



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Propuesta de Mejora del Sistema de Lubricación en Motores  
1NR–FE Toyota, para Aumentar su Vida útil y Operatividad, 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Vera Pedroza, Jimmy Willian ([orcid.org/0000-0001-8213-5125](https://orcid.org/0000-0001-8213-5125))

**ASESOR:**

MSc. Sifuentes Inostroza, Teófilo Martín ([orcid.org/0000-0001-8621-236X](https://orcid.org/0000-0001-8621-236X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema y Planes de Mantenimiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

**TRUJILLO – PERÚ**

2023

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a nuestro Padre Celestial, por darme la sabiduría y la fortaleza en el trayecto de mi vida.

A mis buenos padres, mis suegros, a mi amada esposa y mis hijos.

## **Agradecimiento.**

A mis buenos padres, por su gran amor incondicional, enseñanza y sacrificio durante todos los años de mi vida, gracias al gran ejemplo de lucha de mi madre, quien me ayudo desde mis inicios como profesional, desarrollando labores que le exigían un gran esfuerzo de parte de ella, Gracias por mostrarme el ejemplo de constancia en mis metas. A mi esposa Patricia, por ser un gran sustento, con su amor y su gran entusiasmo en motivarme a no rendirme aun cuando se agotaban mis fuerzas, a mis hijos por su apoyo en ayudarme en alcanzar este gran objetivo. A mis familiares y hermanos, por estar siempre alentándome a no rendirme y que veré los frutos de mi esfuerzo. A esta casa universitaria por darme la oportunidad de seguir desarrollándome profesionalmente y a mi asesor el ING. Teofilo Martin Sifuentes por su gran apoyo en el desarrollo de mi tesis. A todos mis compañeros de trabajo por las recomendaciones en el desarrollo del proyecto y a todos los que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	18
3.2 Variables y operacionalización:.....	18
3.3 Población, muestra y muestreo, unidad de análisis.....	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5 Procedimientos.....	19
3.6 Método análisis de datos.....	19
3.7 Aspectos éticos.....	19
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>47</b>

## Índice de tablas.

Tabla n° 2 propiedades del aceite mineral y sintético.....	20
Tabla n° 3 inspección del diámetro de cilindro de motor. ....	24
Tabla n° 4 inspección del diámetro de pistón del motor. ....	25
Tabla n° 5 inspección de holgura lateral de cilindro y pistón. ....	25
Tabla n° 6 inspección de luz den anillo en el cilindro del motor.....	26
Tabla n° 7 inspección de la holgura de aceite en el cigüeñal del motor.....	26
Tabla n° 8 inspección de presión del sistema de lubricación del motor. ....	27
Tabla n° 9 inspección de compresión en los cilindros del motor.....	27
Tabla n° 10 inspección de presencia de partículas en los aceites enviados al laboratorio.....	28
Tabla n° 11 tiempos de servicios con aceite mineral.....	30
Tabla n° 12 tiempos de servicio con aceite sintético. ....	31
Tabla n° 13 costos de mantenimiento aceite mineral. ....	32
Tabla n° 14 costos de mantenimiento con sintético.....	33
Tabla n° 15 costos de la implementación de propuesta con aceite sintético. ....	33
Tabla n° 16 comparación de costo anual de los aceites mineral vs sintético.....	34
Tabla n° 1 composición del aceite mineral. ....	62

## Índice de figuras.

Figura 1. Motor 1nr-fe Toyota.....	5
Figura 2. Puntos de contacto en pistones por altas temperaturas. ....	6
Figura 3. Efectos de las partículas duras. ....	7
Figura 4. Desgaste de los cilindros por ludimientos del pistón. ....	7
Figura 5. Desgaste por fatiga en el árbol de levas. ....	7
Figura 6. Desgaste erosivo en el sistema de distribución. ....	8
Figura nº7. Muestras de aceite sintético y mineral. ....	10
Figura nº8. El aceite sintético muestra un comportamiento estable.....	10
Figura nº9. Aceite mineral, muestra cristalización y resistencia de fluidez. ....	11
Figura nº10. Fluidez de aceite sintético a 26°C.....	11
Figura nº11. Fluidez de aceite mineral a 26°C. ....	12
Figura nº12. Fluidez de aceite sintético a 100°C.....	12
Figura nº13. Fluidez de aceite mineral a 100°C. ....	13
Figura 14. Filtro de membrana celulosa con exceso de papel.....	14
Figura 15. Filtros de membrana celulosa con pliegos.....	14
Figura 16. 2 filtros de diferente calidad. ....	15
Figura 17. Filtro de membrana sintética. ....	16
Figura 18. Filtro de alta eficiencia (he). ....	17
Figura 19. Diámetro estándar del cilindro del motor 1nr-fe.....	21
Figura 20. Diámetro en sobre medida del cilindro del motor 1nr-fe. ....	21

Figura 21. Diámetro estándar del pistón del motor 1nr-fe.....	22
Figura 22. Tolerancias de juego entre cilindro y pistón del motor 1nr-fe.....	22
Figura nº23. Diámetro y espesor de los anillos del pistón del motor 1nr-fe .....	22
Figura nº24. Posición de anillos para su inspección de luz. ....	23
Figura nº25. Inspección de la luz de anillos del motor.....	23
Figura nº26. Holgura de la película de aceite en el cigüeñal del motor 1nr-fe. ....	24
Figura 27. Origen de las partículas metálicas en el aceite de motor.....	29
Figura 28. Propuesta de mejora en el sistema de lubricación. ....	32
Figura 29. Porcentaje de aditivos. ....	62
Figura 30. Norma API. ....	63
Figura 31. Viscosidad según norma SAE.....	63
Figura 32. Ficha del motor 1nr-fe Toyota. ....	64
Figura 33. Pistón del motor 1nr-fe Toyota .....	64
Figura 34. Sistema de lubricación del motor 1nr-fe Toyota. ....	65
Figura 35. Bomba de aceite del motor 1nr-fe Toyota. ....	65
Figura 36. Boquilla de aceite en bloque del motor 1nr-fe Toyota.....	66
Figura 37. Metales que se puede encontrar en los aceites. ....	66
Figura 38. Metales que se puede encontrar en un aceite sintético.....	67
Figura 39. Filtro lys de elemento de membrana celulosa. ....	67
Figura 40. Filtro de aceite lys para motor y su capacidad de filtrado. ....	68
Figura 41. Filtro de aceite purolator one para motor.....	68
Figura 42. Filtro de aceite purolator para motor.....	69

Figura 43. Características del filtro de aire Bosch. ....	70
Figura 44. Tiempos de recambios de los filtros purolator. ....	70
Figura 45. Estructura del filtro purolator. ....	71
Figura 46. Bomba de vacío manual para extraer el aceite de motor.....	71
Figura 47. Kit bomba de vacío manual para extraer el aceite de motor.....	72
Figura 48. Motor en ralentí 750 rpm antes de sacar la muestra de aceite. ....	72
Figura 49. Ingreso de manguera para extracción de aceite de motor. ....	73
Figura 50. Extracción de aceite para muestra del laboratorio.....	73
Figura 51. Extracción de aceite de motor.....	74
Figura 52. El laboratorio solicitó 100 ml de aceite de motor como muestra. ....	74
Figura 53. Extracción de aceite de motor en el domicilio del propietario. ....	75
Figura 54. Ingreso de manguera por alojamiento de la baqueta de aceite. ....	75
Figura 55. Extracción de aceite de motor.....	76
Figura 56. Muestra y envase de 100 ml para el llenado de aceite de motor. ....	76
Figura 57. Muestra selladas de los 3 vehículos Toyota yaris.....	77
Figura 58. Pago por análisis de laboratorio de aceite sgs del Perú sac. ....	77
Figura 59. Envió de muestra a laboratorio SGS del Perú sac.....	78
Figura 60. Envió de muestras por agencia olva a laboratorio SGS sac del Perú. ....	78
Figura 61. Estudiantes de Senati – Chimbote que me apoyaron en la toma de medidas de los motores. ....	79
Figura 62. Especificaciones de los anillos de motor 1nr-fe.....	79
Figura 63. Instrumentos para la toma de medidas del conjunto móvil. ....	80

Figura 64. Verificación del diámetro del cilindro con el uso de un alexometro. ....	80
Figura 65. Medida del diámetro de pistón del motor. ....	81
Figura 66. Verificación de espesor de anillos. ....	81
Figura 67. Verificación de luz de anillos. ....	82
Figura 68. Valor encontrado en la luz de anillo. ....	82
Figura 69. Verificación de juego lateral del cilindro y pistón. ....	83
Figura 70. Verificación de juego lateral del cilindro y pistón. ....	83
Figura 71. Verificación de luz de aceite usando el plastigey, en el conjunto móvil del motor 1nr-fe Toyota. ....	84
Figura 72. Verificación de luz de aceite, con uso de plastigey. ....	85
Figura 73. Instalación de equipo compresimetro con rango de 300 PSI. ....	85
Figura 74. Toma de compresión de motor 1nr-fe. ....	86
Figura 75. Manual del propietario del Toyota yaris. ....	86
Figura 76. Fechas de programación de mantenimiento del Toyota yaris. ....	87
Figura 77. Control de servicio del vehículo Toyota yaris. ....	87
Figura 78. Filtro de aceite Bosch. ....	88
Figura 79. Filtro de aceite Bosch y elemento. ....	88
Figura 80. Filtro de aceite, Bosch, Nissan, Toyota. ....	89
Figura 81. Cotización de filtro y aceite. ....	89
Figura 82. Visita a centro lubricante de aceite. ....	90

## RESUMEN.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo general de presentar una propuesta de Mejora en el sistema de lubricación de los motores 1NR–FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó; publicaciones, fichas técnicas de aceite y trabajos de tesis como antecedentes.

Se comparó las propiedades de los aceites según su base mineral y sintética, se realizó el análisis de aceites mineral y aceite sintético en el laboratorio SGS del Perú SAC. Ambos en grado SAE 10W30 API SN, el análisis de aceite realizado nos indicó el desgaste de los elementos móviles del motor.

Según información técnica de los fabricantes, se comparó la calidad de los elementos filtrantes de membrana celulosa y sintético, siendo de mejor calidad el filtro de membrana sintética, siendo de mejor calidad el filtro de membrana sintético, tiene una duración de 15000 km, en comparación del filtro de membrana celulosa que es de 5000 km.

La metodología usada fue cuantitativa con diseño experimental.

Los resultados fueron favorables con el aceite sintético Shell helix HX7 10W30 presentando menor presencia de metales en ppm, a comparación del aceite mineral Toyota Motor Oil 10W30 que presento mayor presencia de metales en ppm. Se verificó las medidas del conjunto móvil del motor según los datos especificados por el fabricante. Se presentó la propuesta de mejora en el sistema de lubricación de los motores 1NR–FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad.

Finalmente, se dio las recomendaciones para aumentar la vida útil y operatividad del motor 1NR-FE.

Palabras clave: Propuesta, lubricación, vida útil, operatividad.

## **ABSTRACT.**

The present study was developed with the general objective of presenting a proposal for an improvement in the lubrication system of Toyota 1NR-FE engines, to increase its useful life and operability.

For the development of the research it was used; publications, oil technical sheets and thesis works as background

The properties of the oils were compared according to their mineral and synthetic base, the analysis of mineral oils and synthetic oil was carried out in the SGS del Perú SAC laboratory. Both in SAE 10W30 API SN grade, the oil analysis indicated the wear of the moving parts of the engine.

According to technical information from the manufacturers, the quality of the cellulose and synthetic membrane filter elements was compared, being of better quality the synthetic membrane filter has a duration of 15,000 km, compared to the cellulose membrane filter, which is 5,000 km.

The methodology used was quantitative with an experimental design.

The results were favorable with Shell helix HX7 10W30 synthetic oil; presenting a lower presence of metals in ppm, compared to Toyota Motor Oil 10W30 mineral oil, which presented a higher presence of metals in ppm. The measurements of the mobile assembly of the engine were verified according to the data specified by the manufacturer. The proposal for improvement in the lubrication system of the 1NR-FE Toyota engines was presented, to increase its useful life and operability.

Finally, the recommendations were given to increase the useful life and operability of the 1NR-FE engine.

Keywords: Proposal, lubrication, useful life, operability.

## I. INTRODUCCIÓN.

El mundo automotriz se ha desarrollado de forma acelerada, podemos observar con qué facilidad puede una persona obtener un vehículo. La venta de vehículos nuevos en el Perú, registró durante los primeros siete meses del 2022 gran alza en ventas en vehículos sedanes. De acuerdo con la información de Sunarp, en julio último se comercializaron 12,071 vehículos livianos, mientras que entre enero y julio se situó en 92,172 unidades, alcanzando un incremento de 11% en comparación del periodo 2021.

El desarrollo de los lubricantes se conocía como la ingeniería del lubricante y solo tenía la finalidad de crear aceites para lubricar el motor. Con el paso del tiempo, el lubricante se convirtió en parte fundamental del funcionamiento del motor; el lubricante disminuye el desgaste del motor. Este trabajo de investigación se presentó como propuesta de mejora en el sistema de lubricación del motor 1NR-FE Toyota, la investigación tuvo como finalidad mejorar la operatividad del motor

La problemática para aumentar la vida útil del motor de combustión interna no es reciente; la operatividad del motor se puede ver afectado por las condiciones de uso y la calidad de los aceites, los aceites que son agregados al motor, en ocasiones no se tiene en cuenta su base y norma, solo se considera su grado, La mala selección del aceite ocasiona desgaste en el sistema de potencia del motor (conjunto móvil), muy pocas unidades cuentan con un plan de mantenimiento estricto. Por esta razón, los motores seguirán presentando desgaste prematuro durante su tiempo de operación, afectando su operatividad.

Por esta razón surge la necesidad, de una Propuesta de Mejora en el sistema de lubricación de los motores 1NR-FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad. De esta forma se buscó contribuir con la operatividad del motor.

Para el desarrollo del proyecto se formuló el siguiente problema ¿De qué manera influye la propuesta de mejora del sistema de lubricación en los motores 1NR-FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad?

Según lo formulado anteriormente, la investigación del proyecto se justifica teóricamente mediante la inclusión de datos y resultados comparativos, estos datos nos servirán como base para mejorar el plan de mantenimiento, mejorar la

operatividad del motor 1NR-FE y alargar su vida útil; en el aspecto social y económica, se justifica con el ahorro en los servicios de mantenimiento que se prestara a este tipo de motor; en el aspecto tecnológico se justifica con la mejora de los planes de mantenimiento, selección de aceites de calidad según norma, base y grado, estos aceites brindarán performance en la operación del motor; en el aspecto ambiental se justifica por el alargue en el intercambio periódico de los aceites según el servicio efectuado; como aspecto de seguridad, se justifica porque en su desarrollo se cumplirán normas de trabajo, normas de seguridad en trabajos con equipos en movimientos y cuidado del medio ambiente.

Habiendo realizado y analizado las justificaciones y la problemática anteriores, se plantea como objetivo general del proyecto de investigación: Proponer la mejora en el sistema de lubricación de motores 1NR-FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad. Para llegar a cumplir el objetivo general, se desarrollarán los siguientes objetivos específicos: i) Identificar las propiedades y características de los aceites sintéticos y minerales para motores 1NR-FE; ii) Analizar el desgaste anormal en los elementos móviles del motor, en condiciones actuales utilizando el aceite 10W30 mineral y 10W30 sintético; iii) Interpretar los resultados comparativos obtenidos de los motores 1NR-FE, en los escenarios de aceite sintético y mineral; iv) Determinar los índices de desgaste para elaborar una propuesta de Mejora del Sistema de Lubricación Motor 1NR-FE y determinar los costos inherentes a la implementación.

Con el planteamiento del proyecto se formula la siguiente hipótesis: La propuesta de mejora del sistema de lubricación, en el motor 1NR-FE Toyota, influye positivamente aumentando su vida útil y mejorando la operatividad del motor.

## II. MARCO TEÓRICO.

Como parte de antecedentes internacionales se han tenido en cuenta las siguientes investigaciones:

Por ello (Galvez Rodriguez, 2020) En su tesis denominado: “Análisis de la influencia del sobrecalentamiento del motor de combustión interna en la degradación del aceite lubricante”, presentada en la universidad politécnica salesiana, con sede en Cuenca – Ecuador. Analiza el comportamiento de un aceite 10W30 Kendall, analizando las partículas contaminantes que se presentan en el aceite, utilizo el contador de partículas YJS-150; Tomo como muestra de población un auto Chevrolet Astra 2.0 L del año 2002. La metodología de estudio fue del tipo aplicada. Concluyo que durante la vida útil del aceite Kendall 10W30, durante los primeros 1200 km tiene un comportamiento normal, a partir de los 1450 km su comportamiento es inestable, presentando partículas de contaminación de 1  $\mu\text{m}$ , 5  $\mu\text{m}$ , 10  $\mu\text{m}$ , 15  $\mu\text{m}$ , 20  $\mu\text{m}$ , este análisis le permitió optimizar la operación del vehículo y programar adecuadamente su mantenimiento.

En forma similar (Singo Caiza, 2022) en su estudio “Análisis Físico – Químico de la vida útil en aceites sintéticos”. Esta investigación se desarrolló en Quito, Ecuador, siendo estudiante de la universidad internacional del Ecuador. Realizo un análisis físico/químico del estado del lubricante para extender el periodo de mantenimiento, para su proyecto evaluó el aceite 15W40 sintético, en su proyecto compara los resultados del aceite, cuando alcanzan los 15000 km y 20000 km, con una diferencia de 5000 km compara sus resultados del aceite en el motor, concluye en su investigación, que los residuos contaminantes por combustible en el aceite sintético son menor a 500 ppm, a comparación del aceite mineral que es mayor a 500 ppm mejorando este resultado en la operación del motor.

Como parte de antecedentes nacionales se han tenido en cuenta las siguientes investigaciones:

De forma similar, (Malaga Chanji, 2018) En su tesis denominada: “Diseño de modelo óptimo de migración de aceite mineral a sintético para incrementar la disponibilidad y la operatividad de equipos con motores John Deere: 2018”. La investigación se desarrolló en la ciudad de lima, siendo estudiante en la universidad

tecnológica del Perú, en la facultad de ingeniería industrial y mecánica. Se propuso diseñar un modelo para migrar de aceite mineral a sintético, para alargar la vida útil del motor, en su investigación concluye que el diseño es óptimo para el cambio del aceite, de los motores Jhon Deere. Se puede realizar pruebas durante el uso del aceite mineral, pasando de 250 horas a 500 horas

En forma similar, (Bravo Suclupe, 2020) en su investigación denominado “Análisis de partículas metálicas en el aceite lubricante del MCI liviano para determinar el desgaste de los cojinetes de fricción - motor 1400cc”, esta investigación tuvo lugar en Chiclayo, siendo estudiante de la Universidad Cesar Vallejo. Su investigación se direccionó en el estudio de los cojinetes del motor, indico que el cojinete de biela, en condiciones nuevas, pesa (92.532843 g), durante un periodo de 5000 km pesa (92.079251 g) a los 10000 km pesa (91.2627848 g) para minimizar el desgaste concluye que el cambio del aceite mineral se debe de realizar a los 5000 km de recorrido, y recomienda realizar el análisis del aceite de motor a 100 000 km, para detectar las partículas metálicas que se encuentran en condiciones no permisibles.

Como parte de antecedentes regionales se han tenido en cuenta las siguientes investigaciones:

También, (Barbaran Cuzco, 2022) en su investigación, “Estudio comparativo del uso de aceite mineral y aceite sintético para evaluar indicadores de mantenimiento del equipo Howo T7H-440”. Esta investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo, siendo estudiante de la universidad Cesar Vallejo. Se planteó como objetivo general, producir un estudio comparativo del aceite mineral y sintético, para mejorar los indicadores de mantenimiento y operatividad del volquete Howo T7H-440. Con el aceite mineral, se efectúa el mantenimiento cada 250 horas de trabajo, el volquete Howo con placa TBG-825, cuando opera con aceite sintético, el mantenimiento preventivo se efectúa cada 750 horas, el aceite sintético Mobil Delvac XHP 10W-40, con este estudio concluye que el indicador de disponibilidad aumenta siendo de 98.5% mayor que el 97.03% que presenta el aceite mineral Mobil Delvac MX 15W-40.

Finalmente, (Carranza Vásquez, 2020) en su investigación, “Influencia de aceite sintético en los índices de mantenimiento del motor Caterpillar 3512B del camión 785C de la empresa COSAPI MINERÍA S.A.C”. Esta investigación tuvo lugar en la

ciudad de Trujillo, siendo estudiante de la universidad Cesar Vallejo. En su investigación hizo referencia al estado del aceite del motor. Si no está en óptimas condiciones, afecta los componentes del motor, presentando desgaste acelerado de las partes móviles, como conclusión en su investigación determina, la confiabilidad, disponibilidad y operatividad del motor Caterpillar 3512B. Al migrar del aceite mineral a un aceite sintético, resulto favorable mejorando los tiempos de cambio de 250 horas a 750 horas de trabajo, esto permite que el indicador de disponibilidad del camión aumente de 94.4% a 97.90 y su mantenibilidad es de 16.5% al 38.04%.

Los antecedentes fijados nos inducen a considerar algunas teorías referentes al tema de investigación.

El Motor que tendremos como referencia es una serie 1NR-FE Toyota, posee una capacidad de 1.329cc. El bloque está construido de aleaciones de aluminio, equipado con un cigüeñal totalmente balanceado, las bielas están fabricadas de acero forjado, sus pistones son de aleación de aluminio, la culata es fabricada en aleación de aluminio, está equipado con doble árbol de levas (DOHC) con 4 válvulas por cilindro. Su inyección de combustibles es del tipo multipunto con módulo DIS, el orden de encendido es 1-3-4-2. En la figura se muestra el motor de la serie 1NRF-FE.



Figura 1. Motor 1NR-FE Toyota.

Fuente: Técnica Motors.

Especificaciones técnicas del motor:

- Desplazamiento: 1,3 (1.329 cc).
- Diámetro x carrera: 72,5 mm × 80,5 mm.
- Max. Potencia: 72 kW (97 CV; 98 CV) a 6000 rpm,
- Max. Par: 120 N·m (89 lb - ft).
- Mecanismo de válvulas: DOHC de 16 válvulas, transmisión por cadena.
- Sistema de inyección de combustible: inyección electrónica de combustible.

El primer motor en la serie, 1NR-FE, ingreso al mercado europeo en el 2008 para reemplazar al 4ZZ-FE, también remplazo gradualmente al 2NZ-FE y 2SZ-FE en el mercado japonés. En 2010 - 2011, aparecieron 2NR y 3NR. En 2014 - 2015, se introdujeron las versiones -FKE (1.5 reemplazados parcialmente 1NZ-FE).

Pistones: Son compactos (en forma de T), fabricados de aleación de aluminio. La ranura que aloja el 1° anillo de compresión está anodizada, el borde del anillo de compresión y el anillo lubricador (raspador de aceite) posee una capa de PVD (deposición física de vapor - Physical Vapour Deposition) antidesgaste.

En el interior de un motor se presenta varios tipos de desgaste, lo cual se menciona a continuación.

El desgaste adhesivo: Se presenta en dos superficies que se deslizan, están expuestas a fricción y presión. En la figura se muestra los puntos de contacto, esto lo podemos ver en los pistones, debido a las altas temperaturas y una lubricación inadecuada.



Figura 2. Puntos de contacto en pistones por altas temperaturas.

Fuente: Eauto Corporación.

El desgaste por abrasión: Se presenta por el atrapamiento de las partículas metálicas, en superficies deslizantes, estas eliminan el material de las piezas móviles. En la figura se observa cómo afectan las partículas duras.



Figura 3. Efectos de las partículas duras.

Fuente: Eauto Corporación.

Desgaste por ludimiento: Aparece por movimientos oscilatorios entre dos superficies que tienen contacto. En la figura se muestra el desgaste, es común verlo en los cilindros de motor.



Figura 4. Desgaste de los cilindros por ludimientos del pistón.

Fuente: Eauto Corporación.

Desgaste por Fatiga: Se encuentra principalmente en los engranes internos del motor, en la figura se muestra las picaduras y desprendimiento de material.



Figura 5. Desgaste por fatiga en el árbol de levas.

Fuente: Eauto Corporación.

Desgaste Erosivo: Ocasiona pérdidas de material de la superficie, por el contacto de líquidos que poseen partículas abrasivas. En la figura se muestra el desgaste erosivo, el movimiento entre la superficie y el fluido.



Figura 6. Desgaste erosivo en el sistema de distribución.

Fuente: Eauto Corporación.

Desgaste Corrosivo: se presenta por ataques químicos y estas son seguidas por corrosión de acción mecánica (abrasión), se presenta mayormente en las bridas del cigüeñal.

Aceite mineral: Producto derivado del petróleo, es sometido a procesos de refinado. En el proceso de destilación se consigue separar fracciones del petróleo que poseen propiedades lubricantes, se añade aditivos. El rendimiento del aceite mineral es limitado por las exigencias en los motores modernos, el servicio de cambio de aceite debemos realizar cada 4.000 o 5.000 kilómetros. (Amundarain, 2019). En su investigación, indica los componentes químicos que posee un aceite mineral, se presenta en anexo como tabla 1.

Aceite sintético: Se fabrican en laboratorios, mediante procesos químicos por síntesis. Posee componentes uniformes e idénticos, puede producir una forma estructural fuerte y saturada, en comparación a la configuración del aceite mineral que posee elementos de diferentes tamaños. La base más utilizada es polialfaolefina (PAO), poliésteres y siliconas, los condensados de óxidos de propileno, etileno, etc. Esta base es obtenida en laboratorios. Son adecuados para servicio prolongados, con un aceite sintético podemos realizar el cambio cada 9.000 o 16.000 kilómetros. Esto nos indica que el aceite sintético posee una película más estable y segura, reduciendo el riesgo de fricción en las piezas móviles metálicas. (TRUJILLO MORILLO, 2016)

Presión del Sistema de lubricación: Una presión alta de aceite, puede ser ocasionado por que el aceite es demasiado viscoso, puede presentar oxidación o suciedad. Cuando presenta una presión baja se podría decir que presenta una consistencia menor viscosidad, desgaste de bomba y puede fluir con mayor rapidez. Cuando se enciende el vehículo, el aceite está espeso (viscosidad alta) y frío, por tal razón la presión será alta, al aumentar la temperatura del motor el aceite irá perdiendo su viscosidad y generar menor presión en el sistema.

Durante el proceso de combustión se generan sustancias ácidas, estos atacan los elementos internos del motor. El aceite debe de contar con una propiedad de reserva alcalina o básica (TBN, "Total Base Number"), este debe actuar como neutralizador de ácidos, el cual protege las partes móviles del motor, y el TAN (Total Acid Number). Neutraliza la totalidad de los ácidos en el aceite.

En el proceso de la elaboración del aceite se agregan:

Aditivos: Retardan el envejecimiento de los aceites.

Antidesgaste: Crean una delgada película entre las paredes.

Antiespumantes: Evita la presencia de oxigenación en el lubricante, su fin es evitar la concentración de espuma.

Detergentes: Encargados de desprender la suciedad y los depósitos de carbonilla producidos por la combustión del combustible.

Antiherrumbre: Evita la composición de óxido en las superficies internas del motor, previene la condensación del vapor.

Viscosidad: Propiedad de resistencia que posee un líquido, el aceite cuando es más espeso, mayor será su viscosidad y mayor la resistencia a fluir, la viscosidad de un aceite permitirá mantenerse en dos piezas a las que se somete un esfuerzo sin escurrirse del lugar donde tenga que lubricar.

Dispersantes: Encargados de trasladar la suciedad desprendida por los detergentes. Los diluyentes son aditivos que disminuyen las ceras que se encuentran en microcristales, para que el aceite circule a bajas temperaturas.

Estos aceites cumplen los estándares API, tienen dos clases, una para diésel (clase C) y otra para gasolina (clase S), la clasificación de los aceites según la norma API.

De la misma forma cumplen la norma SAE, esto indica, la calidad de la viscosidad, el cual es normado por la Society of Automotive Engineers de Estados Unidos, esto es la viscosidad con la que el motor puede trabajar.

Se considera la importancia del análisis de aceite mineral y sintético para la mejora del sistema de Lubricación puesto a pruebas en laboratorio.

En la imagen se muestra tres muestras de aceite. De izquierda a derecha (sintético, mineral multigrado y mineral monogrado).



Figura N°7. Muestras de aceite sintético y mineral.

Fuente: Autotecnica.

El aceite debe de presentar menor viscosidad a altas temperaturas, esto mejora el arranque en frío, sellado de cámara, evita el desgaste y consumo de combustible.

En la figura se muestra un ensayo de aceite sintético de motor a  $-15^{\circ}\text{C}$ .



Figura N°8. El aceite sintético muestra un comportamiento estable.

Fuente: Autotecnica.

En la figura se muestra un ensayo de aceite mineral a  $-15^{\circ}\text{C}$ .



Figura N°9. Aceite mineral, muestra cristalización y resistencia de fluidez.

Fuente: Autotecnica.

Fluidez de aceite a  $26^{\circ}\text{C}$ .

El aceite sintético presenta menor resistencia de escurrimiento a  $26^{\circ}\text{C}$ , Esto nos indica que el motor tendría mejor facilidad en el arranque, menor desgaste y menor consumo de combustible. En la figura se muestra un ensayo de aceite sintético de motor a  $26^{\circ}\text{C}$ .



Figura N°10. Fluidez de aceite sintético a  $26^{\circ}\text{C}$ .

Fuente: Autotecnica.

El aceite mineral presenta mayor resistencia de escurrimiento a 26°C, lo que resulta demoras en el arranque, desgaste y mayor consumo de combustible. En la figura se muestra un ensayo de aceite mineral a 26°C.



Figura N°11. Fluidéz de aceite mineral a 26°C.

Fuente: Autotecnica.

Fluidéz de aceite a 100° C.

El aceite sintético mantiene su viscosidad al igual que temperatura de ambiente. En la figura se muestra un ensayo de aceite sintético de motor a 100°C.



Figura N°12. Fluidéz de aceite sintético a 100°C.

Fuente: Autotecnica.

El aceite mineral perdió su viscosidad debido a la temperatura, perdiendo la capacidad de soportar carga durante su operación. En la figura se muestra un ensayo de aceite mineral a 100°C.



Figura N°13. Fluidez de aceite mineral a 100°C.

Fuente: Autotecnica.

Se puede observar la diferencia entre un aceite sintético y mineral, mostrando sus propiedades en el cuidado del motor, con esta información podemos proponer mejoras en el sistema de lubricación del motor 1NR-FE para Aumentar su Vida útil y operatividad. En anexo se encuentra la tabla N° 3 donde se indica las especificaciones del vehículo.

Filtro de aceite del motor: Filtrar correctamente el aceite durante su funcionamiento, de nada sirve tener un buen aceite, si este no es filtrado correctamente, se debe de considerar su composición interna (elemento).

Debemos de considerar que la cantidad de números de pliegos no es una ventaja en la filtración del aceite. Como se muestra en la figura, colocaron mucho papel (pliegos) esto podría restringir o bloquear el ingreso de aceite al motor, dañando los elementos móviles.



Figura 14. Filtro de membrana celulosa con exceso de papel.

Fuente: Richard Widman.

En la siguiente figura se muestra 2 filtros que poseen diferentes números de pliegues.



Figura 15. Filtros de membrana celulosa con pliegues.

Fuente: Filtro Fram Autolite.

Se debe de tener en cuenta el área de filtrado, esto disminuirá la presencia de partículas en el aceite que circula por el motor, en el anexo 11 se muestra las áreas de filtrado.

Filtro de aceite mecánico: Son de diseños muy simples, se emplea en su fabricación un elemento celuloso plisada (papel plegado en forma de estrella o acordeón) dentro de este sistema se encuentran los del tipo cartucho y monoblock. Este elemento retiene los contaminantes que circulan en el aceite. El problema que presenta, a medida que atrapa los residuos, el flujo de aceite disminuye, esto requiere un cambio de filtro para mantener el flujo.

En el filtrado mecánico se tiene 3 tipos de filtro de aceite:

Filtro de aceite con membrana de celulosa: Es el filtro de aceite más barato que hay, la celulosa plegada (corrugada) es capaz de retener partículas de 30 micras ( $\mu\text{m}$ ). Debido a que sus poros son más grandes, capaz de filtrar el 40% de partículas contaminantes que se encuentran en circulación con el aceite. Para los filtros que poseen esta membrana se recomienda el cambio a los 5.000 km de recorrido. En la figura podemos ver 2 filtros de calidad muy diferentes, el filtro que está a la izquierda tiene el doble de kilometrajes y los pliegues están bien formados aún puede filtrar. Mientras el filtro del lado derecho los pliegues colapsaron dejando de filtrar, el aceite ya no pasa por los pliegues, pasa por las reducidas áreas que aún están habilitadas, como consecuencia presenta restricción del flujo del aceite filtrado. El cambio de filtro de aceite se debe de efectuar cada 5000 Km o 250 horas de trabajo, esto se debe a que el elemento filtrante es de membrana celulosa. (Purolator, 2011)



Figura 16. 2 filtros de diferente calidad.

Fuente: Richard WIDMAN.

Filtro de aceite con membrana sintética: Son de alto costo y de mejor calidad, capaces de retener hasta el 50% de partículas que circulan con el aceite, pueden soportar 15000 km de recorrido, retienen partículas de menor tamaño a comparación de los filtros con membrana celulosa.

En la siguiente figura se muestra un filtro de membrana sintética, se recomienda el uso con aceites sintéticos, estos tienen un promedio de duración de 10000 a 32000 km.



Figura 17. Filtro de membrana sintética.

Fuente: Filtro Fram Autolite

#### Filtros BOSCH: Beneficios y características

- Resistentes a la corrosión y a la presión.
- Papel impregnado en microfibra de resina sintética.
- Los poros están distribuidos perfectamente.
- Mantiene al 100% la presión del sistema.
- Separación de impurezas de gran precisión
- Larga vida útil debido a su capacidad de retención de impurezas.
- Protección del motor.
- Capacidad de retención de 12 a 20 micras (norma ISO 4548-12)
- Tiempo de duración 20000 millas (32186.88 Km)
- Consumo de combustible bajo.

Filtro de aceite de alta eficiencia (HE). - Son diseñados para ejecutar un filtrado más cuidadoso (exhaustivo) esto se debe a que posee poros más reducido en su malla de filtrado 3 -10 micras. La reducción del poro de la malla permite alargar la vida del aceite por más kilómetros o intervalos de 5 -10 veces.

Su rendimiento se basa por el núcleo de microcristal. Se puede usar con aceite sintético o mineral. En la siguiente figura se muestra el filtro de alta eficiencia.



Figura 18. Filtro de alta eficiencia (HE).

Fuente: Pacific Performance Engineering / Amazon.com.

Determinamos que la vida útil de un filtro de aceite dependerá de:

- El área filtrante: Papel adecuado.
- Efectividad del papel (elemento filtrante).
- Estabilidad del área filtrante.
- Eficiencia y capacidad del elemento filtrante.
- Construcción del filtro.
- Calidad de la válvula de alivio.
- Contaminación por elementos externos (polvo – Filtro de aire).
- Calidad y viscosidad del aceite.
- Estado del motor

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación.

Se realizará del tipo: Aplicada.

El diseño de la investigación: Experimental.

Se basará en la realización del análisis del sistema de lubricación, el grado de desgaste ocasionado en el sistema de potencia, localizando y evaluando los valores del motor para alargar su vida útil, con el propósito de valorar su desempeño y operatividad.

#### 3.2 Variables y operacionalización:

- Variable independiente: Sistema de lubricación del motor 1NR-FE.
- Variable dependiente: Mejora de Vida útil del motor.

Se considerará la matriz de operacionalización de variables en el anexo 1.

#### 3.3 Población, muestra y muestreo, unidad de análisis.

Población: Lo conformarán 10 vehículos, los cuales llegan al taller en un periodo de 1 mes, estos poseen motor 1NR-FE.

- Criterios de inclusión: Vehículo sedan y hatchback, Toyota Yaris de 1300cc gasolinero- Dual.
- Criterios de exclusión: Se excluirá a las unidades de mayor a 1300cc, turbo cargados y de combustible diésel.

Muestra: Por facilidad de estudio se considerará tomar 3 vehículos Toyota Yaris de cilindrada 1300cc, equipados con motor 1NR-FE. Que representa el 30 % de la población.

Muestreo: La investigación tendrá un muestreo no probabilístico por método opinático o intencional, se tendrá criterios en la selección.

Unidad de análisis: Vehículo sedan Toyota Yaris con motor 1NR-FE.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas: Para la recopilación de datos se considera analizar el desgaste anormal en los elementos móviles del motor, en condiciones actuales utilizando el aceite 10W30 mineral y 10W30 sintético.

Instrumentos: Se utilizará, registro de datos de los vehículos, índice de desgaste, costos de insumos y se comparará datos de los aceites mineral y sintético.

### 3.5 Procedimientos.

- Se evaluará de forma visual el estado del motor.
- Revisar el sistema de lubricación del motor 1NR-FE. (presión del sistema).
- Se comparará fichas de aceite sintético y mineral.
- Se evaluará la presencia de partículas en el aceite.
- Se evaluará presencia de humedad (Análisis de laboratorio).
- Se propone las mejoras en el sistema de Lubricación.

### 3.6 Método de análisis de datos.

Se efectuará un análisis explicativo sobre el funcionamiento del sistema de lubricación del motor 1NR-FE Toyota, se utilizará tablas comparativas, sobre el uso del aceite 10W30 mineral y 10W30 sintético, por medio de este análisis comparativo se puede llegar a conocer las ventajas que presentan los aceite minerales y sintéticos para aumentar su Vida útil y Operatividad.

### 3.7 Aspectos éticos.

Para elaborar el proyecto de investigación se cumplió y se consideró los reglamentos y la metodología que recomienda la Universidad Cesar Vallejo. Se respetó los conceptos de los autores internacionales y nacionales, citando y referenciando su investigación, se garantiza que la investigación y los datos que se mencionan, son originales y reales, se respetó el principio de veracidad y credibilidad, el desarrollo se efectuó sin ningún plagio ni duplicidad de datos, que pueda afectar a la investigación y a la Universidad, se aplicara el software Turnitin para examinar el proyecto en su totalidad.

## IV. RESULTADOS.

4.1. Identificar las propiedades y características de los aceites sintéticos y minerales para motores 1NR-FE.

Para el desarrollo del primer objetivo específico, se apoyó de la información obtenida de los fabricantes de aceites, donde nos indica las propiedades de los aceites, mineral y sintético. En la tabla se muestra las propiedades del aceite mineral y sintético del grado 10W30.

Tabla N° 2.

Propiedades del aceite mineral y sintético.

PROPIEDADES	MARCA							
	MINERAL		-	SINTÉTICO				
	ULTRA PLUS SAE (10W30) API (SL)	MOBIL SAE (10W30) API (SN)	AMALIE SAE (10W30) API (SN)	MOBIL SAE (10W30) API (SN)	SHELL SAE (10W30) API (SN)	CASTROL SAE (10W30) API (SN)	CASTROL GTX SAE (10W30) API (SN)	CASTROL MAGNATEC SAE (10W30) API (SP)
Punto de fluidez °C	-37	-39	-36	-42	-45	-30	-39	-39
viscosidad cinemática 40°C, cSt	71.2	64	72	66	65.3	75.1	71.54	74
viscosidad cinemática 100°C, cSt	10.5	10.3	10.5	10.4	10.5	11.3	11.6	11
Punto de inflamación °C	210	226	220	232	230	202	202	202
Índice de viscosidad, D2270	135	149	132	149	149	142	157	138

Fuente: Mobil.

Descripción: se puede observar los beneficios de los aceites que presenta durante su funcionamiento, entre un aceite mineral y sintético.

En la tabla formulada podemos ver que el aceite sintético mantiene su viscosidad pasando los 100°C.

Con el uso de los lubricantes se reduce los costos de mantenimiento y operación, se ahorra energía y proporciona mejor protección al equipo (Barrientos Ramirez, 2006).

4.2. Analizar el desgaste anormal en los elementos móviles del motor, en condiciones actuales utilizando el aceite 10W30 mineral y 10W30 sintético.

Para el desarrollo del segundo objetivo específico, se consideró los datos técnicos del fabricante con respecto a las dimensiones de los elementos del conjunto de potencia (Conjunto móvil). En las figuras se muestra el diámetro estándar y la sobre medida del cilindro.

Nº motor TECDOC:	1NR-FE
Número de cilindros:	4
Taladro Ø [mm]:	72,5
medida estándar [STD]	
altura de compresión [mm]:	26,4
Bulón Ø [mm]:	18
longitud del tornillo [mm]:	53
Superficie:	con anodizado duro, revestido de molibdeno
adecuado para tipo carburante:	Gasolina
Altura de pistón [mm]:	47,9

Figura 19. Diámetro estándar del cilindro del motor 1NR-FE.

Fuente: Repuestos Teikin.

Nº motor TECDOC:	1NR-FE
Número de cilindros:	4
Taladro Ø [mm]:	73
sobremedida [mm]:	0,5
altura de compresión [mm]:	26,4
Bulón Ø [mm]:	18
longitud del tornillo [mm]:	53
Superficie:	con anodizado duro, revestido de molibdeno
adecuado para tipo carburante:	Gasolina
Altura de pistón [mm]:	47,9

Figura 20. Diámetro en sobre medida del cilindro del motor 1NR-FE.

Fuente: Repuestos Teikin.

En la figura se muestra la forma correcta de medir el diámetro del pistón. Diámetro del pistón: STD 72.445 mm – 72.435 mm.

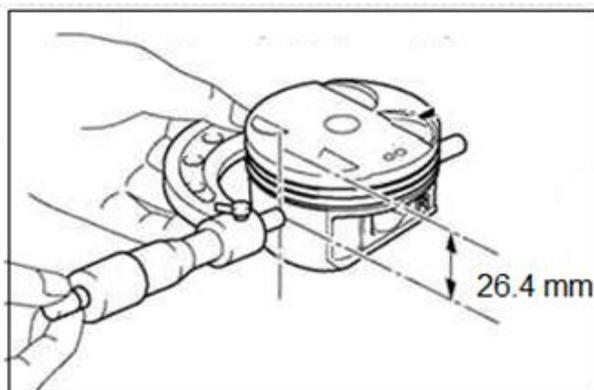


Figura 21. Diámetro estándar del pistón del motor 1NR-FE.

Fuente: Repuestos Teikin.

En la figura se muestra el valor del juego lateral del pistón y cilindro en condiciones estándar: STD 0.055 mm – 0.065 mm.

Sobremedidas Diámetro	Juego de montaje
St	0,05 ± 0,01
0,1	0,05 ± 0,01

Figura 22. Tolerancias de juego entre cilindro y pistón del motor 1NR-FE.

Fuente: Repuestos Teikin.

En la siguiente figura se muestra los valores de los segmentos (anillos) del motor 1NR-FE

Información.			
No. de Modelo.	Toyota 1NR-FE	Material	Acero
Tipo	Anillo de compresión	Top	72.5<1.0>2.3Tst-PVD
2ND	72.5<1.0>2.3Tst-Cr/PA	Oil	71.9<2.0>2.2Tst-PVD/Gt
Paquete de Transporte	Anti-Paper + Box+Pallet	Especificación	STD
Marca Comercial	NONE	Origen	Cn
Código del HS	8409919990		

Figura N°23. Diámetro y espesor de los anillos del pistón del motor 1NR-FE.

Fuente. ARN Group- Anhui Ring New Group.

En la figura se muestra la profundidad a que se debe de montar el anillo para su inspección de luz de anillo.

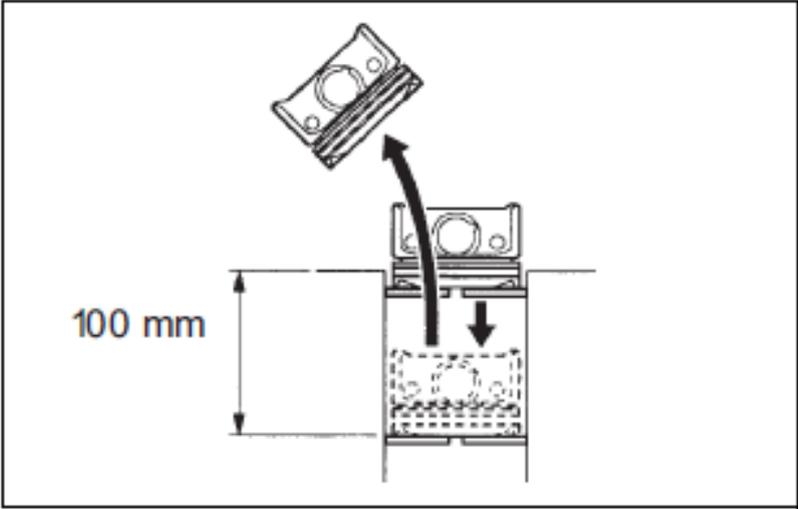


Figura N°24. Posición de anillos para su inspección de luz.

Fuente: Repuestos Teikin.

En la figura se muestra la inspección de la luz de los anillos de motor.

(1° 0.20 - 0.33 mm, 2° 0.30 – 0.45 mm, 3° 0.15 – 0.30 mm)

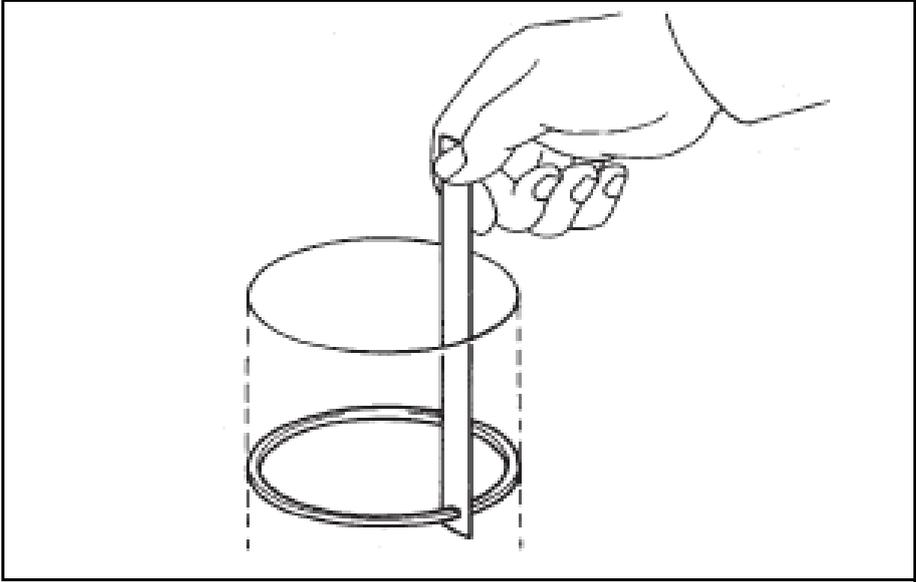


Figura N°25. Inspección de la luz de anillos del motor.

Fuente: Repuestos Teikin.

En la siguiente figura se muestra la verificación de la holgura de la película de aceite.

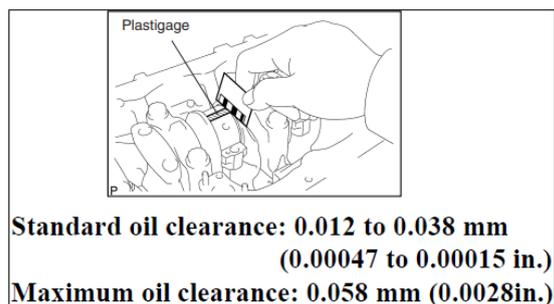


Figura N°26. Holgura de la película de aceite en el cigüeñal del motor 1NR-FE.

Fuente: Manual de Toyota.

La bomba de aceite y accesorio, deben de genera presión de (1.5 – 1.8 bar / 3000 rpm).

El fabricante indica que el motor debe de tener una compresión máxima de 15 bar y una mínima de 14.5 bar.

Según los datos proporcionados por el fabricante, se procedió a verificar los valores permisibles de desgaste de los motores. Con la correcta selección de un buen aceite según norma API, grado SAE y base, la selección correcta del filtro y los servicios adecuados, se debe de reducir un desgaste acelerado en los elementos móviles del motor. Para lograr este objetivo específico se pidió apoyo a técnicos especializados en el área, con el fin de no dañar los elementos móviles del motor.

En la tabla se muestra los diámetros de los cilindros de los motores que fueron medidos por los técnicos. Siendo el valor del fabricante: STD 72.50 - 72.52 mm.

Tabla N° 3.

Inspección del diámetro de cilindro de motor.

Medidas en cilindro de motor			
Aceite mineral		Aceite sintético	
Cilindro	Ø mm	Cilindro	Ø mm
1	72.52	1	72.51
2	72.53	2	72.51
3	75.53	3	72.51
4	72.53	4	72.52

Fuente: Propia.

En la tabla se muestra los diámetros de los pistones de los motores que fueron medidos por los técnicos. Siendo el valor del fabricante: STD 72.45 mm - 72.44 mm.

Tabla N° 4.

Inspección del diámetro de pistón del motor.

Medidas en pistón de motor			
Aceite mineral		Aceite sintético	
Cilindro	Ø mm	Cilindro	Ø mm
1	72.44	1	72.45
2	72.44	2	72.45
3	72.43	3	72.45
4	72.42	4	72.44

Fuente: Propia.

En la tabla se muestra la holgura lateral entre cilindro y pistón de los motores que fueron medidos por los técnicos. Siendo el valor del fabricante: 0.055 mm – 0.066 mm (0.06 – 0.07 mm).

Tabla N° 5.

Inspección de holgura lateral de cilindro y pistón.

Medida en pistón y cilindro			
Aceite mineral		Aceite sintético	
Cilindro	Holgura mm	Cilindro	Holgura mm
1	0.07	1	0.05
2	0.07	2	0.06
3	0.08	3	0.05
4	0.08	4	0.06

Fuente: Propia.

En la tabla se muestra la luz de anillos de los pistones de los motores que fueron medidos por los técnicos. Siendo el valor del fabricante: Luz de anillos: (1° 0.20 - 0.33 mm, 2° 0.30 – 0.45 mm, 3° 0.15 – 0.30 mm).

Se tomó el dato del primer anillo.

Tabla N° 6.

Inspección de luz den anillo en el cilindro del motor.

Medidas en anillos y cilindro			
Aceite mineral		Aceite sintético	
Cilindro	Luz de anillos mm	Cilindro	Luz de anillos mm
1	0.33	1	0.25
2	0.33	2	0.25
3	0.35	3	0.25
4	0.35	4	0.25

Fuente: Propia.

En la tabla se muestra la holgura de la película de aceite con plastigage que fueron medidos por los técnicos. Siendo el valor del fabricante con Plastigage en el cigüeñal: 0.012 – 0.038 mm (El cigüeñal posee 5 puntos de apoyo).

Tabla N° 7.

Inspección de la holgura de aceite en el cigüeñal del motor.

Holgura de aceite			
Aceite mineral		Aceite sintético	
Muñón	Holgura mm	Cilindro	Holgura mm
1	0.038	1	0.025
2	0.051	2	0.025
3	0.038	3	0.025
4	0.051	4	0.025
5	0.051	5	0.025

Fuente: Propia.

En la tabla se muestra el valor tomado de la presión de aceite que fue realizado por los técnicos. Siendo el valor del fabricante en el sistema de lubricación: 1.5 -1.8 bar / 3000 rpm.

Tabla N° 8.

Inspección de presión del sistema de lubricación del motor.

Presión del sistema de lubricación			
Aceite mineral		Aceite sintético	
Motor	Presión (bar)	Motor	Presión (bar)
1NR-FE	1.8	1NR-FE	1.6

Fuente: Propia.

En la tabla se muestra los valores obtenidos en la prueba de compresión del motor realizado por los técnicos. Siendo el valor del fabricante compresión del motor: 15 bar

Tabla N° 9.

Inspección de compresión en los cilindros del motor.

Compresión del motor			
Aceite mineral		Aceite sintético	
Cilindro	Presión (bar)	Cilindro	Presión (bar)
1	14	1	15
2	14	2	14.8
3	13.5	3	14.9
4	13.5	4	15

Fuente: Propia.

Descripción:

Con el uso de aceite mineral se puede observar el desgaste de los elementos móviles del motor, algunos elementos se encuentran al límite, como también otros están fuera de la tolerancia, lo contrario sucede con el uso del aceite sintético, las medidas de los elementos móviles están dentro del parámetro estándar indicado por el fabricante.

4.3. Interpretar los resultados comparativos obtenidos de los motores 1NR-FE, en los escenarios de aceite sintético y mineral.

Para el desarrollo del tercer objetivo específico, se consideró los datos obtenidos del laboratorio de análisis de aceite, donde nos muestra la presencia de partículas presentes en el aceite mineral y sintético. En el anexo 11 se muestra los datos del laboratorio de análisis de aceite.

En la tabla se muestra los resultados obtenidos por el laboratorio SGS en el análisis de aceite de los motores usando aceite mineral y sintético.

Tabla N° 10.

Inspección de presencia de partículas en los aceites enviados al laboratorio.

LUBRICANTES SAE 10W30 / API SN (4800 Km)			
RESULTADOS	TOYOTA MINERAL (Fabricado Mobil)	SHELL HELIX HX7	SHELL HELIX HX7
	Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3
Viscosidad 100°C cSt	9.520	9.800	9.630
Agua	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
IC- Índice de contaminación	0.3	0.3	0.3
Dispersancia	REGULAR	REGULAR	REGULAR
Metales por ASTM D5185-18			
Hierro (Fe), ppm	12	4.7	3.0
Cromo (Cr), ppm	3.2	0.3	0.2
Plomo (Pb), ppm	3.2	0.0	0.0
Cobre (Cu), ppm	3.6	1.2	0.7
Estaño (Sn), ppm	1.7	0.0	0.0
Aluminio (Al), ppm	3.4	5.2	4.2
Níquel (Ni), ppm	0.6	0.3	0.2
Plata (Ag), ppm	0.0	0.0	0.0
Silicio (Si), ppm	29	29	23
Boro (B), ppm	1.0	45	47
Sodio (Na), ppm	40	3.3	2.8
Magnesio (Mg), ppm	754	433	468
Molibdeno (Mo), ppm	1.2	150	170
Titanio (Ti), ppm	0.2	0.0	0.0
Manganeso (Mn), ppm	1.1	0.4	0.3
Potasio (K), ppm	0.9	0.3	0.0
Cadmio (Cd), ppm	0.0	0.0	0.0
Fósforo (P), ppm	658	686	640
Zinc (Zn), ppm	773	814	774
Calcio (Ca), ppm	887	1400	1320
Bario (Ba), ppm	0.24	0.13	0.04
FTIR ASTM E2412-10(2018)			
Hollin %	0.00	0.00	0.00
Oxidación A/0.1 mm	0.063	0.066	0.042
Nitración A/0.1 mm	0.110	0.130	0.102
Sulfatación A/0.1 mm	0.088	0.088	0.057
Hollín A/0.1 mm	<0.020	<0.020	<0.020
<b>Densidad Ferrosa ASTM D8184-18</b>			
Indice PQ	0	0	0

Fuente: Propia

El porcentaje de humedad en límites normales que se consideró en el análisis de aceite fue de 0.25% con respecto a la muestra enviada que fue de 100ml, según la información brindada por el laboratorio, es por ello que el valor de agua aparece (NEGATIVO).

En la siguiente figura se muestra el origen de las partículas metálicas de un motor

Motor	Hierro	Cobre	Plomo	Aluminio	Silicio	Cromo	Estaño	Sodio	Potasio
Cojinetes		X	X	X			X		
Bujes		X		X			X		
Árbol de levas	X								
Refrigerante					X	X		X	X
Cigüeñal	X								
Camisa	X					X			
Válvula Escape	X					X			
Cojinetes anti-fricción	X					X			
Empaquetaduras					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					
Anillos	X					X			
Volandas de empuje		X	X	X			X		
Engranajes de cadenilla	X								
Turbo	X			X					
Gufas de válvulas	X	X							
Tren de válvulas	X								
Bujes de bielas		X	X	X			X		
Bielas	X								

Figura 27. Origen de las partículas metálicas en el aceite de motor.

Fuente: Widman International SRL.

Interpretación:

El ojo humano percibe partículas de 35um a más, en un análisis de aceite se identifica partículas de 4 a 10um.

En el resultado obtenido del laboratorio se puede visualizar que el vehículo 1 presenta mayor tamaño de partículas y más contaminantes en el aceite, esto se debe a su pronta degradación de los aditivos del aceite, el vehículo 2 usaba anteriormente aceite sintético, el propietario migro a aceite sintético, se puede observar en los resultados la presencia de partículas es de menor tamaño que el

vehículo 1, en el vehículo 3 las dimensiones de las partículas son menores en comparación de los dos vehículos anteriores, el uso continuo del aceite sintético cumpliendo la norma SAE y API, protege el motor prolongando su vida útil.

En un análisis de lubricantes se puede determinar la viscosidad y metales, esta información nos ayuda a tomar medidas correctivas durante el funcionamiento del vehículo y la ejecución en su servicio. El análisis de aceite fue realizado a los 4800 km de recorrido, tanto para el aceite mineral y sintético.

4.4. Determinar los índices de desgaste para elaborar una propuesta de Mejora del Sistema de Lubricación Motor 1NR-FE y determinar los costos inherentes a la implementación.

Para el desarrollo del cuarto objetivo específico, tendremos en cuenta los valores obtenidos en la medición de los elementos móviles que fueron detallados en el objetivo específico 2,

En esta parte describiremos los servicios que se realizan al sistema de lubricación del motor, de la misma forma presentamos la propuesta de la mejora en el sistema de lubricación de motores 1NR-FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad. El filtro LYS que se usa para el motor 1NR-FE, su capacidad de filtrado es de 30 micras, al tener un elemento de membrana celulosa se debe de cambiar cada 5000 km de recorrido o 250 horas de trabajo, en los anexos 12 al 15 se muestra las ventajas de los tipos de filtros.

En la tabla se muestra los tiempos de servicios que se realizan en el sistema de lubricación con aceite mineral:

Tabla N° 11.

Tiempos de servicios con aceite mineral.

Ítem	Servicio	5000 km	10000 km	15000 km	20000 km
1	Cambio de filtro de aceite	X	X	X	X
2	Cambio de aceite	X	X	X	X

Fuente: Propia.

La medición del nivel de aceite y la verificación de fugas debe ser realizado por el propietario

En los servicios de cambio de aceite sintético, se considera el siguiente programa. Como inconveniente que se presenta en este servicio es el uso de filtro de membrana celulosa, el cual tiene un tiempo de vida de 5000 km, esto ocasiona saturación en el sistema de lubricación por presencia de sedimentos y partículas metálicas.

En la tabla se muestra los tiempos de servicios que se realizan en el sistema de lubricación con aceite sintético:

Tabla N° 12.

Tiempos de servicio con aceite sintético.

Ítem	Servicio	10000 km	20000 km	30000 km	40000 km	50000 km
1	Cambio de filtro de aceite	X	X	X	X	X
2	Cambio de aceite	X	X	X	X	X

Fuente: Propia

La medición del nivel de aceite y la verificación de fugas debe ser realizado por el propietario

En el anexo 16 se muestra el plan de mantenimiento que ofrecen los concesionarios de la marca Toyota, se presenta parte de la programación donde efectúan su servicio al sistema de lubricación.

Con la información presentada y la comparación de medida de los elementos móviles del motor, teniendo en cuenta los parámetros del fabricante, se propuso la propuesta de mejora en el sistema de lubricación de motores 1NR-FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad.

Como propuesta se presentó los siguientes puntos a considerar en el sistema de lubricación del motor:

- Inspeccionar fugas de aceite
- Inspeccionar el nivel de aceite
- Cambio de filtro de aceite
- Cambio de aceite
- Verificación de presión de sistema de lubricación
- Análisis de partículas en el aceite
- Análisis de presencia de ácidos.

En la siguiente figura se muestra la propuesta de mejoras en la lubricación del motor teniendo en cuenta el tiempo en km.

Ítem	Servicio	Kilometrajes en miles de km																			
		10 km	15 km	20 km	25 km	30 km	35 km	40 km	45 km	50 km	55 km	60 km	65 km	70 km	75 km	80 km	85 km	90 km	95 km	100 km	
1	Cambio de filtro de aceite (membran. celulosa)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	Cambio de aceite (sintéti)	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
3	Verificación de presión de sistema de lubricación									X										X	
4	Análisis de partículas en el aceite																			X	
5	Análisis de presencia de ácidos																			X	

Figura 28. Propuesta de mejora en el sistema de lubricación.

Fuente: Propia

En la tabla se indica los costos en los servicios con aceite mineral.

Tabla N° 13.

Costos de mantenimiento aceite mineral.

Materiales	unidad	Precio s/.
Castrol GTX API (SN)	Galón	120.00
Filtro de aceite de motor	Und.	10.00
Total		130.00

Fuente: Propia

En la tabla se indica los costos en los servicios con aceite sintético.

Tabla N° 14.

Costos de mantenimiento con sintético.

Materiales	unidad	Precio s/.
Shell Hx7 SAE (10W30) API (SN)	Galón	180.00
Filtro aceite de motor Boch.	Und.	45.00
	Total	225.00

Fuente: Propia

El costo de servicio varía según el kilometraje recorrido por el vehículo.

En la tabla se indica el costo en la implementación en la mejora de la lubricación del motor.

Tabla N° 15.

Costos de la implementación de propuesta con aceite sintético.

Materiales	unidad	Precio s/.
Shell Hx7 SAE (10W30) API (SN)	Galón	180.00
Filtro de aceite de motor	Und.	45.00
Verificación de presión de sistema de lubricación	Und.	40.00
Análisis de partículas y ácido en el aceite	Und	80.00
	Total	345.00

Fuente: Propia

En la tabla se indica la comparación anual entre el aceite sintético y mineral, siendo beneficioso el aceite sintético.

Tabla N° 16.

Comparación de costo anual de los aceites mineral vs sintético.

Comparación de costo anual "aceite mineral vs aceite sintético"							
Aceite mineral SAE 10W30 (4500 km)				Aceite sintético SAE 10W30 (9500 km)			
Meses	Recorrido diario (km)	Días recorridos	Recorrido mensual (km)	Meses	Recorrido diario (km)	Días recorridos	Recorrido mensual (km)
Enero	120	30	3600	Enero	120	30	3600
Febrero	120	30	3600	Febrero	120	30	3600
Marzo	120	30	3600	Marzo	120	30	3600
Abril	120	30	3600	Abril	120	30	3600
Mayo	120	30	3600	Mayo	120	30	3600
Junio	120	30	3600	Junio	120	30	3600
Julio	120	30	3600	Julio	120	30	3600
Agosto	120	30	3600	Agosto	120	30	3600
Setiembre	120	30	3600	Setiembre	120	30	3600
Octubre	120	30	3600	Octubre	120	30	3600
Noviembre	120	30	3600	Noviembre	120	30	3600
Diciembre	120	30	3600	Diciembre	120	30	3600
Km. Recorrido anual.			43200	Km. Recorrido anual.			43200
Cantidad de galones (km. Anual / 4000 Km)			10.8	Cantidad de galones (km. Anual / 9500 Km)			4.5
Costo anual de galones ( galones X precio S/.130 )			S/.1404.00	Costo anual de galones ( galones X precio S/.225 )			S/.1023.00

Fuente Propia.

$$\frac{1404}{1023} = 137.22\% \quad 137.22\% - 100\% = \mathbf{37.22\%}$$

S/1404 - S/1023 = **S/ 381** (ahorro anual por uso de aceite sintético y filtro).

Con el uso del aceite sintético se ahorra S/. 381.00 anualmente.

Interpretación:

Entre mejor sea la calidad del aceite, el filtro tendrá más vida útil. El aceite sintético proporciona menor desgastes entre las piezas móviles que se encuentran entre contacto, también evita la formación de lodo y barniz. El aceite sintético puede circular por más kilómetros sin sufrir una acelerada degradación, el filtro cumple la función principal de evitar que circule sedimentos y partículas metálicas junto con el aceite, por esta razón se recomienda el uso de filtro con elemento de membrana sintético, estos filtros poseen mayor duración en km y mejor capacidad de filtrado de 12 - 20 micras.

## V. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos, en la comparación de medida de los elementos del conjunto móvil del motor, se consideró los datos técnicos del fabricante. Durante la toma de medidas se pudo observar que las dimensiones de los elementos móviles del motor que usa aceite sintético, mantiene los parámetros indicados por el fabricante, por otro lado, los elementos móviles del motor que usa aceite mineral presenta medidas fuera de lo especificado por el fabricante y solo en algunos elementos se mantiene al límite tolerable por el fabricante.

Al compararse las propiedades de los lubricantes según sus fichas técnicas, el aceite sintético presenta estabilidad en sus propiedades cuando hay un aumento de temperatura del motor durante su funcionamiento, manteniendo su viscosidad, disminuyendo el desgaste durante el arranque y reduciendo el consumo de combustible, en el caso del aceite mineral conforme aumenta la temperatura del motor, la viscosidad del aceite se ve afectada.

Para el análisis de los aceites mineral y sintético, se contó con el servicio del laboratorio SGS del Perú SAC. Teniendo como resultados la presencia de metales, ácidos y elementos contaminantes.

El conocer la calidad de los elementos filtrantes, nos ayudará a mejorar la propuesta en el sistema de lubricación, en esta investigación se pudo observar que los filtros de aceite con membrana sintética prestan mejor servicio de filtrado que un filtro con elemento de membrana celulosa.

Los datos obtenidos me sirvieron para proponer la mejora del sistema de lubricación en motores 1NR-FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad.

(Galvez Rodriguez, 2020) En su investigación, indico que el aceite expuesto a altas temperaturas que oscilan entre 200°C – 300°C en la cámara de combustión, por el aumento de temperatura, el aceite pierde sus propiedades, su viscosidad disminuye, esto ocasiona fricción en los elementos que tienen contacto, presentando partículas metálicas y desgaste prematuro de los elementos del motor reduciendo la vida útil del motor, Galvez utilizo la metodología de dispersión por puntos y líneas de tendencia para comparar la vida útil del aceite sintético Kendall 10w30. Galvez en su investigación mostró una tabla de los tipos de desgaste que se presenta en el motor de combustión interna. Galvez indico: el no realizar un seguimiento al aceite, este se degrada drásticamente creando partículas

perjudiciales, aumentando el consumo de energía, concluye que la implementación de análisis de aceite permitirá la optimización de los recursos y del equipo teniendo un mejor control en su mantenimiento.

En esta investigación también se mencionó la presencia de partículas metálicas, se indicó la procedencia de las partículas, siendo las más resaltantes la de hierro, según los datos brindados por el laboratorio SGS, las partículas son de 12 ppm de hierro en una muestra de 100ml de aceite mineral; el aceite sintético presento 3 ppm de hierro en una muestra similar, también se indicó la importancia de la calidad del aceite en la vida útil del motor y su operatividad.

(Singo Caiza, 2022) En su investigación analizo la vida útil del aceite sintético, tomando dos muestras a 15000 km y a 20000 km, obteniendo como resultados por parte del laboratorio, en la muestra tomada a los 15000 km se encontró partículas de cromo 1 ppm y en la tercera muestra a 20000 km, 1 ppm, siendo los límites para estos motores de categoría N3 de 1 – 3 ppm. “Los valores de desgaste interno del motor, están en los parámetros normales, según el análisis de las muestras enviadas. La viscosidad del aceite está dentro del rango permitidos. En su investigación continuó realizando muestreo en intervalos periódicos. Singo muestro como resultado que el paquete de aditivo del aceite utilizado es capaz de resistir la oxidación y evitar el deterioro del aceite, resaltando un punto importante que observo Singo fue el comportamiento estable de la viscosidad del aceite sintético en un intervalo extendido de 20000 kilómetros, indicando que no presenta variaciones, concluye que el aceite sintético se puede extender hasta los 20000 km.

En esta investigación se realizó el análisis de aceite sintético Shell helix HX7 de grado SAE 10W30, con 4800 km de recorrido, antes de cambiar el filtro de aceite, el resultado del laboratorio fue favorable indicando que la presencia de partículas está dentro de los parámetros normales como es el caso del cromo 0.2 ppm y de la misma forma los agentes contaminantes no presentan aglomeraciones, los resultados del análisis del aceite mineral 10W30, no fue satisfactorio presentando partículas de cromo de 3.2 ppm siendo lo recomendado de 1 - 3 ppm En mi investigación adjunto los resultados del laboratorio del aceite sintético y mineral en el grado 10W30 realizado por el laboratorio SGS del Perú SAC, con los resultados obtenidos de Singo pudimos comparar nuestros resultados, siendo beneficioso en su aplicación para prolongar la vida útil del motor.

También se indicó el tiempo de vida de un filtro de membrana celulosa es de 250 horas de trabajo o 5000 Km, este tipo de filtro es el más usado por ser de precio cómodo, cuando se usa aceite mineral y se programa el tiempo de servicio en horas la duración de un aceite mineral es la misma que el filtro (Purolator, 2011).

(Bravo Suclupe, 2020) en su investigación, menciona la importancia del análisis de aceite como herramienta indispensable que tiene el ingeniero en sus planes de mantenimiento, permite establecer si los componentes internos del motor están sufriendo un desgaste anormal. Bravo indicó la holgura que se tolera en los metales del cigüeñal, siendo 0.038 – 0.050 mm la luz de los cojinetes en el motor a gasolina. En la toma de medidas que realizó antes de la reparación del motor, la holgura de la película de aceite en la bancada del cigüeñal fue de 0.051mm, sobrepasando lo especificado por el fabricante, procedió a la reparación del motor, considero el valor especificado por el fabricante a 0.038mm en todos los cojinetes. Después de la reparación procedió a controlar el desgaste de los metales del cigüeñal, tomando 5000 km y 10000 km de recorrido, para verificar el desgaste de los metales procedió a pesar los metales nuevos, siendo su peso 186.84083 gramos, a los 5000 km pesaron 185.9729 gramos (diferencia de peso 0.86793 g) y los 10000km pesaron 185.06569 (diferencia de peso 1.77514 g). Concluye que el aceite Helix HX7 SN. Protege los componentes del motor y reduce las emisiones de los gases.

En esta investigación indicamos los límites permisibles de las partículas metálicas, comparamos las medidas de los elementos móviles teniendo como fuente los datos del fabricante, se pudo comparar las medidas de los elementos internos el cual se presenta en este informe, verificamos la holgura de la película del aceite en la bancada del cigüeñal y obtuvimos los valores de 0.038 – 0.051 mm con el uso de aceite mineral y 0.025 mm con el uso de aceite sintético, siendo el valor indicado por el fabricante de 0.012 – 0.038 mm, estos resultados nos indica que un aceite de base sintética otorga mayor protección frente al desgaste. Coincido con Bravo, el análisis de aceite nos ayuda a determinar el desgaste interno del motor, que los agentes contaminantes y el deterioro del aceite afecta los componentes internos del motor.

(Malaga Chanji, 2018), en su investigación indico que el aceite mineral tiene una duración de 250 horas de trabajo, ocasionando tiempos continuos de servicio, su modelo sugirió migrar al aceite sintético, con este aceite se dispondrá de 500 horas de trabajo, el laboratorio reporto que el aceite sintético a 300 horas de trabajo, el motor sigue operando de forma satisfactoria, presentando una degradación normal en el aceite según los resultados del laboratorio, para su investigación, utilizo el aceite Valvoline SAE 15W40, con los datos obtenidos Malaga diseño su modelo, para las demás maquinarias con un tiempo de operación de 500 horas.

En mi investigación se resalta el cambio del aceite mineral a 250 horas de trabajo, de la misma forma (Carranza Vásquez, 2020) en su investigación coincide con Malaga en cuanto al tiempo de degradación del aceite mineral el cual es a 250 horas de trabajo perdiendo sus propiedades y cayendo su viscosidad, el aceite sintético mantiene sus propiedades aun entre 600 a 800 horas de trabajo, en esta investigación coincidimos con (Malaga Chanji, 2018) quien en su investigación indico que se puede pasar de 250 horas a 500 horas.

(Barbaran Cuzco, 2022) en su investigación realiza la comparación del aceite mineral Mobil Delvac MX 15w40, frente a un aceite sintético Mobil Delvac XHP 10w40 en 2 unidades Howo, indicando que el aceite mineral a 250 horas llego a los límites permisible, mientras que el aceite sintético a 750 horas permanece estable, presentando 30 ppm de hierro, siendo el máximo permisible de 40 ppm

Los indicadores mostrados por Barbaran nos indica la degradación que sufre el aceite mineral a 250 horas de funcionamiento de la unidad, otro panorama indica la estabilidad del aceite sintético a 750 horas de trabajo según los análisis realizados al aceite.

Con respecto al tiempo de servicio para un aceite sintético, coincido de forma positiva con Barbaran, que el tiempo de servicio con un aceite sintético se debe de realizar a las 500 horas de trabajo, en este periodo de tiempo el motor estará sujeto a cambios de revoluciones y diferentes esfuerzos, siendo una mejor opción el aceite de base sintética.

De la misma forma (Carranza Vásquez, 2020) Coincide con Barbaran, en cuanto al tiempo de degradación del aceite mineral, el cual es a 250 horas de trabajo perdiendo sus propiedades y cayendo su viscosidad para su investigación uso un aceite mineral Mobil 15W40, él comparo con aceite sintético Mobil Delvac 1Esp 5W40, este aceite de base sintética mantiene sus propiedades aun entre 600 a 800 horas de trabajo, Carranza también menciona la importancia del elemento filtrante, como la calidad de un aceite afecta el elemento filtrante, la disponibilidad del aceite lo obtuvo por medio del análisis del aceite, obteniendo como resultado un ahorro extensivo entre cambio y cambio en el aceite sintético, en comparación con el aceite mineral.

De la misma forma que Carranza, en esta investigación se indica el cambio del aceite a las 250 horas de trabajo o el recambio del aceite mineral a los 5000 km y el aceite sintético se debe de realizar a los 10000 km, realizando el cambio de filtro de aceite a los 5000 km cuando se usa aceite sintético, se indica la capacidad de retención de agentes contaminantes del filtro este debe ser capaz de retener partículas de 3 - 10 micras, también se indicó el beneficio anual económico con el uso del aceite sintético.

La fortaleza de mi investigación es el análisis y toma de medidas que se realizó a los elementos móviles del motor 1NR-FE, teniendo en cuenta los datos especificados por el fabricante, el motor que usa aceite sintético presenta menor desgaste en los elementos móviles como es el caso del pistón que se encontró a 72.45 mm siendo el estándar 72.45 – 72.44mm, también compare las fichas de los aceites mineral y sintético.

La debilidad de mi investigación es lo dificultoso de contactar un laboratorio de análisis de aceite como persona natural, es por esta razón que incluí los datos del laboratorio.

## VI. CONCLUSIONES.

- ✓ Se examinó por medio de análisis de aceite, que el aceite sintético se mantiene más estable a altas temperaturas, la temperatura de prueba en el laboratorio fue de 100°C. y su viscosidad fue de 9.7 cSt mm<sup>2</sup>/s determinando que el aceite mineral se degrada muy rápidamente cuando se somete a elevación de temperatura, presenta partículas metálicas de mayor tamaño: 12 ppm de hierro en una muestra de 100 ml; el resultado del aceite sintético presento 3 ppm de hierro en una muestra similar.
- ✓ La pérdida de la viscosidad del aceite, nos indica perdida de estabilidad en la película de aceite, como consecuencia trae deficiencia en la protección de las superficies metálicas que se encuentran en contacto, como es el caso del pistón número 4, que se encontró a 72.42 mm en el vehículo que usa aceite mineral, siendo el valor especificado por el fabricante de 72.45 mm - 72.44 mm.
- ✓ Se determinó en esta investigación, la capacidad de los elementos filtrantes de los filtros de aceite, siendo el de membrana sintética con mejor capacidad de retención de partículas metálicas de 12 – 20 micras, los elementos filtrantes de membrana celulosa, su capacidad de retención de 30 micras. El filtro con elemento de membrana celulosa se debe de cambiar a los 5000 Km o 250 horas de trabajo.
- ✓ Se logra mantener los parámetros establecidos de medida por el fabricante al seleccionar un aceite que mantenga sus propiedades estables a altas temperaturas durante el funcionamiento del motor, como es el caso del pistón número 2 que se encontró a 72.45mm en el vehículo que usa aceite sintético siendo el valor especificado por el fabricante de 72.45 mm - 72.44 mm.
- ✓ El aceite mineral presenta mayor resistencia de escurrimiento a 26°C, lo que resulta demoras en el arranque, desgaste de los elementos móviles y mayor consumo de combustible. El aceite sintético presenta menor resistencia de escurrimiento a 26°C, Esto indica que el motor tendrá mayor facilidad en el arranque, menor desgaste de los elementos móviles y menor consumo de combustible, concluyendo que el desgaste prematuro de los elementos del motor está ligado a la calidad del aceite.

## VII. RECOMENDACIONES.

- ✓ Que los propietarios de los vehículos identifiquen la norma API que cumple el aceite cuando lo adquieren.
- ✓ Que el propietario conozca el tipo de grado de aceite que usa su motor.
- ✓ Las clasificaciones vigentes de los aceites según la norma API son: SL, SM, SN, SP.
- ✓ Para evitar la degradación acelerada de los aceites, realizar la limpieza del filtro de aire cada 5 días, para evitar el paso de polvo por el colector de admisión al motor.
- ✓ Si se usa un filtro de membrana celulosa con un aceite sintético, el filtro debe ser sustituido a los 5000km, no pretender cambiar el filtro de aceite en el mismo tiempo de duración de un aceite sintético.
- ✓ El filtro de membrana celulosa debe ser remplazado cada 250 horas de trabajo o 5000 km de recorrido.
- ✓ Los resultados de un análisis de aceite deben ser examinados por un personal capacitado, este personal puede ser un ingeniero mecánico con experiencia en trabajos con unidades automotores.
- ✓ Conocer qué elementos móviles tienden a desgastarse más rápido de forma natural. Esto permitirá realizar un servicio adecuado en el motor.
- ✓ Los futuros investigadores, que puedan realizar estudios comparativos de los beneficios del aceite sintético y su avance tecnológico.
- ✓ Los futuros investigadores, puedan realizar un estudio comparativo de la calidad de los elementos filtrantes de aceite en sus diferentes tipos de membrana.

Las recomendaciones dadas están centradas en el estudio realizado en esta investigación. El cual es una propuesta de Mejora del Sistema de Lubricación en Motores 1NR–FE Toyota, para Aumentar su Vida útil y Operatividad.

## REFERENCIAS.

GALVEZ, Alejandro; PAUCAR David. Análisis de la influencia del sobrecalentamiento del motor de combustión interna en la degradación del aceite lubricante. Proyecto técnico (Ingeniero Mecánico Automotriz). Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca 2020.

SINGO, Stalin; BASSANTE, Steve; RUBIO Juan. Análisis Físico – Químico de la vida útil en aceites sintéticos. Tesis (Ingeniero Mecánico Automotriz). Ecuador-Quito. Universidad internacional del ecuador 2022.

TRUJILLO, Mauricio. Determinar la diferencia de aceite mineral vs sintético en un vehículo liviano en el tiempo de 800 horas. Tesis (Ingeniero automotriz) Ecuador-Quito. Universidad Tecnológica Equinoccial 2016.

AVILA, Juan. Determinación del desgaste de los elementos mecánicos del motor mediante el análisis del aceite usado. Maestría en sistema vehiculares (Maestría) Ecuador – Cuenca. Universidad del AZUAY 2017.

MOBIL. Aceite avanzado sintético 5W30. México 2019. p3

REMACHE, Edwin. Análisis tribológico en un motor de gasolina con dos marcas de lubricantes y la misma especificación. Revista mensual de la UIDE extensión. Ecuador. Universidad Internacional del Ecuador UIDE 2017.

AMUNDARAIN, Oriana. Determinación de una metodología de recuperación de aceites lubricantes usados en vehículos automotores mediante extracción con ácido acético y el uso de agregados de nanopartículas de SiO<sub>2</sub> como adsorbentes en la fase final de purificación. Tesis (Licenciado en química). Universidad central de Venezuela. Caracas - Venezuela 2019.

BRAVO, Suclupe. Análisis de partículas metálicas en el aceite lubricante del MCI liviano para determinar el desgaste de los cojinetes de fricción - motor 1400cc. Tesis (Ingeniero Mecánico electricista). Universidad Cesar Vallejo - Perú 2020.

MALAGA, Ernesto. Diseño de modelo óptimo de migración de aceite mineral a sintético para incrementar la disponibilidad de equipos con motores John deere: 2018. Tesis (Ingeniero Industrial) Universidad Privada del Norte. Cajamarca - Perú 2018.

BERNAL, Nelson. Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta envasadora de aceites lubricantes en lima metropolitana para taxis y vehículos livianos particulares. Tesis (Ingeniero Industrial) Pontificia Universidad Católica del Lima - Perú 2018.

CARRANZA, Jesús. Influencia de aceite sintético en los índices de mantenimiento Caterpillar 3512B del camión 785C de la empresa COSAPI MINERA S.A.C. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Cesar Vallejo. Trujillo - Perú 2020.

IPANAQUE, Jhon. Análisis de partículas metálicas del aceite lubricante para la determinación del tipo de desgaste de los componentes móviles de un motor de combustión interna. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo - Perú 2020.

VIDAL, Freddy. Migración de aceite mineral a sintético en motores 3512B Y QSK45, para mejorar la productividad de los camiones mineros de la Empresa San Martin Contratistas Generales S.A. Tesis (Ingeniero Mecánico) Universidad del Centro del Perú. Huancayo - Perú 2018

BARBARAN, Willy, CANOVA, Jorge. Estudio comparativo del uso de aceite mineral y aceite sintético para evaluar indicadores de mantenimiento del equipo Howo T7H-440. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Cesar Vallejo. Trujillo - Perú 2022.

MEDINA, Jorge. Análisis y monitoreo del aceite lubricante en la Anticipación de fallas de maquinaria pesada, como Herramienta de mantenimiento proactivo. Tesis (Ingeniero Mecánico) Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo - Perú 2016.

RUIZ, Simer. Sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular en la empresa Chimu Agropecuaria S.A. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Cesar Vallejo. Trujillo - Perú 2018.

ZAVALETA, César. Plan de mantenimiento preventivo en los motores Mercedes Benz basado en análisis de aceite para mejorar la disponibilidad en los buses de la Empresa Nuevo California. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Cesar Vallejo. Trujillo - Perú 2021.

TAMAYO, Quintana. Estudio de factibilidad para optimizar frecuencia de remplazo del lubricante, en Grupos Electrógenos. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 23, no 3, p. 60-68. Universidad Agraria de la Habana – Cuba 2014.

CARPIO, Luis; GRANIZO, Vicente. Detección temprana de fallas en motores de combustión interna a diésel mediante la técnica de análisis de aceite/The use of using oil analysis for early detection of faults in diésel internal combustion engines. Ciencia Unemi, vol. 8, pp84-95, Revista Ciencia. Universidad estatal de Milagro - Ecuador 2015.

COTRINA, Hector. Evaluación de los parámetros de degradación de aceite como herramienta de gestión del mantenimiento de motores diésel-unimaq S.A. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Cesar Vallejo. Cajamarca - Perú 2016.

Lubricantes Móvil Sintético, recuperado de <https://www.mobil.com/Spanish-MX/Commercial-Vehicle-Lube/pds/GLXXMobil-Delvac-1-5W40>. ExxonMobil del Perú S.R.L. 2016.

AAP. Asociación Automotriz del Perú, Informe del sector Automotor (Informe de gerencia de estudio) Lima – Perú 2022.

SALDIVIA, Francisco. Aplicación de mantenimiento predictivo. Caso Estudio: análisis de aceite usado en un motor de combustión interna. (LACCEI'2013). Cancún - México. 2013

GALARZA, James. Plan de mantenimiento basado en análisis de aceite para mejorar la disponibilidad de excavadora Caterpillar 390F de Stracom GYM-Cajamarca. Tesis (Ingeniero Mecánico) Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo - Perú 2017.

CASANOVA, Rubén y BARRERA, Oscar. Logística y Comunicación en un taller de vehículos. Segunda edición. Editorial Paraninfo. 367 pp. ISBN: 978-84-9732-845-6. España, 2011

VILLAFUERTE, Jose. Selección de lubricantes según la función de componentes mecánicos. Investigación (Ingeniero Mecánico) Universidad Continental. Arequipa - Perú 2016.

APAZA, Raúl. Evaluación de la confiabilidad con el fin de extender la vida útil del lubricante en los motores de mixer durante su periodo de funcionamiento. Tesis (Ingeniero Mecánico). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa – Perú 2018.

MUÑOZ, Migue. Propuesta de aplicación de indicadores de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de una empresa constructora. Tesis (Ingeniero Industrial). Universidad Privada del Norte. Trujillo – Perú 2020.

PORTOCARRERO, Rahulet; RABANAL, Yordan. Mantenimiento predictivo basado en análisis de aceite para mejorar la disponibilidad de los remolcadores con motor cummins isx en una empresa de transporte de carga. Tesis (Ingeniero Mecánico). Universidad Nacional del Callao. Lima – Perú 2019.

RENSELAR, Jeanna. Implementing an oil analysis program. Naperville: s.n., 2018.

VARGAS, Julio. Estudio comparativo de diversos aceites lubricantes en un pool de maquinaria agrícola. Tesis (Ingeniero Agrícola). Universidad Nacional Agraria la Molina 2017.

CASADO DE, Diego. Estudio quimiométrico de aceites lubricantes marinos. Tesis (Ingeniería Técnica Industrial.) Escuela Universitaria de Bilbao. Bilbao - España 2015.

GUAMÁN, Henry. Análisis de la degradación y vida útil del lubricante motor, en un vehículo modelo actros 3353S mediante ensayos de viscosidad y TB. Tesis (Ingeniero Mecánico Automotriz) Universidad Politécnica salesiana. Sede Cuenca –. Ecuador.2020.

DOMINGUEZ, Diego. Implementación de un mantenimiento basado en el análisis de aceite para incrementar la disponibilidad de una excavadora Cat 336 de gym - Tacna. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque - Perú 2018.

GARCIA, Santiago. Especial mantenimiento basado en condición.

([http://www.renovetec.com/irim/revista/REVISTA\\_IRIM\\_NUMERO10\\_%20MTO%20BASADO%20EN%20CONDICION.pdf](http://www.renovetec.com/irim/revista/REVISTA_IRIM_NUMERO10_%20MTO%20BASADO%20EN%20CONDICION.pdf)) IRIM. Madrid – España 2018.

PENABAD, Laksmi; IZNAGA, Arsenio; RODRIGUEZ, Pedro; CAZAÑAS, Caridad. Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. octubre-diciembre 2016, vol. 25, núm. 4. Habana – Cuba 2016

TINOCO, Henry. Recomendaciones para seleccionar el lubricante adecuado para su motor diésel Chevron Petroleum Company (en línea) 2016

Meléndez, G. y Rodríguez, J. Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte pesado de la empresa San Joaquín S.A.A. Tesis. (Ingeniero Industrial) Universidad Señor de Sipán. Pimentel – Perú 2016.

MIRANDA, Kevin. 'Análisis de pérdidas energéticas en un motor de combustión interna a gasolina (MECH) de 1600 cm<sup>3</sup> en un vehículo de uso particular para determinar su rendimiento térmico. Tesis (Ingeniero Mecánico) Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador 2020.

VALDIVIEZO, Gilmer. Incremento de la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa valdiviezo s.r.l implementando un programa de mantenimiento Tesis. (Ingeniero Mecánico) Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú 2017.

CORONADO, José. Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental. Tesis. (Ingeniero Industrial) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú 2016.

ALTAMIRANO, Geovanny. Aceite PDV de Petroecuador grado SAE 15w40 para determinar el rendimiento del motor de la volqueta mack gu813e perteneciente al cuerpo de ingenieros del ejército. Tesis. (Ingeniero Automotriz) Universidad de las Fuerzas Armadas. Latacunga – Ecuador 2017.

## ANEXOS.

### Anexo 1. Operación de variables.

<b>Variable independiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Sistema de lubricación	Lubrica las partes internas del motor, también lubrica el motor al tiempo que reduce el roce y el deterioro de las partes internas del motor. Mismo tiempo, la superficie se extrae del archipiélago de superficie. (Zavaleta,2021,pg 16)	La degradación del aceite se puede presentar por: la oxidación, partículas contaminantes, agotamiento de aditivos y partículas metálicas.	Degradación.	- Análisis de aceite.	De razón.
			Oxidación.	- Presión del sistema lubricación.	
			Contaminantes.	- Análisis del aceite.	
			Partículas.	- Análisis del aceite.	
<b>Variable dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Vida útil del motor	El análisis de los aceites lubricantes es una herramienta importante para aumentar la vida servicial de los componentes móviles, proporcionando una lubricación adecuada (bravo,2020,pg 50)	La durabilidad del motor, puede verse afectado por el sistema de lubricación. Y calidad del aceite.	Durabilidad de motor.	- Compresión de motor.	De razón.
			Sistema de lubricación.	- Presión del sistema de lubricación.	
			Aceite.	-Tabla de propiedades.	
			Compresión de motor.	15 bar de presión.	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2. Evaluación de expertos.

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
 TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Trujillo, 03 diciembre 2022

Apellido y nombres del experto: Aranguri Coyetano, Denis Javier

DNI: 42009679 N° de Colegiatura Profesional: 114229

Teléfono: 944481658

Título/grados: Ingeniero Mecánico / Magister en Ing. en energía, Maestría en recursos naturales y br. ciencias.

Cargo e institución en que labora: Docente universitario e investigador en la UNS.

Título de la Investigación: Propuesta de mejora del sistema de lubricación en motores 1NR-FE Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad 2022.

Autor (es): Vera Pedroza, Jimmy Willian (0000-0001-8213-5125)

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO.

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	/		—
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	/		—
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	/		—
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	/		—
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	/		—
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	/		—
7	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	/		—
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	/		—
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	/		—
10	El Marco Teórico es acorde con la realidad empresarial considerada y define conceptos útiles para el tema.	/		—

SUGERENCIAS: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

FIRMA DEL EXPERTO

DENIS JAVIER ARANGURI COYETANO  
 ING. EN ENERGÍA  
 Png. Colegio de Ingenieros N° 114229

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Trujillo, 04 de diciembre 2022

Apellido y nombres del experto: REYES SUSANO, Juan Bernardo

DNI: 32772478

N° de Colegiatura Profesional: 78506

Teléfono: 968937957

Título/grados: Ingeniero Mecánico / Magister en Docencia Universitaria y Gestión Educativa

Cargo e institución en que labora: SENATI

Título de la Investigación: Propuesta de Mejora del Sistema de Lubricación en motores 1NA-FC Toyota, para aumentar su vida útil y operatividad 2022.

Autor (es): VENA PEDROZA, Jimmy William (0000-001-8213-5125)

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SI o NO.

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la Investigación?	✓		
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	✓		
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	✓		
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	✓		
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	✓		
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	✓		
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	✓		
10	El Marco Teórico es acorde con la realidad empresarial considerada y define conceptos útiles para el tema.	✓		

SUGERENCIAS:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  
 Ing. CIR REYES SUSANO (DNI 32772478)  
 ING. MECÁNICO (ELECTRISTA)  
 Pro. Colegio de Ingenieros 02-72018  
**FIRMA DEL EXPERTO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  
 TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Trujillo, 13 DICIEMBRE 2022

Apellido y nombres del experto: MARTINA RODRIGUEZ TEÓFILO LORENTO

DNI: 32958881

N° de Colegiatura Profesional: 38799

Teléfono: 974 632 833

Título/grados: Ingeniero Mecánico / Magister en ING. INDUSTRIAL - MS EN SIST. JARREAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, AMBIENTE Y SEGURIDAD Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Cargo e institución en que labora: UCV DOCENTE "SOCIAL"

Título de la Investigación: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN EN MOTORES ANR-FE TOYOTA, PARA AUMENTAR SU VIDA ÚTIL Y OPERATIVIDAD, 2022

Autor (es): VERA PEDROZA JIMMY WILLIAN (0000-001-8213-5125)

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	✓		—
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	✓		—
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓		—
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con le(s) variable(s) de estudio?	✓		—
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	✓		—
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	✓		—
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	✓		—
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	✓		—
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	✓		—
10	El Marco Teórico es acorde con la realidad empresarial considerada y define conceptos útiles para el tema.	✓		—

SUGERENCIAS

FIRMA DEL EXPERTO

Ing. Teófilo Martínez Rodríguez

ING. INDUSTRIAL  
 CIP 34799



Anexo 4. Resultados de análisis de aceite del vehículo H2F-320.



**SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS**  
MORE THAN OIL ANALYSIS



**CONTACTOS**

**Administración**  
OGC COMERCIAL  
Teléfono: (511)5171900 Ext1371

**Técnico**  
Lic. Jeserica Alvarado

**Venta**  
Karla Carquin.  
Teléfono: +51015171900

**Resultados Online**  
<https://sofia.sgs.com>

Contraseña Internet: SY000457

**JIMMY VERA PEDROZA**  
Mr  
Las Americas Mz G Lt 10 - San lu  
ANCASH

01 ANCASH  
PERÚ

**MUESTRA**

Muestra	JA411502
Fecha Muestreo	27/09/2022
Fecha de recepción	05/10/2022
Lubricante	SHELL HELIX HX7 10W50
Conjunto de ensayos	ELPE+WPI

**DIAGNOSTICO 07/10/2022**

<b>EQUIPO</b>	
Nº Registro	02051973/AMOT
Descripción Equipo	R 1 NR-FE / TOYOTA / YARIS / MR2K19F33J1041769
Descripción Componente	MOTOR
Nº flota	CHIMBOTE
Ref ID	H2F-320

1. SALUD: Viscosidad dentro del rango de servicio para el grado del lubricante. 2. CONTAMINACIÓN: Presencia de silicio elevado en estado de precaución. Identificar posibles accesos. 3. DESGASTES: Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES: Continuar con el envío de muestra para monitoreo de resultados.

**Evolución**

Muestra	JA411502
Fecha Muestreo	27/09/2022

—●— Contaminación

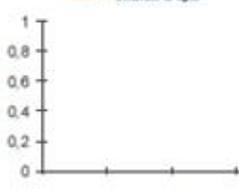
—●— Desgaste

—●— Lubricante

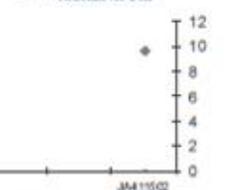


**Diagnostico** Monitorear

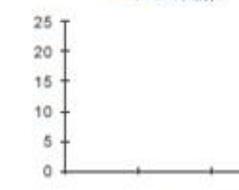
—●— Contenido de agua



—●— Viscosidad 100°C cSt



—●— Hierro (Fe), ppm



—●— Silicio (Si), ppm



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/Am/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción definidas en el mismo.  
Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si las hubiera. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no estimo a las partes de una transacción a ejercer todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

OGC del Perú S.A.C
Av. Elmer Faucett 33-48
Calleo 1
Teléfono: 5171900 anexo:1632

## RESULTADOS

Orden	1
Muestra	JAM11502
Fecha Muestreo	27/09/2022
Fecha de recepción	05/10/2022
Fecha Diagnóstico	07/10/2022
Vida del Equipo, Km.	-
Vida del Aceite, Km.	4800
Cambio Aceite / Filtro	/ / / / / / / NO /
Rellenado	-
Lubricante	SHELL HELIX H07 10W30
<b>Viscosidad 100°C ASTM D7279-18</b>	
Viscosidad 100°C cSt	9.630
<b>Agua ANA-MET-OGC.1</b>	
Agua	NEGATIVO
<b>Spot test ANA-MET-OGC.2</b>	
IC- Índice de contaminación	0.3
Dispersancia	REGULAR
<b>TBN ANA-MET-OGC.3</b>	
TBN mg KOH/g	6.91
<b>Metales por ASTM D5185-18</b>	
Hierro (Fe), ppm	3.0
Cromo (Cr), ppm	0.2
Piombo (Pb), ppm	0.0
Cobre (Cu), ppm	0.7
Estaño (Sn), ppm	0.0
Aluminio (Al), ppm	4.2
Níquel (Ni), ppm	0.2
Plata (Ag), ppm	0.0
Silicio (Si), ppm	23
Boro (B), ppm	47
Sodio (Na), ppm	2.8
Magnesio (Mg), ppm	468
Molibdeno (Mo), ppm	17.0
Titanio (Ti), ppm	0.0
Vanadio (V), ppm	0.0
Manganeso (Mn), ppm	0.3
Potasio (K), ppm	0.0
Cadmio (Cd), ppm	0.0
Fósforo (P), ppm	64.0
Zinc (Zn), ppm	77.4
Calcio (Ca), ppm	13.20
Bario (Ba), ppm	0.04
<b>FTIR ASTM E2412-10(2018)</b>	
Hollín %	0.00
Oxidación A/0.1 mm	0.042
Nitración A/0.1 mm	0.102
Sulfatación A/0.1 mm	0.057
Hollín A/0.1 mm	<0.020
<b>Densidad Ferrosa ASTM D6184-18</b>	
Índice PQ	0

Anexo 5. Resultados de análisis de aceite del vehículo H2H-116.



**SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS**  
MORE THAN OIL ANALYSIS



---

**CONTACTOS**

**Administración**  
OGC COMERCIAL  
Teléfono: (511)5171900 Ext1371

**Técnico**  
Lic. Jesenia Alvarado

**Venta**  
Karla Carquin.  
Teléfono: +51015171900

**Resultados Online**  
<https://sofia.sgs.com>

Contraseña Internet: SY000457

**JIMMY VERA PEDROZA**  
Mr  
Las Americas Mz G Lt 10 - San lu  
ANCASH

01 ANCASH  
PERÚ

**EQUIPO**

Nº Registro	02061971IAMOT
Descripción Equipo	11 NR-FE / TOYOTA / YARIS / MR2B19F3XK1052317
Descripción Componente	MOTOR
Nº flota	CHIMBOTE
Ref ID	H2H-116

**MUESTRA**

Muestra	JA411501
Fecha Muestreo	27/09/2022
Fecha de recepción	05/10/2022
Lubricante	SHELL HELIX HX7 10W60
Conjunto de ensayos	ELPE+WPI

---

**Diagnostico 07/10/2022**

1. SALUD: Viscosidad dentro del rango de servicio para el grado del lubricante. 2. CONTAMINACIÓN: Presencia de silicio elevado en estado de precaución. Identificar posibles accesos. 3. DESGASTES: Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES: Continuar con el envío de muestra para monitoreo de resultados.

---

**Evolución**

Muestra	JA411501
Fecha Muestreo	27/09/2022

Contaminación  
 Desgaste  
 Lubricante



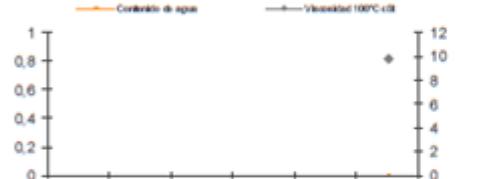
---

**Diagnostico**

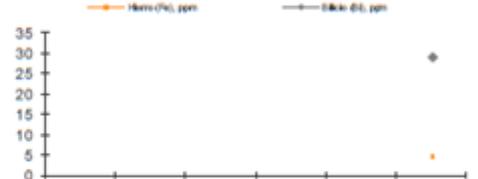
Contenido de agua  
 Viscosidad 100°C cSt

Hierro (Fe), ppm  
 Silicio (Si), ppm

Monitorear



JA411501



JA411501

Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las cuestiones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción de litigio en el mismo.

Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si los hubiere. La Responsabilidad de la empresa es exclusiva a su cliente y este documento no sirve a las partes de una transacción o ejerce todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

906 del Perú S.A.C
Av. Elmer Faucett 3348
Callao 1
Teléfono: 5171900 anexo:1632

## RESULTADOS

Orden	1
Muestra	JA411501
Fecha Muestreo	27/09/2022
Fecha de recepción	06/10/2022
Fecha Diagnóstico	07/10/2022
Vida del Equipo, Km.	-
Vida del Aceite, Km.	4800
Cambio Aceite / Filtro	/ / / / /
Rellenado	-
Lubricante	SHELL HELIX HX7 10W30
<b>Viscosidad 100°C ASTM D7279-18</b>	
Viscosidad 100°C cSt	9.800
<b>Agua ANA-MET-OGC.1</b>	
Agua	NEGATIVO
<b>Spot test ANA-MET-OGC.2</b>	
IC- Índice de contaminación	0.3
Dispersión	REGULAR
<b>TBN ANA-MET-OGC.3</b>	
TBN mg KOH/g	7.16
<b>Metales por ASTM D5185-18</b>	
Hierro (Fe), ppm	4.7
Cromo (Cr), ppm	0.3
Plomo (Pb), ppm	0.0
Cobre (Cu), ppm	1.2
Estaño (Sn), ppm	0.0
Aluminio (Al), ppm	5.2
Níquel (Ni), ppm	0.3
Plata (Ag), ppm	0.0
Silicio (Si), ppm	29
Boro (B), ppm	45
Sodio (Na), ppm	3.3
Magnesio (Mg), ppm	433
Moibdeno (Mo), ppm	150
Titanio (Ti), ppm	0.0
Vanadio (V), ppm	0.0
Manganeso (Mn), ppm	0.4
Potasio (K), ppm	0.3
Cadmio (Cd), ppm	0.0
Fósforo (P), ppm	686
Zinc (Zn), ppm	814
Calcio (Ca), ppm	1400
Bario (Ba), ppm	0.13
<b>FTIR ASTM E2412-10(2018)</b>	
Hollín %	0.00
Oxidación A/0.1 mm	0.066
Nitración A/0.1 mm	0.130
Sulfatación A/0.1 mm	0.088
Hollín A/0.1 mm	<0.020
<b>Densidad Ferrosa ASTM D6184-18</b>	
Índice PQ	0

Anexo 6. Resultados de análisis de aceite del vehículo H2J-168.



**SGS VERNOLAB - DIAGNOSTICS**  
MORE THAN OIL ANALYSIS



**CONTACTOS**

**Administración**  
OGC COMERCIAL  
Teléfono: (511)5171900 Ext1371

**Técnico**  
Lic. Jesenia Alvarado

**Venta**  
Karin Carquin.  
Teléfono: +51015171900

**Resultados Online**  
<https://sofia.sgs.com>

Contraseña Internet: SY000457

**JIMMY VERA PEDROZA**  
Mr  
Las Americas Mz G Lt 10 - San Isidro  
ANCASH

01 ANCASH  
PERÚ

EQUIPO		MUESTRA	
Nº Registro	02051974/AMOT	Muestra	JA411503
Descripción Equipo	1 NR-FE / TOYOTA / YARIS / MR2B19F3XM1059092	Fecha Muestreo	27/09/2022
Descripción Componente	MOTOR	Fecha de recepción	05/10/2022
Nº flota	CHIMBOTE	Lubricante	TOYOTA MINERAL MOTOR OIL API SP 10W50
Ref ID	H2J-168	Conjunto de ensayos	ELPE+WPI

**Diagnostico 07/10/2022**

1. SALUD: Viscosidad dentro del rango de servicio para el grado del lubricante. 2. CONTAMINACIÓN: Presencia de silicio en estado de precaución y sodio en estado crítico. Identificar posibles accesos. 3. DESGASTES: Desgastes normales. 4. RECOMENDACIONES: Continuar con el envío de muestra para monitoreo de resultados.

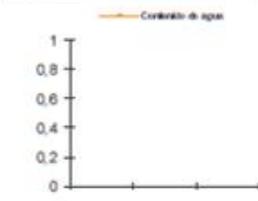
**Evolución**

Muestra	JA411503
Fecha Muestreo	27/09/2022

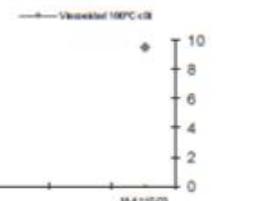


**Precaución**

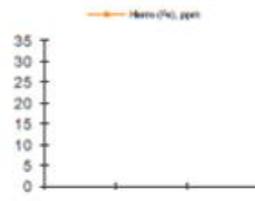
Control de agua



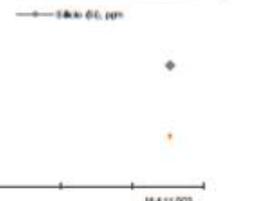
Viscosidad 100°C cSt



Hierro (Fe), ppm



Silicio (Si), ppm



Este documento es emitido por la Compañía bajo las condiciones generales de servicio accesible en <http://www.sgs.com/ver/term-and-conditions.aspx>. Se llama la atención a la limitación de las condiciones de responsabilidad, indemnización y jurisdicción de éstas en el mismo.  
Se notifica a todo titular de este documento que la información contenida en adelante refleja los resultados de la Compañía solo en el momento y dentro de los límites de las instrucciones de intervención del Cliente, si las hubiere. La responsabilidad de la empresa en este documento no estriba a las partes de una transacción o a quejarse todos sus derechos y obligaciones bajo los documentos de la transacción. Cualquier modificación no autorizada, la falsificación del contenido o del aspecto de este documento es ilegal y los infractores pueden ser procesados con todo el peso de la ley.

908 del Perú S.A.C.
Av. Elmer Faucett 33-48
Calleo 1
Teléfono: 5171900 anexo:1632

## RESULTADOS

Orden	1
Muestra	JAA11503
Fecha Muestreo	27/09/2022
Fecha de recepción	05/10/2022
Fecha Diagnóstico	07/10/2022
Vida del Equipo, Km.	-
Vida del Aceite, Km.	4800
Cambio Aceite / Filtro	/ / / / / / / NO /
Rellenado	-
Lubricante	TOYOTA MINERAL MOTOR OIL AP
<b>Viscosidad 100°C ASTM D7279-18</b>	
Viscosidad 100°C cSt	9.520
<b>Agua ANA-MET-OGC.1</b>	
Agua	NEGATIVO
<b>Spot test ANA-MET-OGC.2</b>	
IC- Índice de contaminación	0.3
Dispersancia	REGULAR
<b>TBN ANA-MET-OGC.3</b>	
TBN mg KOH/g	5.28
<b>Metales por ASTM D5185-18</b>	
Hierro (Fe), ppm	12
Cromo (Cr), ppm	3.2
Plomo (Pb), ppm	3.2
Cobre (Cu), ppm	3.6
Estaño (Sn), ppm	1.7
Aluminio (Al), ppm	3.4
Níquel (Ni), ppm	0.6
Plata (Ag), ppm	0.0
Silicio (Si), ppm	29
Boro (B), ppm	1.0
Sodio (Na), ppm	40
Magnesio (Mg), ppm	754
Molibdeno (Mo), ppm	1.2
Titanio (Ti), ppm	0.2
Vanadio (V), ppm	0.0
Manganeso (Mn), ppm	1.1
Potasio (K), ppm	0.9
Cadmio (Cd), ppm	0.0
Fósforo (P), ppm	658
Zinc (Zn), ppm	773
Calcio (Ca), ppm	867
Bario (Ba), ppm	0.24
<b>FTIR ASTM E2412-10(2018)</b>	
Hollín %	0.00
Oxidación A/0.1 mm	0.063
Nitración A/0.1 mm	0.110
Sulfatación A/0.1 mm	0.088
Hollín A/0.1 mm	<0.020
<b>Densidad Ferrosa ASTM D6184-18</b>	
Índice PQ	0

Anexo 7. Propuesta de mejora en el sistema de lubricación del motor 1NR-FE

Ítem	Servicio	Kilometrajes en miles de km																			
		10 km	15 km	20 km	25 km	30 km	35 km	40 km	45 km	50 km	55 km	60 km	65 km	70 km	75 km	80 km	85 km	90 km	95 km	100 km	
1	Cambio de filtro de aceite.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
2	Cambio de aceite.	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
3	Verificación de presión de sistema de lubricación.									X										X	
4	Análisis de partículas en el aceite.																			X	
5	Análisis de presencia de ácidos.																			X	

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo 9. Proforma de aceite sintético.



**BATTERY CENTER**  
De: Iván Alex Gonzales Vásquez

**VENTA, CARGA Y MANTENIMIENTO DE BATERIAS Y ACCESORIOS EN GENERAL**

SUC 1: 1° De Mayo Mz. Ll 1 - Nuevo Chimbote  
 SUC 2: 1° De Mayo Mz. 5 Ll 11 - Nuevo Chimbote  
 SUC 3: Av. Pardo C/Sucre N° 1701 - Chimbote  
 SUC 4: 1° De Mayo - Nuevo Chimbote  
 (Lubricentro Gonzales)

**RUC: 10479563204**  
**PROFORMA**  
**Nº 001645**

DÍA	MES	AÑO
15	11	2022

**Cel.: 934101751**  
**Fijo: 043-407065**

Señor(es): JIMMY UENA

Dirección: CHIMBOTE DNI: 40190302

CANT.	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
1	SHELL HX9 10W30 GALON	S/180.00
1	FILTRO BOSCH FULL	S/45.00
=	ACEITE SINTETICO	
	CAMBIO CADA 8,000 KM	
	FILTRO Y ACEITE	
	<b>TOTAL SI</b>	<b>225.00</b>

CANCELADO

Anexo 10. Datos del laboratorio de análisis de aceite SGS del Perú SAC.

<b>SGS</b>		<b>COTIZACION N° ACEITES LUBRICANTES</b>	
		<b>- 00115310/2022</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	: JIMIY VERA	<b>TELÉFONO</b>	: (C)
<b>ATENCIÓN</b>	: JIMIY VERA	<b>RUC</b>	: 40190302
<b>DIRECCIÓN</b>	: PRINCIPAL	<b>FECHA</b>	: 19/09/2022
<b>PAÍS</b>	: PERU		
<b>N° PROPUESTA</b>	: 1		
<b>Ejecutivo De Cuenta</b>	:		<b>Monto ( S / )</b>
<b>ASUNTO</b>	: SERVICIO DE ANALISIS DE ACEITE DE LUBRICANTE		<b>Sin IGV 18% Inc. IGV 18%</b>
	- PAQUETE ESTANDAR		
<b>SERVICIOS SOLICITADOS</b>			
<b>Descripción</b>			
ANÁLISIS DE ACEITE - PAQUETE ESTANDAR:			
Horario de atención: De Lunes a Sábados de 07:00 hasta las 14:00 hrs.			
Remitir muestras: Av. Elmer Faucett 3348, Calle B 131 (Lado lateral del Edificio SGS) - Callao // Atte. Jacqueline Echevarría.			
Cantidad mínima de muestra necesaria 100 ml.			
Tiempo de Respuesta: 2 día laborables.			
La contra-muestra se almacenara por 7 días finalizado el análisis, posterior a ello las muestras seran desechadas.			
Cualquier consulta o duda, gustosamente la atenderemos:			
Lubricantes: Karla.carquin@sgs.com 941977456			

Anexo 11. Plan de mantenimiento que brinda los concesionarios Toyota.

NUEVO

# YARIS

PLAN DE MANTENIMIENTO



(Los valores expresados son cada 10.000 kilómetros)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	<b>CAMBIO</b>									
ACEITE DE MOTOR	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
BUJIAS DE ENCENDIDO										•
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
FILTRO DE AIRE *				•				•		
FILTRO DE COMBUSTIBLE								•		
FLUIDOS DE FRENO				•				•		
FILTRO DE ACONDICIONADOR DE AIRE		•	•	•	•	•	•	•	•	•

En la tabla se muestra la composición del aceite mineral, el cual tiene como base el petróleo.

Tabla N° 1.

Composición del aceite mineral.

<b>Hidrocarburos totales (85-75)%</b>	<b>%</b>
Parafinas (alcanos)	45-76
Nafténicos (ciclo alcanos)	13-45
Aromáticos	10-30
<b>Aditivos (15-25)%</b>	<b>Sustancias químicas</b>
Antioxidantes	Ditiofosfatos, fenoles, aminas
Detergentes	Sulfonatos, fosfatos, fenolatos
Anticorrosivos	Ditiofosfatos de zinc y bario, sulfonatos
Antiespumantes	Siliconas, polímeros sintéticos
Antisépticos	Alcoholes, fenoles, compuestos clorados

Fuente: Oriana Amundaraín.

En la figura se muestra el porcentaje de aditivos que poseen los aceites de motor, esto según su base.

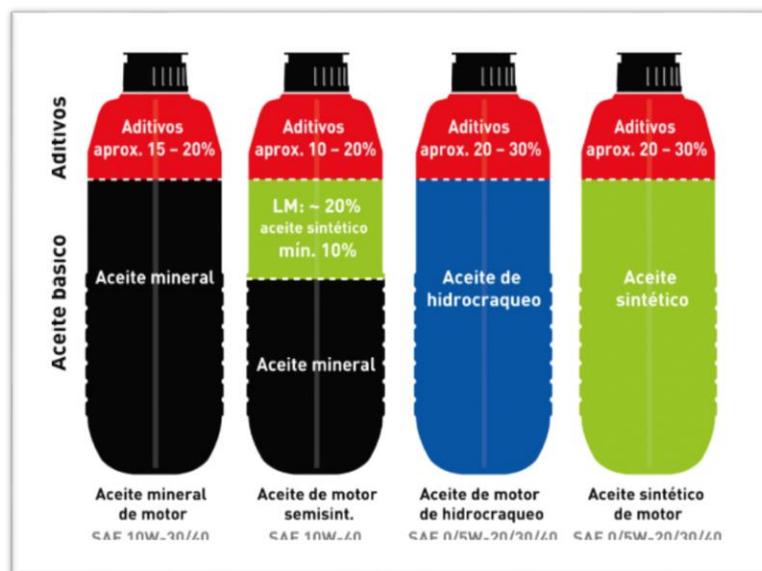


Figura 29. Porcentaje de aditivos.

Fuente: Liqui-moly.

En la figura se muestra la clasificación de los aceites según la norma API, en los motores a gasolina y Diésel.

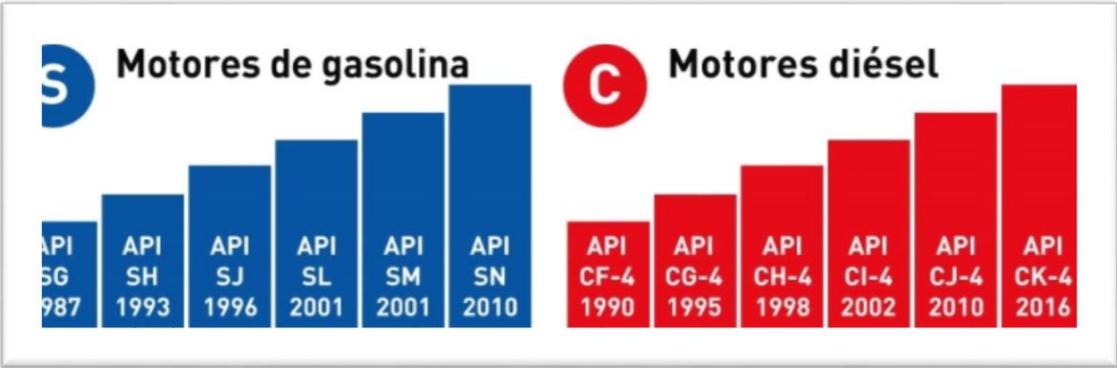


Figura 30. Norma API.

Fuente: Corp. Motul.

En la figura se muestra la viscosidad de los aceites según su grado SAE.

Grado de Viscosidad SAE	Viscosidad a Baja Temperatura (°C) , cP		Viscosidades en alta temperatura (°C)		
	Máx. Arranque	Máx. de Bombeo (Sin esfuerzo)	Cinemática (cSt) a 100°C min.	Cinemática (cSt) a 100°C máx.	Alta Tasa de Corte (cP) a 150°C D4683, D4741 y D5481
0W	6 200 a -35	60 000 a -40	3,8	-	-
5W	6 600 a -30	60 000 a -35	3,8	-	-
10W	7 000 a -25	60 000 a -30	4,1	-	-
15W	7 000 a -20	60 000 a -25	5,6	-	-
20W	9 500 a -15	60 000 a -20	5,6	-	-
25W	13 000 a -10	60 000 a -15	9,3	-	-
20	-	-	5,6	< 9,3	2,6
30	-	-	9,3	<12,5	2,9
40	-	-	12,5	<16,3	3,5 (0W-40, 5W-40, 10W-40)
40	-	-	12,5	<16,3	3,7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40)
50	-	-	16,3	< 21,9	3,7
60	-	-	21,9	< 26,1	3,7

Figura 31. Viscosidad según norma SAE.

Fuente: Prodinsa.

En la figura se muestra las especificaciones técnicas del motor Toyota 1NR-FE, motor que se usó en esta investigación.

Fabricante	Toyota
Código del motor	1NR-FE
Capacidad	1329 (cc)
Tipo de distribución	Cadena de distribución
Válvulas por cilindro	4
Número de cilindros	4
Sistema de combustible (marca y tipo)	SFI
Tipo de encendido	DIS
Orden de encendido	1-3-4-2
Presión de inyección / presión del sistema	3,1 – 3,5 (bar)
Bujías (marca y tipo)	DENSO SC20HR11
Espacio de la bujía (nuevo)	1.0 – 1.1 (mm)
Espacio de la bujía (usado)	1.3 (mm)
Número de bujías	4
Presión de aceite	1.5 – 5.5 / 3000(bar/rpm)

Figura 32. Ficha del motor 1NR-FE Toyota.

Fuente: Técnica Motors.

En la figura se muestra la estructura de diseño del pistón en los motores 1NR-FE Toyota.

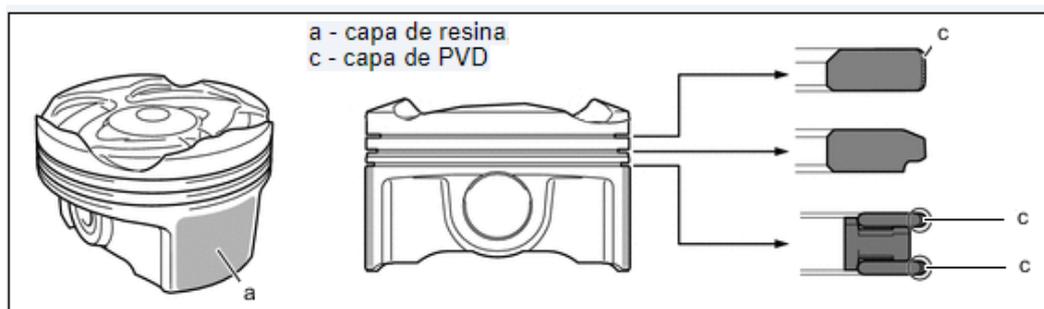


Figura 33. Pistón del motor 1NR-FE Toyota

Fuente: Toyota-club.net.

En la figura se muestra el circuito que recorre el aceite para lubricar los elementos móviles del motor 1NR-FE Toyota.

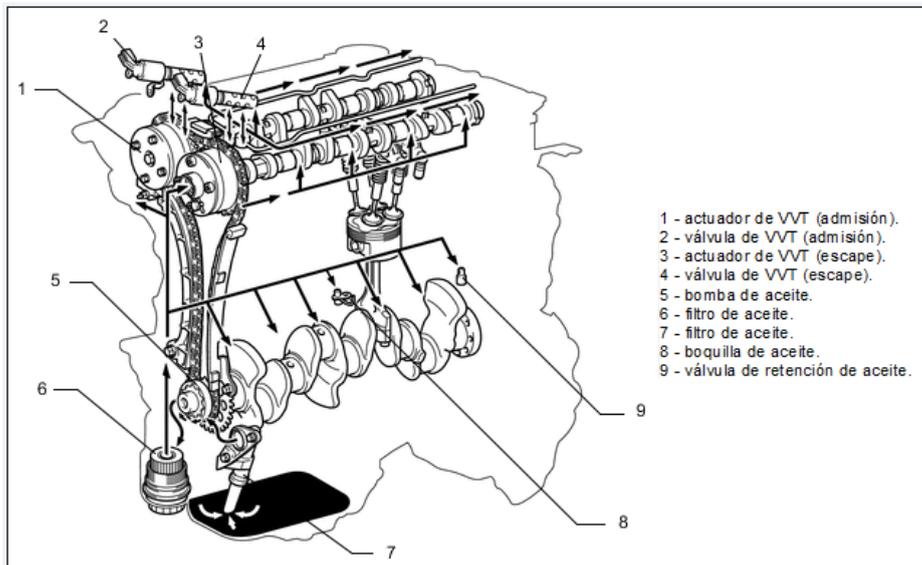


Figura 34. Sistema de lubricación del motor 1NR-FE Toyota.

Fuente: Toyota-club.net.

En la figura se muestra la bomba de aceite del tipo rotor y sus componentes, que tiene como función impulsar el aceite a los componentes móviles del motor.

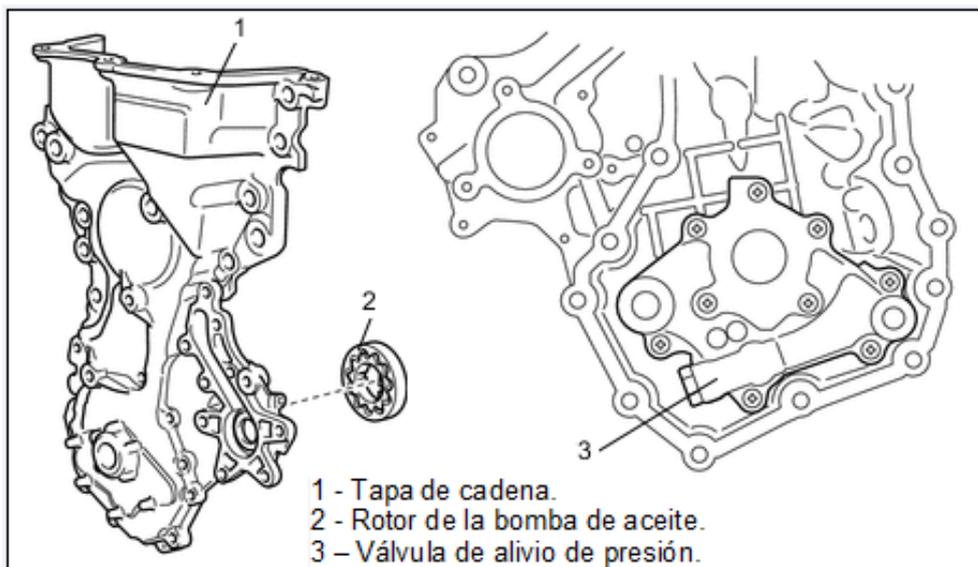


Figura 35. Bomba de aceite del motor 1NR-FE Toyota.

Fuente: Toyota-club.net.

En la figura se muestra los inyectores de aceite, estos tienen la función inyectar aceite a la falda del pistón para su enfriamiento.

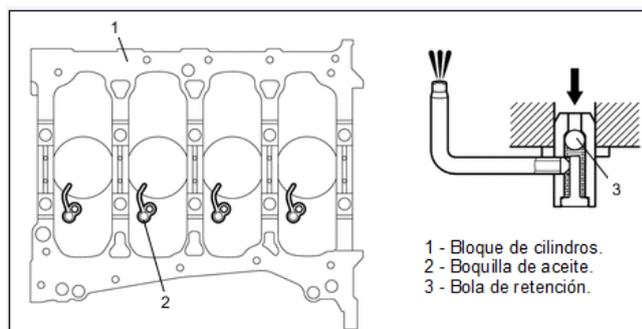


Figura 36. Boquilla de aceite en bloque del motor 1NR-FE Toyota.

Fuente: Toyota-club.net.

En la figura se muestra las posibles fuentes de presencia de los metales en el aceite.

Elemento	Posible fuente
Aluminio	Pistones, cojinetes, bombas, arandelas de presión
Antimonio	Cojinetes, grasas
Bario	Aditivo inhibidor de herrumbre y oxidación, grasas
Boro	Aditivo anticorrosivo en refrigerantes, aditivo antidesgaste y EP, polvo/tierra
Calcio	Aditivos detergentes/dispersantes, grasas, cemento
Cromo	Anillos de pistones, rodamientos
Cobre	Cojinetes, aleaciones de bronce/latón, bujes, arandelas de presión, tubos enfriadores de aceite
Hierro	Ejes, rodamientos, cilindros, engranajes, pistones y anillos
Plomo	Cojinetes
Litio	Grasas
Magnesio	Aditivos detergentes/dispersantes, engranajes automotrices, agua salada
Molibdeno	Anillos del pistón, aditivos EP
Níquel	Cojinetes, tren de válvulas, alabes de turbinas
Fósforo	Aditivos antioxidante/antidesgaste, EP
Potasio	Aditivo del refrigerante
Plata	Cojinetes, pasador del pistón
Silicio	Polvo/tierra, aditivo antiespumante
Sodio	Aditivos del refrigerante, agua salada
Estaño	Cojinetes, jaula de rodamientos, soldaduras
Titanio	Aditivo antidesgaste, alabes de turbinas
Cinc	Aditivo antidesgaste/antioxidante, sellos de neopreno

Figura 37. Metales que se puede encontrar en los aceites.

Fuente: Noria Latín América.

En la figura se muestra las partes por millón (ppm) de los metales que se puede presentar en el aceite.

Análisis Físico – Químico de la vida útil en aceites sintéticos.				
CROMO (CR)	0	1	1	1 a 3 ppm
ALUMINIO (AL)	2	3	2	1 a 10 ppm
PLOMO (PB)	0	2	1	1 a 20 ppm
ESTAÑO (SN)	0	2	1	1 a 10 ppm
SILICIO (SI)	5	4	5	1 a 20 ppm
SODIO (NA)	4	3	3	1 a 10 ppm
POTASIO (K)	0	2	1	1 a 10 ppm
MOLIBDENO (MO)	67	63	62	10 a 80 ppm
NÍQUEL (NI)	0	1	0	1 a 15 ppm

Figura 38. Metales que se puede encontrar en un aceite sintético.

Fuente: Singo Caiza.

En la figura se muestra la capacidad de retención de un filtro con elemento de membrana celulosa.



Figura 39. Filtro LYS de elemento de membrana Celulosa.

Fuente: Catálogo de productos LYS

En la figura se muestra la capacidad de retención de un filtro de flujo total con elemento de membrana celulosa.

LF3001	
Descripción	: FILTRO SELLADO DE ACEITE
Diámetro Ext-1 (mm)	: 66,80
Rosca	: 3/4"x16 - 1B
Altura (mm)	: 78.00
DIMENSIONES	
Diámetro Ext-1 (mm)	: 66,80
Diámetro Ext-2 (mm)	: 0.00
Diámetro interior-1 (mm)	: 0.00
Diámetro interior-2 (mm)	: 0.00
Val. Der. (PSI)	: 12 - 15
Conexión ingresa	:
Largo (mm)	: 0.00
Rosca	: 3/4"x16 - 1B
Sensor	:
Observaciones	: -
Altura (mm)	: 78.00
em (di)	: 54.00
Emp (de)	: 62.00
Val. Antidro	: Si
Conexión Salida	:
Ancho(mm)	: 0.00
Tapas	:
eficiencia	: 35 micras 99%
tipo de filtro	: ENROSCABLE
tipo de filtración	: FLUJO TOTAL

Figura 40. Filtro de aceite LYS para motor y su capacidad de filtrado.

Fuente: Catálogo de productos LYS.

En la figura se muestra la duración de un filtro con elemento sintético, Teniendo una duración de 15000 millas (24140.16 km) conservando el aceite de motor.

**PUROLATOR ONE**

ADVANCED ENGINE PROTECTION

1 OIL FILTER  
1 FILTRE À HUILE  
1 FILTRO DE ACEITE

SYN-BLEND MEDIA  
UP TO 15,000 MILES | MILLAS

- **Material combinado sintético:** hasta 15.000 millas de protección avanzada del motor
- **Tubo central de doble hélice de alta circulación:** ayuda a optimizar la circulación de aceite
- **Válvula antidrenaje de silicona:** evita arranques en seco
- **Junta tratada con PTFE:** Resistente al calor - Se mantiene flexible para una protección avanzada contra fugas y proporciona una fácil instalación y eliminación

Figura 41. Filtro de aceite Purolator ONE para motor.

Fuente: Catálogo de productos Purolator.

En la figura se muestra la duración de un filtro con elemento sintético, Teniendo una duración de 10000 millas (16093.44km) conservando el aceite de motor.



Figura 42. Filtro de aceite Purolator para motor.

Fuente: Catálogo de productos Purolator

En la figura se muestra los plegados y retención de un filtro de aire Bosch.

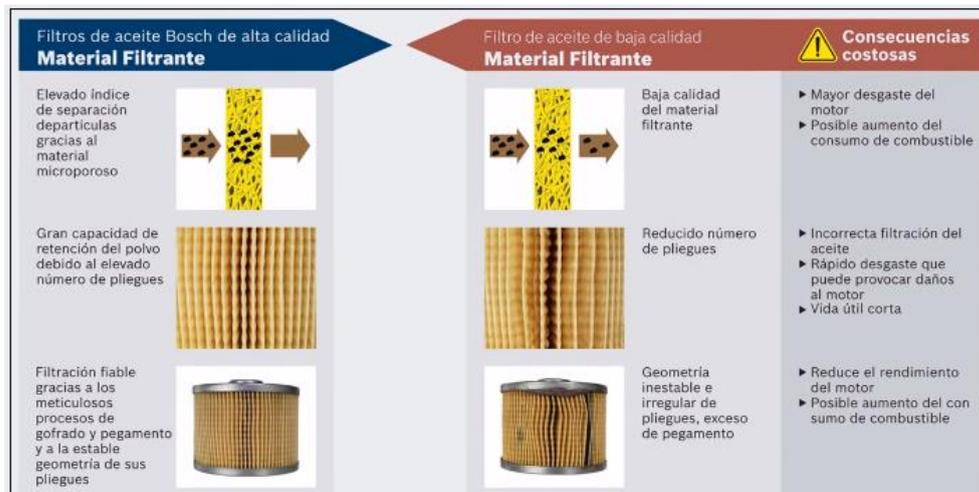


Figura 43. Características del filtro de aire Bosch.

Fuente: Corporación BOSCH.

En la figura se muestra los tiempos de recambios de los filtros Purolator en sus diferentes presentaciones.

	PurolatorBOSS™	PurolatorONE™	Purolator®
<b>DRIVER</b>			
Oil Change Interval (miles)	Up to 15,000*	Up to 10,000*	Up to 5,000
Oil Type (ideal match)**	Full synthetics and extended performance	High mileage and synthetics	Conventional and high mileage
Vehicle Coverage	Many popular vehicles	Most popular vehicles – import and domestic	Nearly all vehicles on the road
Driving Habits	City driving, extreme stop-and-go, frequent towing/hauling	City driving, stop-and-go, towing/hauling	Typical/highway driving
Driving Environment	Extreme temperatures, mountains, demanding city traffic	City traffic, dusty roads	Standard
<b>PRODUCT</b>			
Dirt Removal Power™	99%+ <sup>†</sup>	99% <sup>†</sup>	96.5% <sup>†</sup>
Dirt Removal Capacity	27g	15g	13g
Media Material	100% full synthetic SmartFUSION Technology™ media	High-density synthetic blend media	Multi-fiber high-density media
Anti-Drainback Valve	Silicone – performs better, longer	Silicone – performs better, longer	Nitrile
Gasket	PuroSEAL Gasket™ (ethylene-acrylic)	PTFE coated	Nitrile
End Caps	Metal	Metal	Metal
Center Tube	Double-helix metal	Double-helix metal	Double-helix metal

\*When used with a full synthetic oil.  
 \*\*May be used with any oil type or viscosity.  
 †10,000 miles at 20 microns

Figura 44. Tiempos de recambios de los filtros Purolator.

Fuente: Filtros Purolator.

En la figura se muestra la estructura de un filtro con elemento sintético en la marca Purolator.

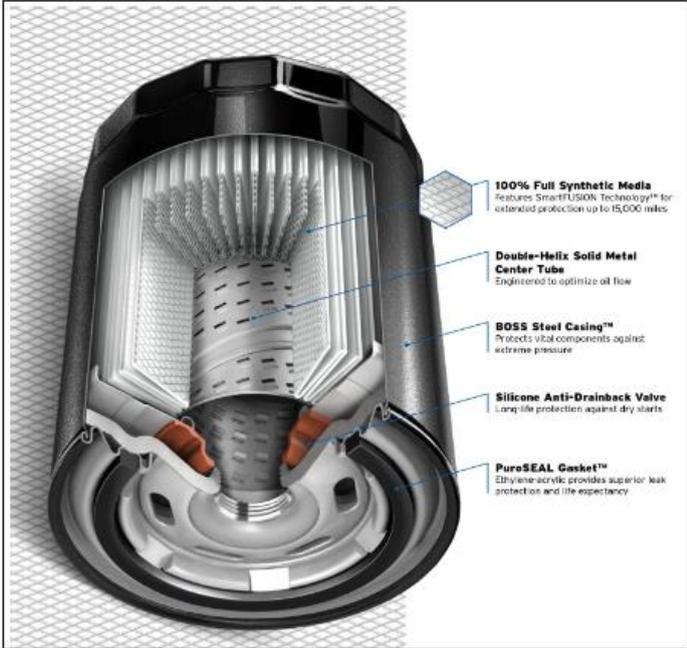


Figura 45. Estructura del filtro Purolator.

Fuente: Filtros Purolator

En la figura se muestra el equipo que utilice para la extracción del aceite del motor, la extracción se efectuó por el alojamiento de la varilla de aceite del motor.



Figura 46. Bomba de vacío manual para extraer el aceite de motor.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el equipo que utilizare para la extracción del aceite del motor, el cual es una bomba de vacío manual.



Figura 47. Kit Bomba de vacío manual para extraer el aceite de motor.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el calentamiento del carro en ralentí antes de extraer el aceite de motor.



Figura 48. Motor en ralentí 750 RPM antes de sacar la muestra de aceite.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra la instalación del equipo para la extracción del aceite del motor, la extracción se efectuó por el alojamiento de la varilla de aceite del motor.



Figura 49. Ingreso de manguera para extracción de aceite de motor.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el llenado del depósito con aceite de motor.



Figura 50. Extracción de aceite para muestra del laboratorio.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el procedimiento que realice para la extracción del aceite del motor, la extracción se efectuó por el alojamiento de la varilla de aceite del motor.



Figura 51. Extracción de aceite de motor.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el llenado del depósito con aceite de motor, la medida solicitada del laboratorio fue de 100 ml.



Figura 52. El laboratorio solicitó 100 ml de aceite de motor como muestra.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra la instalación del equipo para la extracción del aceite del motor, la extracción se realizó por el alojamiento de la varilla de aceite del motor.



Figura 53. Extracción de aceite de motor en el domicilio del propietario.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra la instalación del equipo para la extracción del aceite del motor, la extracción se efectuó por el alojamiento de la varilla de aceite del motor

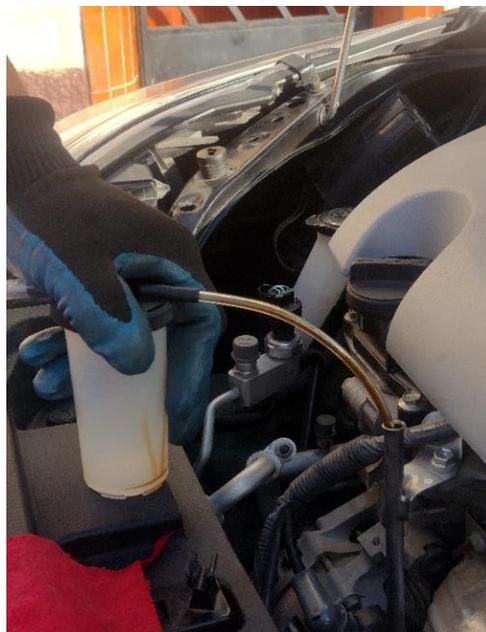


Figura 54. Ingreso de manguera por alojamiento de la baqueta de aceite.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el procedimiento de llenado del depósito que realice para la extracción del aceite del motor.



Figura 55. Extracción de aceite de motor.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el aceite extraído del motor y el envase donde será llenado la muestra de aceite siendo de capacidad de 100 ml.



Figura 56. Muestra y envase de 100 ml para el llenado de aceite de motor.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el sellado de las muestras y aceite nuevo para el envío de laboratorio para su comparación con las muestras de aceite usado que poseen un recorrido de 4800 km.



Figura 57. Muestra selladas de los 3 vehículos Toyota yaris.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el pago que realice a la cuenta del laboratorio para que procedan con la recepción y análisis de aceite, tuve que indicar mi número de DNI.



Figura 58. Pago por análisis de laboratorio de aceite SGS del Perú SAC.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el embalaje de las muestras para el envío al laboratorio, indicando mis datos y el del laboratorio.

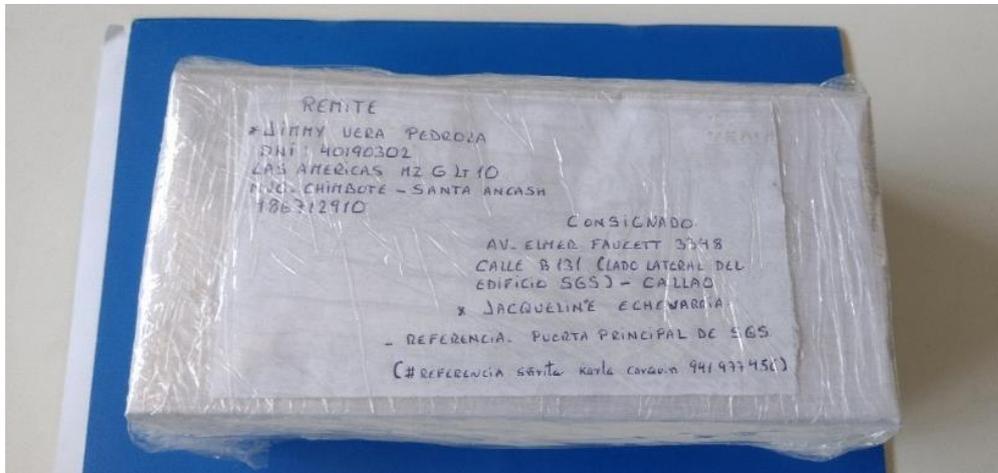


Figura 59. Envío de muestra a laboratorio SGS del Perú SAC.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el lacrado y sellado por parte de la empresa OLVA currier, con destino a lima para la entrega en el mismo laboratorio.



Figura 60. Envío de muestras por agencia OLVA a laboratorio SGS SAC del Perú.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra al personal técnico que me apoyo en la toma de medidas de los motores 1NR-FE Toyota, los técnicos cursan el último ciclo de su carrera. Durante la toma de medidas contábamos con el apoyo de su instructor a cargo.



Figura 61. Estudiantes de Senati – Chimbote que me apoyaron en la toma de medidas de los motores.

Fuente: Propia

En la figura se muestra una caja de repuesto, conteniendo anillos para pistones del motor 1NR- FE el cual indica el diámetro de 72.500 mm.

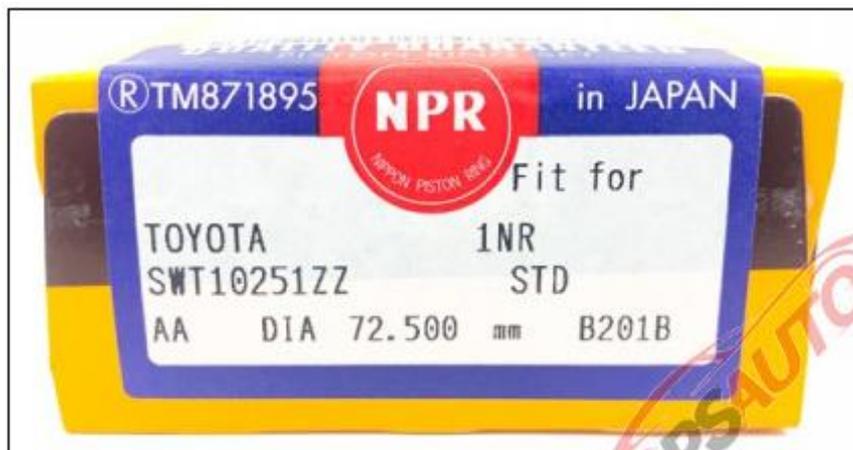


Figura 62. Especificaciones de los anillos de motor 1NR-FE

Fuente: Topsautos.

En la figura se muestra la instrumentación que se usó para la toma de medida de los elementos móviles del motor 1NR-FE Toyota.



Figura 63. Instrumentos para la toma de medidas del conjunto móvil.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra la verificación del cilindro del motor con el alexometro, se usó un distanciador de 72.7 mm para tener mayor precisión.



Figura 64. Verificación del diámetro del cilindro con el uso de un alexometro.

Fuente: Propia

En la figura se muestra el uso de micrómetro con rango de 50 a 75mm, para verificar el diámetro del pistón del motor 1NR-FE Toyota.



Figura 65. Medida del diámetro de pistón del motor.

Fuente: Propia

En la figura se muestra al técnico usando el micrómetro con rango de 0 – 25 mm para verifica el espesor de los anillos de pistón del motor 1NR-FE Toyota.



Figura 66. Verificación de espesor de anillos

Fuente: Propia.

En la figura se muestra la verificación de luz de los anillos, estos fueron colocados en el cilindro del motor y se procedió a su medida, los resultados se encuentran en la tabla de este informe.



Figura 67. Verificación de luz de anillos.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el valor encontrado en la toma de medida de la luz de anillos siendo de 0.35 mm sobre pasando el valor requerido según el fabricante.



Figura 68. Valor encontrado en la luz de anillo.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra la verificación del juego lateral del pistón con las paredes del cilindro.



Figura 69. Verificación de juego lateral del cilindro y pistón.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra el valor encontrado entre el pistón y cilindro siendo 0.050mm, el valor está dentro de lo especificado por el fabricante.

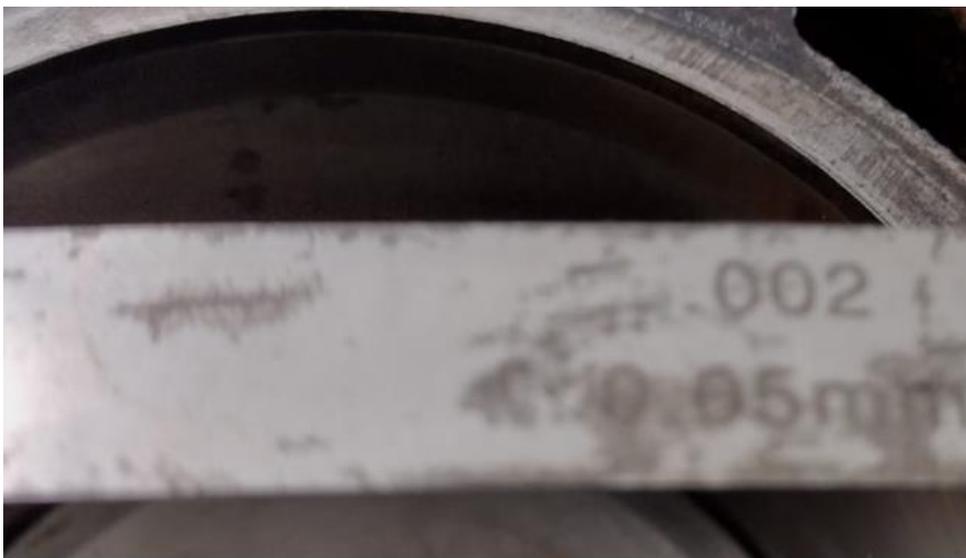


Figura 70. Verificación de juego lateral del cilindro y pistón.

Fuente: Propia.

En la figura se muestra la verificación de la película de aceite entre el cigüeñal y la tapa de bancada del cigüeñal, para esta verificación se uso plastigey de color verde el cual es indicado para los motores a gasolina.



Figura 71. Verificación de luz de aceite usando el plastigey, en el conjunto móvil del motor 1NR-FE Toyota.

Fuente. Propia

Procedimiento que se realizo

- Colocar plastigey en todos los muñones de cigüeñal.
- Ajuste de bancada de cigüeñal, usando un torquimetro ( rango de torque 250 lb-pie.
- Remover tapas de bancada de cigueñal.

En la figura se muestra la verificación de la película de aceite entre el cigüeñal y la tapa de bancada del cigüeñal, la medida que se obtuvo fue de 0.38 mm, estando al límite máximo según datos del fabricante.



Figura 72. Verificación de luz de aceite, con uso de plastigey.

Fuente propia

En la figura se muestra la verificación de compresión del motor en los 4 cilindros del motor, para esta operación los técnicos usaron un equipo llamado compresimetro para determinar el estado del motor y sus elementos móviles



Figura 73. Instalación de equipo compresimetro con rango de 300 PSI.

Fuente. Propia

En la figura me encuentro tomando la compresión del motor con el apoyo de los técnicos, quienes dan el giro al motor, para esta prueba ellos cortan la alimentación del combustible y la corriente en las bobinas de encendido, con esta prueba determinan el estado de los elementos móviles y se realiza en los 4 cilindros.



Figura 74. Toma de compresión de motor 1NR-FE.

Fuente. Propia

En la figura me encuentro mostrando el manual del propietario del vehículo Toyota el cual posee el motor 1NR-FE.



Figura 75. Manual del propietario del Toyota Yaris.

Fuente. Propia

En la figura se muestra el mantenimiento que se realizó al vehículo en el concesionario de Toyota.

SERVICIO	KILOMETRAJE	FECHA	NÚMERO DE DOCUMENTO (OT)	NOMBRE DEL ASESOR DE SERVICIO	FIRMA DEL GERENTE O EL ASESOR DE SERVICIO	SELLO DEL CONCESIONARIO	FIRMA DEL CUENTE
Primer mantenimiento al mes	2017	15/01/19	73453	Mauricio	Humberto C. Morales	ASESOR DE SERVICIO	
5,000 km	5414	07/03/19	76068	Cuervo	Humberto C. Morales	ASESOR DE SERVICIO	
10,000 km	9974	28/06/19	81741	Mauricio	Humberto C. Morales	ASESOR DE SERVICIO	
15,000 km	15,173	26/10/19	87451				
20,000 km	20,407	03/02/20	92254				

Figura 76. Fechas de programación de mantenimiento del Toyota Yaris.

Fuente. Propia

En la figura se muestra el plan de mantenimiento que realiza el concesionario a los vehículos, según el manual de servicio del propietario del automóvil.

Intervalos de servicio		En tiempo de operación	En miles de kilómetros de recorrido																																
		(*)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150			
Reemplazo de componentes			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
Aceite de motor (ver nota 1.)	6 meses		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Filtro de aceite de motor	6 meses		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R			
Filtro de aire de motor			I	I	I	I	R	I	I	I	R	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	R			
Bujías convencionales																																			
Bujías de punta de iridio																																			
Correa de transmisión																																			
Correa de distribución																																			
Cadena de distribución																																			
Filtro de combustible dentro del tanque																																			
Filtro de combustible de tipo metálico																																			
Refrigerante del motor tipo SLLC (ver nota 6.)	48 m																																		

Figura 77. Control de servicio del vehículo Toyota Yaris.

Fuente. Propia

En la figura se muestra elemento filtrante Bosch, según el trabajador del lubricentro este filtro posee elemento filtrante celuloso de mejor calidad con respecto a las otras marcas que poseen este mismo elemento.



Figura 78. Filtro de aceite Bosch.

Fuente. Propia

En la figura se muestran dos filtros en la marca Bosch, siendo un filtro blindado y del lado derecho un elemento de filtración de aceite elemento filtrante Bosch.



Figura 79. Filtro de aceite Bosch y elemento.

Fuente. Propia.

En la figura muestro la visita que realice al lubricentro para pedir información de los filtros y de los aceites que comercializan, en la presentación mineral y sintético.



Figura 80. Filtro de aceite, Bosch, Nissan, Toyota.

Fuente. Propia.

En la figura muestro la visita que realice al lubricentro para pedir información de los aceites que comercializan en la presentación mineral y sintético y solicitar la cotización para poder realizar mis objetivos específicos.



Figura 81. Cotización de filtro y aceite.

Fuente. Propia.

En la figura muestro la visita que realice al lubricentro para pedir información de los aceites que comercializan y comparar con mis propiedades de los aceites sintéticos y mineral.



Figura 82. Visita a centro lubricante de aceite.

Fuente. Propia.

Encuesta a propietarios de vehículos, se utilizó encuesta virtual, para el llenado de las encuestas, por ser de factibilidad a los propietarios de los vehículos. Se comparte el link de la encuesta.

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfD0vWMMmYjesy-UQtNegpUUCSFQNVUbXLgKXP1qIAi06BSCg/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfD0vWMMmYjesy-UQtNegpUUCSFQNVUbXLgKXP1qIAi06BSCg/viewform?usp=sf_link)



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Propuesta de Mejora del Sistema de Lubricación en Motores 1NR-FE Toyota, para Aumentar su Vida útil y Operatividad, 2022.", cuyo autor es VERA PEDROZA JIMMY WILLIAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 18 de Enero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN <b>DNI:</b> 17828568 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8621-236X	Firmado electrónicamente por: TSIFUENTES el 18- 01-2023 21:57:02

Código documento Trilce: TRI - 0523549