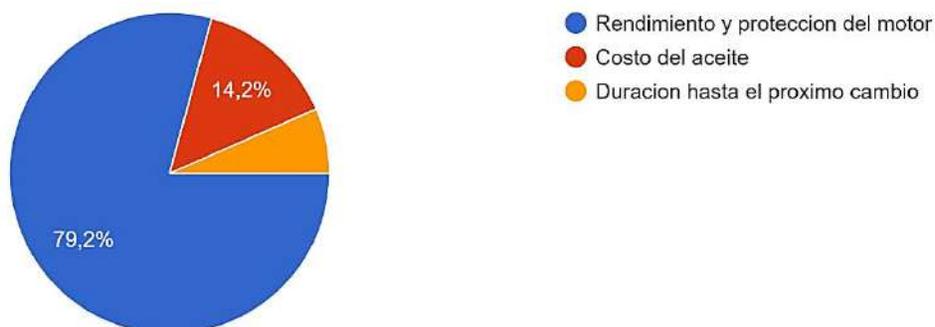
Aspecto más importante para elegir un aceite

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Rendimiento y protección del motor	255	79,2
Costo del aceite	46	14,2
Duración hasta el próximo cambio	21	6,6

Nota. Resultados pregunta 10. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 16

Aspecto más importante para elegir un aceite



Nota. Resultados pregunta 10. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

Según lo mostrado en la tabla 12 y figura 16, han calificado los aspectos más importantes al momento de elegir un aceite para el motor de los vehículos, con un 79,2% se centra en el rendimiento y protección del motor, un 14,2% se concentra en el costo del aceite y un 6,6% prefiere la duración que tiene éste hasta el próximo cambio.

- **Análisis cualitativo**

La gran mayoría de los encuestados ha manifestado que el rendimiento y protección del motor es el aspecto más importante en el momento de elegir el aceite para los cambios de aceite del motor para su correcto funcionamiento de acuerdo a lo observado en la figura 16.

Pregunta 11. ¿Cuál cree usted que ofrece mejores beneficios para el motor de un vehículo?

Tabla 13

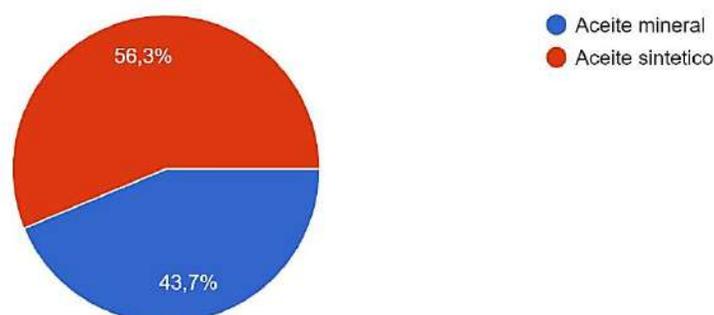
Mejores beneficios para el motor de un vehículo

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
Aceite mineral	141	43,7
Aceite sintético	181	56,3

Nota. Resultados pregunta 11. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 17

Mejores beneficios para el motor de un vehículo



Nota. Resultados pregunta 11. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

Los datos detallados en la tabla 13 y figura 17, permiten observar que el 56,3% de los encuestados de la comunidad lojana manifiestan que el aceite sintético ofrece mejores beneficios para el motor del automóvil, mientras que el 43,7% informan que el que da mejores beneficios es el aceite mineral.

- **Análisis cualitativo**

Un número promedio de personas de la comunidad lojana opina que el aceite sintético es el que da mejores beneficios ofrece para el correcto uso y mantenimiento de sus motores,

proyectando así el análisis de aceite que se realiza en el presente estudio de acuerdo a lo observado en la figura 17.

Pregunta 12. ¿Estarías dispuesto/a a invertir más dinero en aceites de motor de mejor calidad si esto mejora el rendimiento y la vida útil de tu vehículo?

Tabla 14

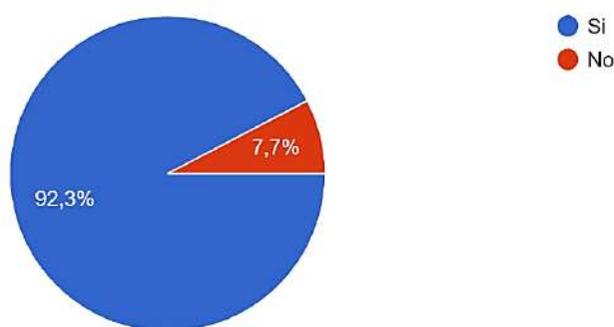
Invertir más dinero en aceites de motor de mejor calidad si esto mejora el rendimiento y la vida útil de tu vehículo

Variable	Frecuencia	Porcentaje [%]
SI	297	92,3
NO	25	7,7

Nota. Resultados pregunta 12. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

Figura 18

Invertir más dinero en aceites de motor de mejor calidad si esto mejora el rendimiento y la vida útil de tu vehículo



Nota. Resultados pregunta 12. Tomado y diseñado en la plataforma Google Forms. Medina, 2023.

- **Análisis cuantitativo**

Según los datos analizados en la tabla 14 y figura 18, de los encuestados del cantón Loja, el 92,2% estaría dispuesto a invertir más dinero en aceites de motor de mejor calidad, ya que esto mejoraría el rendimiento y la vida útil de su vehículo, mientras que el 7,7% no estaría dispuesto a realizar dicha inversión.

- **Análisis cualitativo**

Como se pudo observar la gran mayoría de los ciudadanos del cantón Loja estaría dispuesto a invertir una mayor cantidad de dinero si esto ayudase a que su motor rinda de mejor manera y aumente la vida útil del mismo de acuerdo a lo observado en la figura 18.

Propuesta Práctica De Acción

Localización del Estudio

Este estudio se llevó a cabo en la ciudad de Loja-Ecuador. La elección de esta localización se basa en su relevancia en términos de actividad industrial y automotriz, lo que proporcionará acceso a una variedad de motores de encendido provocado en diferentes aplicaciones y condiciones operativas. Además, la ciudad de Loja ofrece una infraestructura adecuada, si bien no se cuenta con un laboratorio, ya que las muestras fueron enviadas a la ciudad de Guayaquil para su respectivo análisis en la ciudad contamos con recursos necesarios para la realización de las pruebas y experimentos requeridos para cumplir con los objetivos de esta investigación.

Equipos y Materiales

Kit de Extracción de Aceite: Se utilizará un kit de extracción de aceite como lo muestra la figura 19, que incluye bombas de succión y tubos flexibles para acceder al aceite en el cárter del motor de manera no invasiva.

Figura 19

Kit extracción aceite/gasolina



Nota. Imagen referencial utilizada en la extracción de aceite tomada de Yaros.es,2023.

Recipientes de Muestreo: Se emplearán recipientes limpios y herméticos como lo muestra la figura 20, que servirá para recolectar muestras de aceite directamente del motor. Estos recipientes deben ser adecuados para preservar la integridad del aceite durante el proceso de obtención.

Figura 20

Recipiente de muestreo



Nota. Recipiente utilizado para la toma de muestras, proporcionado por el laboratorio IASA

Etiquetas de Identificación: Serán necesarias etiquetas para identificar claramente cada muestra de aceite con información relevante, el tipo de motor, condiciones de operación y fecha de recolección tal como lo muestra la figura 21.

Figura 21

Etiqueta para la muestra

IASA | ANÁLISIS DE ACEITE
(Tomar la muestra mientras el aceite esté caliente)

RG.RPSOS.11 v.3

Muestra de:
 Motor
 Transmisión
 Sistema Hidráulico
 Mando Final Derecho
 Mando Final Izquierdo
 Eje Delantero
 Eje Trasero

Nombre del Propietario _____ Fecha de la Muestra _____ Aceite Añadido _____
 Sitio de Trabajo _____ Lectura de Horómetro o Km _____ Hrs./Km de Aceite Marca lo que corresponde _____
 Modelo/Marca _____ Número de Serie _____ Número de la Unidad _____
 Aceite (marca) _____ API _____ SAE _____

¿Se cambió el aceite cuando tomaste la muestra? SI NO
 ¿Se cambió el filtro de aceite cuando tomaste la muestra? SI NO
 ¿El particulado mostrado en el filtro de aceite es? normal monitoreo urgente
 ¿El particulado mostrado en el tapón magnético/rejilla es? normal monitoreo urgente

Observaciones: _____ Orden de Trabajo: _____

Matriz IASA Guayaquil
 Dir.: Av. Juan Taha
 Marango Km. 3
 Tel.: (04) 3731777
 www.iasaglobal.com

IASA LABORATORIO
 Certificado en ISO 9001 / 14001 / 45001
 Acreditado en ISO 17022 (Microscopía química)

Nota. Etiqueta para el análisis de aceite, proporcionada por el laboratorio IASA

Herramientas de Seguridad: Se requerirán elementos de protección personal, como guantes y gafas, para garantizar la seguridad durante la obtención de muestras de aceite.

Hojas de Registro: Serán necesarias hojas de registro para documentar la información detallada de cada muestra, incluyendo información sobre el motor, condiciones operativas y otros datos relevantes.

Aceites Lubricantes de Diferentes Tipos: Se utilizarán muestras de aceites lubricantes de distintos tipos, incluyendo aceites sintéticos y semisintéticos. Estas muestras se someterán a análisis para evaluar sus propiedades fisicoquímicas y determinar posibles indicadores de desgaste y deterioro.

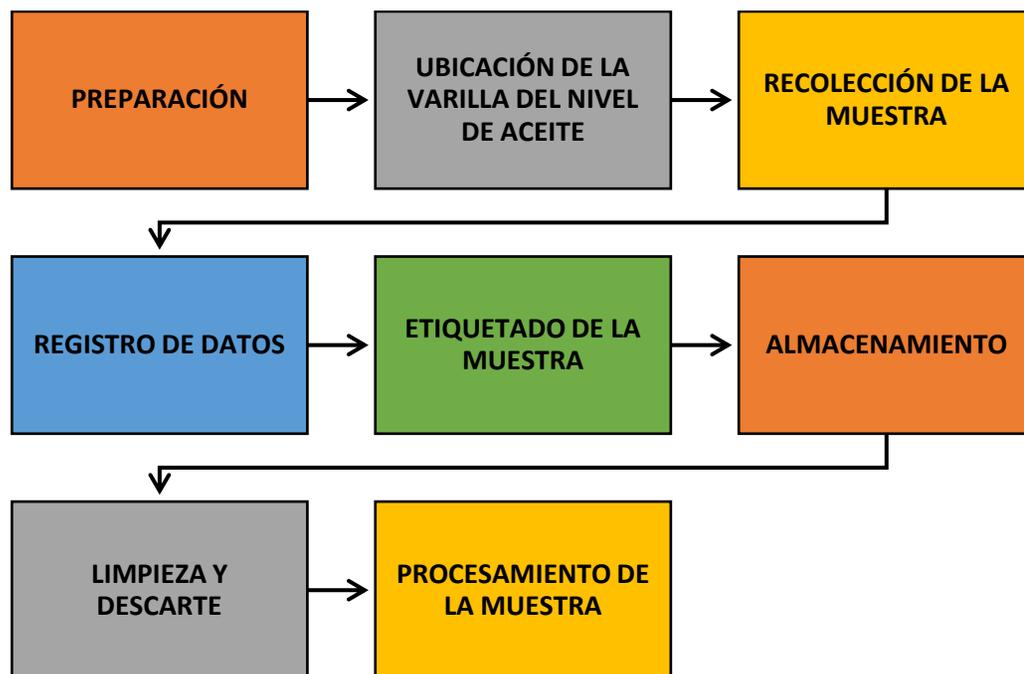
Muestras de Motores en Funcionamiento: Se obtendrán muestras de motores de encendido provocado en funcionamiento, representativos de diferentes aplicaciones industriales y automotrices. Estas muestras serán esenciales para realizar pruebas experimentales y análisis in situ.

Obtención de las Muestras

Diagrama de Flujo del Proceso

Figura 22

Diagrama de flujo de obtención de la muestra



Nota. Diagrama de flujo de obtención de la muestra. Medina, 2023.

Preparación

- ✓ Estacionar el vehículo en una superficie nivelada.
- ✓ Apagar el motor y esperar unos minutos para permitir que el aceite se asiente.

Ubicación de la Varilla de Verificación del Nivel de Aceite

- ✓ Abrí el capot y localiza la varilla. Normalmente está marcada con una pestaña amarilla o roja, y está cerca del tapón de llenado.
- ✓ Retirar la varilla que mide el nivel del aceite.

Recolección de la Muestra

- ✓ Usar un recipiente limpio y adecuado para recolectar una muestra representativa del aceite usado.
- ✓ Colocar la manguera conectada a una jeringa
- ✓ Introducir la manguera conectada por el orificio donde se mide el nivel del aceite

Figura23

Obtención de las muestras de aceite



Nota. Obtención de las muestras de aceite. Medina, 2023.

- ✓ Lentamente absorber el lubricante y extraer la medida pedida para el análisis.

Figura24

Aceite extraído del motor



Nota. Aceite extraído del motor. Medina, 2023.

- ✓ Colocar el aceite extraído en el recipiente y sellarlo correctamente para su respectivo análisis.
- ✓ Nota: para cada una de la toma de muestras utilizar diferente manguera, jeringa y recipiente.
- ✓ Evitar la contaminación de la muestra con suciedad u otros fluidos.

Registro de Datos

- ✓ Registrar información relevante, como la fecha, el odómetro del vehículo y cualquier observación.

Etiquetado de la Muestra

- ✓ Etiquetar el recipiente con información clave, como la ubicación del muestreo y el tipo de aceite.

Almacenamiento

- ✓ Almacenar la muestra en un lugar seguro y limpio para su posterior análisis.

Limpieza y Descarte

- ✓ Limpiar cualquier residuo de aceite derramado y desechar adecuadamente los materiales utilizados.

Procesamiento de la Muestra

- ✓ Enviar la muestra al laboratorio para su análisis.

Unidad de Estudio

La unidad de estudio para dicha investigación es el vehículo de la Marca Kia Rio con sistemas de inyección a gasolina, lo que nos permite realizar comparaciones y análisis en relación con la detección temprana de fallas a través del análisis del aceite.

Tabla 15

Características del vehículo - Unidad de estudio

Marca	KIA
Modelo	RIO R EX 1.4 4P 4X2
Transmisión	Manual
Cilindraje	1400 cc
Año – modelo	2014
Numero de motor	GAFACS363076
País de origen	Corea del sur
Combustible	Gasolina
Tipo de transporte (Modalidad)	Taxi convencional

Nota. Unidad de estudio, Vehículo Kia Rio 2014. Medina, 2023.

Figura 25

Unidad de estudio, Vehículo Kia Rio 2014



Nota. Unidad de estudio, Vehículo Kia Rio 2014. Medina, 2023.

Es importante tener en cuenta que la elección de este modelo de vehículo brinda una base para evaluar el rendimiento y el estado del motor en diferentes condiciones y contextos temporales. La información recopilada de estos vehículos puede ayudar a identificar patrones y tendencias en cuanto a la salud y el mantenimiento de los motores a lo largo del tiempo.

Recolección de Datos

Para la recolección de datos, se llevará a cabo el análisis de aceite usado en los motores de los vehículos, el cual será realizado por un laboratorio especializado en análisis de aceite. Se tomarán muestras de aceite de cada vehículo y se analizarán para determinar la presencia de partículas metálicas, residuos de combustión, agua y otros contaminantes.

A continuación, se presenta la información sobre las fechas y kilometras de la toma de muestras:

Figura 26*Información de fechas y kilometraje de la toma de muestras*

Muestras realizadas al aceite mineral 20w50		
Muestras	Fechas	Kilometraje
Muestra cero - el aceite se extrajo del galón antes de ser puesto al motor	11 de julio 2023	Kilometraje inicial = 230 901 km
Muestra uno – extraída a los 1500 km de recorrido	16 de julio de 2023	232 401 km
Muestra dos - extraída a los 3000 km de recorrido	21 de julio del 2023	233 901km
muestra tres - extraída a los 4500 km de recorrido	26 de julio del 2023	235 401 km
Muestras realizadas al aceite full sintético 20w50		
Muestras	Fechas	Kilometraje
Muestra cero - el aceite se extrajo del galón antes de ser puesto al motor	27 de julio 2023	Kilometraje inicial = 235 719 km
Muestra uno – extraída a los 1500 km de recorrido	01 de agosto de 2023	237 219 km
Muestra dos - extraída a los 3000 km de recorrido	06 de agosto del 2023	238 719km
muestra tres - extraída a los 4500 km de recorrido	13 de agosto del 2023	240 219 km

Nota. Información de fechas y kilometraje de la toma de muestras, Vehículo Kia Rio 2014. Medina, 2023.

Los aceites usados para dicho estudio son:

Aceite Mineral 20w50 Conjuntamente con su Ficha Técnica:

El aceite mineral tiene la protección del aditivo Liquid Titanium, es un aceite convencional de alta calidad diseñado para usar en carros y camionetas con motores de gasolina que no requieren un aceite ILSAC GF-5 para la cobertura de la garantía. Este producto es recomendado especialmente para usar en motores de alto rendimiento y motores de competencia, incluyendo vehículos de carreras de gasolina y alcohol. (Kendall, 2017)

Tabla 16

Ficha técnica del aceite mineral 20w50

Grado SAE	20W50
Gravedad Específica @ 60°F	0.881
Densidad, lbs/gal @ 60°F	7.35
Color, ASTM D1500	3.5
Punto de Inflamación (COC), °C (°F)	230 (446)
Punto de Fluidez, °C (°F)	-30 (-22)
Viscosity, Cinemática	
cSt @ 40°C	181
cSt @ 100°C	19.2
Índice de Viscosidad	127
Viscosidad CCS, cP	7500
@ (°C)	(-15)
Viscosidad HTHS, cP @ 150°C	4.9
Cenizas Sulfatadas, ASTM D874, masa %	0.8
Número Básico Total (TBN), ASTM D2896	7.0
Fósforo, masa %	0.077
Zinc, masa %	0.085

Nota. Ficha técnica del aceite mineral 20w50.

Aceite Full Sintético 20w50 Conjuntamente con su Ficha Técnica:

Es el aceite de motor de gasolina más avanzado diseñado para coches premium con la última tecnología. Cumple con los requerimientos del grado de aceite de motor avanzado de API SN. Está optimizado para proporcionar una protección y lubricidad sobresalientes en todos los motores de automóviles para pasajeros. Además, reduce el depósito y el lodo en motores turboalimentados en más del 50%. Reduce el depósito y el lodo en motores y pistones. Reduce el consumo de combustible. Maximiza el rendimiento del motor en las condiciones más difíciles. Probado con todas las juntas de goma en el motor. (Hyundai, 2016)

Tabla 17

Ficha técnica del aceite full sintético 20w50

Grado SAE	20W50
Viscosidad 40°C	190.40
Viscosidad 100°C	20.07
Índice de viscosidad	127
Punto de inflamación (°C)	232
Punto de fluidez (°C)	-32.5

Nota. Ficha técnica del aceite full sintético 20w50.

Una de las aplicaciones más conocidas se da en el análisis del desgaste a través del aceite lubricador en motores de combustión interna con encendido provocado. Los motores constan de innumerables elementos y cada componente de dicho motor está diseñado y construido con diversos materiales, y cada uno de sus componentes trabaja a diversas necesidades, por ello el

desgaste puede provenir de varias partes del motor. En la siguiente tabla se puede observar el origen probable de los materiales que reporta un análisis.

Tabla 18

Orígenes de los materiales

MOTOR	Fe	Cu	Pb	Al	Si	Cr	Sn	Na	K
Cojinetes		X	X	X			X		
Bujes		X		X			X		
Árbol de levas	X								
Refrigerante					X	X		X	X
Cigüeñal	X								
Camisas	X					X			
Válvulas de escape	X					X			
Cojinetes antifricción	X					X			
Empaques					X				
Gasolina			X					X	
Carcasa	X			X					
Tierra					X				
Aditivo					X				
Enfriador de aceite		X							
Bujes de bomba de aceite				X					
Bomba de aceite	X			X					
Pistones	X			X					

MOTOR	Fe	Cu	Pb	Al	Si	Cr	Sn	Na	K
Anillos	X					X			
Volandas de empaques		X	X	X			X		
Engranajes de cadena	X								
Turbo	X				X				
Guías de válvulas	X	X							
Tren de válvulas	X								
Bujes de bielas		X	X	X	X			X	
Bielas	X								

Nota. Orígenes de los materiales, tomado de (Widman International, 2015) .

De igual forma para determinar si el desgaste se encuentra dentro de los rangos permitidos es necesario basarse en ciertos parámetros preestablecidos denominados límites condinatorios. Los límites condinatorios son los valores normales que generalmente deben tener un motor en cuanto a desgastes de material se refiere. Estos nos indican el estado en el cual el motor puede estar internamente, cabe recalcar que entre menor sea el número o grado de desgaste, este será favorable para la vida útil del motor. (Widman International, 2015) publicó en su página una tabla con los valores o límites aceptables de desgastes de materiales, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 19

Límites condinatorios por material

Parámetro	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Unidad
Cr	0	0	10	Ppm
Parámetro	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Unidad

Cu	0	2	5	Ppm
Fe	0	1	75	Ppm
Al	0	0	50	Ppm
Na	0	0	75	Ppm
Ni	0	0	5	Ppm
Pb	0	0	20	Ppm
Si	0	4	20	Ppm
Sn	0	0	10	Ppm
Sb	0	0	5	Ppm
Zn	0	0	5	Ppm
B	0	0	20	Ppm
Ag	0	0	5	Ppm
Mn	0	0	5	Ppm

Nota. Límites condenatorios para el desgaste del motor, tomado de (Widman International, 2015) .

Análisis de Laboratorio Para el Lubricante Mineral 20W50

A continuación, se mostrarán todos los datos obtenidos en los análisis de laboratorio para el aceite mineral 20w50, iniciando con los niveles de desgaste y comparando con los datos mencionados anteriormente en la tabla de los límites condenatorios para el desgaste del motor.

Tabla 20

Comparativa de límites condenatorios y valores de las muestras de aceite mineral 20w50

Parámetro	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Unidad	1ra prueba	2da prueba	3era prueba	4ta prueba
Cr	0	0	10	Ppm	0	0	0	0
Cu	0	2	5	Ppm	0	0	0	0

Parámetro	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Unidad	1ra prueba	2da prueba	3era prueba	4ta prueba
Fe	0	1	75	Ppm	1	2	1	4
Al	0	0	50	Ppm	0	2	0	2
Na	0	0	75	Ppm	1	3	2	4
Ni	0	0	5	Ppm	1	2	0	1
Pb	0	0	20	Ppm	0	1	2	0
Si	0	4	20	Ppm	3	17	10	23
Sn	0	0	10	Ppm	0	0	0	1
Ag	0	0	5	Ppm	0	0	0	0
Mn	0	0	5	Ppm	0	0	0	0

Nota. Comparaciones de niveles de desgaste en el motor de acuerdo al análisis en el laboratorio. Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Cr, Cu, Ag, Mn)

Actualmente no se encontró desgaste de cobre, cromo, plata y manganeso, si existiera algún desgaste con estos materiales se podría decir que estaría relacionado con bujes de bielas, cojinetes de fricción, refrigerantes, camisas, válvulas de escape, enfriadores de aceite, volandas o arandelas de empuje, guías de válvulas. Además, se debe tener en cuenta que estos elementos normalmente están aleados y estructuralmente poseen capas superficiales de diferentes metales blandos requeridos y diseñados para disminuir el desgaste y absorber el impacto.

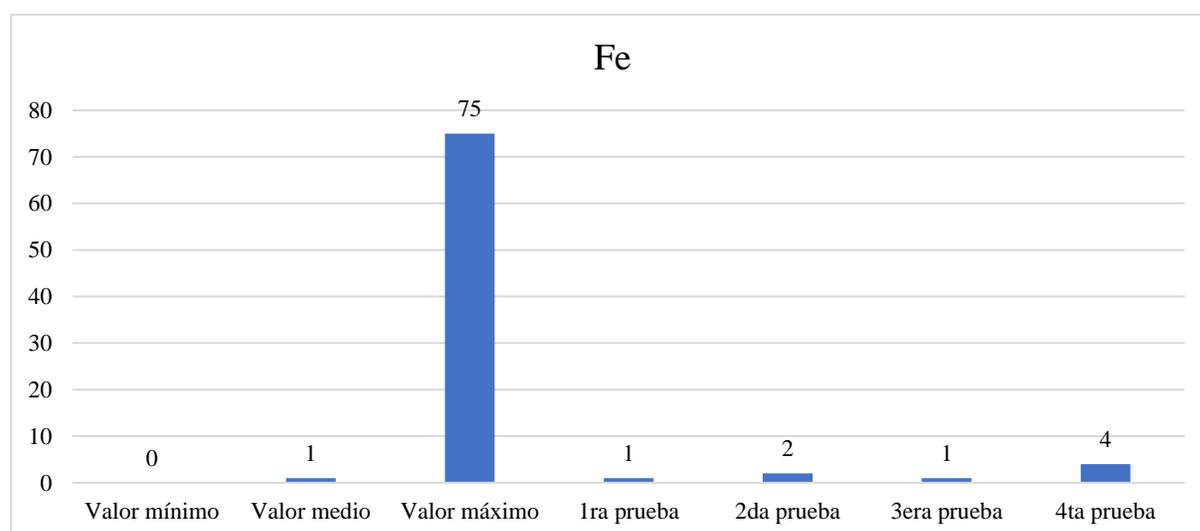
Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Fe)

De acuerdo con lo analizado tal como lo demuestra la figura 27, el aceite mineral se encuentra en los límites normales, La presencia de hierro (Fe) en el aceite tiene origen en la producción de oxidación de ciertos elementos o su desgaste por fricción como es el caso de los

cilindros y segmentos. Los índices de oxidación pueden incrementar dependiendo de la presencia de otros elementos como el agua originada por alguna fuga. De la misma manera el desgaste puede incrementarse por la entrada en exceso de silicio por tierra, en el caso de filtros dañados, condiciones de trabajo del motor o aceite contaminado con partículas que rocen las paredes.

Figura 27

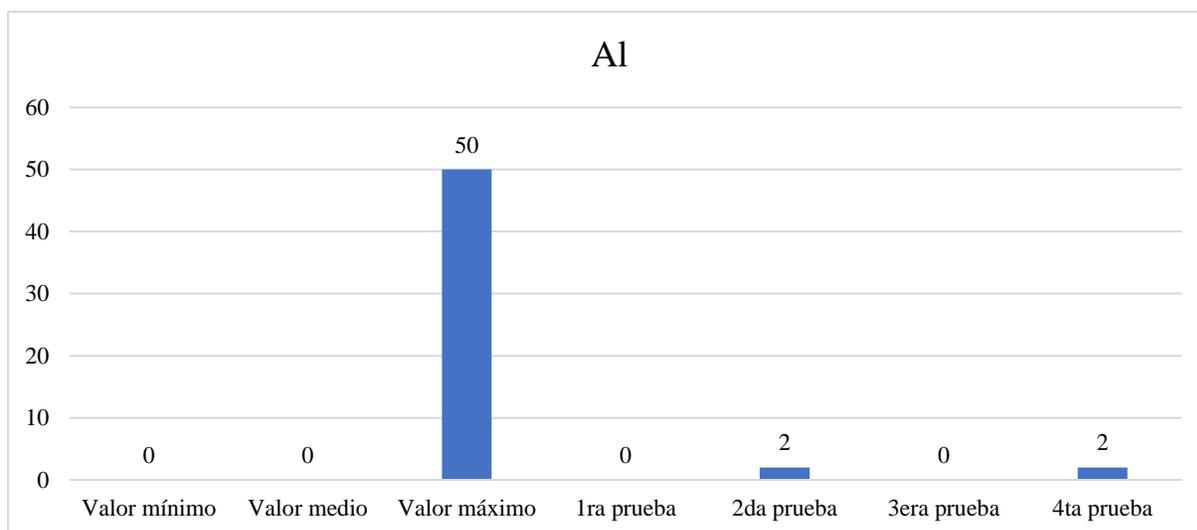
Análisis del lubricante mineral 20w50 (Fe)



Nota. Análisis del lubricante mineral 20w50 (Fe). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Al)

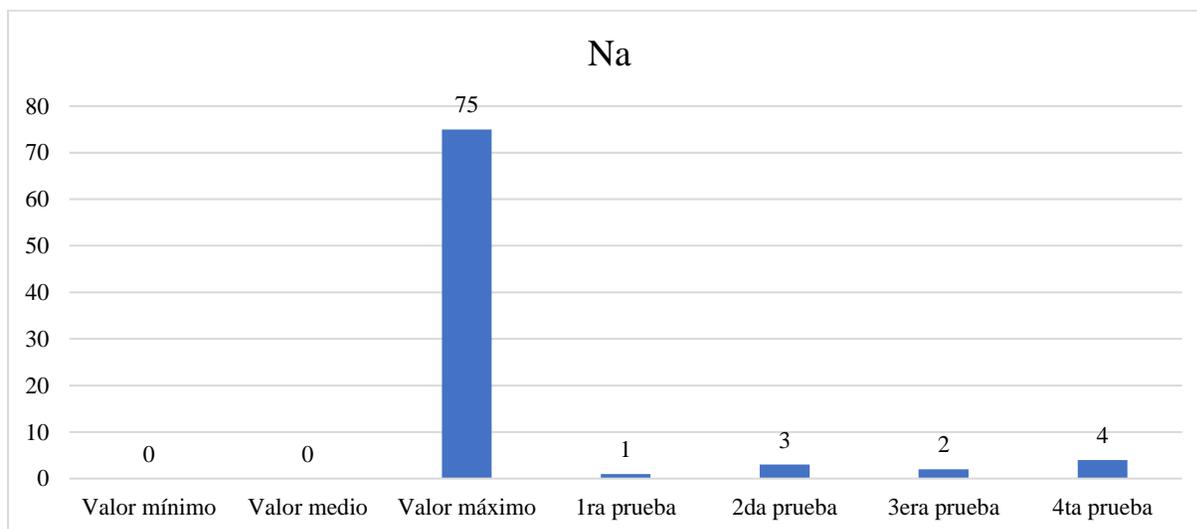
Los valores resultantes que se muestran en la figura 28 mostraron que el lubricante se encuentra dentro de los límites condonatorios, actualmente hay una depreciable cantidad de aluminio pudiendo ser por el desgasta de cojinetes y bujes. Además, la lubricación hidrodinámica inferior provoca un desgaste directo en cojinetes, bujes y en ciertas ocasiones en pistones provocado por el cascabeleo excesivo.

Figura 28*Análisis del lubricante mineral 20w50 (Al)*

Nota. Análisis del lubricante mineral 20w50 (Al). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Na)

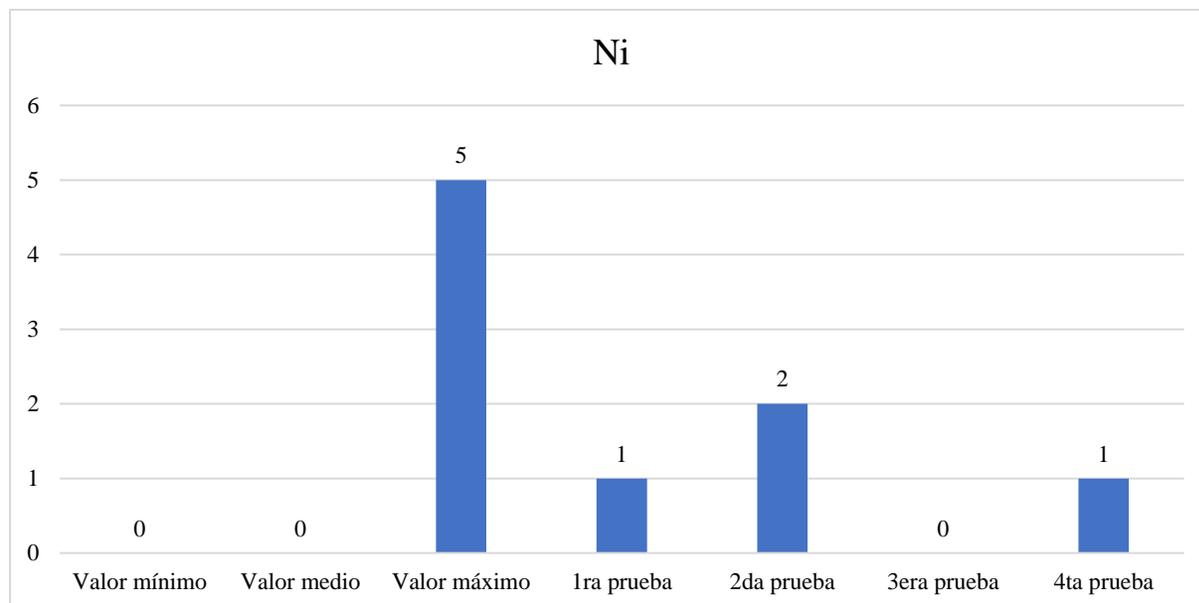
De acuerdo con lo analizado tal como lo demuestra la figura 29, el sodio (Na) es principalmente un componente de refrigerantes y ciertas aleaciones en bujes, en este análisis se observa que los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites condinatorios, si existiera un aumento de estos valores revelaría que existe un consumo y fuga de líquido refrigerante.

Figura 29*Análisis del lubricante mineral 20w50 (Na)*

Nota. Análisis del lubricante mineral 20w50 (Na). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Ni)

Actualmente se encontraron valores dentro de los límites condenatorios, si tal vez existiera una contaminación de níquel sería por el hollín y tierra que se forma por las altas temperaturas que soporta el aceite, tal como lo demuestra la figura 30.

Figura 30*Análisis del lubricante mineral 20w50 (Ni)*

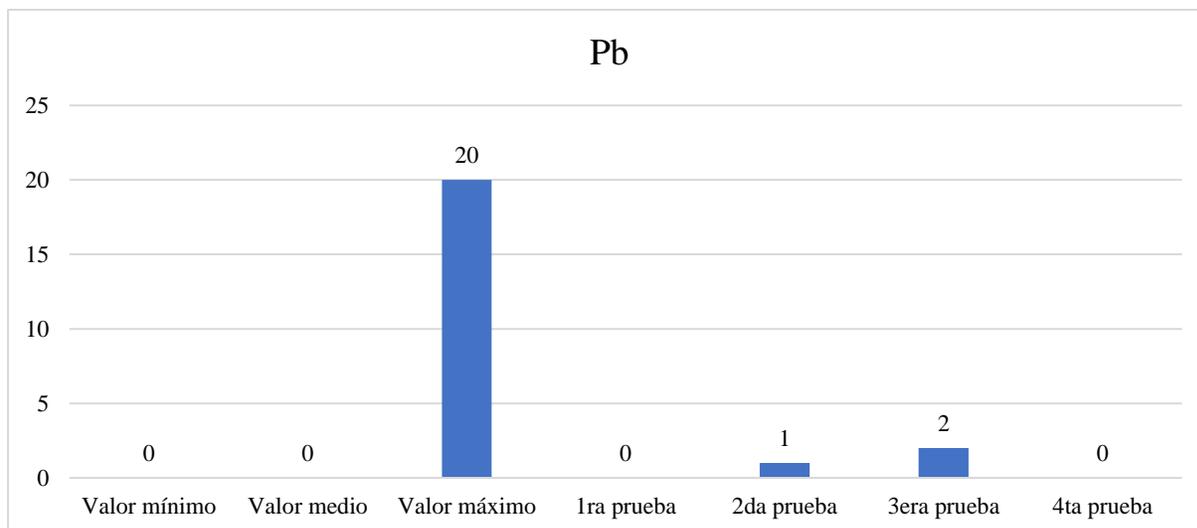
Nota. Análisis del lubricante mineral 20w50 (Ni). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Pb)

Como se puede observar en la figura 31, las cantidades de plomo se encuentran en los límites condenatorios en cada una de las muestras tomadas, si tal vez existiera valores elevados podría ser por desgaste de cojinetes, mezcla con combustible, volandas o arandelas de empuje, y empujes de las bielas.

Figura 31

Análisis del lubricante mineral 20w50 (Pb)



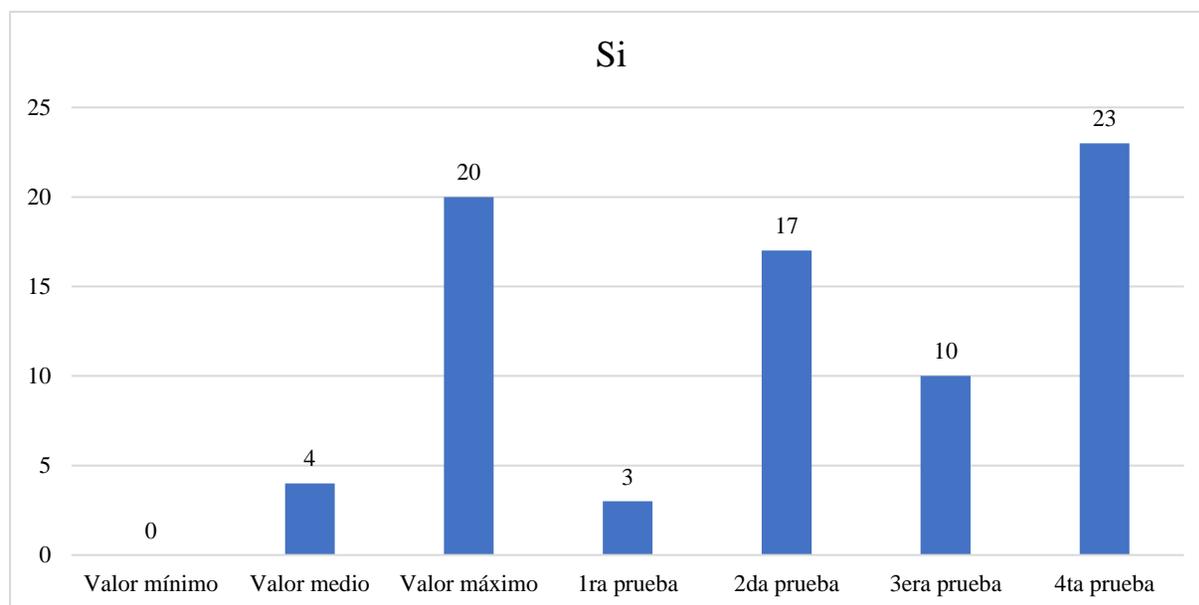
Nota. Análisis del lubricante mineral 20w50 (Pb). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Si)

Las cantidades de silicio en las muestras son variables y han sobrepasado los límites condinatorios tal como lo demuestra la figura 32, el exceso de este elemento podría darse por el mal funcionamiento de los filtros de aire, los que permiten la entra de tierra, de igual forma por algunos refrigerantes que contienen silicio, inclusive varios lubricantes dentro de sus aditivos pueden contener este elemento.

Figura 32

Análisis del lubricante mineral 20w50 (Si)



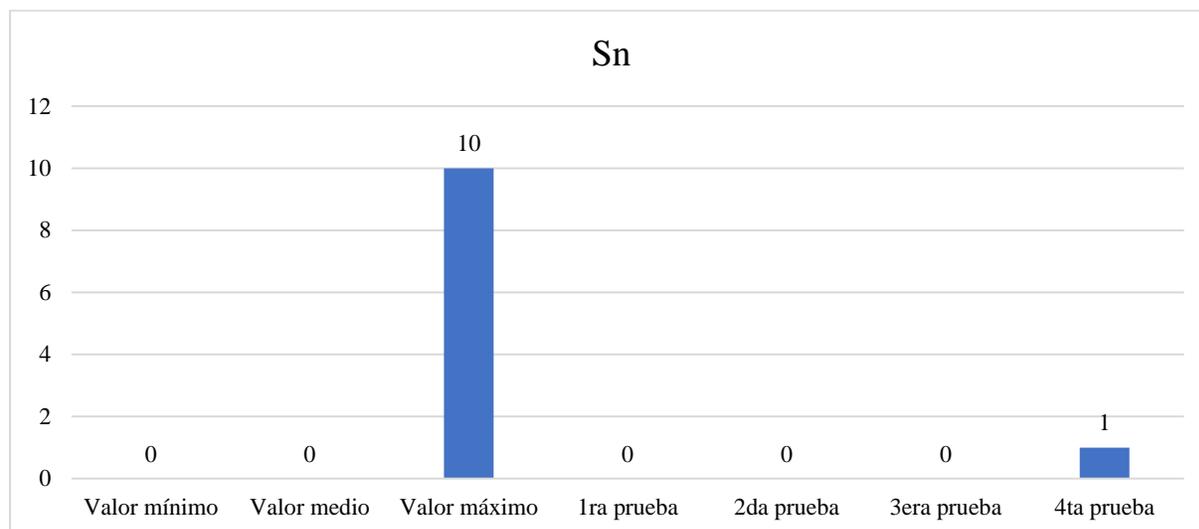
Nota. Análisis del lubricante mineral 20w50 (Si). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Mineral 20w50 (Sn)

De acuerdo con lo analizado el aceite mineral se encuentra en los límites normales y condonatorios tal como lo demuestra la figura 33, la presencia de estaño es mínima y tal vez podría deberse si aumentara este componente por cojinetes, bujes y volandas o arandelas de empuje.

Figura 33

Análisis del lubricante mineral 20w50 (Sn)



Nota. Análisis del lubricante mineral 20w50 (Sn). Medina, 2023.

Análisis de Condición y Contaminación del Lubricante Mineral 20W50

De igual forma, una vez realizadas las pruebas se procedió a verificar y analizar los datos en cuanto a la condición del aceite y los compontes que han ido apareciendo como contaminantes del lubricante como se puede observar en la tabla 21.

Tabla 21

Análisis de condición y contaminación del lubricante mineral 20W50

VISCOSIDAD (CENTISTOKES) ASTM D445							
Parámetro	Variación máxima a			1ra	2da	3ra	4ta
	100°C			Prueba	Prueba	Prueba	Prueba
	Precaución						
V100	Viscosidad	+8%		100%	86,09%	82,87%	81,05%
		-4%		19,26	16,58	15,96	15,61
		20,736	19,2	18,432			

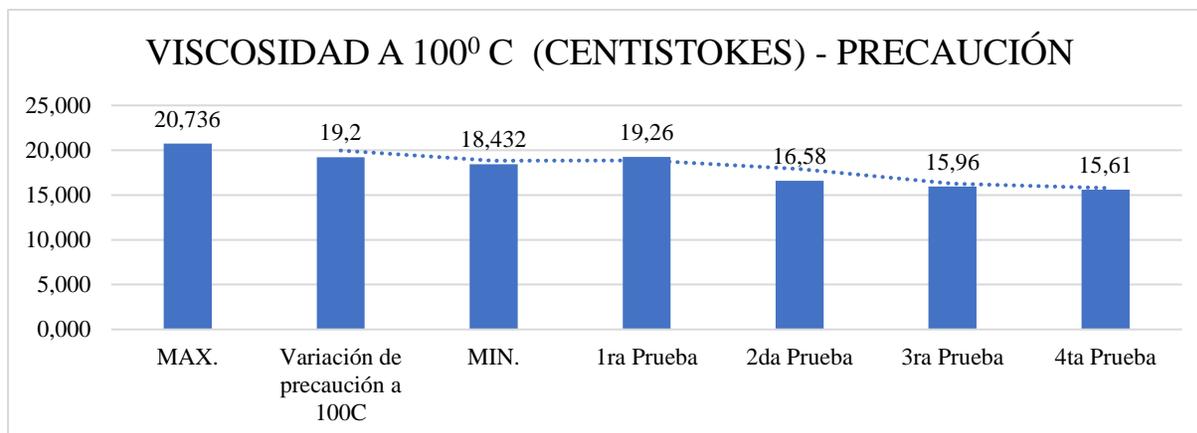
		Límite			
		+15%	-8%		
		22,08	19,2	17,664	
NÚMERO TOTAL DE ACIDEZ (mg KOH/g) ASTM D664					
TAN	Número total	-	-	1,20	0,95
	Acid.				
INFRARROJO (UFM) ASTM E2412					
ST	Hollín	1	1	0	0
OXI	Oxidación	5	8	9	11
SUL	Sulfatación	10	13	14	15
NIT	Nitración	0	2	3	4
AGUA					
W	Agua	N	N	N	N
REFRIGERANTE					
A	Anticongelante	N	N	N	N
COMBUSTIBLE					
F	Combustible	N	N	N	N
CONTENIDO DE COMBUSTIBLE (%) ASTM D3524					
PFc	Percent Fuel	-	0,73	1,51	1,80

Nota. Análisis de condición y contaminación del lubricante mineral 20W50, dentro de la viscosidad existe dos factores a considerar como son la parte de los valores de precaución y los valores límites máximos del mismo, como se observa en la tabla. Medina, 2023

La fluctuación en la viscosidad a lo largo de las fechas de análisis puede atribuirse a los factores térmicos y al desgaste interno del motor. La disminución de la viscosidad podría indicar un adelgazamiento de la película de aceite debido a las altas temperaturas de funcionamiento y que se podría estar mezclando con combustibles o agua. Límites

Figura 34

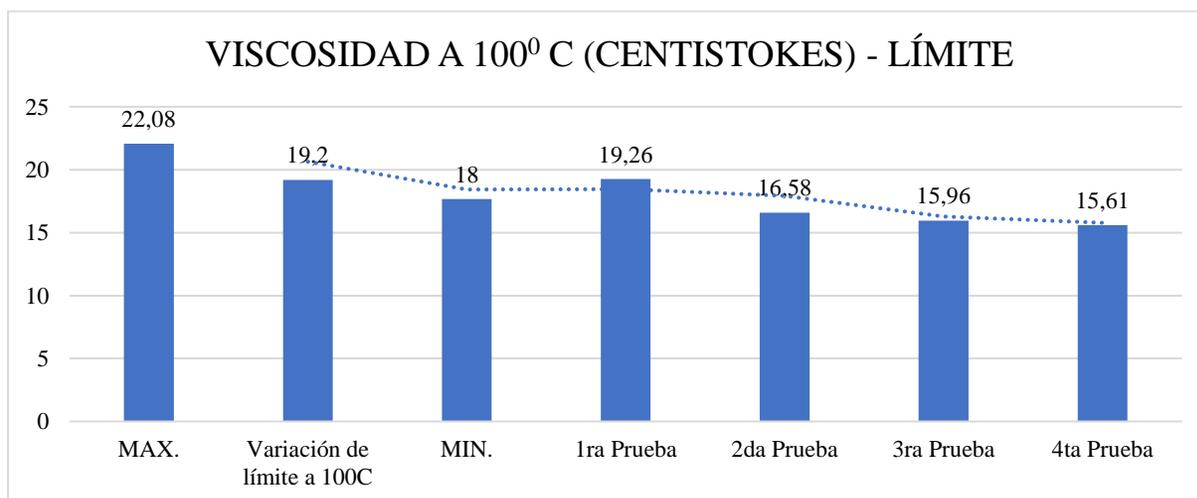
Resultados del análisis de viscosidad - precaución del lubricante mineral 20W50



Nota. Resultados del análisis de viscosidad - precaución del lubricante mineral 20W50. Medina, 2023.

Figura 35

Resultados del análisis de viscosidad - límite del lubricante mineral 20W50



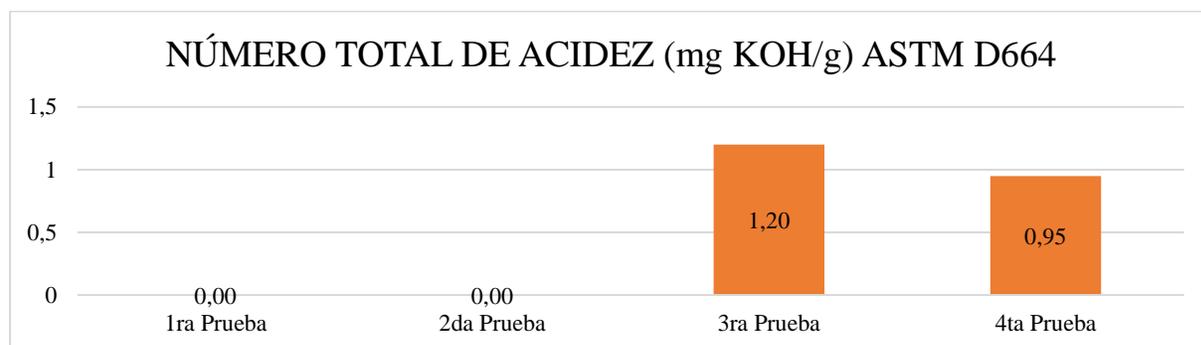
Nota. Resultados del análisis de viscosidad – límite del lubricante mineral 20W50. Medina, 2023.

El índice de acidez total, o TAN, es una medida de la concentración de elementos ácidos en un aceite. En este caso el TAN se encuentra dentro de los rangos permitidos. Si fuera el caso

que subiera este valor en el aceite usado, podría ser una indicación de oxidación y un aumento en el nivel de degradación del aceite. Junto con la oxidación viene un aumento en la viscosidad.

Figura 36

Resultado de análisis del Número Total de Acidez – TAN del lubricante mineral 20W50

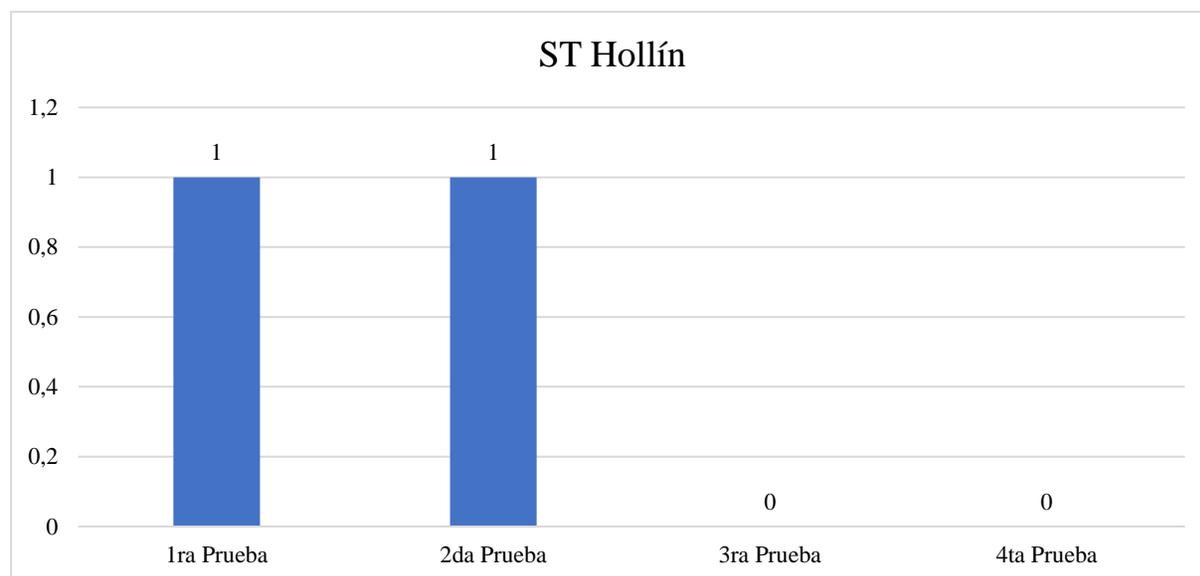


Nota. Resultados del análisis del Número Total de Acidez – TAN del lubricante mineral 20W50. Medina, 2023

Existe una presencia mínima de Hollín en el aceite mineral 20W50, puede ser por aceite combustionado, si este valor se elevara podría ser por lo rines que sellan al pistón con el cilindro no realizan un trabajo adecuado y el sello de gases puede estar comprometido, de esta forma el acceso de los gases de la cámara de combustión al cárter afectaría al lubricante en su composición.

Figura 37

Resultado de análisis de Hollín del lubricante mineral 20W50

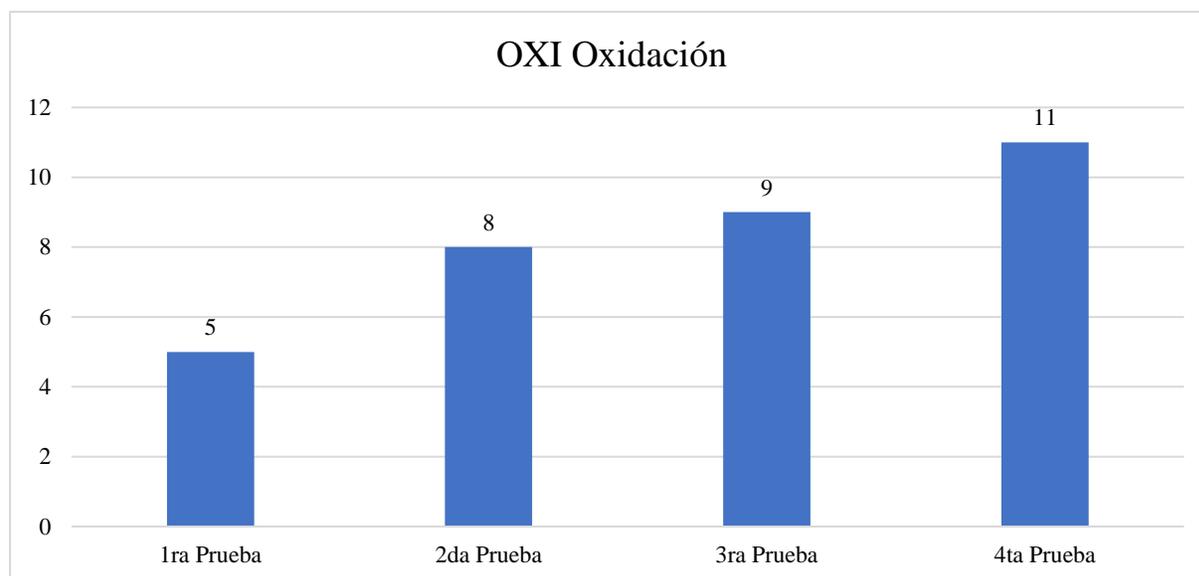


Nota. Resultados del análisis de Hollín del lubricante mineral 20W50. Medina, 2023

La oxidación es un cambio químico permanente que tiene lugar en las moléculas de aceite, ya que reaccionan con el oxígeno en presencia de calor y pueden exacerbarse cuando están presentes contaminantes como los metales. Es importante porque puede conducir a una serie de problemas dentro del aceite del motor, incluyendo la formación de lodos y depósitos, aumento de la viscosidad (que provoca una reducción significativa en la eficiencia del combustible) y la consunción de los aditivos. Todo esto da como resultado una aceleración en la degradación del aceite del motor y la posterior necesidad de cambiar el aceite con mayor frecuencia. Los incrementos de los valores de oxidación podrían ser el resultado de una exposición prolongada a altas temperaturas y la interacción del aceite con el oxígeno.

Figura 38

Resultado de análisis de Oxidación del lubricante mineral 20W50

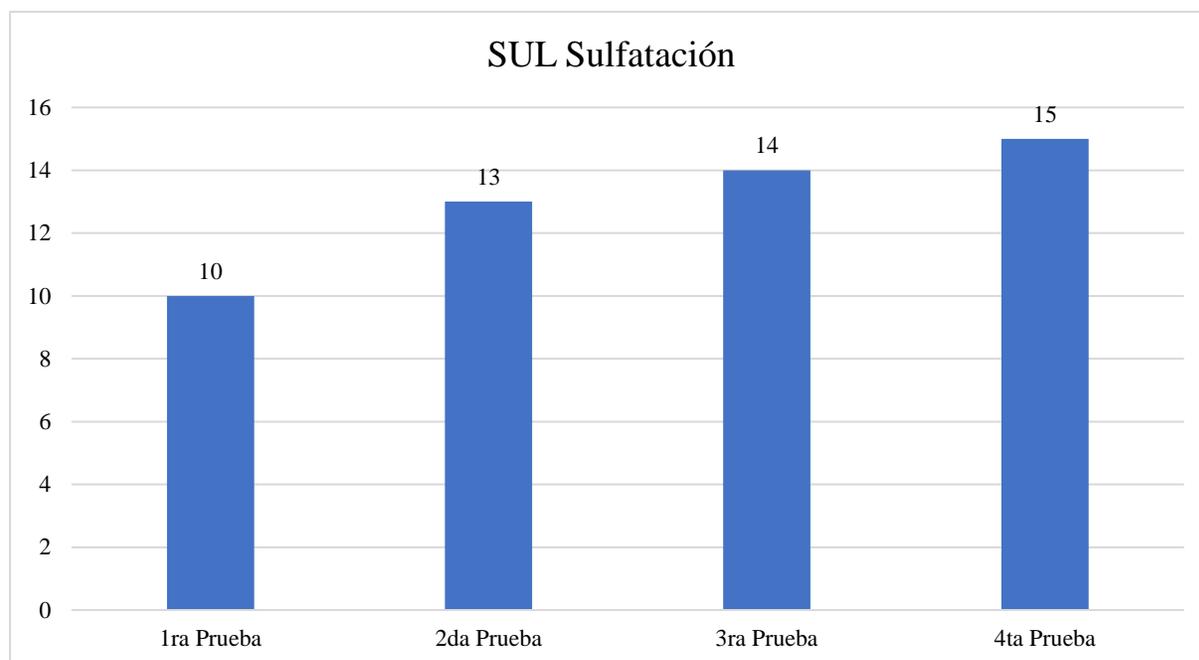


Nota. Resultados del análisis de Hollín del lubricante mineral 20W50. Medina, 2023

Los valores en SUL indican la cantidad de componentes relacionados con el azufre en el aceite. El aumento en los valores de sulfatación puede estar vinculado a la entrada de productos de combustión que contienen azufre al aceite. Esto puede ser resultado de una combustión ineficiente y puede llevar a la formación de ácidos en el aceite.

Figura 39

Resultado de análisis de Sulfatación del lubricante mineral 20W50

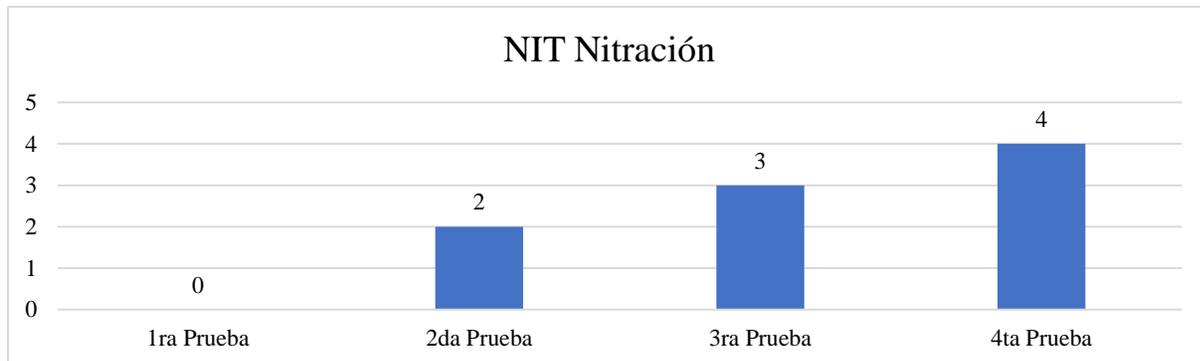


Nota. Resultados del análisis de Sulfatación del lubricante mineral 20W50. Medina, 2023

Los valores en NIT indican la presencia de nitrógeno en el aceite. El aumento en los valores de nitración podría señalar la entrada de productos de combustión que contienen nitrógeno al aceite. Esto podría ser una indicación de una combustión ineficiente que lleva a la contaminación del aceite con productos no deseados. En este caso los valores son bajos para dichos valores de Nitración.

Figura 40

Resultado de análisis de Nitración del lubricante mineral 20W50

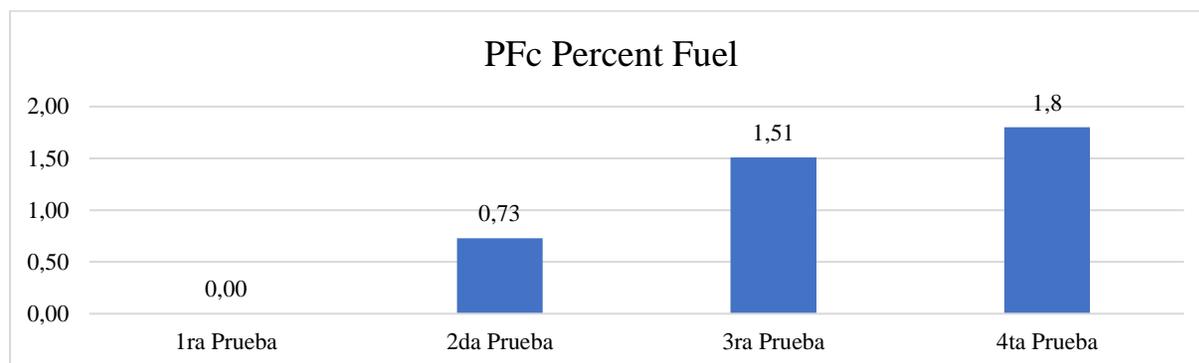


Nota. Resultados del análisis de Nitración del lubricante mineral 20W50. Medina, 2023

Los aumentos en el PFC indican una mayor presencia de combustible en el aceite. Esto podría deberse a una mala combustión, problemas en la inyección de combustible o problemas en el sistema de encendido. Un aumento significativo en el contenido de combustible puede afectar la lubricación y la calidad del aceite, lo que podría afectar la eficiencia y vida útil del motor. En este caso se encuentra dentro del rango permitido del porcentaje de combustible.

Figura 41

Resultado de análisis de PFc Percent Fuel (Porcentaje de combustible) del lubricante mineral 20W50



Nota. Resultados del análisis de PFc Percent Fuel (Porcentaje de combustible) del lubricante mineral 20W50. Medina, 2023

Análisis de laboratorio para el lubricante full sintético 20w50

A continuación, se mostrarán todos los datos obtenidos en los análisis de laboratorio para el aceite full sintético 20w50, iniciando con los niveles de desgaste y comparando con los datos mencionados anteriormente en la tabla de los límites condenatorios para el desgaste del motor.

Tabla 22

Comparativa de límites condenatorios y valores de las muestras de aceite full sintético 20w50

Parámetro	Valor	Valor	Valor	Unidad	1ra	2da	3era	4ta
	mínimo	medio	máximo		prueba	prueba	prueba	prueba
Cr	0	0	10	Ppm	0	0	0	0
Cu	0	2	5	Ppm	0	0	0	0
Fe	0	1	75	Ppm	1	3	3	6
Al	0	0	50	Ppm	2	2	2	0
Na	0	0	75	Ppm	2	3	1	4

Parámetro	Valor	Valor	Valor	Unidad	1ra	2da	3era	4ta
	mínimo	medio	máximo		prueba	prueba	prueba	prueba
Ni	0	0	5	Ppm	0	0	0	0
Pb	0	0	20	Ppm	0	0	0	0
Si	0	4	20	Ppm	6	6	20	28
Sn	0	0	10	Ppm	0	0	0	0
Ag	0	0	5	Ppm	0	0	0	0
Mn	0	0	5	Ppm	0	0	0	0

Nota. Comparaciones de niveles de desgaste en el motor de acuerdo al análisis en el laboratorio. Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Cr, Cu, Ni, Pb, Sn, Ag, Mn)

Actualmente no se encontró desgaste de cobre, cromo, plomo, estaño níquel, plata y manganeso, si existiera algún desgaste con estos materiales se podría decir que estaría relacionado con refrigerantes, válvulas de escape, camisas, cojinetes antifricción, anillos, cojinetes, bujes, enfriadores de aceite, volandas o arandelas de empuje, guías de válvulas, bujes de biela o mezclas con la gasolina. Además, se debe tener en cuenta que estos elementos normalmente están aleados y estructuralmente poseen capas superficiales de diferentes metales blandos requeridos y diseñados para disminuir el desgaste y absorber el impacto.

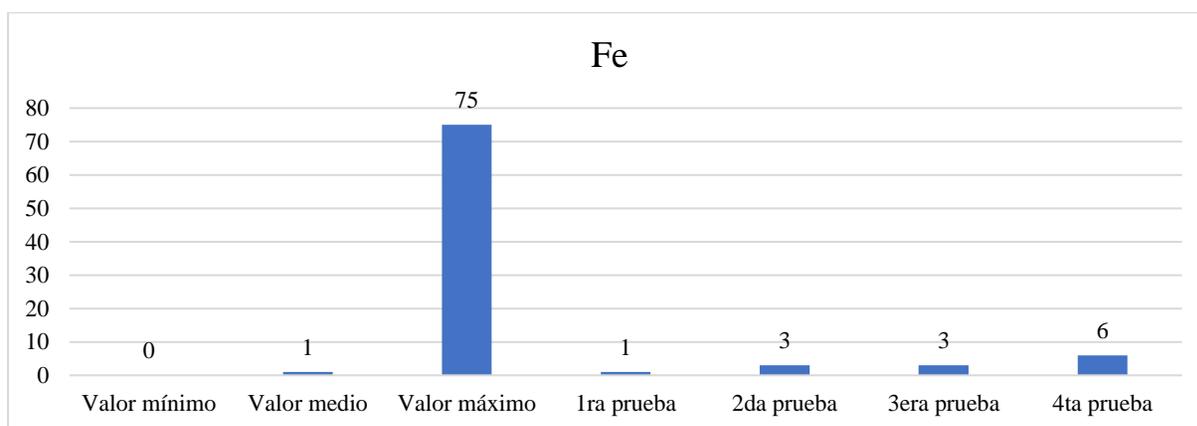
Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Fe)

De acuerdo a lo analizado el aceite full sintético se encuentra en los límites normales, La presencia de hierro (Fe) en el aceite tiene origen en la producción de oxidación de ciertos elementos o su desgaste por fricción como es el caso de los cilindros y segmentos. Los índices de oxidación pueden incrementar dependiendo de la presencia de otros elementos como el agua originada por alguna fuga. De la misma manera el desgaste puede incrementarse por la entrada

en exceso de silicio por tierra, en el caso de filtros dañados, condiciones de trabajo del motor o aceite contaminado con partículas que rocen las paredes. Sería de igual forma hacerle un seguimiento por el aumento de estos valores comparando con el aceite mineral 20w50.

Figura 42

Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Fe)



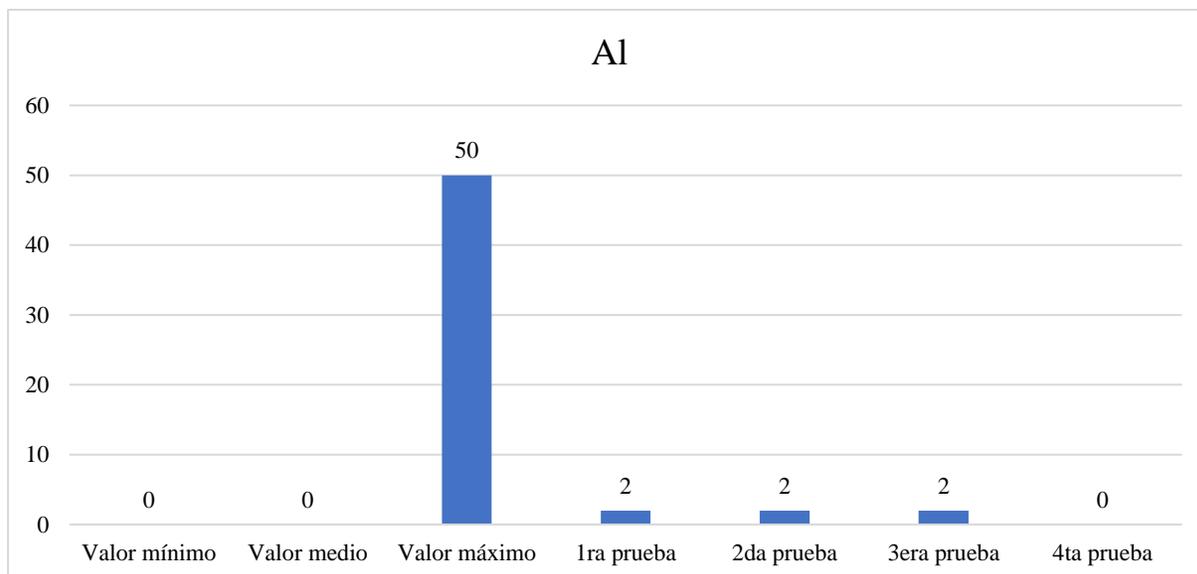
Nota. Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Fe). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Al)

Los valores resultantes mostraron que el lubricante full sintético 20w50 se encuentran dentro de los límites condinatorios, actualmente hay una depreciable cantidad de aluminio pudiendo ser por el desgasta de cojinetes y bujes.

Figura 43

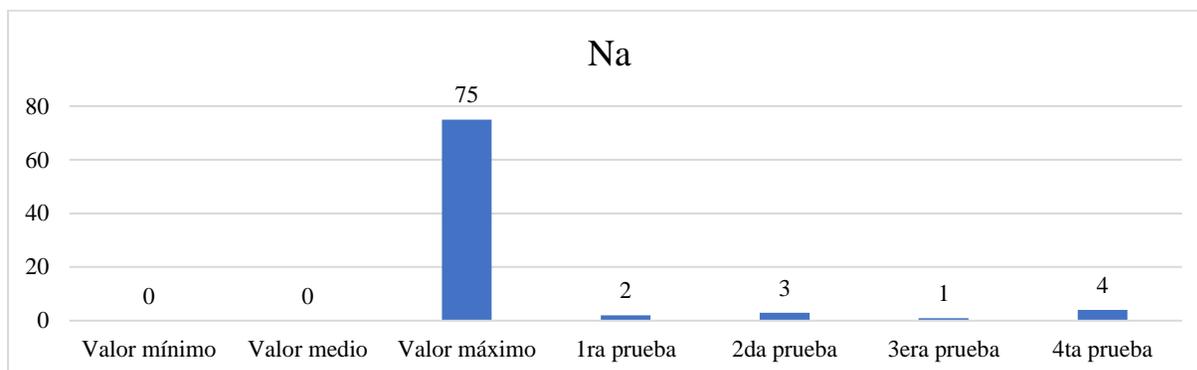
Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Al)



Nota. Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Al). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Na)

El sodio (Na) es principalmente un componente de refrigerantes y ciertas aleaciones en bujes, en el análisis del aceite full sintético 20w50 se determina que los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites condinatorios, si existiera un aumento de estos valores revelaría que existe un consumo y fuga de líquido refrigerante.

Figura 44*Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Na)*

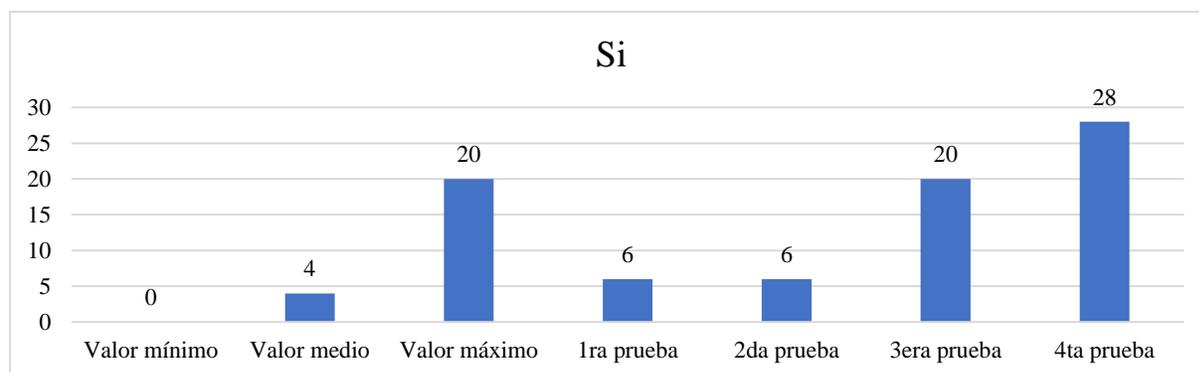
Nota. Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Na). Medina, 2023.

Análisis del Lubricante Full Sintético 20w50 (Si)

Las cantidades de silicio en las muestras son variables y han sobrepasado los límites condinatorios, el exceso de este elemento como en el caso del aceite mineral podría darse por el mal funcionamiento de los filtros de aire, los que permiten la entrada de tierra, de igual forma por algunos refrigerantes que contienen silicio, inclusive varios lubricantes dentro de sus aditivos pueden contener este elemento.

Figura 45

Análisis del lubricante full sintético 20w50 (Si)



Nota. Análisis del lubricante full sintético 20w50. Medina, 2023.

Análisis de Condición y Contaminación del Lubricante Full Sintético 20W50

De igual forma, una vez realizadas las pruebas se procedió a verificar el análisis en cuanto a la condición del aceite y los compontes que han ido apareciendo como contaminantes del lubricante full sintético 20w50.

Tabla 23

Análisis de condición y contaminación del lubricante full sintético 20W50

VISCOSIDAD (CENTISTOKES) ASTM D445								
Parámetro		Variación máxima a			1ra	2da	3ra	4ta
		100°C			Prueba	Prueba	Prueba	Prueba
		Precaución						
		+8%	-4%					
V100	Viscosidad	21,78	20,17	19,36	92,27%	81,31%	79,52%	78,14%
		Límite						

		+15%		-8%	
		23,19	20,07	18,56	
NÚMERO TOTAL DE ACIDEZ (mg KOH/g) ASTM D664					
TAN	Número total	0,00	1,10	1,50	1,40
	Acid.				
INFRARROJO (UFM) ASTM E2412					
ST	Hollín	0	0	0	0
OXI	Oxidación	10	5	9	7
SUL	Sulfatación	11	14	15	18
NIT	Nitración	0	2	1	4
AGUA					
W	Agua	N	N	N	N
REFRIGERANTE					
A	Anticongelante	N	N	N	N
COMBUSTIBLE					
F	Combustible	N	N	N	N
CONTENIDO DE COMBUSTIBLE (%) ASTM D3524					
PFc	Percent Fuel	0,00	0,00	2,99	3,36

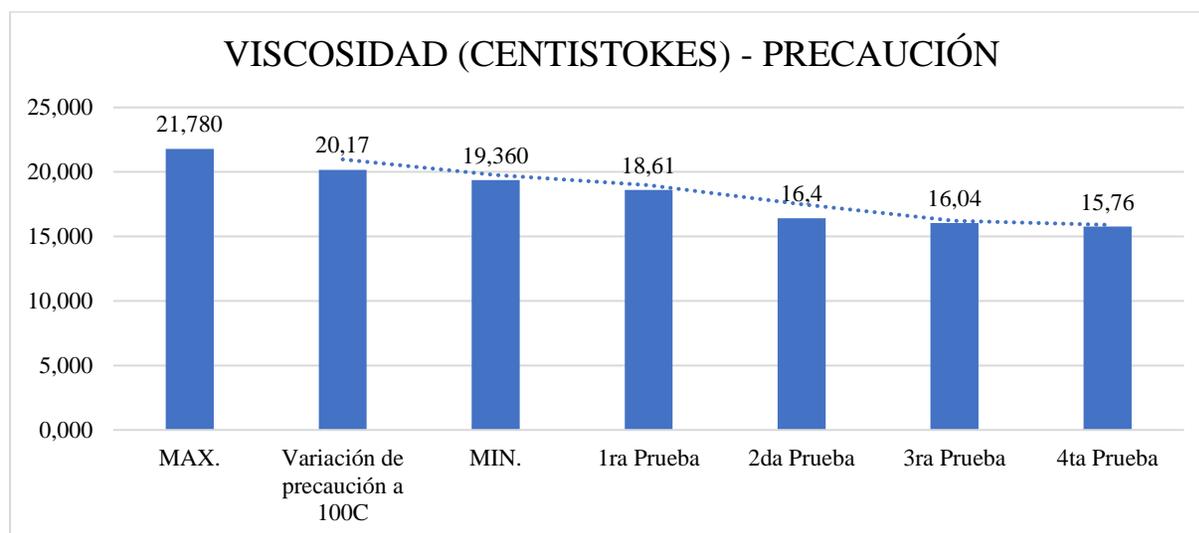
Nota. Análisis de condición y contaminación del lubricante sintético 20W50, dentro de la viscosidad existe dos factores a considerar como son la parte de los valores de precaución y los valores límites máximos del mismo, como se observa en la tabla. Medina, 2023

La fluctuación de la viscosidad es bastante relevante en el aceite full sintético a lo largo de las fechas de los análisis, ya que dicha viscosidad es baja para el lubricante usado y con esas características, pudiendo atribuirse a los factores térmicos y al desgaste interno del motor. La

disminución de la viscosidad podría indicar un adelgazamiento de la película de aceite debido a las altas temperaturas de funcionamiento y la ineficiencia del mismo, y de igual forma la variación puede ser por los aditivos que posee, por consecuencia de su degradación en cuanto a su uso y por contaminación de partículas que podrían incrementarse o a su vez disminuir esta viscosidad por contaminación de líquidos, ya sea por combustibles o vapores de agua.

Figura 46

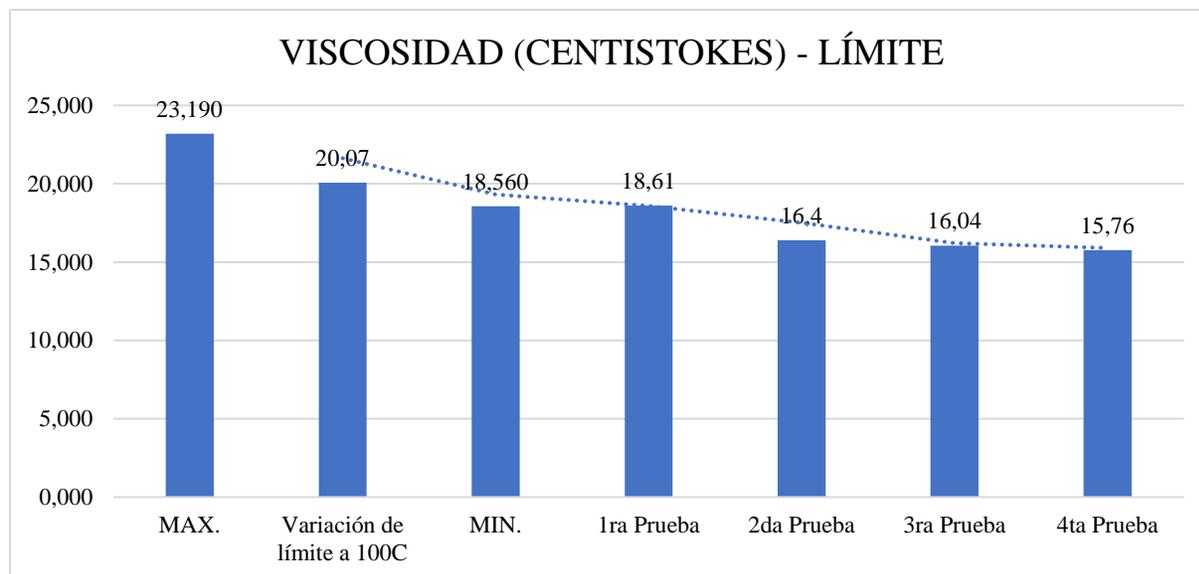
Resultados del análisis de viscosidad – precaución del lubricante full sintético 20W50



Nota. Resultados del análisis de viscosidad - precaución del lubricante full sintético. 20W50. Medina, 2023.

Figura 47

Resultados del análisis de viscosidad – límite del lubricante full sintético 20W50

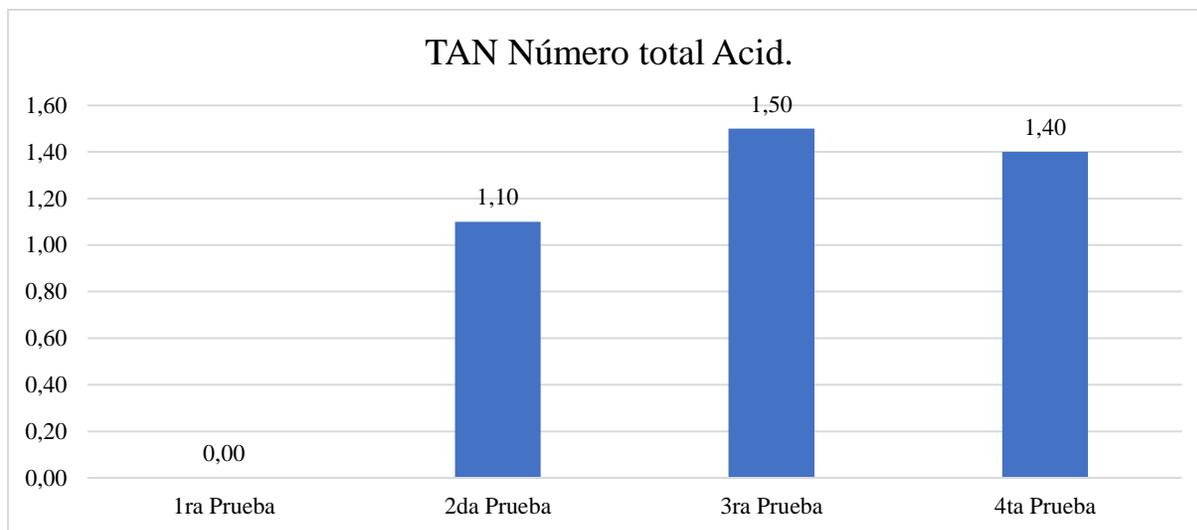


Nota. Resultados del análisis de viscosidad - límite del lubricante full sintético. 20W50. Medina, 2023.

En la figura 48 se observa, el índice de acidez total o TAN, que es una medida de la concentración de elementos ácidos en un aceite. En este caso el TAN se encuentra dentro de los rangos permitidos con una fluctuación leve. Si fuera el caso que subiera este valor podría ser una indicación de oxidación y un aumento en el nivel de degradación del aceite, junto con la oxidación viene un aumento en la viscosidad del lubricante.

Figura 48

Resultado de análisis del Número Total de Acidez – TAN del lubricante full sintético 20W50

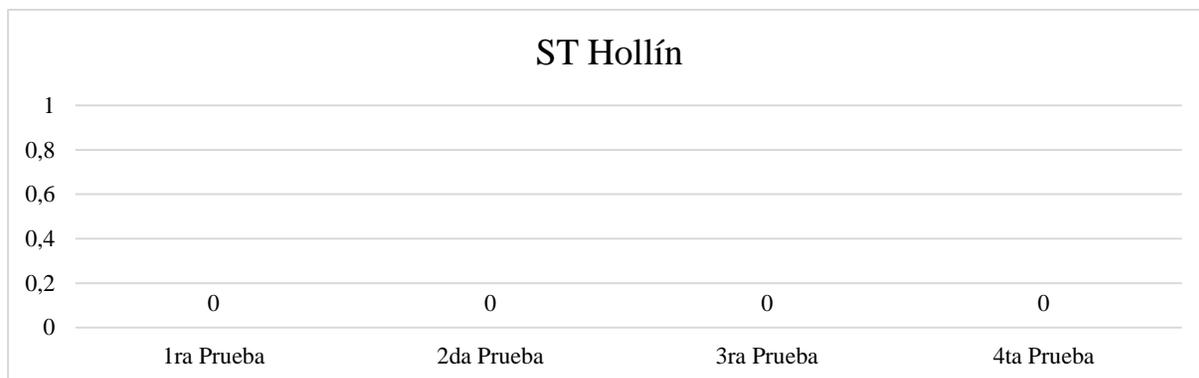


Nota. Resultados del análisis del Número Total de Acidez – TAN del lubricante full sintético 20W50. Medina, 2023

La figura 49, muestra que no existe presencia de Hollín en el aceite full sintético 20W50, si existiera algún valor de este elemento podría ser por lo rines que sellan al pistón con el cilindro no realizan un trabajo adecuado y el sello de gases puede estar comprometido, de esta forma el acceso de los gases de la cámara de combustión al cárter afectaría al lubricante en su composición.

Figura 49

Resultado de análisis de Hollín del lubricante full sintético 20W50

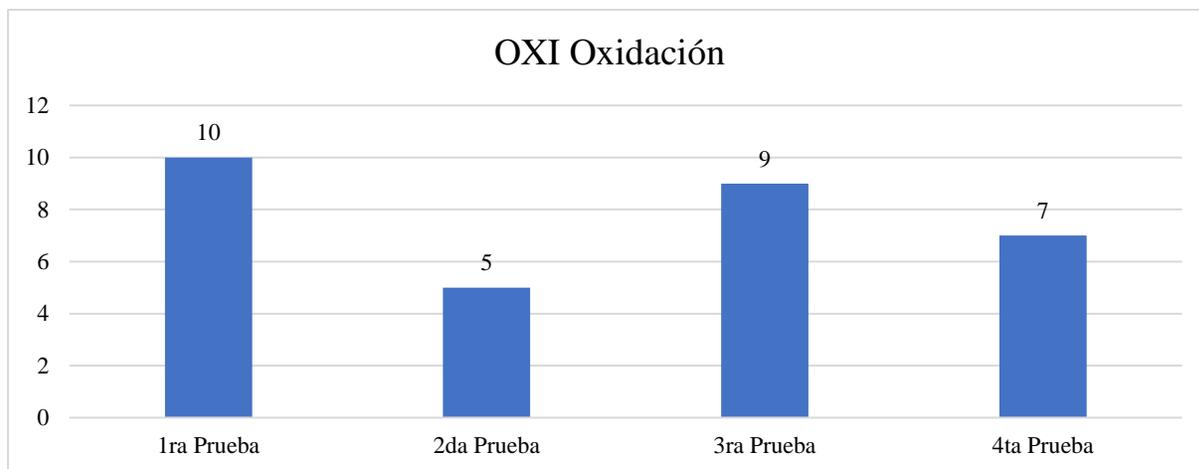


Nota. Resultados del análisis de Hollín del lubricante full sintético 20W50. Medina, 2023

En la figura 50 podemos observar, en cuanto a la oxidación, este valor se encuentra dentro de los parámetros normales de funcionamiento, existiendo unos valores fluctuantes entre las diferentes muestras, pudiendo ser por elevadas temperaturas dentro del motor produciendo depósitos de lodos y aumentando la viscosidad del lubricante, si estos valores se elevaran provocarían una reducción significativa en la eficiencia del mismo y al agotamiento de los aditivos, y en sí a la degradación del lubricante y una pronta necesidad de cambio de aceite.

Figura 50

Resultado de análisis de Oxidación del lubricante full sintético 20W50

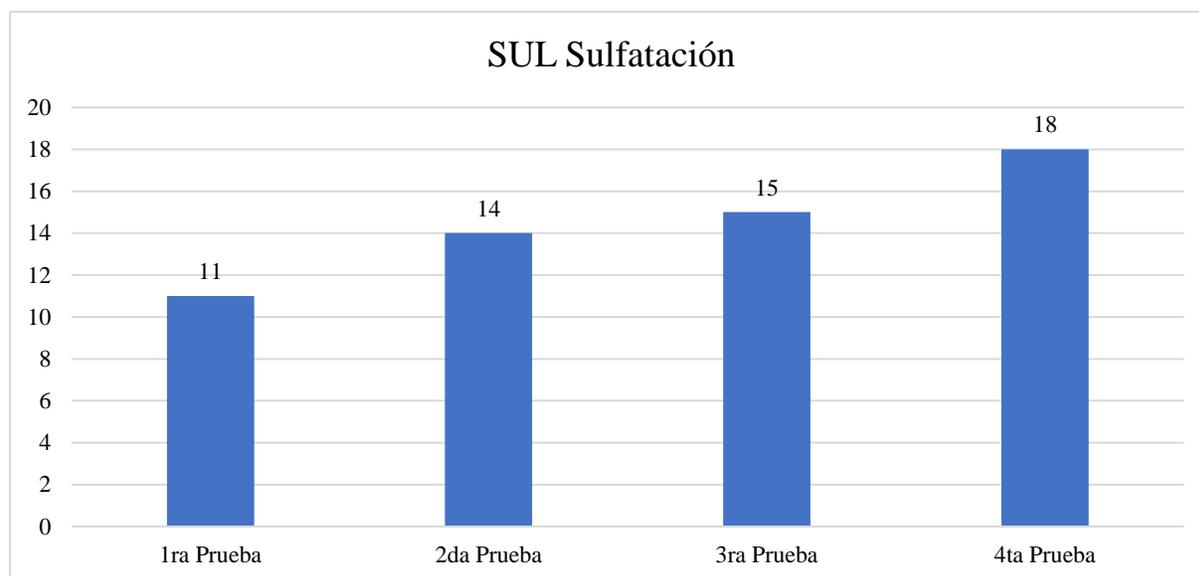


Nota. Resultados del análisis de Hollín del lubricante full sintético 20W50. Medina, 2023

En la figura 51 se observa, que los valores de sulfatación del análisis de aceite full sintético 20w50 indican la cantidad de componentes relacionados con el azufre en el aceite. El aumento en los valores de sulfatación en cada una de las muestras tomadas puede estar vinculado a la entrada de productos de combustión que contienen azufre, como por ejemplo de una combustión ineficiente y puede llevar a la formación de ácidos en el aceite.

Figura 51

Resultado de análisis de Sulfatación del lubricante full sintético 20W50

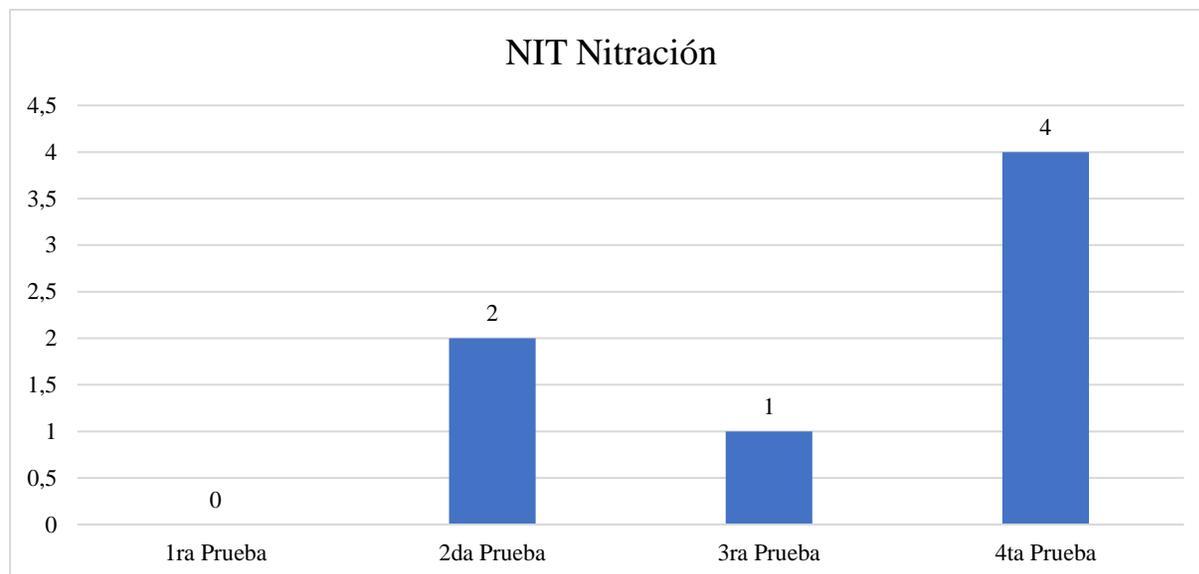


Nota. Resultados del análisis de Sulfatación del lubricante full sintético 20W50. Medina, 2023

En la figura 52 se puede observar, que los valores en nitración indican la presencia de nitrógeno en el aceite, en dichos análisis se encuentran dentro de los parámetros normales. El aumento en los valores de nitración podría señalar la entrada de productos de combustión que contienen nitrógeno al aceite. Esto podría ser una indicación de una combustión ineficiente que lleva a la contaminación del aceite con productos no deseados.

Figura 52

Resultado de análisis de Nitración del lubricante full sintético 20W50

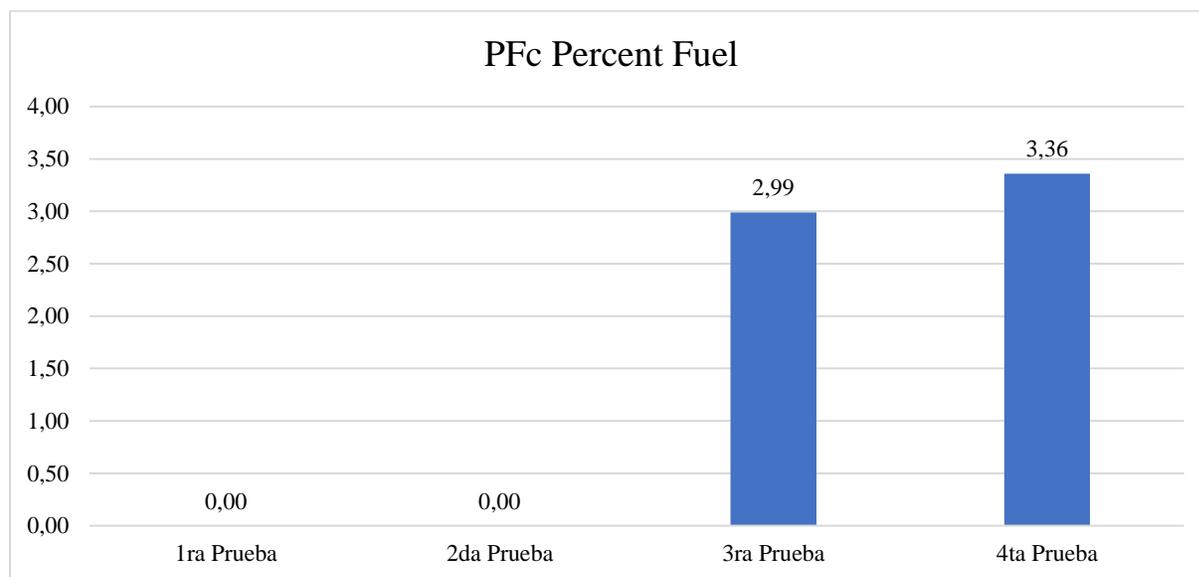


Nota. Resultados del análisis de Nitración del lubricante full sintético 20W50. Medina, 2023

Los aumentos en los porcentajes de combustibles indican una mayor presencia de combustible en el aceite tal como se muestra en la figura 53. Este aumento puede deberse a varios aspectos como por ejemplo una mala combustión, problemas en la inyección de combustible o problemas en el sistema de encendido. Un aumento significativo en el contenido de combustible puede afectar la lubricación y la calidad del aceite, lo que podría afectar la eficiencia y vida útil del motor. En este caso se encuentra dentro del rango permitido del porcentaje de combustible, pero se debería verificar los sistemas mencionados para que no exista una degradación prematura del lubricante.

Figura 53

Resultado de análisis de PFc Percent Fuel (Porcentaje de combustible) del lubricante full sintético 20W50



Nota. Resultados del análisis de PFc Percent Fuel (Porcentaje de combustible) del lubricante full sintético 20w50. Medina, 2023

Comparación de Resultados

En las siguientes gráficas se demuestra la comparación de los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio entre el aceite minera y sintético, en cuanto a los aspectos de viscosidad, hollín, oxidación, sulfatación y nitración.

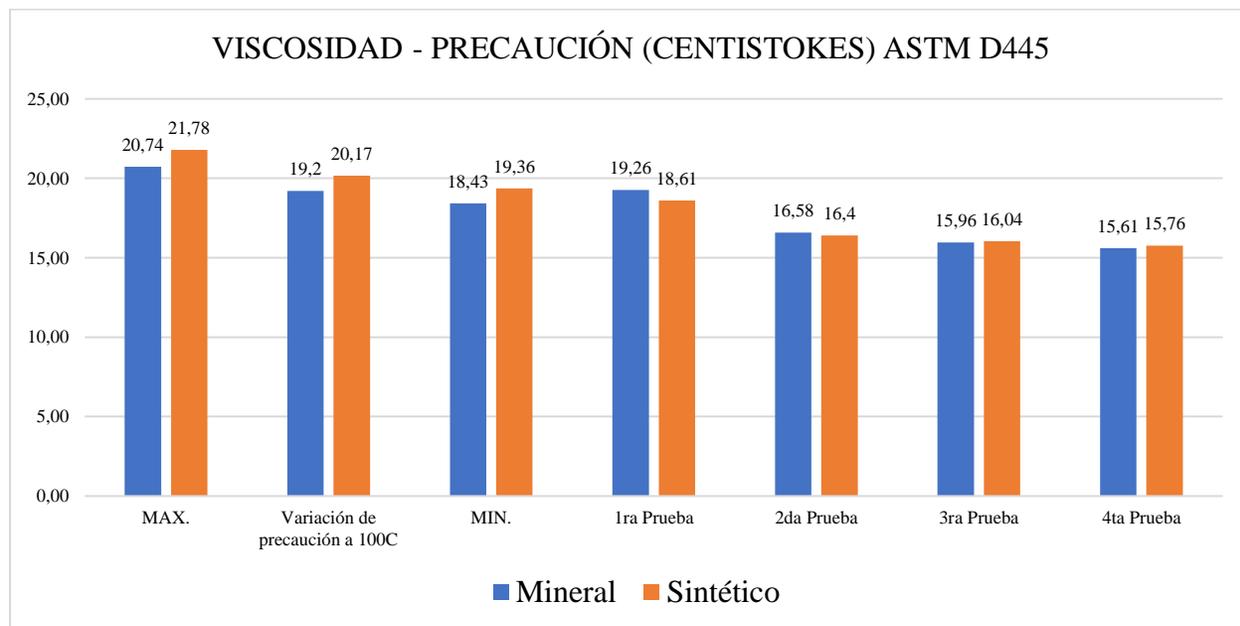
Comparativa de Viscosidad

En las figuras 54 y 55 se muestra la variación de la viscosidad con los valores de precaución y límites máximos que soportarían, dichos valores del lubricante mineral disminuyen rápidamente desde la segunda prueba, rebasando, de este modo el límite crítico permisible de 18,43 cSt hasta llegar a 15,61 cSt. En cuanto al lubricante sintético desde la primera prueba no se

obtiene ni el límite inicial de 20,17 cSt, indicándonos una degradación rápida entre los dos aceites utilizados para los análisis.

Figura 54

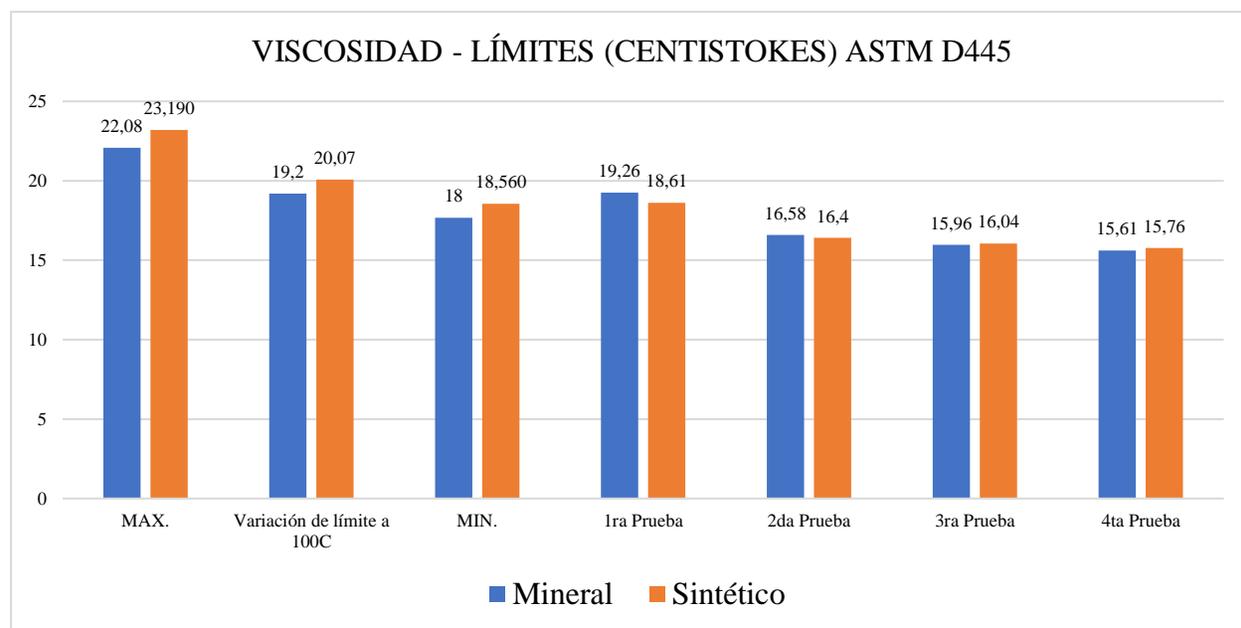
Comparativa de la viscosidad – precaución, entre el aceite mineral y sintético 20w50



Nota. Comparativa de la viscosidad – precaución, entre el aceite mineral y sintético 20w50. Medina, 2023

Figura 55

Comparativa de la viscosidad – límites, entre el aceite mineral y sintético 20w50



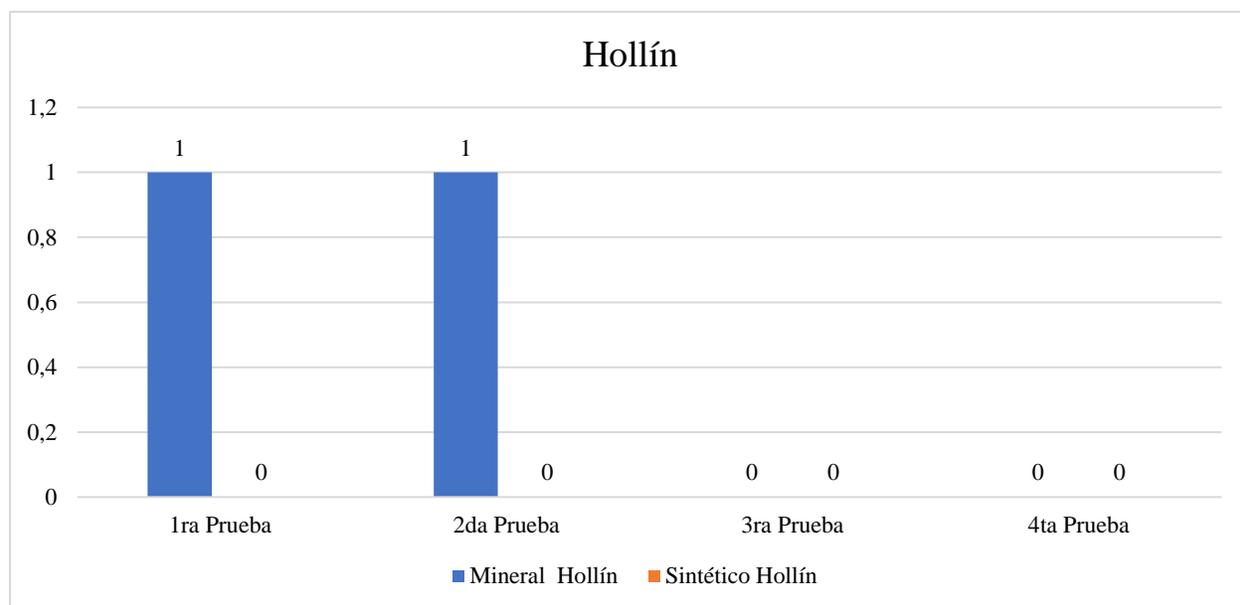
Nota. Comparativa de la viscosidad – límites, entre el aceite mineral y sintético 20w50. Medina, 2023

Comparativa de Hollín

De acuerdo con la figura 56, hay una presencia leve (Relativamente mínimo) de hollín tanto para el aceite mineral y casi nada en el aceite sintético, dándonos a entender que no existe un aceite combustionado, y que tampoco existe un desgaste con los rines que separan la cámara de combustión con el aceite, si existiera presencia excesiva de hollín se debería al kilometraje y desgaste del vehículo, generando un consumo de aceite entre mantenimientos.

Figura 56

Comparativa de Hollín, entre el aceite mineral y sintético 20w50



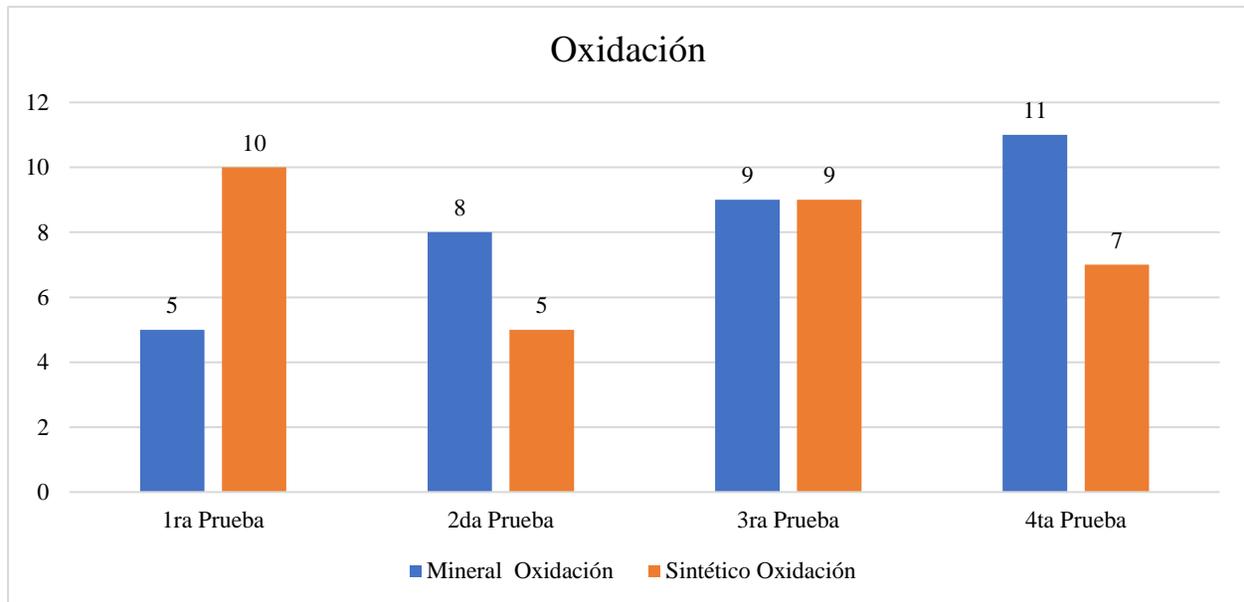
Nota. Comparativa de Hollín, entre el aceite mineral y sintético 20w50. Medina, 2023

Comparativa de Oxidación

De acuerdo con la figura 57, con el aceite mineral 20w50 existe una progresiva elevación de los valores entre las muestras analizadas con unos valores iniciales de 5 hasta llegar a 11, entendido que por las altas temperaturas y al transcurrir el kilometraje, el motor está teniendo sobre recalentamientos y produciéndose valores no esperados para la lubricación de este. En cuanto al aceite sintético existe una variación de resultados entre cada una de las pruebas analizadas posiblemente por la diferencia de componentes y aditivos que contiene dicho lubricante, se debería estar al tanto de esta variación para no afectar a la vida útil del aceite y en si del motor.

Figura 57

Comparativa de Oxidación, entre el aceite mineral y sintético 20w50



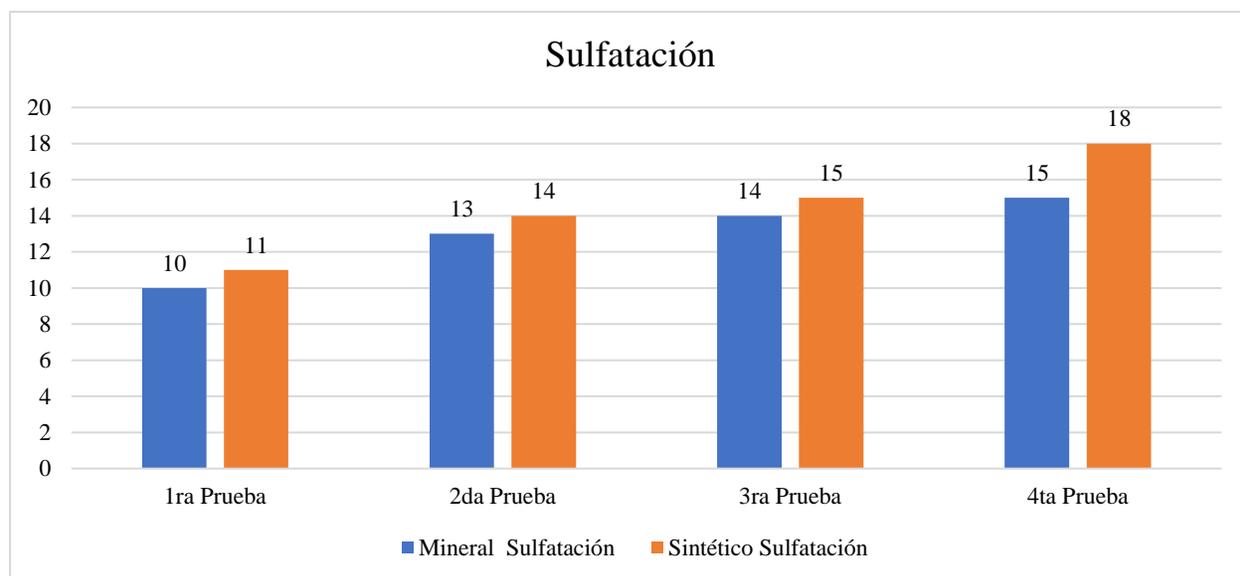
Nota. Comparativa de Oxidación, entre el aceite mineral y sintético 20w50. Medina, 2023

Comparativa de Sulfatación

Revisando la figura 58, se observa los valores de sulfatación presentes en el aceite mineral y sintético 20w50 vas subiendo progresivamente desde las primeras pruebas realizadas, indicándonos presencia de azufre, y en si de una mala combustión dentro de la cámara y crear ácidos en el aceite; se tendría que revisar el sistema de inyección de combustible y elementos como por ejemplos el desgaste de las bujías.

Figura 58

Comparativa de Sulfatación, entre el aceite mineral y sintético 20w50



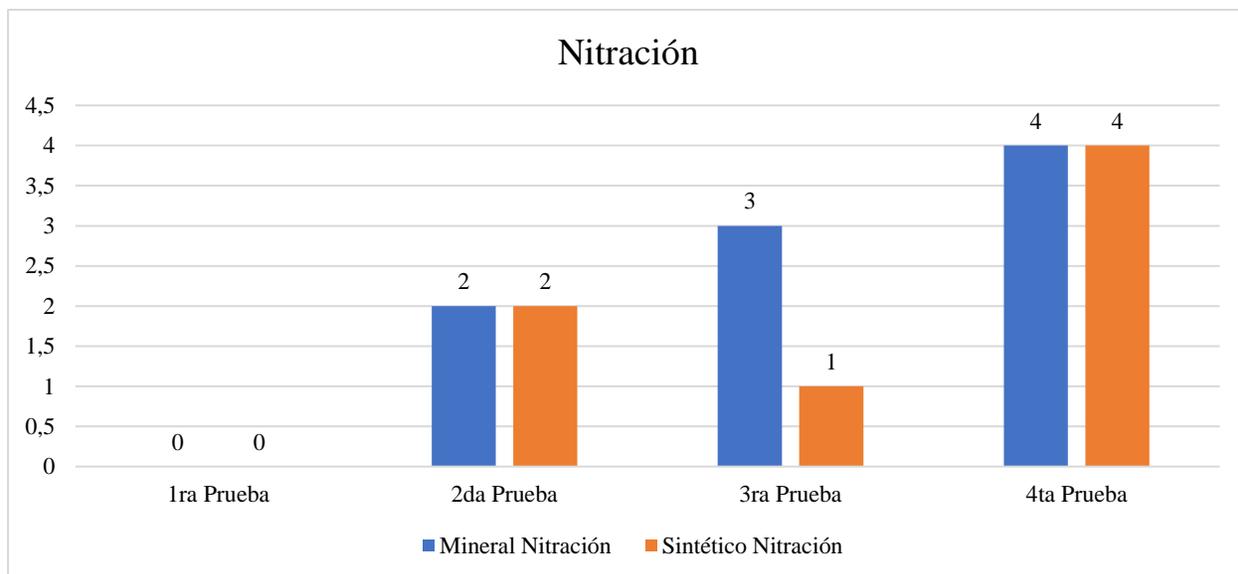
Nota. Comparativa de Sulfatación, entre el aceite mineral y sintético 20w50. Medina, 2023

Comparativa de Nitración

En la figura 59, nos indica unos valores leves de nitración tanto para el aceite mineral 20w50 como para el sintético 20w50, en tales análisis los valores se encuentran dentro de los parámetros normales; si a lo largo de los análisis se empieza a elevar dichos valores se debería al ingreso de productos que contienen nitrógeno, pensando que podría ser por una ineficiente combustión que esta contaminando los aceites.

Figura 59

Comparativa de Nitración, entre el aceite mineral y sintético 20w50



Nota. Comparativa de Nitración, entre el aceite mineral y sintético 20w50. Medina, 2023

Conclusiones

Luego de haber realizado la respectiva revisión bibliográfica acerca de las diferentes técnicas de análisis de aceite usado en motores de encendido provocado, se ha logrado identificar los métodos, las variables críticas e la interpretación de datos, para poder lograr un análisis más eficiente de las pruebas de laboratorio y en si lograr una detección temprana de fallas dentro del motor.

Una vez finalizada la encuesta y analizados los resultados, se ha obtenido un alto porcentaje de aprobación por parte de la población de la ciudad de Loja para la realización del análisis y comparación de aceites de motor. Los datos recopilados respaldan la viabilidad y la relevancia de llevar a cabo el estudio de análisis y comparación de aceites.

Se ha analizado el desempeño del aceite mineral 20w50, donde inicialmente no se encontró desgaste de cobre, cromo, plata y manganeso; pero si se observó partículas de hierro, aluminio, sodio, níquel, y estaño, todos estos estando dentro de los límites condonantes. Además, se observó que las cantidades de silicio sobrepasaron los límites pudiendo ser por el mal funcionamiento de los filtros de aire o por refrigerantes que contienen ese componente e inclusive varios de los lubricantes dentro de sus aditivos pueden contener este elemento. También se encontró dentro de los límites condonatorios a los elementos de índice de acidez total, hollín, oxidación, sulfatación, nitración, y el porcentaje de combustible. De igual forma dentro del análisis del lubricante full sintético 20w50, se observó no existe presencia de partículas de cromo, cobre, níquel, plomo, estaño, plata y manganeso. Si se obtuvo partículas de hierro, aluminio y sodio, encontrándose estos dentro de los límites; de igual forma como en el aceite mineral se observó elevadas partículas de silicio, pudiendo ser del mismo modo por la falla del filtro de aire o por los aditivos del aceite. Igualmente, a la par con el aceite Kendall los

elementos de índice de acidez total, hollín, oxidación, sulfatación, nitración, y el porcentaje de combustible, se encontraron dentro de los límites condenatorios.

Con la exposición detallada del proyecto de titulación de investigación se dio a conocer la importancia del análisis de aceite dentro de la formación profesional y orientación integral de cada uno de los estudiantes, para la implementación de dichas metodologías para la detención temprana de fallas en los motores de combustión interna con encendido provocado, donde se establece que a pesar de tener una misma especificación entre diferentes marcas de aceite lubricante, se puede generar diferentes desgastes debido a la cantidad de componentes internos y características aditivas de cada uno de ellos, analizando así y llegando a la conclusión que existe un menor desgaste de los elementos internos del motor con el lubricante full sintético 20w50.

Recomendaciones

Para asegurar un éxito continuo de dicho estudio, se sugiere la implementación de talleres de formación exhaustivos para los equipos de mantenimiento. Estos deben abarcar desde la adquisición de habilidades técnicas en análisis de aceite hasta la comprensión profunda de la interpretación de los resultados. Además, se recomienda establecer una comunicación fluida entre los técnicos y los expertos en lubricación, creando un puente de conocimiento que asegure una toma de decisiones informada y precisa.

Se recomienda seguir estudiando los diversos tipos de aceites y marcas que se encuentran en el mercado, para de esta manera tener una base de datos más extensa sobre las características reales de cada tipo de aceite presente en el mercado ecuatoriano. Y además que sirva como un referente para futuros estudios de los diversos lubricantes que existen hasta la actualidad y verificar la veracidad de lo que están ofreciendo a los vehículos.

Se debe identificar y comparar las variables críticas a ser monitoreadas en el análisis de aceite, como es el caso de los niveles de desgaste y aditivos que existe en los lubricantes para verificar los metales dentro del mismo, además de verificar la viscosidad, el número total de acidez, la cantidad de hollín, oxidación, sulfatación, nitración, la cantidad de agua, refrigerante y en porcentaje de combustible; todo esto para poder cotejar la degradación prematura de los lubricantes.

Este análisis es un estudio que está proyectado a utilizarse en flotas vehiculares de transporte pesado y transporte masivo de personas; ya que los costos de dichos análisis son demasiado elevados para vehículos de turismo como por ejemplo a taxis o flotas de busetas.

Bibliografía

- Advanced Monitoring Technologies . (2019). *La influencia de la lubricación en los elementos de desgaste de maquinaria industrial*. Retrieved septiembre 13, 2023, from blog.atten2.com/: <https://blog.atten2.com/elementos-de-desgaste-de-maquinaria-industrial#:~:text=El%20aceite%2C%20por%20el%20efecto,conseguir%20separar%20completamente%20ambas%20partes.>
- Aicher, O. (2007). *Diseño proyectual*. Gazal & Diseño.
- Albarracín, P. (1998). *Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz*. España: Tecnología de Mantenimiento Industrial.
- Baldeón, A. A. (2023, Febrero). Retrieved 06 16, 2023, from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24318/4/TTQ1035.pdf>
- Barbera, N., & Inciarte, A. (2012). *Fenomenología y hermenéutica: dos perspectivas para estudiar las ciencias sociales y humanas*. Retrieved septiembre 2012, 2023, from <https://www.redalyc.org/pdf/904/90424216010.pdf>.
- Buchelli , L. (2015). *Detección temprana de falla en motores de combustión interna a diesel mediante la técnica de análisis de aceite*. Univerdad Estatal de Milagro.
- Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica. *ELSEVIER*, 527-538. Retrieved septiembre 13, 2023, from <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>
- Castillo, W., & Toapanta, O. (2019). *Principios de la tribología aplicada en la ingeniería mecánica*. Retrieved septiembre 13, 2023, from www.3ciencias.com/wp-

content/uploads/2019/12/PRINCIPIOS-DE-TRIBOLOG%C3%8DA-APLICADOS-EN-LA-INGENIER%C3%8DA-MEC%C3%81NICA.pdf

Corona, R. (2014). Consideraciones para la filtración de aceites de alta viscosidad. Retrieved septiembre 13, 2023, from Retrieved from <https://noria.mx/lublearn/consideraciones-para-la-filtracion-de-aceitesde->

Fernández. (2018). Inspección visual una tecnica de deteccion temprana.

Fernández, D. (2009). Aplicación de técnicas de lubricación predictivas en grupos electrógenos. *Revista de Ingeniería Mecánica*, 1 - 8. Retrieved septiembre 13, 2023, from <https://www.redalyc.org/pdf/2251/225117947001.pdf>

Fernández, R. (2015). *Evaluación de tecniccas de diagnostico de fallas en motores de inyección interna* . Colombia.

Garcia. (2018). Analisis de fluidos.

Garcia, J. (2018). El análisis de vibraciones como técnica utilizada en el mantenimiento predictivo. . En *Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Innovación*.

Gómez y Ramírez. (2017). En *Análisis de aceite como herramienta de mantenimiento predictivo para la detección temprana de fallas en motores de combustión*.

Gonzalez. (2019). *El analisis de aceite como una tecnica inovadora*. et al.

Gonzalez, J. (2022). Análisis comparativo de técnicas de diagnostico de fallas en motores de combustion interna. En *Revista de Ingenieria Mecanica* (págs. 45-54).

Hyundai. (2016). *Hyundai Steer*. Retrieved octubre 10, 2023, from hyundaixteerperu.com: <https://hyundaixteerperu.com/producto/xteer-gasoline-g700-20w50/>

- INEC. (2021). Retrieved JUNIO 17, 2023, from https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/ESTRA_2021/2021_TA_BULADOS%20ESTRA.xlsx
- Jordán , J. (2010). *Diseño de un prototipo para un sistema de alimentación de gas hidrógeno como combustible alternativo para un motor de ciclo Otto*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca .
- Kendall. (2017, 07 26). *efaidnbmnkendallmotoroil.com*. Retrieved octubre 03, 2023, from [Competition Motor Oil with Liquid Titanium: efaidnbmnkendallmotoroil.com/wp-content/uploads/2019/12/GT-1_Compensation_w_LT_ES.pdf](https://www.efaidnbmnkendallmotoroil.com/wp-content/uploads/2019/12/GT-1_Compensation_w_LT_ES.pdf)
- Luis G. Hernández. (s.f.). Aplicación del análisis de aceite en la detección temprana de fallas en motores de combustión interna.
- Morella, A., Calles, J., & Tovar, L. (2006). La hermenéutica: una actividad interpretativa. *Red de Revistas Científicas de América Latina*, 171-181. Retrieved septiembre 13, 2023, from <https://www.redalyc.org/pdf/410/41070212.pdf>
- Moubray, j. (2006). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Oxford: Butterworth.
- Municipio de Loja . (2023, septiembre 13). *Historia de Loja y su Provincia*. [municipiodeloja.gob.ec: https://www.loja.gob.ec/files/documentos/2014-10/orden._ferias_interparroquiales.pdf](https://www.loja.gob.ec/files/documentos/2014-10/orden._ferias_interparroquiales.pdf)
- Olarte, W. (2010). Técnicas de Mantenimiento Predictivo utilizadas en la Industria. *Scientia et Technica Año XVI(45)*. Retrieved septiembre 13, 2023, from chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/849/84917249041.pdf

Padilla, N. (2013). En *Análisis de aceite para detección temprana*. Guatemala: SIIDCA-CSUCA.

Prefectura de Loja. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Loja 2015 - 2025*. PDOT: <https://prefecturaaloja.gob.ec/documentos/lotaip/2019/PDOT-2019.pdf>

Puente, E., Remache, A., & Noroña, M. (2017). *Análisis tribológico en un motor de gasolina con dos marcas de lubricantes y la misma especificación*.
<https://doi.org/10.33890/innova.v2.n3.2017.191>

Remache, A. (2017). *Análisis tribológico en un motor de gasolina con dos marcas de lubricantes y la misma especificación*. Universidad Central del Ecuador.

Sáinz, D. (2014). *Adaptación de un motor de combustión interna alternativo de gasolina para su funcionamiento con hidrógeno como combustible. Aplicaciones energéticas y de automoción*. Universidad Pública de Navarra.

Salgado, P. S. (2009). Filtro de aceite y su influencia en la viscosidad del aceite.

Sánchez, E. (2017). estudio sobre la detección de fallas en motores mediante análisis de aceite.

Santander, J. (2010). *Técnico en Mecánica & Electrónica Automotriz. Tomo 3*. Colombia: Diseli.

Suarez, A. (2005). *Conversión de un motor cuatro tiempos de gasolina a hidrógeno por medio de inyección directa en las bujías*. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Tamayo, E. (2016). *Efecto del uso de hidrógeno en la potencia y rendimiento de un motor de combustión interna*.

Velástegui, S. (2015). *Obtención de los parámetros característicos del motor Daewoo 1800 cc a gasolina con inyección directa de hidrógeno*. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Villamizar, R. (2017). *Plan de mantenimiento predictivo de motores mediante análisis de aceite*. Pamplona: Universidad de Pamplona.

Widman International. (2015). *Widman International*. Retrieved septiembre 21, 2023, from Boletines informativos de motores: http://widman.biz/boletines_informativos/19.pdf

Anexos

Certificación de Aprobación

Figura 60

Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, por el Vicerrector



**INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUDAMERICANO**
(Acción para el Trabajo)

VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 27 de Julio del 2023
Of. N° 939 -VDIN-ISTS-2023

Sr.(ta). MEDINA NARVAEZ JHOFRE PATRICIO
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DEL ACEITE MINERAL Y SINTÉTICO PARA MOTORES DE ENCENDIDO PROVOCADO MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO EN LA EMPRESA IASA PARA LA CIUDAD DE LOJA DURANTE EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la Institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) MSc. ANGEL SANTIAGO DIAZ VIVANCO.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,



Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.
VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACIÓN DEL ISTS



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
VICERRECTORADO
ACADÉMICO
DEL ISTS
SUDAMERICANO

Matriz: Miguel Ríofrío 156-25 entre Sucre y Bolívar. Telfs: 07-2587258 / 07-2587210 Pagina Web: www.tecnologicosudamericano.edu.ec

Nota. Certificación de aprobación del proyecto de investigación de fin de carrera, emitido por el Vicerrectorado Académico del ISTS

Formato de Declaración Juramentada de Autoría de Investigación

Figura 61

Formato de declaración juramentada de autoría de investigación

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Loja, de del 202..

Nombres:

Apellidos:

Cédula de Identidad:

Carrera:

Semestre de ejecución del proceso de titulación:

Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:

En calidad de estudiante del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma:

Nro. Cédula

Nota. Formato de declaración juramentada de autoría de investigación

Acta de Cesión de Derechos

Figura 62

Acta de cesión de derechos

<p>ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA</p> <p>Conste por el presente documento la Cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:</p> <p>PRIMERA.- Por sus propios derechos; el Ing. Luis Antonio Rodríguez Ortiz, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera; y, Marco Esteban Ramos Torres, en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; mayores de edad emiten la presente acta de cesión de derechos</p> <p>SEGUNDA.- Marco Esteban Ramos Torres, realizó la Investigación titulada "Diseño de una página web para los alumnos de quinto año de educación básica en el área de ciencias naturales de la Unidad Educativa Miguel Riofrío durante el año 2021"; para optar por el título de Tecnólogo en Sistemas de Automatización, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. Luis Antonio Rodríguez Ortiz,</p> <p>TERCERA.- Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.</p> <p>CUARTA.- Los comparecientes Ing. Luis Antonio Rodríguez Ortiz, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera y Marco Esteban Ramos Torres como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado "Diseño de una página web para los alumnos de quinto año de educación básica en el área de ciencias naturales de la Unidad Educativa Miguel Riofrío durante el año 2021" a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.</p> <p>QUINTA.- Aceptación.- Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.</p> <p>Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de ____ del año 202__.</p> <p>.....</p> <table> <tr> <td>DIRECTOR</td> <td>AUTOR</td> </tr> <tr> <td>C.I.</td> <td>C.I.</td> </tr> </table>		DIRECTOR	AUTOR	C.I.	C.I.
DIRECTOR	AUTOR				
C.I.	C.I.				

Nota. Acta de cesión de derechos

Cronograma

Tabla 24

Cronograma de actividades

N°	ACTIVIDADES	MESES Y SEMANAS																							
		ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Taller de investigación para formulación de proyecto de investigación de fin de carrera.	XX																							
2	Refuerzo en problema a trabajar en base a las líneas de investigación.		XX																						
3	Identificación del problema.			X																					
4	Planteamiento del tema.				X																				
5	Elaboración de justificación.					X																			
6	Planteamiento de objetivo general y objetivos específicos.						X																		
7	Elaboración del marco institucional y marco teórico.							X																	
8	Elaboración del diseño metodológico: Metodologías y técnicas a ser utilizadas en la investigación.							X																	
9	Determinación de la muestra, recursos, y bibliografía.							X	X																
10	Presentación del proyecto ante el Vicerrectorado.									X	X														
11	Aprobación de temas de proyectos de investigación de Fin de Carrera.										X	X													
12	Desarrollo de investigación y propuesta de acción.												X	X	X	X	X								
13	Elaboración de conclusiones y recomendaciones y levantamiento del documento final del borrador de proyecto de investigación.																	X	X	X					
14	Revisión integral del proyecto.																			X	X				
15	Entrega de borradores de proyectos de investigación de fin de carrera.																					X	X		

Nota. Cronograma de actividades. Medina, 2023

Presupuesto

Tabla 25

Presupuesto del proyecto

PRESUPUESTO		
RECURSOS HUMANOS		
Aporte del Investigadores	Medina Narváez Jhofre Patricio	
Total, de Ingresos	\$500.00	
RECURSOS MATERIALES		
Cantidad	Descripción	Precio
8.00	Pruebas en el laboratorio	\$480.00
1.00	Documentación	\$100.00
1.00	Recursos varios	\$400.00
	Total	\$980.00

Nota. Presupuesto del proyecto. Medina, 2023.

Modelo de la Encuesta

Encuesta para el análisis y comparación del aceite mineral y sintético para motores de encendido provocado mediante la realización de pruebas de laboratorio en la empresa IASA para la ciudad de Loja durante el periodo abril – septiembre 2023

Estimado/a ciudadano/a:

Agradecemos tu participación en esta encuesta. El objetivo es recopilar información sobre el interés de la comunidad de Loja en realizar un análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna. Tus respuestas nos ayudarán a evaluar la relevancia de este estudio. Por favor, selecciona la opción que mejor represente tu opinión en cada una de las siguientes preguntas:

- 1. ¿Alguna vez ha escuchado sobre análisis de laboratorio para aceites de motor de vehículos?**
 Si
 No

- 2. ¿Conoce usted la diferencia entre aceites minerales y aceites sintéticos utilizados en los vehículos?**
 Si
 No

- 3. ¿Le parecería interesante realizar un análisis y comparación de aceites mineral y sintético de motores de combustión interna en Loja?**
 Si
 No

4. **¿Considera usted que el análisis y comparación de aceites de automotores es una práctica necesaria para el cuidado y mantenimiento adecuado de tu vehículo?**
- Si
- No
5. **¿Tiene algún conocimiento previo sobre los diferentes tipos de aceites de motor disponibles en el mercado?**
- Si
- No
6. **¿Considera que un análisis y comparación de aceites de motor de combustión interna ayudaría a fomentar una cultura de mantenimiento adecuado de vehículos en Loja?**
- Si
- No
7. **¿Ha utilizado aceite mineral en su vehículo?**
- Si
- No
8. **¿Ha utilizado aceite sintético en su vehículo?**
- Si
- No
9. **¿Ha experimentado alguna diferencia notable en el rendimiento de tu vehículo o maquinaria al cambiar de aceite mineral a aceite sintético, o viceversa?**
- Si
- No

10. ¿Qué aspecto es más importante para usted al momento de elegir un aceite para tu vehículo?

- Rendimiento y protección del motor
- Costo del aceite
- Duración hasta el próximo cambio

11. ¿Cuál cree usted que ofrece mejores beneficios para el motor de un vehículo?

- Aceite mineral
- Aceite sintético

12. ¿Estarías dispuesto/a a invertir más dinero en aceites de motor de mejor calidad si esto mejora el rendimiento y la vida útil de tu vehículo?

- Si
- No

Evidencia Fotográfica

Figura 63

Kit de extracción para el muestreo



Nota. Recipiente jeringa de 60 ml manguera para extracción de aceite. Medina, 2023.

Figura 64

Ubicación de la varilla de nivel de aceite



Nota. Ubicación de la varilla de nivel de aceite para preceder a la extracción. Medina, 2023.

Figura 65

Introducción de la manguera por la entrada de la varilla de nivel de aceite



Nota. Introducción de la manguera a través varilla de nivel de aceite para preceder a la extracción del aceite. Medina, 2023.

Figura 66

Extracción del aceite por efecto de succión que ejerce la jeringa



Nota. Extracción del aceite usando la jeringa de 60 ml para para la muestra. Medina, 2023.

Figura 67

Recolección de aceite en el recipiente de 100 ml para muestra



Nota. Ubicación del aceite extraído con la jeringa al recipiente de 100 ml para para la muestra. Medina, 2023.

Figura 68

Etiquetado de la muestra con sus correspondientes datos

IASA		ANÁLISIS DE ACEITE		RD.RP.505.11 v.3	
		(Tomar la muestra mientras el aceite esté caliente)			
Nombre del Propietario	<u>Medina Lopez</u>	Fecha de la Muestra	<u>11/07/2023</u>	Aceite Añadido	
Sitio de Trabajo	<u>KIS RIO 2 2014</u>	Lectura de Horómetro o Km		Hrs./Km de Aceite Marca lo que corresponde	
Modelo/Marca		Número de Serie		Número de la Unidad	
Aceite (marca)		API		SAE <u>20W-50</u>	
¿Se cambió el aceite cuando tomaste la muestra?		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		Muestra de:	
¿Se cambió el filtro de aceite cuando tomaste la muestra?		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		<input type="checkbox"/> Motor	
¿El particulado mostrado en el filtro de aceite es?		<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> monitoreo <input type="checkbox"/> urgente		<input type="checkbox"/> Transmisión	
¿El particulado mostrado en el tapón magnético/rejilla es?		<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> monitoreo <input type="checkbox"/> urgente		<input type="checkbox"/> Sistema Hidráulico	
Observaciones:		Orden de Trabajo:		<input type="checkbox"/> Mando Final Derecho	
				<input type="checkbox"/> Mando Final Izquierdo	
				<input type="checkbox"/> Eje Delantero	
				<input type="checkbox"/> Eje Trasero	
				<input type="checkbox"/>	

IASA LABORATORIO
 Certificado en ISO 9001 / 14001 / 45001
 Acreditado en ISO 17025 (Necesidad química)

Métriz IASA Guayaquil
 DR. Av. Juan Tanco
 Manabí Km 3
 Tel.: (04) 3731777
 www.iasaglobal.com

Nota. Etiquetado de la muestra ubicando los datos de recolección. Medina, 2023.

Análisis en el Laboratorio del Lubricante Mineral 20w50

Figura 69

Análisis en el laboratorio del lubricante mineral 20w50

IASA		CAT		IASA - Av. Juan Tanca Marengo Km.3 Guayaquil, Ecuador 593-4-3731777, Ext. 1417 ECUADOR							
Web: https://iasaglobal.com/ Email: marcial_maria@iasaglobal.com											
MOTOR		NUM. EQUIPO: KIA_RIO_2014_KENDALL		NUM. SERIE : KIA_RIO_2014_KENDALL							
R440-53208-0098 N° ORDEN DE TRABAJO: LABORATORIO Fecha De Toma De Muestra: 1 MEDINA NARVAEZ JHOFRE PATRICIO LOJA Fecha recepción de muestra 27- Jul-23		KIA KIA_KIA  Seguimiento LA VISCOSIDAD CONTINÚA BAJA PARA UN ACEITE SAE 20W-50. LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. EL TAN Y LOS RESULTADOS INFRARROJO ESTÁN DENTRO DEL RANGO PERMITIDO. CAMBIE EL ACEITE Y FILTRO DE ACEITE. TOME OTRA MUESTRA A MITAD DEL INTERVALO RECOMENDADO PARA OBSERVACIÓN		Interpretado por Carlos Freire Fecha de Interpretación 26-Sep-23							
INFORMACIÓN DE MUESTRA				Interpretación Muestra anterior							
   				LA VISCOSIDAD CONTINÚA BAJA PARA UN ACEITE SAE 20W-50. LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. EL TAN Y LOS RESULTADOS INFRARROJO ESTÁN DENTRO DEL RANGO PERMITIDO. CAMBIE EL ACEITE Y FILTRO DE ACEITE. TOME OTRA MUESTRA A MITAD DEL INTERVALO RECOMENDADO PARA OBSERVACIÓN							
Fecha De Muestra	26-Jul-23	21-Jul-23	16-Jul-23	11-Jul-23	Para historial de muestras adicional, ir a my.cat.com						
Id De Muestra	R440-53208-0098	R440-53206-0200	R440-53202-0079	R440-53199-0043	CONDICIÓN / CONTAMINACIÓN						
Fecha De Lab	27-Jul-23	25-Jul-23	21-Jul-23	18-Jul-23	26-Jul-23 21-Jul-23 16-Jul-23 11-Jul-23						
Horómetro [Km]	239901	0	230901	0	VISCOSIDAD (CENTISTOKES) ASTM D445						
Horómetro Del Co	0	0	0	0	V100	Viscosidad a 100C	15.61	15.96	16.58	19.26	
Horas Del Fluido	1500	3000	1500	0	NÚMERO TOTAL DE ACIDEZ (mg KOH/g) ASTM D664						
Marca Del Fluido	KENDALL	KENDALL	KENDALL	KENDALL	TAN	Número Total Acid	0.95	1.20			
Grado Del Fluido	20W-50	20W-50	20W-50	20W-50	INFRARROJO (UFM) ASTM E2412						
Tipo De Fluido	SP.SN PLUS	SP.SN PLUS		SP.SN PLUS	ST	Hollin	0	0	1	1	
Fluido Cambiado	N	N	N	U	OXI	Oxidación	11	9	8	5	
Filtro Cambiado	N	N	U	U	SUL	Sulfatación	15	14	13	10	
Filtrado Externo	U	U	U	U	NIT	Nitración	4	3	2	0	
Total Fluid Added	0	0	0	0	AGUA						
					W	Agua	N	N	N	N	
NIVELES DE DESGASTE / ADITIVOS				REFRIGERANTE							
	26-Jul-23	21-Jul-23	16-Jul-23	11-Jul-23	A	Anticongelante	N	N	N	N	
ANÁLISIS ELEMENTAL (PPM) ASTM D6185 (PETRÓLEO) / ASTM D6130 (REFRIGERANTE)				COMBUSTIBLE							
Cu	Cobre	0	0	0	0	F	Combustible	N	N	N	N
Fe	Hierro	4	1	2	1	CONTENIDO DE COMBUSTIBLE (%) ASTM D3524					
Cr	Cromo	0	0	0	0	PFC	Percent Fuel	1.80	1.51	0.73	
Al	Aluminio	2	0	2	0						
Pb	Plomo	0	2	1	0						
Sn	Estaño	1	0	0	0						
Si	Silicio	23	10	17	3						
Na	Sodio	4	2	3	1						
K	Potasio	0	0	0	0						
Mo	Molibdeno	76	77	83	70						
Ni	Níquel	1	0	2	1						
Ag	Plata	0	0	0	0						
Ti	Titanio	0	0	0	0						
V	Vanadio	0	0	0	0						
Mn	Manganeso	0	0	0	0						
Cd	Cadmio	0	0	0	0						
Ca	Calcio	1036	1000	1070	878						
P	Fósforo	676	681	699	624						
Zn	Zinc	886	834	882	836						
Mg	Magnesio	550	542	576	443						
Ba	Bario	0	0	0	0						
B	Boro	67	104	155	182						

Nota: Este análisis es una ayuda en predecir desgaste mecánico. No se garantiza, explícita o implícitamente, contra el fallo de este compartimento o equipo.

Informe de Análisis de Aceite PÁGINA 1 of 2

Nota. Análisis en el laboratorio del lubricante mineral 20w50. Medina, 2023

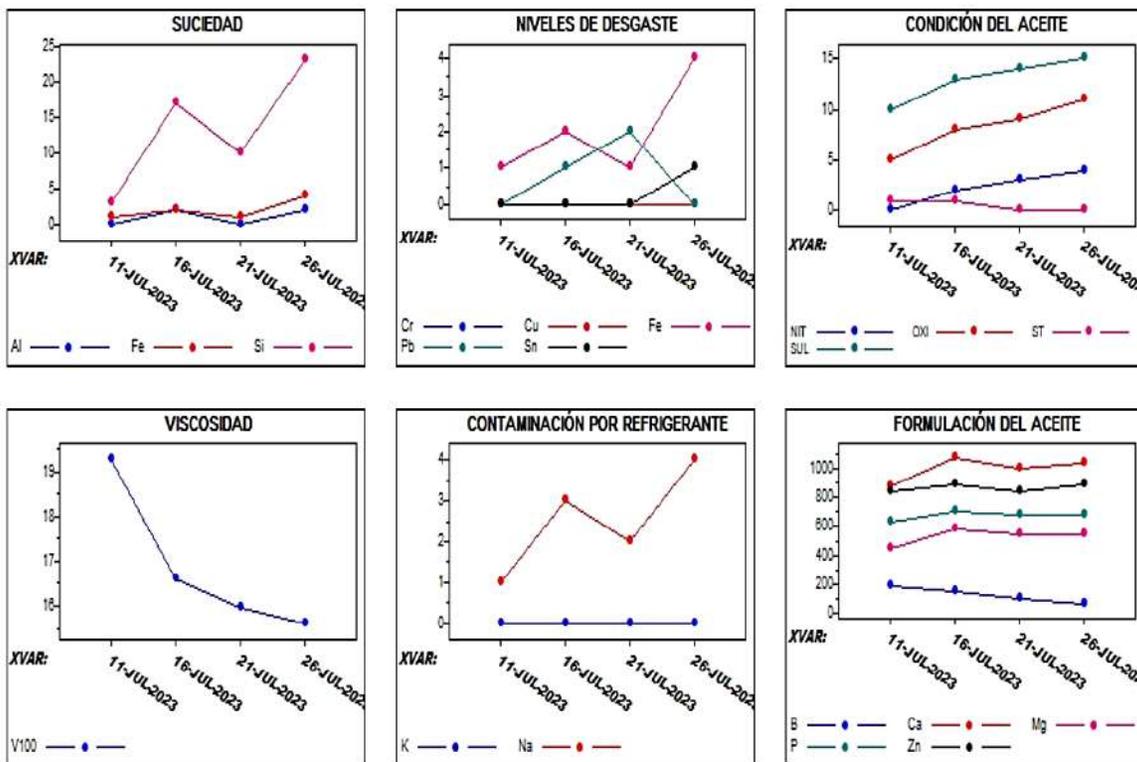
Figura 70
Análisis en el laboratorio del lubricante mineral 20w50

MOTOR R440-53208-0098

NUM. SERIE : KIA_RIO_2014_KENDALL 

NUM. EQUIPO: KIA_RIO_2014_KENDALL Seguimiento

KIA KIA_KIA



Reportar comentario

Nuestro reporte de muestra ha sido actualizado! Para más información sobre este nuevo reporte, ir a: <https://www.youtube.com/watch?v=4h8BREJVUrs>

Nota: Este análisis es una ayuda en producir desgaste mecánico. No se garantiza, explícita o implícitamente, contra el fallo de este compartimento o equipo.

Nota. Análisis en el laboratorio del lubricante mineral 20w50. Medina, 2023

Análisis en el Laboratorio del Lubricante Full Sintético 20w50

Figura 71
Análisis en el laboratorio del lubricante full sintético 20w50

IASA - Av. Juan Tanca Marengo Km.3 Guayaquil, Ecuador 593-4-3731777, Ext. 1417 ECUADOR

Web: <https://iasaglobal.com/> Email: marcial_maria@iasaglobal.com

MOTOR

R440-53258-0049

N° ORDEN DE TRABAJO: J. VALAREZO

Fecha De Toma De Muestra: 33

MEDINA NARVAEZ JHOFRE

PATRICIO

LOJA

Fecha recepción de muestra 15-Sep-23

NUM. EQUIPO: HYUNDAI

KIA KIA_KIA

Seguimiento

LA VISCOSIDAD CONTINUA BAJA PARA UN ACEITE SAE 20W-50. LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. EL TAN Y LOS RESULTADOS INFRARROJO ESTÁN DENTRO DEL RANGO PERMITIDO. CAMBIE EL ACEITE Y FILTRO DE ACEITE DEBIDO A LA VISCOSIDAD. TOMÉ OTRA MUESTRA A MITAD DEL INTERVALO RECOMENDADO DESPUÉS DEL CAMBIO PARA OBSERVACIÓN

NUM. SERIE : KIA_RIO_2014_HYUNDAI

Interpretado por **Carlos Freire**

Fecha de Interpretación **26-Sep-23**

INFORMACIÓN DE MUESTRA

	! 13-Ago-23	! 06-Ago-23	! 01-Ago-23	! 27-Jul-23
Fecha De Muestra	13-Ago-23	06-Ago-23	01-Ago-23	27-Jul-23
Id De Muestra	R440-53258-0049	R440-53227-0090	R440-53216-0097	R440-53216-0096
Fecha De Lab	15-Sep-23	15-Ago-23	04-Ago-23	04-Ago-23
Horómetro [Km]	238719	237219	235719	234219
Horas Del Fluido	4500	3000	1500	0
Marca Del Fluido	HYUNDAI	HYUNDAI	HYUNDAI	HYUNDAI
Grado Del Fluido	20W-50	20W-50	20W-50	20W-50
Tipo De Fluido	SN	SN	SN	SN
Fluido Cambiado	N	N	U	U
Filtro Cambiado	N	N	U	U
Filtrado Externo	U	U	U	U
Total Fluid Added	0	0	0	0

Interpretación Muestra anterior

LA VISCOSIDAD CONTINUA BAJA PARA UN ACEITE SAE 20W-50. LOS VALORES QUE NOS INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES. EL TAN Y LOS RESULTADOS INFRARROJO ESTAN DENTRO DEL RANGO PERMITIDO. CAMBIE EL ACEITE Y FILTRO DE ACEITE DEBIDO A LA VISCOSIDAD. TOMÉ OTRA MUESTRA A MITAD DEL INTERVALO RECOMENDADO DESPUÉS DEL CAMBIO PARA OBSERVACIÓN

Para historial de muestras adicional, ir a my.cat.com

CONDICIÓN / CONTAMINACIÓN

	! 13-Ago-23	! 06-Ago-23	! 01-Ago-23	! 27-Jul-23
VISCOSIDAD (CENTISTOKES) ASTM D445				
V100 Viscosidad a 100C	15.76	16.04	16.40	18.61
NÚMERO TOTAL DE ACIDEZ (mg KOH/g) ASTM D684				
TAN Número Total Acid	1.40	1.50	1.10	0.00
INFRARROJO (UFM) ASTM E2412				
ST Hollin	0	0	0	0
OXI Oxidación	10	5	9	7
SUL Sulfatación	18	15	14	11
NIT Nitración	4	1	2	0
AGUA				
W Agua	N	N	N	N
REFRIGERANTE				
A Anticongelante	N	N	N	N
COMBUSTIBLE				
F Combustible	N	N	N	N
CONTENIDO DE COMBUSTIBLE (%) ASTM D3524				
PfC Percent Fuel	3.36	2.99		

NIVELES DE DESGASTE / ADITIVOS

	! 13-Ago-23	! 06-Ago-23	! 01-Ago-23	! 27-Jul-23
ANÁLISIS ELEMENTAL (PPM) ASTM D5185 (PETRÓLEO) / ASTM D6130 (REFRIGERANTE)				
Cu Cobre	0	0	0	0
Fe Hierro	6	3	3	1
Cr Cromo	0	0	0	0
Al Aluminio	0	2	2	2
Pb Plomo	0	0	0	0
Sn Estaño	0	0	0	0
Si Silicio	28	20	6	6
Na Sodio	4	1	3	2
K Potasio	1	1	0	1
Mo Molibdeno	14	12	12	0
Ni Niquel	0	0	0	0
Ag Plata	0	0	0	0
Ti Titanio	0	0	0	0
V Vanadio	0	0	0	0
Mn Manganeso	0	0	0	0
Cd Cadmio	0	0	0	0
Ca Calcio	2123	1819	2162	2280
P Fósforo	710	652	751	728
Zn Zinc	857	960	895	883
Mg Magnesio	114	86	107	8
Ba Bario	0	0	0	0
B Boro	40	44	69	84

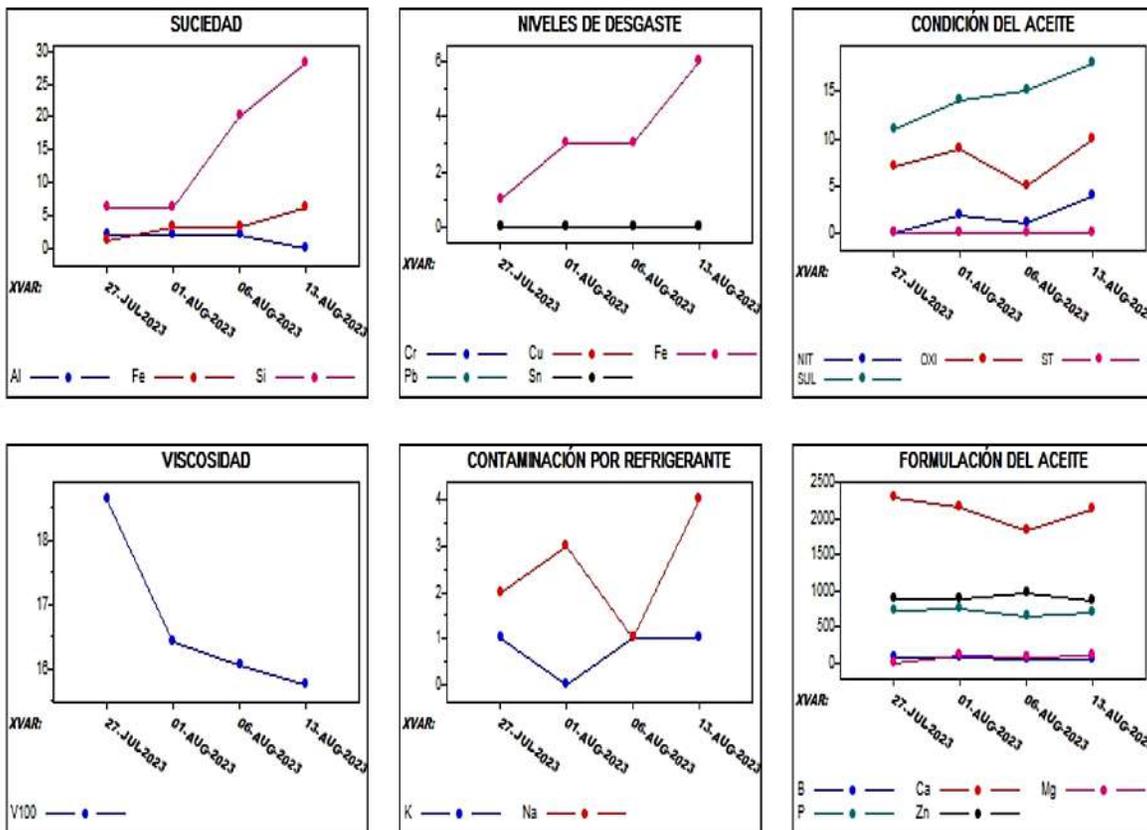
Nota: Este análisis es una ayuda en predecir desgaste mecánico. No se garantiza, explícita o implícitamente, contra el fallo de este compartimento o equipo.

Informe de Análisis de Aceite PÁGINA 1 of 2

Nota. Análisis en el laboratorio del lubricante full sintético 20w50. Medina, 2023

Figura 72
Análisis en el laboratorio del lubricante full sintético 20w50

MOTOR	R440-53258-0049
NUM. SERIE : KIA_RIO_2014_HYUNDAI	
NUM. EQUIPO: HYUNDAI	Seguimiento
KIA KIA_KIA	



Reportar comentario

Nuestro reporte de muestra ha sido actualizado! Para más información sobre este nuevo reporte, ir a: <https://www.youtube.com/watch?v=4t8bREJVUrs>

Nota: Este análisis es una ayuda en predecir desgaste mecánico. No se garantiza, explícita o implícitamente, contra el fallo de este compartimento o equipo.

Figura 73
Certificado de aprobación del abstract





CERTF. N° 011-NN-ISTS-2023
 Loja, 31 de octubre de 2023

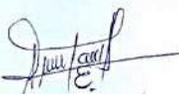
El suscrito, Lic. Nadine Alejandra Narváez Tapia, DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO", a petición de la parte interesada y en forma legal,

CERTIFICA:

Que el apartado ABSTRACT del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera del señor MEDINA NARVAEZ JHOFRE PATRICIO estudiante en proceso de titulación Abril - Noviembre 2023 de la carrera de MECÁNICA AUTOMOTRIZ; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la impresión y presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.

Lic. Nadine Narváez *English is a piece of cake.*
06 NOV 2023
EFL TEACHER



Lic. Nadine Alejandra Narváez Tapia
DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS

Matriz: Miguel Riofrío 156-26 entre Sucre y Bolívar
www.tecnologicosudamericano.edu.ec / its.loja@tecnologicosudamericano.edu.ec

Nota. Certificado de aprobación del abstract por parte del Lic@. Nadine Narváez.