



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Mejora de la eficiencia energética vehicular al medir la  
compresión de motores de combustión y la calidad del lubricantes  
en una planta de revisiones técnicas vehiculares

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Lizarraga Aguirre, Armando Alex (ORCID: 0000-0003-3006-0613)

Salazar Ruiz, Wilder Jonathan (ORCID: 0000-0002-3829-0977)

**ASESOR:**

Dr Anibal Jesus, Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas y Planes de Mantenimiento

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis está dedicado con todo mi cariño y amor mis padres Hermes Lizárraga y María Aguirre y Hermanos Rafael y Roy que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños.

**Armando Alex Lizárraga Aguirre**

Dedico este objetivo a mis padres Pablo Salazar y Elvia Ruiz, a mis hermanos y a todos mis amigos en especial a Eleazar Torres que ha sido como un soporte para completar esta meta trazada

**Wilder Jonathan Salazar Ruiz**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Universidad César Vallejo, en especial a la Escuela Profesional De Ingeniería Mecánica Eléctrica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los excelentes Docentes, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

**Armando Alex Lizárraga Aguirre**

El más sincero agradecimiento a la Familia Universitaria, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

**Wilder Jonathan Salazar Ruiz**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN .....	7
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. METODOLOGÍA .....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	19
3.2. Variables y operacionalización: .....	19
3.3. Población, muestra y muestreo .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	20
3.5. Procedimientos: .....	21
3.6. Método de análisis de datos: .....	26
IV. RESULTADOS .....	31
4.1. Motor a Gasolina .....	31
4.2. Motor Diésel.....	33
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	37
IV. RECOMENDACIONES .....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS .....	6

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 - Rangos de las viscosidades según la norma SAE, 2008 .....</i>	<i>28</i>
--	-----------

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 - Compresión del cilindro 1, 2, 3 y 4 (Gasolina) .....</i>	<i>31</i>
<i>Gráfico 2 - Comparación de presión (Gasolina) .....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 3 - Promedio de Compresión (Gasolina).....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 4 - Compresión del cilindro 1 (Diésel) .....</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico 5 - Comparación de presión (Diésel) .....</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico 6 - Promedio de Compresión (Diésel).....</i>	<i>34</i>

## RESUMEN

El trabajo de investigación que se realiza en la planta de revisiones técnicas OTANOR sirve para determinar los diferentes problemas que ocurren para la obtención de mayores niveles de eficiencia energética de los vehículos a través de la aplicación de herramientas y equipos de instrumentación y perfeccionamiento en el mantenimiento preventivo, se puede lograr la eficiencia energética que tanto necesita nuestra sociedad. Por lo que se hizo un diseño experimental porque es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto. En este diseño experimental se manipularon dos variables. La primera variable es la medida de compresión de cilindros, podemos deducir que un vehículo gasolinero se encuentra en mejor estado porque tiene medidas de compresión uniformes en sus cilindros y con rangos mayores de compresión de 130 PSI. Para los vehículos petroleros, la medición de compresión toma como valores aceptables a medidas mayores de 320 PSI para cada cilindro. La segunda variable respecto a la medida de la calidad del lubricante, se observa que los lubricantes 20W50 disminuyen su grado de viscosidad por lo que produce desgaste prematuro de cilindros y pistones, mientras que los lubricantes de tipo 10W30 mantienen dicho índice. Un lubricante demasiado viscoso crea una capa gruesa entre los componentes por lo que aumenta la resistencia y la presión entre ellos, aumentando el rozamiento entre ellas y desgaste prematuro. Por lo que, al agregar esas dos medidas dentro del sistema de revisiones técnicas en la normatividad peruana, ayuda a detectar los vehículos antes que sucedan fallos en su sistema, mejorando así el parque automotor en la ciudad de Trujillo

**Palabras Clave:** compresión cilindro, revisión técnica vehicular, calidad de lubricante, eficiencia energética, parque automotor

## ABSTRACT

The research work carried out in the OTANOR technical review plant is used to determine the different problems that occur in obtaining higher levels of energy efficiency in vehicles through the application of actions that are fundamentally based on the improvement of the instrumentation and improvement in preventive maintenance, it is possible to achieve the energy efficiency that our society needs so much. Therefore, an experimental design was made because it is a statistical technique that allows the causes of an effect to be identified and quantified. Two variables were manipulated in this experimental design. The first variable is the cylinder compression measurement, we can deduce that a gasoline vehicle is in better condition because it has uniform compression measurements in its cylinders and with higher compression ranges of 130 PSI. For oil tankers, the compression measurement takes as acceptable values greater than 320 PSI for each cylinder. The second variable regarding the measurement of the quality of the lubricant, it is observed that 20W50 lubricants decrease in viscosity less than 90%, which is why it is very likely to occur due to shear effects; while 10W30 lubricants show more stable values. A lubricant that is too viscous creates excess resistance, excess pressure, leaving a friction between dry parts and high wear. Therefore, by adding these two measures within the system of technical reviews in Peruvian regulations, it helps to detect vehicles before failures occur in their system, thus improving the vehicle fleet in the city of Trujillo.

**Keywords:** cylinder compression, vehicle technical review, lubricant quality, energy efficiency, vehicle fleet

## I. INTRODUCCIÓN

El esquema energético del mundo moderno se basa en la utilización de combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural que son extraídos de yacimientos puntuales en la Tierra, sin embargo, estos recursos son no renovables, extinguidos, de alto grado de contaminación, cuyo sistema de distribución está controlado por pocas empresas transnacionales los cuales no reparten de manera equitativa dichos productos y sus derivados. Se presume que unos años este sistema será insostenible debido al poco ahorro de energía y la ineficiencia del mismo, debido a que no se aprovecha toda la energía generada en su combustión, por la inflación global de sus precios, y el impacto ambiental negativo que causa su producción y su consumo.

El trabajo de investigación que se realiza en la planta de revisiones técnicas sirve para determinar los diferentes problemas que influyen en la obtención de medidas de los niveles de eficiencia de energía de los vehículos, pues estudios anteriores han demostrado que se puede mejorar la gestión energética entre un 5% y 10%. En nuestro país según las características de las empresas estas cifras tiene la posibilidad de alcanzar hasta un 25% por lo que se estima que a través de la implementación de técnicas de medición automatizadas como equipos modernos de medición e instrumentación, optimización de la eficiencia energética, seguimiento a los mantenimientos programados, aprovechar la infraestructura logística existente para medir la eficiencia del consumo de combustible, se puede lograr la eficiencia energética que tanto necesita nuestra sociedad.

Con este proyecto se da respuesta a una de las necesidades de la problemática energética actual donde se encuentra inmersa el medio ambiente y la economía, y supone de una disposición y cambio en el pensamiento filosófico de los funcionarios administrativos, técnicos y operarios que trabajan en el rubro energético, y con ello lograr los resultados que el medio ambiente necesita.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Centro de revisión técnica vehicular**

Es aquella institución o empresa que se encarga de la inspección y verificación de las condiciones de un vehículo de acuerdo a sus normativas vigentes en el país mediante la verificación de su estado mecánico y nivel de emisiones contaminantes. Dicha inspección se efectúa de manera uniforme, confiable, íntegra, imparcial e independiente y sus resultados con claridad al cliente. (Salazar, 2009)

La revisión técnica vehicular tiene por objeto primordial garantizar las condiciones mínimas de seguridad de los vehículos basados en los criterios de diseño y fabricación de los mismos. Además, permite comprobar que cumplan con la normativa técnica y mantengan un nivel de emisiones contaminantes que no superen los límites máximos establecidos en la norma vigente. Un manual de procedimientos para la revisión técnica de vehículos automotores en las estaciones de RTV, pretende establecer las especificaciones generales de actuación durante las revisiones y unificar en lo posible, los criterios y procedimientos de inspección técnica de vehículos. Todo combustible tiene una energía interna que puede ser transformada en trabajo, entonces, en los motores de combustión interna, la energía utilizada para que el motor realice un trabajo es la energía interna del combustible. (Villegas A., 2007)

#### **2.2.1. Clases de inspección técnica vehicular:**

Existen 4 clases de inspección en el territorio peruano, la primera sería la inspección técnica ordinaria que es la que deben cumplir todos los automóviles que transitan por las vías públicas terrestres. También se realiza la inspección técnica por incorporación los cuales cumplen los vehículos nuevos importados y los vehículos subastados por entidades gubernamentales oficiales.

La inspección técnica complementaria se realiza a vehículos en función al trabajo específico que realizan, es decir a los distintos elementos que

transportan como son materiales peligrosos o personal humano. Finalmente tenemos la inspección técnica voluntaria que se realiza a solicitud del propietario al solicitar la verificación de las características técnicas y/o mecánicas del vehículo después de un accidente de tránsito, para verificar si el vehículo aún mantiene su buen funcionamiento.

### **2.2.2. Propósitos de la Revisión Técnica Vehicular**

Los propósitos de la revisión técnica vehicular son los siguientes:

- Cumplir con la normatividad de la Constitución política de la República del Perú
- Reducir los índices de accidentes de tránsito.
- Conservar el medio ambiente a través de la disminución de vehículos que contaminen.
- Optimizar el consumo energético de los vehículos.
- Brindar soporte a las autoridades para proteger la vida, la propiedad pública y privada.

### **2.2.3. Modelos de Sistema de Inspección Técnica Vehicular**

La revisión técnica vehicular es importante para la matriculación de un vehículo a nivel público, comercial y privado en todo lado del mundo por lo que existen varios sistemas que autorización a las empresas de inspección como es por concesión, autorización y liberalización. (Krautner, Modelos de inspección técnica vehicular, 2009).

#### **2.1.3.1. Sistema por Concesión**

Es cuando una o varias empresas logran la autorización de ser centro de revisión técnica vehicular en una determinada área territorial asignada por el gobierno donde no se deben realizar reparaciones. Solo se realizan inspecciones con criterios uniformes, se monitorea el crecimiento del parque automotriz y el gobierno comparte la tecnología

de los equipos en todos los centros logrando así un mayor control, pero a las tarifas designadas por el mismo.

#### **2.1.3.2. Sistemas por Autorización**

Cuando las compañías logran autorización por el Ministerio de Transportes y forman una mayor red de centros de revisión, se genera la competencia entre ellos por su facilidad, flexibilidad y precios de las tarifas cumplen con las normativas del gobierno para que puedan realizar revisiones según sus criterios de revisión.

#### **2.1.3.3. Sistemas de Liberalización**

Cuando cualquier empresa o taller que cumpla con los requerimientos y tenga los equipos solicitados por el gobierno tenga la autorización del Ministerio de Transportes para realizar la revisión técnica. Con ello se observa que los mismos talleres pueden reparar el auto, hay una libre competencia entre ellos, son de tarifas más bajas debido a la gran competencia. Al haber un gran número de centros es difícil comprobar los criterios adecuados de inspección por lo que el estado siempre está supervisando rigurosamente el cumplimiento de la operación.

#### **2.2.4. Etapas del proceso de inspección técnica vehicular.**

El proceso de inspección técnica vehicular consta de seis etapas.

1) *Verificación, identificación de documentos e ingreso de datos*

Esta primera etapa el cliente deberá realizar el pago y presentar su Boucher. Luego, se identificará el vehículo mediante la verificación de los documentos: licencia de conducir, tarjeta de propiedad y SOAT vigente.

2) *Analizador de gases u opacidad*

Seguidamente pasa a la etapa de analizador de gases, el cual mide el proceso de combustión del motor, del cual se obtienen diversos gases y productos. Los más importantes son el monóxido de

carbono, el dióxido de carbono, el oxígeno y los hidrocarburos no quemados.

El equipo muestra el porcentaje presente de estos gases e indica en qué proporciones se encuentran los mismos respecto a los límites permisibles según la normativa del MTC.

En caso el vehículo tenga un motor diésel, se utilizará un equipo análogo al analizador de gases, el opacímetro. Los opacímetros son analizadores de paso de luz los cuales usan una cámara cerrada usando muestreo de descargas parciales de haces de luz, con ello se mide el paso parcial o total del mismo.

3) *Medir la intensidad luminosa de los faros*

Se mide la intensidad luminosa y la distancia máxima que alumbran las luces altas y bajas de los faros delanteros del vehículo. También se verifican el estado de las luces de retroceso, si hay alguna alerta, del freno y la intermitente de emergencia.

4) *Inspección visual*

Los operarios o técnicas deben considerar mediante inspección visual la suspensión de muelles y amortiguadores, si la cañería del sistema de frenos está en buen estado, la hermeticidad de los tanques de combustible, de corona y de transmisión, y sobre todo del cárter para que no fugue aceite. Por debajo se verá la barra de dirección y rótulas, si cuentan con láminas retro reflectivas, estado del parachoques, del parabrisas, limpiaparabrisas, chasis, neumáticos delanteros y traseros, del Cinturón de seguridad y del tablero general que muestre las alertas. Según el tipo de vehículo se pide botiquín, extintor, cuña, triángulo de seguridad. Finalmente, según la tarjeta de propiedad se revisa si coincide con el número de motor y número de serie de chasis

- 5) **Test de alineamiento, suspensión y frenos**  
Se verificará el alineamiento de las ruedas delanteras y posteriores y la inclinación de las ruedas respecto al piso plano.  
Se evalúa el estado de los amortiguadores con un sistema de plataforma móvil la cual determina la eficiencia de los amortiguadores de cada tracción, tanto delantera como posterior.  
Se comprobará la eficiencia, desbalance y arrastre de los frenos delanteros, posteriores y de peligro. Se calcula la eficiencia del frenado mediante la comparación de los pesos de cada eje.
  
- 6) *Entrega del certificado de la inspección vehicular vigente*  
De acuerdo a la norma de identificación de defectos del MTC, se emitirá un informe técnico donde se detallarán las faltas leves y graves del vehículo que tendrán que ser subsanadas en un plazo de 30 días sin costo alguno. Si el vehículo aprobó la inspección técnica, se emitirá un certificado y se le entregará una calcomanía.

#### **2.2.5. Función del personal humano en un centro de revisión técnica**

1. *Verificación, identificación de documentos e ingreso de datos*  
El digitador/a es quien anota la placa y recibe el Boucher de pago y verifica que se haya realizado el pago correspondiente, luego de identificar el vehículo ingresa en la base de datos los números de tarjeta de propiedad, SOAT, breveté. Le indica al chofer la línea de inspección.
  
2. *Analizador de gases u opacidad*  
El mecánico levanta el capó del auto e inserta un sensor de temperatura en el motor y anota el resultado. Luego, inserta el analizador en el tubo de escape indicándole al propietario que acelere el automóvil durante 5 segundos y anote el resultado.

3. *Medir la intensidad luminosa de los faros*  
Un operario indica al chofer que encienda las luces bajas para medir la intensidad luminosa con un luxómetro. Luego, enciende las luces altas y vuelve a realizar la medición.
  
4. *Inspección visual*  
El mecánico de motores inspecciona los componentes exteriores cuando el vehículo ha ingresado a la zanja de inspección y escribe las faltas que encuentre.
  
5. *Test de alineamiento, suspensión y frenos*  
El mecánico opera las máquinas automatizadas de alineamiento, suspensión y frenos. Esta etapa es la que presenta un cuello de botella debido a que agrupa las pruebas.
  
6. *Entrega del certificado de la inspección técnica vehicular vigente*  
Finalmente, luego que el vehículo ha culminado los test, se procede a recopilar el resultado en un certificado el cual estará vigente por un año en caso y se entregan todos los documentos personales al cliente. Si el resultado es un informe, se le explican al cliente las faltas encontradas.

## **2.2. Lubricación.**

Para reducir la fricción y las fuerzas de rozamiento entre dos partes móviles se inserta un fluido viscoso llamado lubricante o aceite que crea una capa que separa las superficies de contacto de ambos componentes. Este aceite es absorbido por el tubo colector gracias a la bomba que se encuentra en la parte inferior del motor y se encarga de llevarlo al filtro y distribuirla a las piezas móviles eliminando cualquier tipo de contaminante.

Para entender los efectos del lubricante en el motor es necesario conocer los dos tipos de lubricación:

- 2.2.1.** Lubricación hidrodinámica: Cuando la capa de lubricante forma un revestimiento que mantiene una separación gruesa entre piezas para evitar las fuerzas de fricción entre sus superficies de rozamiento.
- 2.2.2.** Lubricación marginal: En condiciones ideales de funcionamiento las superficies en contacto del motor hacen contacto directo entre ellos, por lo que se agrega los aditivos químicos para soportar las condiciones de funcionamiento y evitar el desgaste severo al disminuir la fricción entre las piezas.

### **2.3. Contaminación del lubricante**

Hay varios agentes químicos que aparecen en el lubricante usado luego de ser cambiado. Todos estos contaminantes causarán un desgaste prematuro del motor dependiendo del tipo sintético o mineral. Un análisis de la muestra de lubricante nos muestra en proporciones de partes por millón (ppm).

Un alto número de ppm de algún contaminante causan daño irreversible al rayar las partes fijas del motor las cuales al seguir circulando llegarán hasta el filtro de aceite donde quedarán depositadas. Los contaminantes con un menor número de ppm circulan en zonas más delgadas como en las válvulas de admisión, los rodajes, bujías, anillos entre otras partes móviles del motor.

Al hacer el mantenimiento programado del vehículo los cuales incluyen los cambios de líquidos de frenos, dirección, aceite, etc, se detectan cerca del 21% de residuos del líquido anterior. Siendo la del aceite de mayor interés debido a las propiedades que se desea mantener como son la mayor resistencia a la oxidación y que al mezclarse el lubricante nuevo con los residuos contaminantes anteriores, continuarán desgastando el sistema de lubricación del motor, por lo que se recomienda vaciar por completo todo el aceite viejo que contiene para no encontrar restos de hollín, tierra o combustible.

La tierra puede ingresar al sistema de lubricación dañando considerablemente el motor por el silicio que contiene, sin embargo, al hacer los análisis de cantidad de silicio, es normal encontrar ese componente en un motor nuevo o recién rectificado porque el equipo de medición detecta el silicio que sale de los nuevos retenes y selladores. Si medimos el índice de silicio de un aceite nuevo, nos arroja un promedio de 2 ppm de silicio y si el usado contiene 8 ppm, quiere decir 8 ppm de silicio entraron del medio ambiente hacia el motor en forma de tierra a través del filtro de aire o alguna parte del sistema. La tierra que ingresa comienza a destrozar las paredes de los pistones, los anillos y donde existe fricción entre piezas móviles y fijas.

Cuando se detectan índices superiores a los 10 ppm en el aceite, quiere decir que en el filtro de admisión de airea está desgastado y que permite el paso de polvo. Esto sucede porque generalmente en vez de reemplazarlo se sopletea con aire presurizado o se golpea sacudiendo el polvo que contiene, dañando los tejidos microscópicos que mantienen la tierra fuera del sistema

Al realizar el cambio de aceite hay que percatarse que el embudo donde se transfiere el aceite este limpio y no mantener el tapón de aceite descubierto por mucho tiempo

El agua en forma de vapor presente en la atmósfera causa aumenta el potencial corrosivo de los ácidos y reacciona con ciertos aditivos. Cuando el sistema de enfriamiento trabaja con agua y no con refrigerante, es común detectar fugas hacia el sistema de lubricación por lo que deja las piezas mecánicas expuestas al desgaste abrasivo. El agua que se filtra hacia el aceite causa la cavitación y esta provoca corrosión de la superficie donde hay diferencias de presiones. Las burbujas de agua llegan a implosionar provocando la emulsificación del aceite, causando grietas pequeñas en la superficie. Cuando no se cambia el aceite humedecido esas grietas se agrandan debido a la implosión constante en este lugar

Cuando se toma muestras de un motor estando caliente y este presenta fuga de agua, generalmente esta se evapora y quedan residuos químicos como el sodio. Esta agua se filtra por la humedad del medio ambiente o cuando se lava el motor con agua presurizada.

Si se detecta que el nivel de refrigerante o agua disminuye, hay que detectar los puntos de fuga mediante la presurización del sistema de refrigeración para verificar la caída de presión. Es común encontrar fugas en el radiador o en la culata.

Si vemos que no existen fugas en el sistema de enfriamiento, entonces el sodio está entrando con el agua de manera forzada mediante los lavados de motor a presión a través de algunas tapas sin sello o la varilla graduada que mide el nivel de aceite.

En los análisis de lubricante vamos a encontrar compuestos metálicos que proceden de las piezas del motor debido al desgaste natural que presentan al rozar entre ellos. Sabiendo el metal que más aparece en las pruebas, se sabrá que pieza es la que está desgastándose con mayor rapidez, como por ejemplo los pistones y el árbol de levas están hecho de bronce, de cobre o hierro.

Al hacer el análisis de aceite encontramos generalmente el hierro puesto que viene del rozamiento entre las paredes de los cilindros y los pistones, así también las bielas, el árbol de levas, los engranajes de la distribución, el cigüeñal, los rodajes, entre otros, cuyo desgaste no depende de las revoluciones o de la carga, sino de la calidad de lubricación entre sus componentes.

Ocurre desgaste de las paredes entre cilindros y pistones, al raspar los anillos contra las paredes de los cilindros. Si el aceite está contaminado, los contaminantes tienden a rayar las paredes, es allí cuando los aditivos hacen el trabajo de agregar una capa adicional para evitar el desgaste entre ellos. La bomba de lubricante se deteriora cuando se tiene un nivel bajo de aceite y además se le contamina.

Hay que tener en cuenta que en caso el aceite presente filtración de agua, hará que este hierro se oxide y forme la herrumbre de manera más rápida debido a la alta temperatura y presión, provocando un desgaste acelerado de las piezas que son rozadas por estos contaminantes.

Cuando en el análisis se encuentra cobre, es porque proviene de cojinetes, bujes de bielas, arandela de empuje y guías de válvulas. Los cojinetes son aleaciones de diferentes metales diseñados para deslizarse con una pieza de gran carga mientras se mueve por lo que cuando falta lubricación por un bajo grado de viscosidad por los bajos aditivos anti desgaste en un aceite de mala calidad, presenta una degradación y por ende un exceso de rozamiento con su contraparte el cigüeñal y la biela.

Las guías de válvulas también están hechas de cobre, pero cuando el aceite no tiene los aditivos suficientes que garanticen su lubricación hidrodinámica empiezan a formar hollín en los vástagos, esto desgasta las guías, causando resistencia al subir y bajar las válvulas y aparezca el cobre en los análisis muestreados.

Algunos aceites usados presentan metales pesados en los análisis procedentes de los aditivos de la gasolina y del diésel. Se detectaron plomo, cadmio, cromo y cinc entre los más comunes.

El plomo llega en la gasolina y es el que más partes por millón se encuentra en las muestras (2000) inclusive mayor que en el diésel (30) aproximadamente. Justamente es el plomo el que más afecta a la salud de las personas y al medio ambiente y son más difícil de descomponer.

Le continua el cromo, el cadmio y el cinc los cuales se forman comúnmente con la contaminación del aceite y en el desgaste de algunas piezas que los conforman.

### **2.3.1. Relación de compresión**

Los motores de combustión interna son sistemas termodinámicos que transforman la energía química de la explosión del combustible a energía mecánica a través de una máquina formada por estructuras metálicas y mecanismos y sus componentes fijos y móviles como el cigüeñal, bielas, pistón, válvulas de admisión y escape, entre otras piezas, cuya función principal es convertirla en trabajo que genere movimiento al vehículo. Los motores de combustión, a diferencia de las turbinas de vapor y los motores eléctricos, no proporcionan el par de fuerza suficiente cuando están en parada, por lo tanto, utilizan un motor eléctrico solo en el arranque para forzar el movimiento al cigüeñal, luego se desacopla del mecanismo y así empieza el ciclo de admisión y de compresión.

Se requiere una compresión suficiente para operar un motor. La compresión causada por la carrera del pistón está determinada por la relación de dos volúmenes: la relación entre el volumen detectado por el cilindro en la compresión y el volumen restante después de la compresión en la cámara de combustión en el punto muerto del pistón.

Esta relación se llama relación de compresión. Si un motor tiene síntomas como baja potencia, altas emisiones de escape, alto consumo de combustible o ruido mecánico, el problema puede ser una baja compresión en uno o más cilindros, y se requiere una medición de compresión.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación:**

La Investigación es de tipo aplicada porque tiene por objetivo solucionar el problema de la confiabilidad de la eficiencia energética, basándose en la adecuada búsqueda del conocimiento científico para su aplicación y desarrollo.

##### **Diseño de investigación:**

El diseño es experimental porque es permite identificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental donde se cuantifican las variables de manera deliberada, las cuales están vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en una nueva variable como la de confiabilidad de eficiencia energética. El diseño experimental parte de una serie de pautas relativas a las variables que se tiene que manipular, la manera, cuántas veces en las que hay que repetir el experimento y en qué orden estarán para poder establecer con un grado de confianza, predefiniendo la necesidad de una presunta relación de causa-efecto.

#### 3.2. Variables y operacionalización:

**Variable dependiente:** Confiabilidad de la eficiencia energética del vehículo

- Definición conceptual: capacidad de un vehículo de desempeñar una función específica durante un tiempo asignado en condiciones determinadas.
- Definición operacional: capacidad de la eficiencia energética de reducir la cantidad de energía usada en mover un vehículo durante un espacio determinado
- Indicadores: Eficiencia energética de vehículos
- Escala de medición: razón

**Variable independiente 1:** Medida de la compresión del motor de combustión

- Definición conceptual: Medida que verifica el funcionamiento de cada cilindro del motor a través de su compresión en la combustión.
- Definición operacional: Compresión de los cilindros del motor
- Indicadores: Presión de la compresión del vehículo
- Escala de medición: razón

**Variable independiente 2:** Medida de la calidad de lubricante automotriz

- Definición conceptual: Análisis de los componentes químicos del aceite lubricador del vehículo para saber en qué parte se está desgastando y en qué estado se encuentra el aceite a través de sus propiedades
- Definición operacional: Porcentaje de componentes externos y características propias del aceite
- Indicadores: Porcentaje de agentes químicos en el aceite
- Escala de medición: Porcentaje

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Automóviles en la zona de Trujillo que realizan su revisión técnica en Otanor.

**Muestra:** 200 Automóviles que ingresan en las fechas de la semana 2 del tercer mes de lo que dure la presente investigación en la planta OTANOR

**Muestreo:** El cálculo de la muestra serían 20 vehículos aproximadamente que son los que ingresan durante un turno.

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

Se utilizaron las técnicas de entrevistas y observación:

**Entrevista:** Esta técnica se obtiene información segura de la variable en campo a través de las preguntas hacia los conductores dueños de

vehículos que asisten anualmente a la revisión técnica vehicular.

**Observación:** Mediante esta técnica se recoge el proceso de la operación en los centros de revisión técnica vehicular actual y los factores que influyen en el proceso para fundamentar las teorías y conceptos en la investigación.

### **3.5. Procedimientos:**

La Revisión técnica vehicular se inicia con la inspección previa del vehículo, donde se deberá verificar que los vehículos cumplan con la documentación habilitada.

La legalidad de la tarjeta de propiedad del vehículo y su correspondiente con el número de motor y/o chasis y también con el número de placa.

Debe contar con el certificado anterior de revisión técnica vehicular (exceptuando vehículos nuevos).

Verificar que el color, marca y modelo del vehículo sea la que describa con la tarjeta de propiedad.

Luego se debe ingresar la información de identificación del vehículo al sistema informático de OTANOR para habilitar el pago correspondiente, por lo que la revisión deberá estar a cargo del supervisor de turno de la planta, el mismo que comprobará que el vehículo ingrese al sistema del centro de RTV.

Realizado el pago, el vehículo ingresará al patio de la planta de OTANOR y respetar el turno que le toca, luego entregar en ventanilla de atención al cliente los siguientes documentos: Boucher de pago del servicio de la Revisión técnica, SOAT vigente, Certificado previo de la revisión técnica, tarjeta de propiedad

El operario de planta será el único encargado de inspeccionar el vehículo con los equipos de medición anteriormente mencionados para la respectiva inspección visual y la inspección en general.

### 3.5.1. Inspección Visual

La inspección visual se aplicará para todo automóvil que aplique en la revisión donde se revisará por fuera el estado de conservación de la carrocería, parabrisas, espejos, los limpiaparabrisas, espejos retrovisores, estado de la placa de la matrícula, profundidad de hendidura de los neumáticos y adecuado funcionamiento de las luces largas y cortas, direccionales izquierdo y derecho, de freno, intermitentes de parqueo, de retroceso y sujeción de los asientos. Así como el funcionamiento de la bocina.

### 3.5.2. Inspección General:

Primero vamos a verificar la temperatura normal de operación cuando alcanza el motor después de permanecer encendido durante un mínimo de 10 minutos en marcha mínima. También podemos medir con estas mismas condiciones la temperatura del aceite en el cárter del motor cuando llegue a los 75°C a 110°C.

Luego se introducirá una sonda en el tubo de escape del vehículo hasta la posición indicada por el fabricante, los cuales ronda entre los 25 cm a 30cm.

Después se va a realizar la medición de gases, los cuales son en dos regímenes del motor: en ralentí y a régimen de aceleración.

**Régimen de ralentí:** el cual consta con la caja de cambios en neutro (en el caso de vehículos con transmisión automática en posición N), y el motor girando de manera estable usando la inercia interna del árbol de levas sin necesidad de pisar el acelerador, lo que será guardado como el resultado.

**Régimen de aceleración:** al mantener la caja de cambios en modo neutro se acciona el acelerador hasta estabilizar el motor a 1100 rpm aproximadamente durante 30 segundos, el cual se mantiene hasta la indicación del analizador de gases se estabilice, lo que será guardado como resultado.

### **3.5.3. Medida de la compresión del motor de combustión interna.**

Para medir la compresión del motor tenemos los siguientes pasos a seguir:

1. La herramienta que usaremos para medir la compresión del motor es un manómetro que logre leer medidas de hasta 400 PSI. Éste puede encontrarse en cualquier marca en las diferentes tiendas online o en las ferreterías de su confianza.
2. Se va a encender el auto y dejar que el motor trabaje en régimen ralentí, adquiriendo su temperatura normal de operación. prohibido realizar este procedimiento con el motor frío, por lo que conviene tener una buena reserva de gasolina para mantener el motor encendido.
3. Apagar el motor y detener el auto, desconectar los chupones de los cables de alta tensión ubicados en las bujías, anotando el cable que corresponde a cada bujía, puesto que se conectarán en la misma posición. Se recomienda tomar una foto a las bujías antes de desconectar los cables.
4. Con una llave larga se desenrosca una bujía que corresponde a cada cilindro y se coloca el extremo del manómetro en el hueco de la culata donde se inserta la bujía. Es necesario que la boquilla del manómetro cubra este orificio por completo.
5. Encender el motor del auto y acelerar durante 3 segundos para medir la compresión del cilindro del motor de esta bujía. Finalmente apagar el motor y repetir el proceso anterior con cada bujía del automóvil.
6. Lo normal es que cada uno de los cilindros debe valores cercanos de presión, y además que coincidan con la presión indicada por el fabricante del vehículo en el manual. De ser el caso que los motores sean a gasolina, la diferencia entre cilindros puede ser de hasta 1.5 bar.

7. Si el motor del vehículo arroja valores bajos de los normal o difieren mucho entre sus cilindros, debe llevarse a una revisión profunda para determinar el origen de alguna fuga u obstrucción.

#### **3.5.4. Medida de la calidad de lubricante automotriz**

Se describen dos procesos para la extracción de muestras:

**Primer proceso:** Según las especificaciones del laboratorio indica que se deben tomar 120 mililitros de lubricante de motor para su respectivo análisis químico cuando se cambia el aceite de motor, donde se destapa de la bandeja de aceite y se drena para obtener la muestra adecuada usando un embudo.

**Segundo proceso:** Según las especificaciones del laboratorio indica que se deben tomar 120 mL de lubricante de motor, con la ayuda de una jeringa de 60 mL de capacidad y una manguera delgada se introduce por el agujero donde ingresa la varilla de medición del aceite de motor, y de manera progresiva extraer los 120 mL que pide el laboratorio.

En ambos procesos establecidos se realiza un seguimiento y control necesario para los registros del estudio y datos indispensables para el análisis químico del aceite de motor.

#### **3.5.5. Consideraciones previas para las muestras de aceite de motor**

1. Garantizar que las muestras de aceite usado de motor sean los 120 mL que solicita el laboratorio para garantizar buenos resultados.
2. Evitar fugas y contaminaciones durante el envío de las muestras es decir garantizar la hermeticidad del envase, a través de sellar entre la botella y la tapa, con dos vueltas de cinta aislante o teflón.
3. Colocar los membretes a cada muestra verificar que estén correctamente llenados según los requerimientos que necesita el laboratorio químico. Se empaquetan las muestras en una caja de

cartón.

4. Para garantizar confianza en el transporte se adjuntan las fichas técnicas y las fichas de seguridad de cada una de las muestras de aceites.

#### **3.5.6. Establecer un período de cambio de lubricante para extraer la segunda muestra de lubricante.**

La nueva fecha del cambio de aceite se establece basándose en el resultado de los análisis químicos de las pruebas, considerando que los kilometrajes establecidos para cada cambio varían según la marca y modelo de los vehículos los cuales oscilan entre 3000km y 5000 km de recorrido.

Para obtener un mejor resultado en los análisis propuestos, se debe realizar el cambio de lubricante de motor después de hacer el doble de su recorrido, es decir extenderse en un 100 % su operación, para tener el resultado más acertado respecto a los contaminantes que contendrán las muestras; además es necesario analizar mínimo dos muestras para que la tendencia de los químicos encontrados se ubiquen en la mejor proyección de la curva de tendencia de los gráficos que obtendremos, logrando así un análisis químico más confiable y saber técnicamente cuando se debería de hacer el cambio de lubricante de motor del vehículo.

Una vez cumplido el recorrido propuesto para el vehículo, el cual sería el doble de kilometraje, se extrae la segunda muestra de lubricante con la misma operación explicada antes, ya sea el proceso uno o dos

Finalmente, con la extracción de la segunda muestra de lubricante de motor se envía al laboratorio para su respectivo análisis siguiendo las mismas pautas descritas en los párrafos anteriores.

### **3.6. Método de análisis de datos:**

#### **3.6.1. Relación de compresión**

La relación de compresión es un factor importante para calificar a un motor como “buena” compresión. Se sabe que cada cilindro en un motor mecánicamente sólido debe tener una compresión de 130 psi o más.

Si bien se conoce técnicamente que afirmar que 100 psi es suficiente para indicar una buena compresión, otras fuentes y los manuales de usuario de los vehículos lo consideran bastante bajo del promedio.

Lo segundo es que no debe haber una variación mayor del 15 por ciento entre cualquiera de los cilindros para demostrar que el motor aún está en buenas condiciones. Si esta variación es menor del 10% quiere decir que ese motor está con buen performance y excelentes condiciones.

En caso que estas medidas no estén dentro de los rangos mencionados, algunos síntomas de fallos por compresión de cilindro son:

- Es necesario acelerar más de lo normal para tratar de mover el vehículo (falta de potencia), y conlleva a un consumo de combustible elevado
- Problemas de arranque y se apaga constantemente.
- Consume agua o refrigerante, por lo que expulsa humo no gris
- Las revoluciones y sonidos en régimen de ralentí son muy variables.

Sin embargo, hay que saber que la baja compresión puede tener las siguientes causas:

- Configuración incorrecta del eje de levas
- La falta de sellado entre el cilindro y el pistón (anillos rotos o

quebrados)

- Mal ajuste de las válvulas de admisión y escape
- Colector de admisión bloqueado (AGVS, 2016)

### **Prueba rápida para cilindro con baja compresión.**

Si un cilindro arroja una medida de baja compresión, hay que verter unos 10mL de aceite en el agujero de la bujía y volver a medir. En caso aumente la medida de la compresión, es muy probable que los anillos estén desgastados. Esto se debe a que el aceite actúa como agente sellador y cierra el espacio entre los anillos y la pared del cilindro a través del cual se está perdiendo presión.

Si eso no funciona, es posible que las válvulas o los sellos de las válvulas estén desgastados. En caso contrario que los anillos estén atascados, hay que hacer una bajada de motor exclusiva para limpiar los depósitos, como el líquido lubricante de transmisión.

### **3.6.2. Técnicas utilizadas para el análisis de aceites.**

La técnica utilizada para analizar el aceite del proyecto fue:

- Análisis espectral de elementos químicos.
- Viscosidad SAE J300

### **3.6.3. Interpretación del análisis de viscosidad.**

#### **Viscosidad**

Las viscosidades de los aceites se miden en centiStoke (cSt) de 40°C a 100°C y se mantiene dentro de estos rangos para el grado utilizado y en caso sean pruebas de tipo dinámica o cinemática. En caso sea un ISO para aceite industriales o un SAE para tipo automotriz como el más común que es el SAE 15W-40 se mantendría entre 12.5 cSt y 16.3 cSt a unos 100°C.

Las ligeras variaciones que ocurran en este rango no son

importantes. Cabe resaltar que la norma SAE J300 es útil para identificar la viscosidad del aceite de motor. Su estudio está a cargo de la Society of Automotive Engineers, los cuales se aprecia en la siguiente tabla los valores indicados.

**Tabla 1 - Rangos de las viscosidades según la norma SAE, 2008**

Viscosidad (SAE j300)	
Viscosidad del aceite a temperaturas operacionales (100° C) requeridas por el diseño del motor	Viscosidades SAE para escoger
<b>05.60 cSt – 09.60 cSt</b>	0W-20, 5W-20, 20
<b>09.30 cSt – 12.50 cSt</b>	0W-30, 5W-30, 10W-30, 30
<b>12.50 cSt – 16.30 cSt</b>	0W-40, 5W-40, 10W-40, 15W-40, 40
<b>16.30 cSt – 21.90 cSt</b>	0W-50, 5W-50, 10W-50, 15W-50, 20W-50, 25W-50, 50

Fuente: [www.widman.biz](http://www.widman.biz)

El aumento de temperatura disminuye la medida de la viscosidad dentro del vehículo, por lo que en caso haya holgura entre los cilindros, este causará desgaste en cojinetes (estaño, plomo, bronce) por ausencia de lubricación dinámica. Cuando se tiene un aceite más grueso, este tiene mayor viscosidad y causa mayor desgaste en los anillos por la presión elevada del aceite al aperturar la válvula de alivio de presión del filtro de aceite y es probable que fluya lubricante contaminado al motor.

- Al momento de evaluar la viscosidad, se debe observar que:
- Cuando baja la viscosidad, las causas podrían ser:
- Dilución del aceite a uno más liviano.
- Mezcla del aceite con combustible.
- Rotura molecular de los polímeros sintéticos por cizallamiento.
- Un aceite de baja calidad es más probable que pierda su viscosidad indicada de fábrica.

Para determinar la causa, habría de comparar los enunciados mencionados con los contaminantes que contienen los aditivos.

- Si el aceite bajó su viscosidad, hay que revisar la cantidad de combustible en la muestra tomada. Cuanto menos combustible presente el aceite en su muestreo, menor será el desgaste del motor del vehículo. Hay que sellar y evitar el paso de combustible al sistema de lubricación.
- Si no presenta combustible en la muestra de lubricante y la viscosidad disminuye, hay que revisar la calidad de los aditivos o se haya mezclado estos con otro tipo. Todo vehículo tiene su registro de cambios y los tipos de aceite a un kilometraje dado.
- En caso no presente los problemas mencionados, habría de probar con distintas calidades de aceite haciendo el mismo recorrido, es decir el mismo desgaste y comparar para ver la tendencia del motor como es que consumiría el aceite.
- En caso la viscosidad sea elevada y el hollín que expele es menor del 1% en la muestra, hay que revisar la filtración de arena o tierra debido al silicio que contiene, puesto que al tener 100 ppm de silicio, éste aumentará la viscosidad del aceite.
- Cuando aumente la viscosidad del aceite hay que tener cuidado con el nivel de contaminación por refrigerante, puesto que indicaría que hay filtración y por ende un consumo del mismo. Si hay refrigerante en el aceite, subirá la viscosidad y la temperatura del motor debido al consumo de refrigerante que impedirá que se refresque el mismo.
- Si existe aumento de viscosidad a pesar que no exista ningún tipo de contaminante, hay que intuir que la calidad del lubricante es baja y debemos de considerar el índice de oxidación. De igual manera habría de comparar diferentes tipos de aceites y realizar los muestres cuando cumplan con el

recorrido propuesto. Si el motor está funcionando con una temperatura elevada y oxida al lubricante, hay que revisar la calidad de glicol o refrigerante.

## IV. RESULTADOS

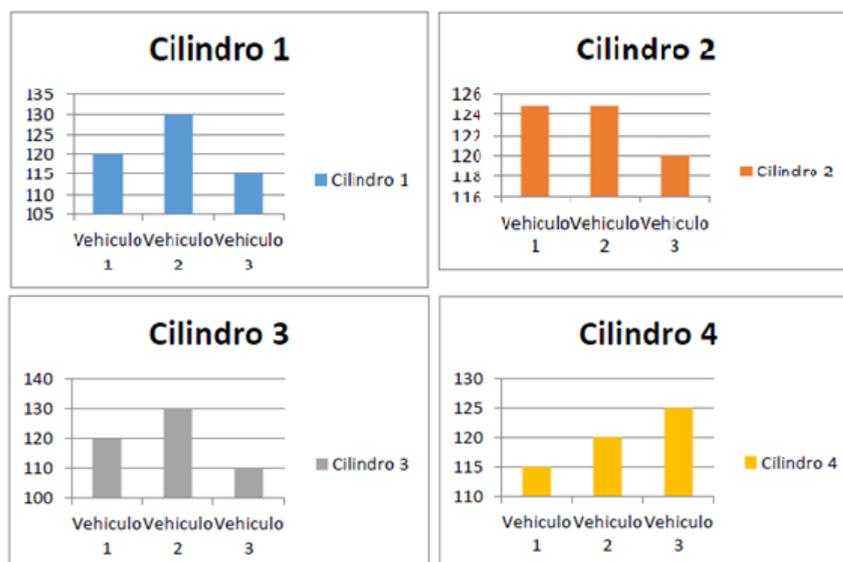
Para obtener los resultados, contamos con el apoyo de 21 amigos del volante, quienes se han enumerado en el Anexo 4.1 indicando su marca y modelo de vehículo y la placa respectiva; Al aplicar las medidas propuestas por los autores de revisar la calidad de aceite y medir la compresión de cilindros se lograron los resultados esperados donde se cumplió con la hipótesis planteada de mejorar la eficiencia energética al cambiar con mayor frecuencia el aceite lubricante y medir la compresión del motor.

Para medir la compresión del motor tomaremos grupos de 3 vehículos para compararlos entre sus características comunes puesto que hay algunos que son de 4, 6, 8 cilindros. En nuestro caso tomaremos vehículos de 4 cilindros con motores a gasolina.

### 4.1. Motor a Gasolina

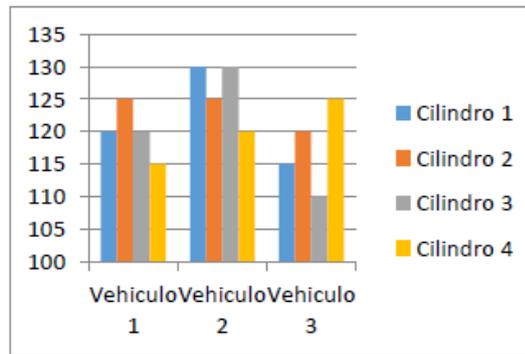
Tras la realización de la medición del vacío en los distintos vehículos a Gasolina tenemos los siguientes resultados:

**Gráfico 1 - Compresión del cilindro 1, 2, 3 y 4 (Gasolina)**



Fuente: Autores

**Gráfico 2 - Comparación de presión (Gasolina)**

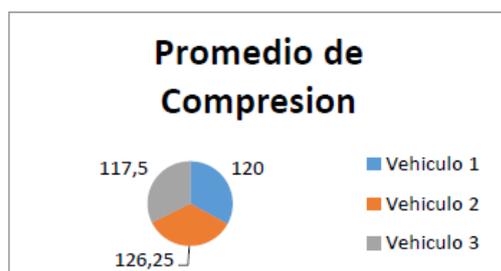


Fuente: Autores

Tras verificar los resultados de la medición de compresión podemos deducir que el vehículo que en mejor estado está es el vehículo número 2 ya que su compresión es la más ideal tomando en cuenta que la compresión que se considera la mejor es 130 PSI, también se debe tener en cuenta que el desgaste uniforme de un motor es el mejor.

Para conseguir un promedio de la medición de compresión total de un vehículo realizamos un cálculo simple el cual es sumar el valor de todos los cilindros y dividirlos para el número total de cilindros este proceso nos arrojó una tabla con los siguientes valores:

**Gráfico 3 - Promedio de Compresión (Gasolina)**



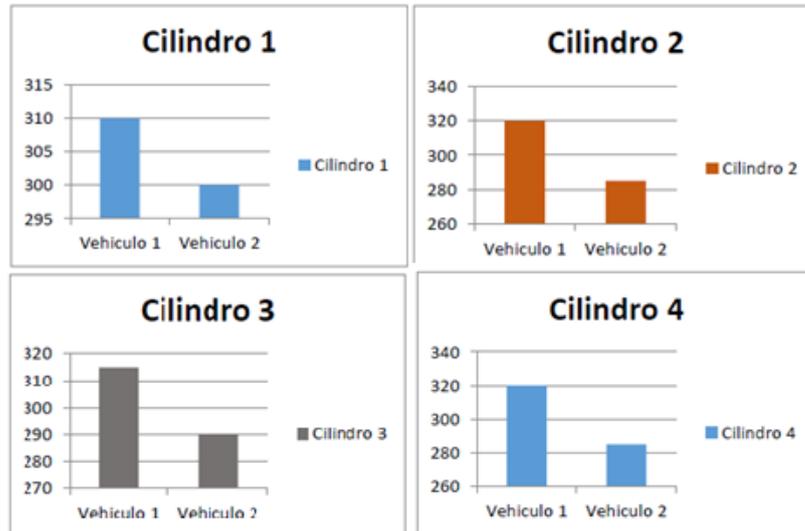
Fuente: Autores

Con el promedio de medición de compresión nos podemos dar cuenta que sigue siendo mejor nuestro vehículo número 2 ya que tiene un desgaste casi simétrico y es el mejor que esta conservado.

## 4.2. Motor Diésel

Al igual que en los motores a Gasolina se realizó la medición de vacío en los vehículos a Diésel que obtuvimos los siguientes resultados:

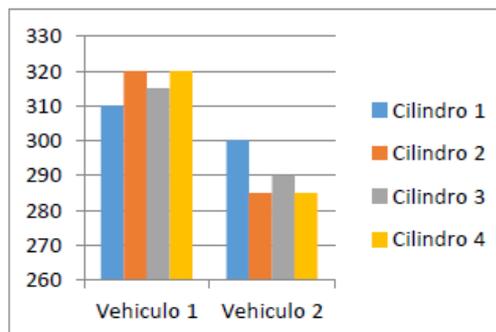
**Gráfico 4 - Compresión del cilindro 1 (Diésel)**



Fuente: Autores

Obtenidos los resultados de la medición de compresión se puede verificar que el vehículo en mejor estado es el número 1, tomando en cuenta que la compresión que se toma como relación para un buen estado es de 320 PSI, se puede analizar que el desgaste uniforme de este motor es el mejor.

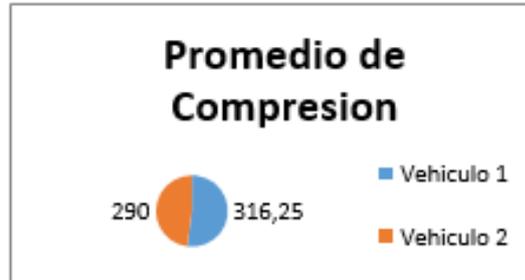
**Gráfico 5 - Comparación de presión (Diésel)**



Fuente: Autores

Como en los motores a Gasolina se realizó un cálculo simple el cual es sumar el valor de todos los cilindros y dividirlos para el número total de cilindros este proceso nos arrojó una tabla con los siguientes valores:

**Gráfico 6 - Promedio de Compresión (Diésel)**



Fuente: Autores

Con el promedio de medición de compresión nos podemos dar cuenta que sigue siendo mejor nuestro vehículo número 1 debido a los valores de 316.25 psi, además tiene un desgaste casi simétrico entre sus cilindros y es el más conservado.

El desgaste de los cilindros también está relacionado con la lubricación entre ellos y los anillos, los cuales dependen principalmente de la calidad de lubricante y sus características como la viscosidad y sus aditivos que contienen.

A pesar que el manual indica un cambio a kilometrajes determinados, es posible que se prolonguen estos valores de recorridos siempre y cuando se utilice el número de aceite indicado y de una marca reconocida que garantice la calidad del mismo.

En nuestro caso la mayoría de vehículos cambia el aceite a los 4000 KM de recorrido, sin embargo no se presentaron grandes diferencias al recorrer cerca de los 5000 KM demostrando así que la durabilidad del lubricante está relacionada con el estilo de conducir del chofer y las rutas largas o cortas que realiza; en los vehículos estudiados presentaron casos que transitar en ciudad a bajas revoluciones, a pesar que no había mucho recorrido, el desgaste del aceite es mayor con otro vehículo que ha

recorrido rutas largas a altas revoluciones debido al esfuerzo del motor es mayor y que conlleva a una pérdida de eficiencia puesto que siempre trata de arrancar con velocidades bajas y frenar en cada instante. Este problema se mejora al inyectar mayor cantidad de combustible sin embargo este contamina el lubricante, haciendo que la vida útil del mismo se redujera.

Durante el presente estudio se obtuvieron que el 60.5 % de los vehículos entrevistados usan aceite de tipo 20W50, cuya viscosidad se va perdiendo de forma prematura debido a fenómenos de cizallamiento el cual se da en vehículos de mayor antigüedad debido al desgaste natural entre los cilindros, haciendo que aumente la presión y temperatura en el motor y que según los datos de fábrica indica que la temperatura normal de operación ronda entre 115 °C a 125°C para una buena lubricación óptima protección. Cabe resaltar que la mayoría de los participantes no utilizan el lubricante recomendado por el fabricante del vehículo, los cuales indican los valores de viscosidad versus temperatura ambiente, y los valores de temperatura del motor según su funcionamiento en régimen ralentí y en aceleración.

El 39.5 % de los participantes utilizan el aceite de tipo 10W30 para sus vehículos, se demuestra que la viscosidad se mantiene sin importar la marca que se adquiera, debido a que el trabajo normal de un motor ronda desde los 92 °C de temperatura hasta los 110 °C aproximadamente, por lo que garantiza el adecuado funcionamiento a pesar de estar expuesto a mayor presión y temperatura.

Finalmente, la interpretación técnica de los análisis muestreados de los lubricantes mencionados indica que el vehículo puede recorrer hasta 7000 km sin necesidad de cambiar el aceite y los filtros siempre y cuando se hayan realizado los correctos mantenimientos preventivos, se utilicen lubricantes de buena calidad, de esa manera se alarga la vida útil del motor.

## V. DISCUSIÓN

A pesar que, en el manual del fabricante de cada vehículo, indica que el lubricante tiene su propio período de cambio y su propio índice de viscosidad hasta de alguna marca recomendada, en los resultados químicos obtuvimos que no había problema en recorrer un par de miles de kilómetros adicional. Lo que sí se está de acuerdo es que deben ser de lubricantes con certificaciones de calidad y que correspondan con los valores adecuados de viscosidad según la temperatura de trabajo del motor de manera que con ello no se produzca la degradación del mismo dañando a largo plazo el motor.

Cahueñas(2018), en su tesis titulada: Estudio de Compresión de un Motor Diésel y Gasolina en Función del Amperaje, indica que para hacerle un chequeo general del funcionamiento de un motor gasolinero o petrolero, se deben realizar pruebas mecánicas como la medición de compresión en vacío y en régimen de aceleración, las cuales influyen en el rendimiento del cilindro del motor, siendo estas pruebas no tan confiables puesto que son alteradas por varios factores como son los aditivos que potencian momentáneamente el motor, tomando medidas erróneas e ineficientes. Por lo que la manera confiable de saber el estado del motor es en medir el amperaje que brinda la batería. Esto se realizó con un osciloscopio de marca Bosch FSA 740 el cual le permitió relacionar la compresión del cilindro según la variación de amperaje que arroja el alternador a la batería, por lo que comparando con nuestros equipos que serían los manómetros de 400 PSI de marca Altamira y URG, nos da una característica especial del vehículo a través de la medida de la compresión equitativa de los cilindros que componen al motor.

## VI. CONCLUSIONES

- Que la presión de cada cilindro debe ser muy similar en todos los cilindros y coincidir con la especificación por el fabricante del motor. La diferencia del motor con la presión no debe ser superior 10% entre los cilindros medidos, a diferencia de los Diésel que la diferencia es mucho mayor.
- Si la compresión es baja de todos los cilindros, puede significar que se ha inyectado demasiado combustible y ha lavado el aceite de las paredes del cilindro. También que la cámara no tiene el sellado necesario y existen fugas por algún elemento de la cámara.
- El aceite crea una película o capa entre el pistón, los anillos, y las paredes del cilindro creando un efecto de sellado y sin esta capa fina de lubricante, la compresión de los cilindros del motor puede variar los datos y tener problemas a corto y largo plazo.
- Es fundamental conocer y saber la utilización del equipo de compresión, que su unidad de medida es de PSI, porque esa es la medida utilizada por todas las máquinas donde se usa presión.
- El estudio realizado nos permite demostrar que gran parte de propietarios de las unidades de taxis realizan los cambios de lubricante según su experiencia con el vehículo y no regidos por el manual del fabricante.
- Aplicar un adecuado mantenimiento preventivo del vehículo basado en el manual del fabricante garantiza un funcionamiento confiable del motor y optimización de recursos económicos, sobre todo porque los periodos de cambio son más prolongados y alarga la vida útil del motor y de los cilindros donde realiza la compresión.

#### **IV. RECOMENDACIONES**

La creencia que al acelerar de manera rápida consume más combustible y que desgasta más rápido el lubricante y por ende el motor acorta su vida útil, no tiene sentido en los vehículos actuales debido a que se controla la inyección de combustible en los cilindros de manera programada según los índices de oxígeno, pisada del acelerador, entre otros, por lo que se recomienda mantener a revoluciones mediana o rápidas ya sea el vehículo manual o automático, de manera que el rozamiento entre los cilindros y los anillos y los pistones sea suave, provocado por la viscosidad adecuada que tiene el motor que depende del aumento de temperatura

Recomendaciones básicas para alargar la vida útil del motor.

- Cambiar y/o limpiar del polvo los filtros de aire y respiraderos del motor.
- Drenar y cambiar y revisar el nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento.
- No se recomienda limpiar el filtro de admisión con aire presurizado, solo quedaría cambiarlo por uno nuevo.
- Calentar el motor de 3 a 5 minutos para mejorar la viscosidad del lubricante antes de circular.
- Revisar constantemente la temperatura del motor y las alertas
- Evitar conducir a revoluciones bajas
- Realizar los cambios de aceite de dirección, líquido de frenos, lubricante del motor y filtros en ambientes libre de partículas o contaminantes.

## REFERENCIAS

- Albán Nogales, M. (2014) Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la empresa EPIMOTORS CIA. LTDA. Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8369>
- Alpala Guerrero, F; León Chancusig, A. (2014) Elaboración de un plan de mantenimiento automotriz con la implementación y diseño de un software especializado para el funcionamiento del parque automotor del Ilustre Municipio de la ciudad de Ibarra. Escuela Politécnica Superior del Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4025>"
- Barrionuevo Remache, A. (2015). Reestructuración del taller automotriz y plan de mantenimiento para la flota vehicular de la dirección provincial de transporte y obras públicas de Bolívar. Escuela Superior Politécnica del Cimbrazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3048>
- Bulgakov, N. F., et al. "Management of Preventive Maintenance of Vehicles." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 632, no. 1, 2019, p. 12074
- Bustos Cervantes, D; Freire Lascano, M. (2017) Elaboración de un programa de mantenimiento para la flota vehicular a cargo de la empresa VICAT MOTOR'S. Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6765> "
- Cárdenas Rodríguez, C; Serpa Lema, K. (2020) Propuesta de plan de mantenimiento preventivo automotriz para la flota vehicular del MTOP del Cañar. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19358>"
- Chitalogro Otacoma, Jorge Luis. (2019). Implementación del software de mantenimiento SisMAC, para un plan de mantenimiento preventivo programado dirigido al parque automotor del Cuerpo de Bomberos del cantón Guano. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba
- Elman Omar, C. (2015). Programa de mantenimiento preventivo para parque vehicular del servicio courier de dhl express. Universidad de San Carlos de

- Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3634/>" Hamid Allali. (2016) Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular MEGALOG. Universitat Politècnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/76463>
- Espinosa Velásquez, L. (2014) Implementación de un plan de mantenimiento preventivo planificado mediante software en el taller del municipio del cantón Otavalo. Escuela Politécnica Superior del Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4187>
- Francess B. (2019) Vehicle Maintenance. University Of Portharcourt. [https://www.academia.edu/40520077/Vehicle\\_maintenance](https://www.academia.edu/40520077/Vehicle_maintenance)
- IRE Journals. AUG 2019 | IRE Journals | Volume 3 Issue 2 | ISSN: 2456-8880. [https://www.academia.edu/43475688/Maintenance\\_Management\\_Plan\\_of\\_Heavy\\_Machinery](https://www.academia.edu/43475688/Maintenance_Management_Plan_of_Heavy_Machinery)
- Gamarra Salazar, G; García Ferreñan, D. (2015) Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa de transportes de carga guie servicios logísticos SAC. Chiclayo, 2015. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28313>
- García Correa, H; Yarleque Olaya, V. (2018) Diseño de un plan integral de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Inversiones Oberti S.R.L – Piura. Universidad Nacional de Piura.
- González Cordero, E. (2020) Optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en un taller automotriz. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51343>
- González Sarango, W; Pillacela Morocho, D. (2019) Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la gestión de activos físicos en la flota vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Sígsig. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17411>
- Herrera Sernaque, J. (2018) Optimizar el mantenimiento preventivo para mejorar la operatividad de las máquinas tragamonedas en la empresa Newport Capital

- SAC, Lima 2018. Universidad Cesar Vallejo.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/30372>
- Huidobro Alvarado, G. (2020) Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de la empresa transportes PERÚ S.A. Puente Piedra, 2017. Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12452>
- Intriago Zamora, P; Cayo Osorio, N. (2015) Plan de mantenimiento preventivo y predictivo para la flota de vehículos de la Empresa Aneta del cantón Quevedo, año 2014. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3445>
- Ingeniería, investigación y tecnología versión impresa ISSN 1405-7743 Ing. invest. y tecnol. vol.17 no.3 Ciudad de México jul./sep. 2016"
- IRE Journals. AUG 2019 | IRE Journals | Volume 3 Issue 2 | ISSN: 2456-8880.  
[https://www.academia.edu/43475688/Maintenance\\_Management\\_Plan\\_of\\_Heavy\\_Machinery](https://www.academia.edu/43475688/Maintenance_Management_Plan_of_Heavy_Machinery)
- Krstić, Vojislav B., and Božidar V. Krstić. "EFFECTIVENESS OF PREVENTIVE MAINTENANCE OF MOTOR VEHICLES." Proceedings on Engineering Sciences, vol. 1, no. 2, 2019, pp. 745–752.
- Lázaro Castillo, E; Pinedo Pinedo, B. (2019) Revisiones técnicas vehiculares y la seguridad vial en los conductores de vehículos menores en Tarapoto, 2019 Universidad Cesar Vallejo  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39647/L%c3%a1zaro\\_CEY-Pinedo\\_PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/39647/L%c3%a1zaro_CEY-Pinedo_PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- López Martínez, J. (2019) Propuesta del plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de vehículos contra incendios en la compañía de bomberos B-1, Callao - 2019. Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43153>
- Márquez Quevedo, E; Salcedo Almerco, O. (2016) Propuesta de mejora en el proceso de inspección de una empresa de revisiones técnicas vehiculares.

Universidad Privada de Ciencias Aplicadas  
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/619074>"

Mendoza Banchón, M. G. (2015-07-24). Tesis. Recuperado a partir de  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/13304>

Osorio Ramirez, Y; Gil Bolivar, R. (2013) Propuesta de un plan de mantenimiento para aplicar a la flota de vehículos de la Universidad Autónoma del Caribe. Universidad Autónoma del Caribe.  
<http://repositorio.uac.edu.co/handle/123456789/788>

Purihuaman, B. R. (2016) Propuesta De Implementación De Mantenimiento Preventivo Para Incrementar La Disponibilidad De La Maquinaria Pesada (Volquetes) De La Empresa Bazher S.R.L., Chiclayo, 2015. Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/33504>

Pacheco Andrade, E.; Sánchez Calle, C. (2018) Propuesta de plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y equipo caminero del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Limón Indanza. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16641>"

Quezada Nizama, M. (2019) Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) para incrementar la efectividad en el área de mantenimiento de la empresa Aguilar Transportes & Servicios Múltiples, San Juan de Lurigancho, 2019. Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50944>

## ANEXOS

### ANEXO 4.1

#### Sesión N° 1: MEDICIÓN DE LA PRESIÓN DE COMPRESIÓN DEL MOTOR

##### Hoja de Actividad 1.1. – “Medición de la presión de compresión”.

*Realizar la identificación del vehículo e individualización de este (anotando marca, modelo, año de fabricación, cilindrada, VIN, entre otros).*

Complete el siguiente cuadro con los datos solicitados.

Marca del Vehículo	
Modelo del vehículo	
Año de fabricación	
N° de Motor	
VIN	
Cilindrada	
Relación de compresión	
Presión de compresión	

*Registrar los valores de la medición realizada.*

Escriba en el recuadro los resultados de la medición de compresión del vehículo medido

CILINDRO N°1	<input type="text"/>
CILINDRO N°2	<input type="text"/>
CILINDRO N°3	<input type="text"/>
CILINDRO N°4	<input type="text"/>
CILINDRO N°5	<input type="text"/>
CILINDRO N°6	<input type="text"/>

## ANEXO 4.2

PROPIETARIO	VEHICULO	PLACAS
Juan Carlos Zarate Hernández	Hyundai Matrix 2006, 1600 c.c. DOHC	UBX-339
Luis Alfredo Loja Coyago	Hyundai Matrix 2007, 1600 c.c. DOHC	AAX-020
Alex Froilán Pulgarín Astudillo	Hyundai Accent 2008, 1600 c.c. CVVT	AAX-370
Leopoldo Anibal Narváez Yupa	Hyundai Accent 2011, 1400 c.c. DOHC	AAA-1141
Carlos Alberto Agurto Quituzaca	Hyundai Accent GLS 2010, 1400 c.c. DOHC	AAX-866
Ítalo Bolívar Lazo Cabrera	Hyundai Accent GLS 2008, 1600 c.c. DOHC	AAX-252
Orlando Vicente Solano Brito	Hyundai Accent 2005, 1600 c.c. DOHC	AAV-661
Juan Enrique Toledo Vélez	Chevrolet Chevitaxi 2007, 1500 c.c. E-TEC II	AAW-777
Efrén Oswaldo Morales Ulloa	Chevrolet Chevitaxi 2010, 1500 c.c. E-TEC II	AAX-957
Gilma Lorena Barba Jara	Chevrolet Aveo 2009, 1600 c.c. E-TEC II	AGE-661
Manuel Eduardo González Rodas	Chevrolet Aveo 2008, 1500 c.c. E-TEC II	AAX-217
Eugenio Manuel Guambana	Chevrolet Aveo Activo 2010, 1600 c.c. E-TEC II	ABA-5139
Alejandro Orellana Coro	Chevrolet Aveo Family 2010, 1500 c.c. SOHC	AAA-1138
Carlos Fabricio Ochoa Ordóñez	Chevrolet Corsa Evolution 2005, 1800 c.c. OHC	POF-776
Edison Leonardo Brito Brito	Nissan Sentra 2009, 1600 c.c. TWIN CAM	AAX-632
Rómulo Eusebio Fajardo Ávila	Nissan Sentra 2008, 1600 c.c. TWIN CAM	AAX-092
Jorge Abelardo Albarracín Figueroa	Nissan Sentra 2006, 1600 c.c. TWIN CAM	AAW-017
Luis Armando Caiza Tonato	Lada 115GL Samara 2005, 1500 c.c. SOHC	AAV-938
Ángel Yumiguano	Kia Rio Stylus 2010, 1500 c.c. MITECH DOHC 16V	S/P
Azucena Campoverde	Kia Rio Stylus 2010, 1500 c.c. MITECH DOHC 16V	S/P
Segundo Carlos Sánchez Maldonado	Mazda Alegro HB 2008, 1600 c.c. DOHC 16 V	AAX-118

### ANEXO 4.3.

Variable	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Confiabilidad	Variable dependiente	capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado	capacidad de la eficiencia energética de reducir la cantidad de energía usada en mover un vehículo durante un espacio determinado	Potencia entregada por el motor de combustión	Compresión de los cilindros	Intervalo
				Calidad del aceite de lubricación del motor	Pureza del lubricante	Razón



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS, 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 titulada: "MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA VEHICULAR AL MEDIR LA COMPRESIÓN DE MOTORES DE COMBUSTIÓN Y LA CALIDAD DE LUBRICANTES EN UNA PLANTA DE REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES", cuyos autores son SALAZAR RUIZ WILDER JONATHAN, LIZARRAGA AGUIRRE ARMANDO ALEX, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y 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 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, 17 de Diciembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS <b>DNI:</b> 16720249 <b>ORCID</b> 0000000344128789	Firmado digitalmente por: AJSALAZARM el 18-12- 2021 21:09:46

Código documento Trilce: TRI - 0231676