



ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

AUTOR:

Juan Andrés Sánchez Delgado

Steven Sebastián Rojas Bravo

DIRECTOR:

Ing. Gorky Reyes

Análisis de vibraciones de un motor de combustión
interna al usar combustibles nacionales.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, STEVEN SEBASTIAN ROJAS BRAVO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Yo, JUAN ANDRÉS SANCHÉZ DELGADO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada

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



.....
STEVEN ROJAS



.....
JUAN ANDRES SANCHEZ

APROBACIÓN DEL TUTOR

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, GUILLERMO GORKY REYES CAMPAÑA certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo los responsables exclusivos tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

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

GORKY REYES
DIRECTOR DE TESIS

Dedicatoria

El presente proyecto de titulación se lo quiero dedicar con todo mi cariño y amor a mis padres Wilson Rojas , Esther Bravo y también a mi hermana Valeria Rojas por darme la fuerza y apoyo para seguir adelante con esta carrera a pesar de todos los momentos difíciles vividos siempre bajo su tutela y confianza han sido una fuente de inspiración y motivación para que yo logre cumplir mis metas y sueños para así tener un mejor futuro.

Steven Sebastián Rojas Bravo

Quiero dedicar mi proyecto de titulación primero a Dios que me dio la fortaleza para poder cumplir mi meta, superando todos los obstáculos que se presentan también a una parte fundamental de este proceso que son mis padres Marcelo Sanchez y Katalina Delgado que sin el apoyo de ellos no hubiera podido llegar a donde estoy cumpliendo mis metas y poco a poco mis sueños, a mis profesores que me han enseñado y aconsejado para seguir siendo el profesional que soy.

Juan Andrés Sanchez Delgado

Agradecimiento

Agradezco a mi familia por ayudarme a cumplir mi sueños, sin su apoyo tanto económico como emocional no hubiese podido seguir esta carrera. Gracias por estar siempre a mi lado animándome a seguir adelante.

Sobre todo, quisiera agradecer a mi hermana, que siempre estuvo ahí para mi incluso en los momentos más difíciles, cuando no podía ver más allá de la frustración, muchas veces quise rendirme, pero siempre estuvo ahí para mi diciéndome que yo podía lograr todo lo que me propusiera.

Quiero agradecer a mis asesores los Ingenieros Gorky Reyes y Denny Guanuche ya que gracias a sus conocimientos y paciencia pudieron guiarme para lograr cumplir este proyecto de titulación y a la vez por ofrecerme su amistad para con sus consejos guiarme por el camino del bien

Steven Sebastián Rojas Bravo

En primer lugar, agradezco a mi familia por el esfuerzo y sacrificio de brindarme los estudios también deseo expresar mi agradecimiento al director de este artículo científico Ingenieros Gorky Reyes y Denny Guanuche por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas. Gracias por la confianza ofrecida desde que llegué a esta facultad.

Asimismo, agradezco a mis compañeros de la facultad de Ing. automotriz y a todo aquellos que supieron brindarme un consejo y recomendación de estudios y personales que me han guiado por el buen camino.

Juan Andrés Sanchez Delgado

Índice de Contenidos

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA	2
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	4
Resumen.....	9
Introducción	11
Fundamentación teórica	13
Vehículos	13
Combustibles	14
El Número de octano RON	14
El Numero de octano	15
Características químicas	15
Combustión.....	16
Combustible características físico – químicas	16
Combustible	16
Porcentaje de mezcla	17
Vibraciones	18
Las vibraciones como una oscilación	19
Vibraciones de un motor.....	19
Fuentes de vibraciones en motores de combustión interna	20
Análisis de vibraciones de los vehículos A1, J1, K1	20
Aditivos característicos	21
Aditivos.....	21
Fractura por fatiga	22
Modelos matemáticos para nuestro estudio	22
Métodos y Materiales	22
Método.....	22
Materiales.....	23
Equipo de medición.....	23
Normativa.....	24
Resultados y Discusión	24
Pruebas Vehículo A1	24
Prueba individual A1	25

Pruebas Vehículo J1	26
Pruebas Vehículo K1.....	27
Comparativa de resultados	29
Análisis pruebas a 3500 RPM.....	30
Aspectos a considerar en las pruebas.....	31
Conclusiones.....	31
Anexos.....	34

Lista de Tablas

Tabla 1: Características físicas y químicas.....	14
Tabla 2: Formulas	15
Tabla 3: Vehículo y especificaciones técnicas	14
Tabla 4: Porcentaje de la mezcla	17
Tabla 5: Formulas de vibraciones	18
Tabla 6: Datos técnicos	21
Tabla 7: Datos promedio de la mezcla.....	22
Tabla 8: Analizador de vibraciones	23
Tabla 9: Acelerometro	23
Tabla 10: Especificación técnica vehículo A1.....	24
Tabla 11: Pruebas vehículo A1.....	24
Tabla 12: Especificación técnica vehículo J1	26
Tabla 13: Datos de pruebas vehículo J1	26
Tabla 14: Especificación técnica del vehículo K1	27
Tabla 15: Datos de pruebas vehículo K1	28
Tabla 16: Pruebas a 3500 RPM	29
Tabla 17: Datos de pruebas A1	35
Tabla 18: Datos de pruebas K1.....	36
Tabla 19: Datos de pruebas J1	37
Tabla 20: Datos de pruebas A1.....	38
Tabla 21: Datos de pruebas K1.....	39
Tabla 22: Datos de pruebas J1	40
Tabla 23: Datos de pruebas A1.....	41
Tabla 24: Datos de pruebas K1.....	42
Tabla 25: Datos de pruebas J1	43

Lista de Gráficos

Gráfico 1:Combustibles líquidos	17
Gráfico 2:Clasificación de las vibraciones	18
Gráfico 3:Conversión de desplazamiento a aceleración.....	20
Gráfico 4: Pruebas vehículo A1	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 5: Pruebas vehículo J1	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 6:Pruebas vehículo K1	28
Gráfico 7: Pruebas a 3500 RPM	29
Gráfico 8: Pruebas vehiculo A1	35
Gráfico 9: Pruebas vehículo K1	36
Gráfico 10: Pruebas vehículo J1	37
Gráfico 11: Pruebas vehículo A1	39
Gráfico 12: Pruebas vehículo J1	40
Gráfico 13: Pruebas vehículo J1	41
Gráfico 14: Pruebas vehículo A1	42
Gráfico 15: Pruebas vehículo K1	42
Gráfico 16: Pruebas vehículo J1	43

Análisis de vibraciones de un motor de combustión interna al usar combustibles nacionales

Ing. ____.¹, Juan Sánchez.², Steven Rojas ³

¹Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador,

²Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador,

³Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador,

Resumen

Introducción: En el artículo de investigación que lleva como nombre " Análisis de vibraciones de un motor de combustión interna al usar combustibles nacionales", busca analizar las vibraciones y el comportamiento de un motor a combustión interna de tres vehículos que son: A1, J1, K1 que están expuestos tanto a la geografía, relieve y condiciones de la calzada del Distrito Metropolitano de Quito. **Metodología:** Para implementar la metodología cuantitativa en la investigación es importante realizar un análisis completo del vehículo en base a su ficha técnica: A1, J1, K1, para de esa forma poder identificar tanto el consumo de combustible como el uso de aditivos para poder reducir la fricción que provocan las vibraciones en el motor, sobre todo del estado de la calzada. Además, es importante comprobar como se puede reducir el nivel de vibraciones, el porcentaje de combustible al usar aditivos y constatar los datos que arroje el estudio de vibraciones de cada vehículo. **Resultados:** Los resultados demuestran, que las pruebas realizadas a 3500 RPM en el vehículo A1 presenta un valor de 27%, en el vehículo J1 presenta un valor de 17% y el vehículo K1 que presenta un valor de 15%, dichos valores van en relación al uso de aditivos. **Conclusión:** Los resultados de la investigación están ligados a las pruebas de campo, pruebas individuales, comparación de resultados y la discusión de la viabilidad de cada una de las pruebas realizadas a cada vehículo para encontrar similitudes o diferencias marcadas.

Palabras clave: Acelerómetro, aditivo, combustión, fricción, motor, vibraciones.

Abstract

Introduction: In the research article that bears the name "Analysis of vibrations of an internal combustion engine when using national fuels", it seeks to analyze the vibrations and behavior of an internal combustion engine of three vehicles that are: A1, J1, K1 that are exposed to both the geography, relief, and road conditions of the Metropolitan District of Quito. **Methodology:** To implement the methodology in the investigation, it is important to carry out a complete analysis of the vehicle based on its technical data sheet: A1, J1, K1, to identify both fuel consumption and the use of additives to reduce the friction that causes vibrations in the engine, especially the state of the road. In addition, it is important to verify how the level of vibrations can be reduced, the percentage of fuel when using additives and verify the data that the vibration study of each vehicle shows. **Results:** The results show that the tests carried out at 3500 RPM in the vehicle A1 present a value of 27%, in the vehicle J1 it presents a value of 17% and the vehicle K1 that presents a value of 15%, these values are in related to the use of additives. **Conclusion:** The results of the investigation are linked to the field tests, individual tests, comparison of results and the discussion of the viability of each of the tests carried out on each vehicle to find similarities or marked differences.

Keywords: Accelerometer, additive, combustion, friction, engine, vibrations.

Introducción

El presente artículo de investigación describe el estudio sobre el comportamiento de un motor a combustión interna A1, J1 y K1, cuando se encuentra expuesto a vibraciones propias en función a los combustibles y aditivos que se ofertan a nivel nacional.

La mayor parte de vehículos que se encuentran en el mercado ecuatoriano son importados desde otros países, por lo tanto, se ha observado que no están adaptados a las condiciones geográficas un ejemplo es la zona de la sierra donde existen ciudades que se encuentran sobre los 2000 metros sobre el nivel del mar msnm, lo que es un condicionante no solo para el desempeño del vehículo si no también para la combustión incompleta de la gasolina.

Por tal motivo es importante que, al realizar pruebas sobre vibraciones en vehículos a combustión interna, se identifique como la cantidad en ml de aditivo en conjunto con el tipo de gasolina puede reducir o aumentar el nivel de vibraciones. Dentro de la información del artículo se han planteado los siguientes objetivos:

Analizar el comportamiento frente a vibraciones de un motor de gasolina a nivel del Distrito Metropolitano de Quito. Mediante un análisis, definir los porcentajes de vibraciones producidas en un vehículo con un motor de ciclo Otto. Comparar resultados entre condiciones ideales y reales. Intervenir un aditivo para contrarrestar las vibraciones. Comprobar la reducción de vibraciones. Establecer el porcentaje de combustible necesario para el uso del aditivo. los resultados en tres diferentes vehículos para una conclusión viable.

Dentro de los pasos a seguir para la investigación del artículo análisis de vibraciones de un motor de combustión interna al usar combustibles nacionales se analizan los combustibles y los autos con nuevas tecnologías que se ofertan a nivel nacional, los tipos de aditivo ofertados y mediante un equipo de medición analizar las vibraciones que demuestran estos motores con estas tecnologías incluyendo los combustibles y aditivos para determinar el nivel de vibración que pueden generar estos motores a estas condiciones atmosférica.

En la investigación **“Estudio mediante la técnica de vibraciones de los efectos de la variación de presión en el riel de combustible sobre la combustión de un motor CRDi Modelo Hyundai Santa Fe 2.0”** (Albarracín & Huiñisaca, Estudio mediante la Técnica de vibraciones de los Efectos de la Variación de Presión en el Riel de Combustible sobre la Combustión de un Motor CRDi Modelo Hyundai Santa Fe]é 2.0, 2015), se analiza el poder del calor asociado al combustible que va a tener una variación al usar un aditivo como componente dentro de la mezcla como segundo nivel, en conjunto con el proceso que se da en el interior del cilindro para poder cuantificar los niveles de presión en la zona del riel.

Es así que es necesario analizar el comportamiento frente a vibraciones de un motor de gasolina con diferentes tecnologías, tomando en cuenta la altura a la que se encuentra la ciudad donde se realizara el estudio.

Las vibraciones de un vehículo de ciclo Otto, en la investigación denominada **“Análisis de las vibraciones de un motor ciclo OTTO con una mezcla combustible a base de gasolina y de etanol”** (Gutiérrez, Iñiguez, Cadena, & Santiana, 2017) en la cual especifican que el comportamiento de las vibraciones depende de la calidad de la combustión y propiedades del combustible ya que dichas vibraciones son la consecuencia de los movimientos alternantes, rotativos y lineales con origen en el proceso de combustión.

En la investigación se manifiestan que los defectos que pudieron observar en motores de combustión interna están ligados a la calidad y efectos que se encuentran dentro del proceso de combustión ya que este último da lugar a un patrón de vibración diferente.

En la investigación **“Análisis de la degradación y de aditivos del lubricante de un motor de encendido provocado en vehículos M1 dentro del periodo de mantenibilidad”** (Panchi, 2020), se identifica que los aditivos son importante para la operación del motor de combustión interna, es por ello que la evaluación de la condición de degradación del aditivo debe tener periodos de mantenibilidad para poder garantizar su correcto uso, ya que la gasolina del país es de una calidad menor que a la de los países de procedencia de los automotores.

Dentro de la investigación planteada se encuentra que existe una reducción del 25% al 32% de la formación de ácidos relacionados a la oxidación que reducen notablemente la capacidad que tienen el aditivo para disminuir las vibraciones que se dan en la zona del motor.

En la investigación **“Análisis de vibraciones en motores de combustión interna por medio de un ultrasonido”** (Cárdenas, Cevallos, & Moyano, Análisis de vibraciones en motores de combustión interna por medio de un ultrasonido, 2017), se establece el método para identificar trizaduras internas de los componentes internos del motor, con el fin de determinar fugas presurizadas que minimicen el potencial de la quema completa de los combustibles, por otro lado la advertencia ultrasónica permite reconocer el aumento de vibraciones de baja frecuencia y el aumento progresivo de temperatura.

Es así que al realizar la comparación de las vibraciones en motores de combustión interna se interpretan tanto parámetro de balanceo rotacional y construcción del motor que utiliza el automotor, por ello la aplicación de instrumentos vibratorios dentro del análisis de comportamiento del motor puede mejorar el nivel de vibraciones producidos a partir de un mantenimiento preventivo de los componentes.

En la investigación **“Análisis y diagnósticos de vibraciones en vehículos livianos de combustión interna”** (Vega, 2015), se identifica los problemas recurrentes que se dan en un motor a combustión interna cuando existen vibraciones excesivas al momento de la puesta en marcha del vehículo, de tal forma es importante conocer el porque de las vibraciones ya que en muchos casos se da por no poseer un adecuado aditivo que permita que al momento de la combustión no exista daño en los componentes internos del vehículo.

La investigación describe las fuentes de generación de vibraciones dentro de los vehículos de combustión interna, donde el desajuste y desbalanceo de componentes móviles puede producir un desgaste progresivo del motor, al mismo tiempo presenta también que los factores externos como el estado de la calzada pueden generar una falla en la calibración por lo que es necesario tomar acciones correctivas tempranas.

En la investigación “**Análisis del funcionamiento del motor de encendido provocado, debido a la presencia de aditivos**” (Rocha & Zambrano, 2015), identifica la operación del motor a partir de la tecnología del vehículo y a los combustibles nacionales que se utilizan, además de comprender el rendimiento que tendrá el motor a partir de los aditivos que se utilicen para mitigar las vibraciones excesivas. Cuando el aditivo es de tipo líquido y sólido, se mezcla con la gasolina extra o súper, con el fin de realizar los distintos ensayos a partir de la Norma INEN: 935:2012, que ayuda a determinar la proporción del vehículo considerando la distancia recorrida.

En la investigación se analiza el comportamiento del motor, en base a la proporción del combustible y el aditivo a utilizarse en base al kilometraje recorrido, además de contemplar parámetros externos como la irregularidad de la calzada, por ello las pruebas dinámicas ayudan a que se pueda obtener valores reales acerca del nivel de vibraciones.

Todas las investigaciones previamente analizadas afirman que las vibraciones de un motor pueden ser reducidas notablemente con la mezcla de diferentes tipos de componentes como por ejemplo aceites reciclados, etanol y aditivos los cuales en bajos porcentajes son capaces de mejorar la combustión interna del motor lo cual repercute en tener una cantidad de reducida de vibraciones.

El análisis de las vibraciones se realizara en condiciones estáticas con una variación de rpm al igual que con una presión atmosférica de 2800 msm con el uso del combustible extra, súper y extra con el aditivo.

Donde recopilaremos la información en la cual se podrá determinar si dichos combustibles son capaces de mantener al vehículo trabajando en condiciones normales sin que exista una vibración excesiva o por otro lado son los causantes de un bajo rendimiento en estos vehículos.

Determinar cuales son los vehículos con nuevas tecnologías que se ofertan a nivel nacional, de la misma manera analizar cuales son los aditivos y los combustibles que son ofertados a nivel regional y nacional.

Para brindar el cumplimiento del objetivo general y los específicos, es necesario identificar el comportamiento de las vibraciones de los vehículos J1, S1 y A1, que son parte del análisis, es por ello que se realizara ensayos y pruebas tanto en condiciones ideales y reales, para contemplar valores que puedan identificar como los aditivos y la gasolina nacional puedan tener una mezcla optima, durante el proceso de combustión del automotor.

Fundamentación teórica

Vehículos

Dentro de la presente investigación se han considerado tres tipos de vehículos que son:

- Chevrolet Spark (K1)
- Chevrolet ONIX que es un vehiculo turbo alimentado (A1)
- Mazda CX3 a inyeccion directa(J1)

De tal forma se presentar las siguientes especificaciones básicas

Tabla 1: Vehículo y especificaciones técnicas

Vehículo	Especificaciones
Chevrolet Spark (K1)	* Inyección multipunto * 4 cilindros
Chevrolet ONYX (A1)	*Turbo Alimentado * 3 cilindros
Mazda CX3 (J1)	*Inyección directa * 4 cilindros

Combustibles

Para obtener características de un combustible es necesario conocer las propiedades químicas y físicas, mismas que

debe constar información como:

El Kilometraje, lecturas de compresión, ruidos, presión, estado de las bujías y emisión de contaminantes (Normalización, Vehículos Automotores.Fincionamiento de Vehículas con GLP. Conversión de Motores de Combustión Interna con Sistema de Carburación de Gasolina por Carburación DUAL GLP/Gasolina o solo de GLP. Requisitos , 2008). Se menciona que las mediciones o comparaciones del motor no deben ser más del 25% en los valores mínimos y máximos.

El Número de octano RON

Para combustibles de hasta 100 octanos, es el resultado en porcentaje en volumen de iso- octano (el numero de octano igual a 100,0 es aproximado a la décima), mismo que esta dentro de una mezcla con n-heptano(patrón determinado con el numero de octano igual a 0,0), mismo que crea una intensidad con una muestra desconocida de octanaje (Normalización, Derivados del Petróleo. Gasolina.Determinación de las Características Antidetonaantes.Método Research (RON), 2015).

Tabla 2: Características físicas y químicas

ISO octano, con base a 100 octanos.
Temperatura se eleva en un 37,8°C.

Gasolina posee entre 10.500 y 11.000 Kcal/kg.

Limite Superior de 0,77 y 089 kg/dm³

Densidad de gasolina se comprende entre 720 y 775 kg/m³ a 15

Motor	
MAZDA CX3 J1	SKYACTIV-G
CHEVROLET ONYX A1	LT,TLZ,LTZ AT,
CHEVROLET SPARK S1	1.4 L MFI, DOHC
Combustibles aditivos	Xenum VRX 500, Liqui Moly Oil Aditiv, Xenum Súper G, XADO Aditivo para el aceite de motor, Metabond Eco
Combustión	El desplazamiento, mantenimiento, fuente de energía, química, eléctrica o calórica en los ejes x y o z

El Numero de octano

Se define como la medición que se obtiene a través de los antidetonantes de las gasolinas. La expresión corresponde al porcentaje de iso-octano, misma que se obtiene por medio de una mezcla entre el n-heptano y el mismo iso-octano, teniendo en cuenta que sus características sean que sus características sean similares a la gasolina que se esta aplicando en un motor moicilíndrico estándar.

Tabla 3:Formulas

Metano	CH₄
Propano	C ₃ H ₈
Butano	C ₄ H ₁₀
Combustion completa	CH ₄ +2O ₂ → CO ₂ +2H ₂ O+energía
Combustion incompleta	4CH ₄ +7O ₂ → 2CO+2CO ₂ +8H ₂ O

Características químicas

Índice de octano se considera como la capacidad que tienen los componentes de la gasolina para realizar el proceso de compresión antes de que se auto inflamable es por ello que se estableció dos índices de octano Número de octanos método pesquisa (RON): Es el porcentaje volumétrico de la ISO octano, con base a 100 octanos, a partir de una

mezcla de n-heptano con una base 0 octanos, que van a detonar con una intensidad similar a la muestra, cuando se los compara con un motor patrón (Centroamericano, 2016). Numero de octano método motor (MON): Tiene una definición similar a las características del RON, pero tiene una diferencia en las condiciones impuestas en la prueba, ya que se utilizan una revolución superior del motor patrón (Centroamericano, 2016).

La presión de vapor describe la tendencia del producto petróleo al momento de evaporarse además de la volatilidad producida cuando la temperatura se eleva en un 37,8 grado centígrado. El poder calórico va en relación con la potencia del motor cuando el combustible ha sido consumido por completo ya que la gasolina posee entre 10.500 y 11.000 Kcal/kg.

Combustión

Cueva (2019) desarrolla un proyecto denominado " Estudio de las Emisiones de un Motor Diésel en Relación a la Variación de la Temperatura de su Combustible (Diésel) " en reacciones químicas y físicas de la transferencia de la masa y el calor. Menciona también que la combustión esta en estado gaseoso de tal forma que la oxidación se pueda dar con una elevada velocidad y el combustible pueda evaporizarse y combinarse mejor con el aire (Cueva, 2019).

Combustible características físico – químicas

Dentro de las **características físicas** se idéntica la volatilidad que se encarga de mejorar la formación de la mezcla cuando se esta a niveles bajos de temperatura. El peso específico es el medio por el cual los distintos tipos de combustibles pueden detonar a partir de la medición del peso y volumen, es así que se a considerado los limites superiores de lo automóviles en un 0,77 y 089 kg/dm³ aproximadamente.

La densidad esta dispuesta por el volumen y la temperatura especifica, la densidad media encontrada en la gasolina se comprende entre 720 y 775 kg/m³ a 15

aditivos antioxidantes ayudan a mejorar la durabilidad de los lubricantes, por otro lado, también se tienen a los aditivos anticorrosivos que actúan en superficies como el metal que son los encargados de proteger los componentes internos del motor, de la humedad producida por los ácidos.

Dentro de los aditivos se toman en cuenta los antiespumantes: que frenan de manera significativa la formación de la espuma producida en la zona superficial del aceite, los aditivos detergentes: limpian las piezas del motor cuando entran en contacto con residuos que obstruyen la pureza, los aditivos dispersantes: eliminan la suciedad de los componentes internos del motor, los aditivos anti desgastantes: protegen al mecanismo de la fricción (Energies, 2018).

Combustible

Los combustibles líquidos son aquellos que provienen del alquitrán de hulla o el petróleo en bruto, que se clasifican a partir de su viscosidad y fluidez.

Dentro de los combustibles líquidos se identifica la gasolina, fuel y naftas derivas del petróleo.

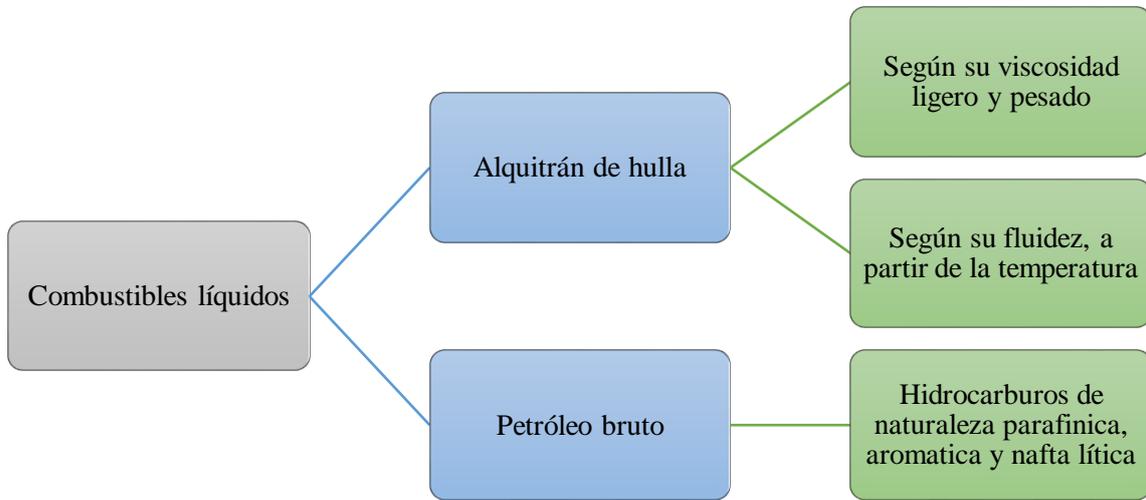


Gráfico 1:Combustibles líquidos

Porcentaje de mezcla

Tabla 4: Porcentaje de la mezcla

Vehículo K1	
Gasolina	Aditivo
Por cada 1.5 galones de extra	Colocar 1 galón de aditivo
Vehículo A1	
Gasolina	Aditivo
Por cada 1,5 galones de extra	Colocar 1 galón de aditivo
Vehículo J1	
Gasolina	Aditivo
Por cada 1.5 galones de extra	Colocar 1 galón de aditivo

Vibraciones

Análisis para el comportamiento frente a vibraciones de un motor de gasolina con diferentes tecnologías, en una primera instancia se realizará un análisis de los diferentes tipos de vibraciones que produce un motor de combustión interna, para luego determinar cuales son los vehículos con nuevas tecnologías que se ofertan a nivel nacional, de la misma manera analizar cuales son los aditivos y los combustibles que son ofertados a nivel regional y nacional.

Para que luego mediante pruebas controladas realizar el análisis de vibraciones mediante equipos normados y determinar en que porcentaje puede aumentar o disminuir las vibraciones al utilizar combustibles paralelos a los que exige la marca para un buen funcionamiento (Arias & Martínez , 2016).

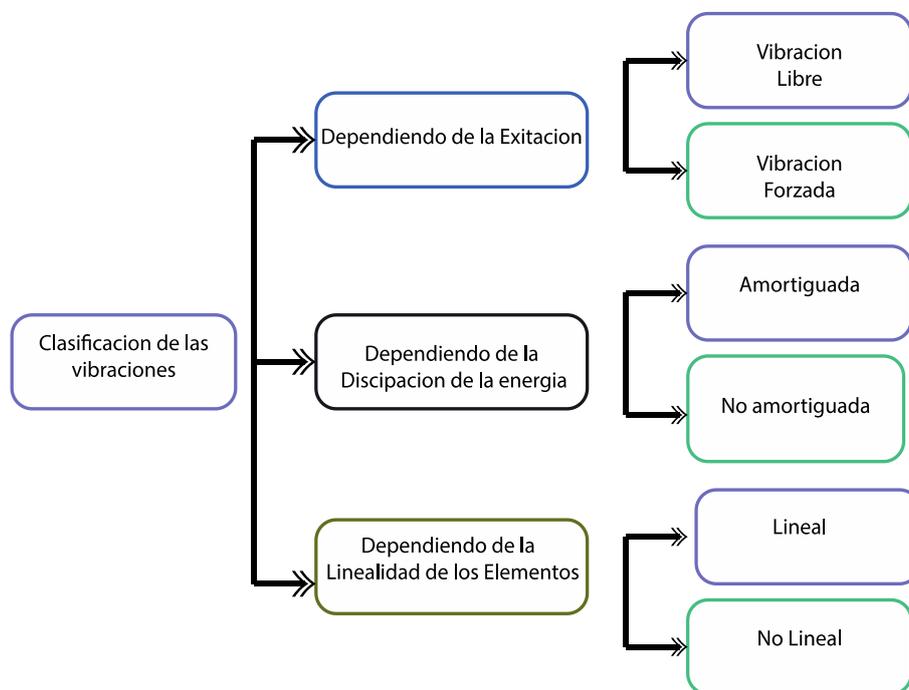


Gráfico 2: Clasificación de las vibraciones

Tabla 5: Formulas de vibraciones

Vibración mecánica libre/sin amortiguamiento	$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{xk}{m}$
Vibraciones mecánicas libres con/amortiguamiento	$m \frac{d^2x}{dt^2} + C \frac{dx}{dt} + kx = 0$
Transmisión de las vibraciones mecánica	$m \frac{dx}{dt^2} + C \frac{dx}{dt} + kx = F$

La vibración libre: es la vibración que un sistema ejecuta cuando se separa de su posición de equilibrio y se abandona libremente. La frecuencia correspondiente a la

vibración libre del sistema se denomina frecuencia natural, la vibración forzada: es el movimiento vibratorio realizado por un sistema mecánico cuando su movimiento es forzado por una perturbación externa, las vibraciones amortiguadas: son aquellas en las que en cada ciclo el sistema pierde energía debido a las características disipadas de la misma razón por la cual la amplitud de la oscilación está disminuyendo.

Las vibraciones como una oscilación

Las vibraciones como una oscilación que se da al rededor de una posición, esta se puede dar de forma repetitiva o periódica. Los autores mencionan que esta vibración se da por una excitación que puede estar afectando a todo el objeto o puede estar en un origen del objeto (Criollo & Matute, 2015).

En esta investigación se mencionan tres elementos dentro del sistema de vibración los cuales son: Elementos amortiguadores, inerciales y clásticos.

Vibraciones de un motor

Las vibraciones se pueden clasificar por: El desplazamiento, mantenimiento, fuente de energía, química, eléctrica o calórica en los ejes x y o z.

$$N.vibraciones = frecuencia * tiempo$$

También se menciona que las vibraciones se dan de forma horizontal en donde recibe una fuerza posicionada en el centro de gravedad del motor (Cárdenas, Cevallos, & Moyano , Análisis de Vibraciones en Motores de Combustion Interna por Meido de Ultrasonido, 2017). Según el mismo autor las vibraciones dependen de varios factores como: Tipo de cables, motor, bujías, mantenimiento y tipo de combustible.

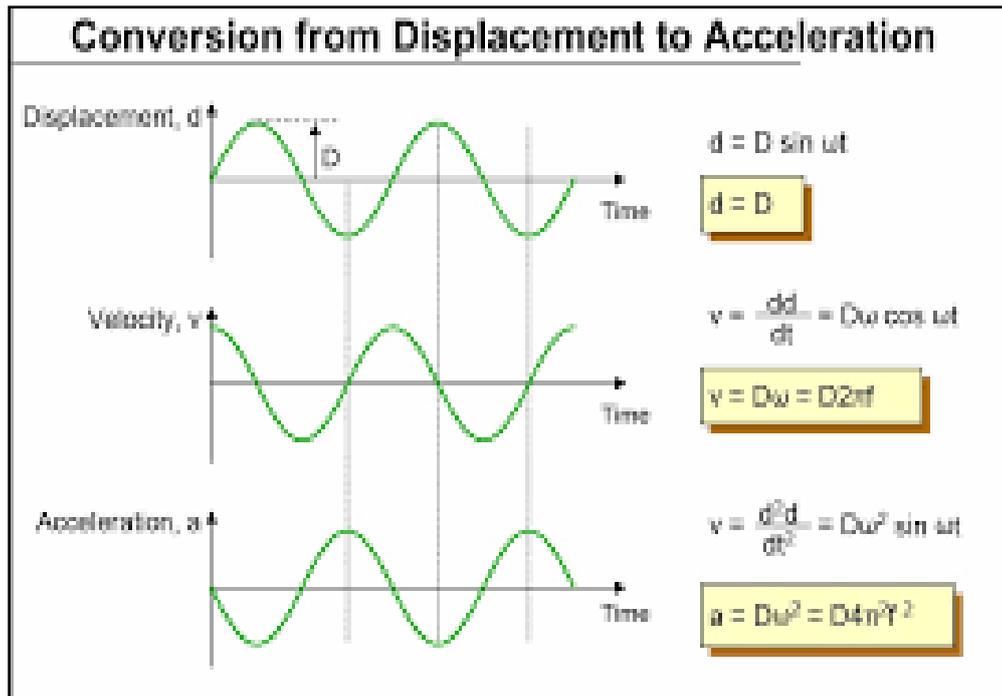


Gráfico 3: Conversión de desplazamiento a aceleración

Las vibraciones periódicas: son aquellas en las que el movimiento oscilatorio alrededor de la posición de referencia se repite exactamente después de un cierto periodo de tiempo.

Fuentes de vibraciones en motores de combustión interna

Las principales fuentes de vibraciones en un MCI son las siguientes

- Irregularidades en el momento torsor a la salida del cigüeñal.
- Existencia de fuerzas y momentos de fuerzas de inercia desbalanceados en el mecanismo biela-manivela
- Carácter impulsivo de la fuerza de los gases en el cilindro
- Cargas de impacto en pares cinemáticos del mecanismo biela-manivela (MBM) y otros mecanismos auxiliares, dadas por holguras tecnológicas y fuerzas variables.

Análisis de vibraciones de los vehículos A1, J1, K1

Están expuestos a:

- **Prueba de desbalanceo del árbol de transmisión:** que este ligado a la condición de trabajo de los rodamientos.
- **Prueba con desbalanceo de las ruedas:** que produce una oscilación en la dirección asociada al volante.
- **Prueba con desbalanceo del motor:** Fluctuación del par motor cada 2 vueltas de la zona del cigüeñal.
- **Uso de aditivo:** que se mezcla con la gasolina extra determinando, así como minimiza el impacto dentro del proceso de combustión.

Aditivos característicos

Cuanto existe una mayor compresión en el funcionamiento del motor del vehículo, es importante optimizar su rendimiento, es por ello que es importante utilizar antidetonantes que basen su composición química en manganeso y plomo (Albarracín & Huiñisaca, Estudio Mediante la Técnica de Vibraciones de los Efectos de la Variación de Presión en el Riel de Combustible, 2017).

Aditivos

Es una mezcla entre hidrocarburos, que esta compuesta por un alto índice de octanaje que intervienen en el proceso de combustión, es ideal para altas presiones y temperaturas.

El aditivo se utiliza en vehículos que utilicen gasolina extra y súper, ya que es producto miscible que se encuentra libre de H₂O

Tabla 6: Datos técnicos

RON	Número 131
MON	Número 106
Poder Calórico	4278,851 Kj/mol
PM	102,663 g/gmol
Densidad	0,852 Kg/litro

Tabla 7: Datos promedio de la mezcla

RON	Número 108
MON	Número 95
Poder Calórico	4221,140 Kj/mol
PM	109,465 g/gmol
Densidad	0,773 Kg/litro

Fractura por fatiga

La fatiga es la consecuencia de un material a las condiciones de carga dinámica si un material ha sido sometido a esfuerzos cíclicos, este puede fracturarse aun cuando el esfuerzo máximo en cualquiera de los ciclos sea menor que el esfuerzo de fractura del material determinado por pruebas estáticas de corta duración.

Modelos matemáticos para nuestro estudio (pruebas – comparación)

Se pueden dar a través de pruebas en un laboratorio. Estas propiedades son importantes debido a que son la base del diseño de los depósitos en bombas, conductos y automóviles y así evitar pérdidas por evaporación, desgastes y caídas de presión (Mancheno, Arévalo, Romero, & Malo, 2017).

Métodos y Materiales

Método

Dentro del método a utilizar del caso práctico del análisis de vibraciones en los vehículos A1 / J1/ K1, es el método motor, o también conocido como (ASTM, CFR-M o F2), que es necesario obtener datos que ayuden a comparar los tres distintos espectros de vibraciones que se han obtenido a partir del funcionamiento normal y cuando los vehículos que están en condiciones de trabajo, en conjunto con un enfoque cuantitativo que permite reconocer valores que parte del uso del aditivo.

De tal forma se crea un ambiente de desbalanceo del vehículo, para identificar como aumentan o disminuyen los niveles de vibración, además se determina como el cambiar las condiciones normales de funcionamiento del vehículo son percibidas por el conductor.

Es así que los datos obtenidos se los realiza en la zona del motor, para ello el acelerómetro se debe ubicar en una posición central en el motor, para así la maquina pueda brindar mejores datos.

Materiales

Equipo de medición

- Laboratorio de la universidad
- Analizador de vibraciones
- Acelerómetro

El analizador de vibraciones se da mediante un magneto, que se monta en puntos de referencia destinados que para el caso de estudio se ubica en el motor, para lo cual se identifica tanta vibración natural en 5Hz y producidas entre 20 Hz y 25 Hz

Tabla 8: Analizador de vibraciones

Marca	ADQ
Dimensiones pupitre de comunicación	43*34*18 mm
Entradas dinámicas	16
Entradas de Trigger	2
Frecuencia de muestreo	100 a 24000 muestras/segundo
Exactitud	+/- 0,1 %
Alimentación	110 a 220 VAC

El acelerómetro dentro de las pruebas es un sensor sensible que informa de las vibraciones del motor del vehículo, direccionado a un dispositivo, donde se identifica las vibraciones en tiempo real. Los datos de las vibraciones se toman a partir de la tarjeta SD, en conjunto con una alarma configurada para indicar el tiempo de la prueba en los vehículos mencionados.

Tabla 9: Acelerometro

Marca	WILCOXON / RESEARCH
Fuente de voltaje	18 - 30 VDC
Sensibilidad	100 m V/g

Dimensiones	43 * 34 * 18 mm
Peso	90 gramos
Respuesta de frecuencia	0,7 - 12000 Hz
Rango de aceleración	80 g pico

Normativa

Resultados y Discusión

Pruebas Vehículo A1

Tabla 10: Especificación técnica vehículo A1

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
Cilindrada	999cc
Motor	1.0L - Turbo
Gasolina	Extra / Súper
Cilindros	3 cilindros en línea

Tabla 11: Pruebas vehículo A1

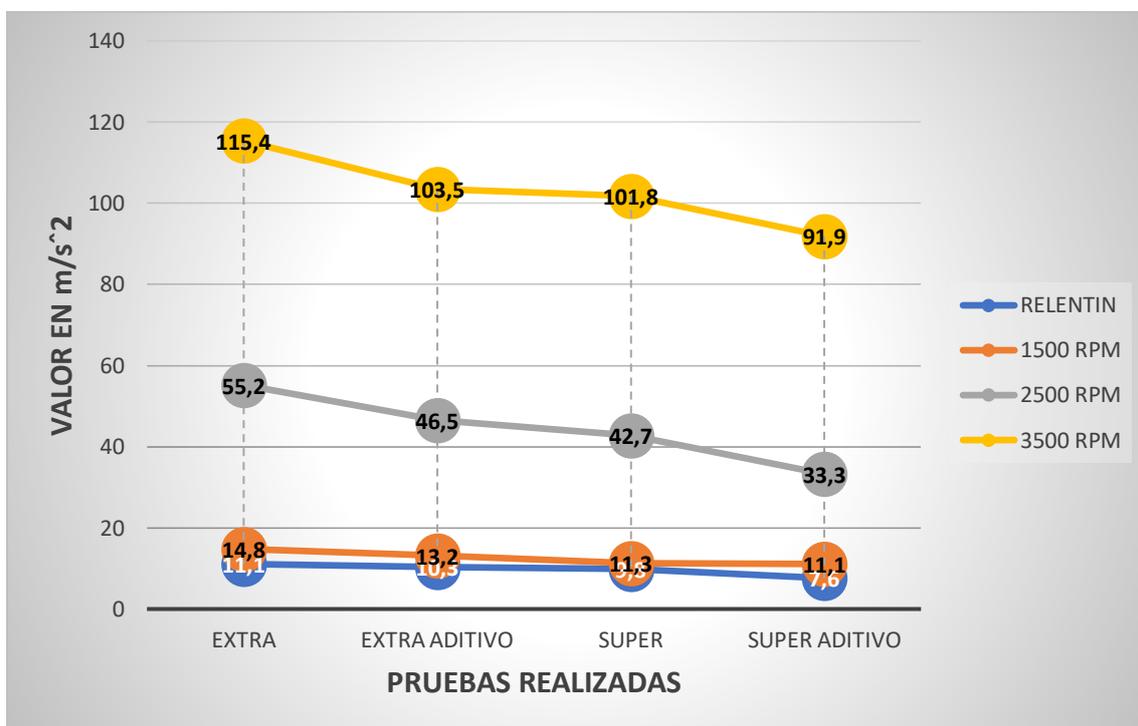
	EXTRA	EXTRA ADITIVO	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	11,1	10,3	9,8	7,6

1500 RPM	14,8	13,2	11,3	11,1
2500 RPM	55,2	46,5	42,7	33,3
3500 RPM	115,4	103,5	101,8	91,9

Prueba individual A1

En este estudio las pruebas oscilan el 27% teniendo en cuenta que es un motor 3 cilindros sobre alimentado esto dando como resultado una reducción de las vibraciones, adicional este motor en bajas rpm tiene una baja compresión y en altas al cargar el turbo llega a un punto de estabilidad.

Gráfico 4: Pruebas vehículo A1



Dentro del análisis de vibraciones del valor mínimo de relantin del A1, se identifica en gasolina extra un valor de 11,1 ($m \cdot s^{-2}$) y en gasolina súper un valor de 9,8 ($m \cdot s^{-2}$), lo cual presenta un dato de 1,3% a favor de la gasolina súper.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del A1, se identifica en gasolina extra un valor de 115,4 ($m \cdot s^{-2}$) y en gasolina súper un valor de 101,8 ($m \cdot s^{-2}$), lo cual presenta un dato de 13,6% a favor de la gasolina súper.

Para el análisis de vibraciones del valor mínimo de relantin del A1, de gasolina extra con aditivo presenta un valor de 10,3($m \cdot s^{-2}$) y con gasolina súper con aditivo un valor de 7,6 ($m \cdot s^{-2}$), lo cual presenta que se tiene un valor mínimo de vibraciones en relantin del 2,7% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del A1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 103,5 ($m \cdot s^{-2}$) y en gasolina súper con

aditivo con un valor de 91,9 (m. s²), lo cual presenta un dato de 11,6% a favor de la gasolina súper con aditivo.

Pruebas Vehículo J1

Tabla 12: Especificación técnica vehículo J1

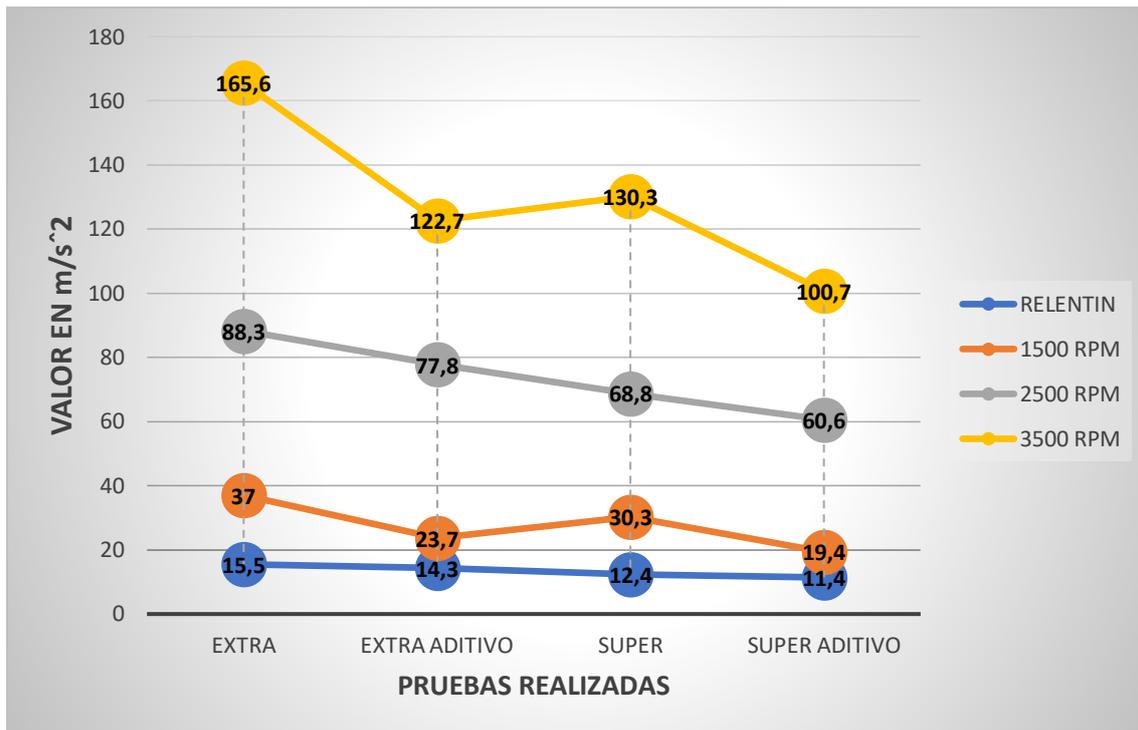
PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
Cilindrada	1.998 cc
Motor	SKYACTIV-G 2,0L/16 válvulas/Dual S-VT/Inyección directa
Gasolina	Extra / Súper
Cilindros	4 cilindros

Tabla 13: Datos de pruebas vehículo J1

	EXTRA	EXTRA ADITIVO	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	15,5	14,3	12,4	11,4
1500 RPM	37	23,7	30,3	19,4
2500 RPM	88,3	77,8	68,8	60,6
3500 RPM	165,6	122,7	130,3	100,7

El vehículo J1 las pruebas oscilan en un 17% teniendo una respuesta positiva al cambio tanto de combustible aditivado como sin aditivo ya que este cuenta con una tecnología de inyección directa la cual comprime la mezcla de aire combustible a un nivel mayor así logrando extraer mucha más energía por cada partícula de combustible favoreciendo al correcto funcionamiento de este motor mediante la reducción de vibraciones.

Gráfico 5: Pruebas vehículo J1



Dentro del análisis de vibraciones del valor mínimo de relantin del J1, se identifica en gasolina extra un valor de 15,5 ($m \cdot s^{-2}$) y en gasolina súper un valor de 12,4 ($m \cdot s^{-2}$), lo cual presenta un dato de 3,1% a favor de la gasolina súper.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del J1, se identifica en gasolina extra un valor de 165,6 ($m \cdot s^{-2}$) y en gasolina súper un valor de 130,3 ($m \cdot s^{-2}$), lo cual presenta un dato de 35,3% a favor de la gasolina súper.

Para el análisis de vibraciones del valor mínimo de relantin J1, de gasolina extra con aditivo presenta un valor de 14,3 ($m \cdot s^{-2}$) y con gasolina súper con aditivo un valor de 11,4 ($m \cdot s^{-2}$), lo cual presenta que se tiene un valor mínimo de vibraciones en relantin del 2,9% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del J1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 122,7 ($m \cdot s^{-2}$) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 100,7 ($m \cdot s^{-2}$), lo cual presenta un dato de 22% a favor de la gasolina súper con aditivo

Pruebas Vehículo K1

Tabla 14: Especificación técnica del vehículo K1

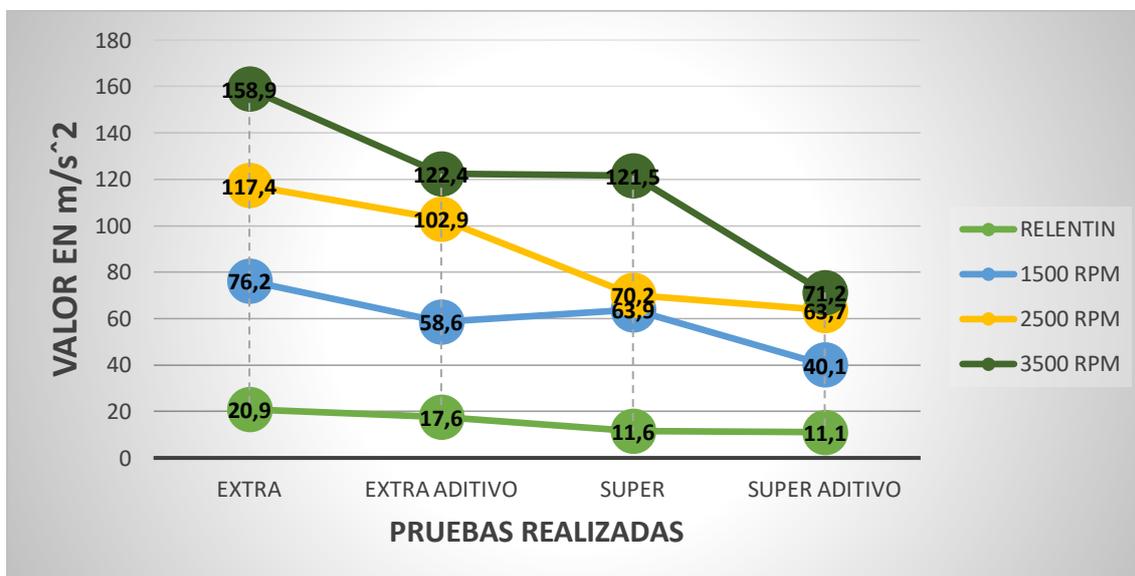
PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
Cilindrada	995 cc
Motor	1.2 SMART-TEC
Gasolina	Extra / Súper
Cilindros	4 cilindros

Tabla 15: Datos de pruebas vehículo K1

	EXTRA	EXTRA ADITIVO	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	20,9	17,6	11,6	11,1
1500 RPM	76,2	58,6	63,9	40,1
2500 RPM	117,4	102,9	70,2	63,7
3500 RPM	158,9	122,4	121,5	71,2

El vehículo k1 al realizar las pruebas dándonos como resultado un 15% de oscilación teniendo tecnología tradicional como resultado al usar combustibles aditivados y de mayor octanaje se observa una reducción de vibraciones menor a lo esperado quedando a la vanguardia y dándonos resultados medianamente aceptables.

Gráfico 6: Pruebas vehículo K1



Dentro del análisis de vibraciones del valor mínimo de relantín del K1, se identifica en gasolina extra un valor de 20,9 ($m. s^2$) y en gasolina súper un valor de 11,6 ($m. s^2$), lo cual presenta un dato de 9,3% a favor de la gasolina súper.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del K1, se identifica en gasolina extra un valor de 158,9 ($m. s^2$) y en gasolina súper un valor de 121,5 ($m. s^2$), lo cual presenta un dato de 37,4% a favor de la gasolina súper.

Para el análisis de vibraciones del valor mínimo de relantín del K1, de gasolina extra con aditivo presenta un valor de 17,6($m. s^2$) y con gasolina súper con aditivo un

valor de 11,1 (m. s²), lo cual presenta que se tiene un valor mínimo de vibraciones en relantin del 6,5% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del K1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 122,4 (m. s²) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 71,2 (m. s²), lo cual presenta un dato de 51,2% a favor de la gasolina súper con aditivo, valor de 11,4 (m. s²), lo cual presenta que se tiene un valor mínimo de vibraciones en relantin del 2,9% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del K1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 122,7 (m. s²) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 100,7 (m. s²), lo cual presenta un dato de 22% a favor de la gasolina súper con aditivo.

Comparativa de resultados

Tabla 16: Pruebas a 3500 RPM

VEHÍCULO	EXTRA	EXTRA ADITIVO	SUPER	SUPER ADITIVO
A1	115,4	103,5	101,8	91,9
J1	165,6	122,7	130,3	100,7
K1	158,9	122,4	121,5	71,2

Gráfico 7: Pruebas a 3500 RPM



Análisis pruebas a 3500 RPM

En el análisis de vibraciones de valor de 3500RPM, se identifica vibraciones en gasolina extra un valor de $A1 = 111,5$ ($m \cdot s^2$) y en gasolina súper un valor de $A1 = 101,8$ ($m \cdot s^2$), lo cual presenta un dato de 9,7% a favor de la gasolina súper, con un menor nivel de vibraciones.

En el análisis de vibraciones de valor de 3500RPM, se identifica vibraciones en gasolina extra con un valor de $J1 = 165,6$ ($m \cdot s^2$) y en gasolina súper con un valor de $J1 = 130,3$ ($m \cdot s^2$), lo cual presenta un dato de 35,3% a favor de la gasolina súper, con un menor nivel de vibraciones.

En el análisis de vibraciones de valor de 3500RPM, se identifica vibraciones en gasolina extra con un valor de $K1 = 158,9$ ($m \cdot s^2$) y en gasolina súper con un valor de $K1 = 121,5$ ($m \cdot s^2$), lo cual presenta un dato de 37,4% a favor de la gasolina súper, con un menor nivel de vibraciones.

En base a los datos obtenidos a 3500 RPM se distingue que el vehículo con menor índice de vibraciones es A1 con 9,7%

En base a los datos obtenidos a 3500 RPM se distingue que el vehículo con mayor índice de vibraciones es K1 con 37,4%

En el análisis de vibraciones de valor de 3500RPM, se identifica vibraciones en gasolina extra con aditivo con un valor de $A1 = 103,5$ ($m \cdot s^2$) y en gasolina súper con aditivo con un valor de $A1 = 91,9$ ($m \cdot s^2$), lo cual presenta un dato de 12,4% a favor de la gasolina súper con aditivo, con un menor nivel de vibraciones.

En el análisis de vibraciones de valor de 3500RPM, se identifica vibraciones en gasolina extra con aditivo, con un valor de $J1 = 122,7$ ($m \cdot s^2$) y en gasolina súper con aditivo, con un valor de $J1 = 100,7$ ($m \cdot s^2$), lo cual presenta un dato de 22% a favor de la gasolina súper con aditivo, con un menor nivel de vibraciones.

En el análisis de vibraciones de valor de 3500RPM, se identifica vibraciones en gasolina extra con aditivo, con un valor de $K1= 122,4$ ($m. s^2$) y en gasolina súper con aditivo, con un valor de $K1= 71,2$ ($m. s^2$), lo cual presenta un dato de 50,3% a favor de la gasolina súper con aditivo, con un menor nivel de vibraciones.

En base a los datos obtenidos a 3500 RPM con aditivo que se distingue que el vehículo con menor índice de vibraciones es A1 con 12,4%

En base a los datos obtenidos a 3500 RPM con aditivo que se distingue que el vehículo con mayor índice de vibraciones es K1 con 50,3%

Aspectos a considerar en las pruebas

- Como estará calibrado el equipo empresa
- Vehículo en condiciones ideales
- Vehículo en condiciones del tiempo
- Identificar la temperatura 20 grados y a los 3 minutos realizar las pruebas
- En condiciones de trabajo
- 3500 relantin ISO 2203
- Unidades de medición de la maquina

Conclusiones

Dentro del análisis de la problemática se ha logrado reconocer cuales son los principales parámetros que crean vibraciones considerables en los vehículos de estudio, para lo cual fue necesario contar con materiales apropiados que permitan tener una lectura adecuada para poder identificar como el aditivo, es un componente que permite reducir las vibraciones y mejorar el proceso de la puesta en marcha del vehículo.

En conclusión, se identifica que el vehículo con menor índice de vibración es el A1, ya que presenta una considerable reducción en un 27% siendo un factor trascendental el tipo de motor, cilindros y sobre todo la quema total de los combustibles al momento de realizar el proceso de combustión, dando como resultado un menor desgaste en las partes tanto internas como externas del motor.

En síntesis, el vehículo K1 es el que presenta vibraciones altas en consideración del vehículo A1 y J1, lo cual coloca a la vista que a pesar de utilizar aditivos dentro de la mezcla de gasolina extra y súper, pasara de manera casi imperceptible dentro de la puesta en marcha de el motor en el contexto de las vibraciones.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del A1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 103,5 (m. s²) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 91,9 (m. s²), lo cual presenta un dato de 11,6% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del J1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 122,7 (m. s²) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 100,7 (m. s²), lo cual presenta un dato de 22% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del K1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 122,4 (m. s²) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 71,2 (m. s²), lo cual presenta un dato de 51,2% a favor de la gasolina súper con aditivo.

Referencias

- Albarracín, Á., & Huiñisaca, J. (2015). *Estudio mediante la Técnica de vibraciones de los Efectos de la Variación de Presión en el Riel de Combustible sobre la Combustión de un Motor CRDi Modelo Hyundai Santa FeJé 2.0*. Obtenido de Repositorio Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7714/1/UPS-CT004579.pdf>
- Panchi, W. (2020). *Análisis de la degradación y de aditivos del lubricante de un motor de encendido provocado en vehículos M1 dentro del periodo de mantenibilidad*. Obtenido de Repositorio UIDE: *Análisis de la degradación y de aditivos del lubricante de un motor de encendido provocado en vehículos M1 dentro del periodo de mantenibilidad*
- Cárdenas, P., Cevallos, A., & Moyano, J. (2017). *Análisis de vibraciones en motores de combustión interna por medio de un ultrasonido*. Obtenido de Repositorio UIDE: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2187/1/T-UIDE-1596.pdf>

- Vega, D. (2015). *Análisis y diagnósticos de vibraciones en vehículos livianos de combustión interna*. Obtenido de Repositorio Escuela Politécnica Nacional : <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7131/1/CD-5321.pdf>
- Cebolla, B. (2017). *Modelado y caracterización de sistemas de suspensión en vehículos automoviles* . Obtenido de Repositorio Universitat Politècnica de Valencia : <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/89391/CEBOLLA%20-%20MODELADO%20Y%20CARACTERIZACI%C3%93N%20DE%20SISTEMAS%20DE%20SUSPENSI%C3%93N%20EN%20VEH%C3%8DCULOS%20AUTOM%C3%93VILES.pdf?sequence=1>
- Rocha, J., & Zambrano, V. (2015). *Análisis del funcionamiento del motor de encendido provocado, debido a la presencia de aditivos*. Obtenido de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9120>
- Gutiérrez, M., Iñiguez, J., Cadena, X., & Santiana, G. (2017). Análisis de las Vibraciones de un Motor Ciclo OTTO con una Mezcla Combustible a base de Gasolina y de Etanol. *SciELO*, 2(10).
- Arias, G., & Martínez , C. (2016). Evaluación de la Exposición al Riesgo por Vibraciones en el Segmento. *SciELO*, 62(245).
- Normalización, I. E. (2015). *Derivados del Petróleo. Gasolina. Determinación de las Características Antidetonantes. Método Research (RON)*. Obtenido de Norma Técnica Ecuatoriana: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2102.pdf>
- Centroamericano, R. T. (2016). *Productos de Petróleo. Gasolina Regular. Especificaciones*. Obtenido de https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/reglamento_de_gasolina_regular.pdf
- Albarracín, Á., & Huiñisaca, J. (2017). *Estudio Mediante la Técnica de Vibraciones de los Efectos de la Variación de Presión en el Riel de Combustible*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7714/1/UPS-CT004579.pdf>
- Criollo, O., & Matute, H. (2015). *Diagnóstico de Fallos en la Combustión para Motores de Combustión Interna Alternativos Diésel por Análisis de Vibraciones*. Obtenido de Repositorio Universidad Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6288>
- Cárdenas, P., Cevallos, A., & Moyano , J. (2017). *Análisis de Vibraciones en Motores de Combustión Interna por Meido de Ultrasonido*. Obtenido de Repositorio UIDE: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2187/1/T-UIDE-1596.pdf>
- Cueva, G. (2019). *Estudio de las Emisiones de un Motor Diésel en Relación a la Variación de la Temperatura de su Combustible*. Obtenido de Repositorio UIDE: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3065/1/T-UIDE-1119.pdf>
- Energies, T. (2018). *Propiedades de los aditivos* . Obtenido de <https://totalenergies.co/blog/aditivos/propiedades-aditivos>
- Normalización, I. E. (2008). *Vehículos Automotores. Fincionamiento de Vehículas con GLP. Conversión de Motores de Combustión Interna con Sistema de Carburación de Gasolina por Carburación DUAL GLP/Gasolina o solo de GLP. Requisitos* . Obtenido de INEN: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2311.pdf>
- Mancheno, M., Arévalo, P., Romero, J., & Malo, I. (2017). Análisis Físicoquímico de Combustible Líquidos Obtenidos en el Proceso de Pirolisis de Caucho Vulcanizado. *SciELO*, 26(2), 106-118. Obtenido de SciELO: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/1gr/v26n2/1390-3799-1gr-26-02-00084.pdf>
- Universo, D. e. (11 de Marzo de 2022). Los Combustibles. *Alza de Precios en los Combustibles*, págs. 2-4. Recuperado el 09 de Mayo de 2022, de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/alza-en-precio-del-galon-de-gasolina-super-llega-a-060-en-lo-que-va-del-2022-nota/#:~:text=Econom%C3%ADa-,Alza%20en%20precio%20del%20gal%C3%B3n%20de%20gasolina%20s%C3%BAper%20illega%20a,de%20marzo%20bordear%C3%A>

Anexos

- **La NORMA ISO 10816**

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización menciona que para el buen funcionamiento de un motor este debe tener un diagnóstico inicial con la respectiva inspección que determine las condiciones y recomendaciones del fabricante. Dentro de las hojas iniciales que se montan sobre la base rígida y pesada que ayudaran de manera razonable a la dirección rígida de la vibración.

- **La NORMA ISO 10816-1**

Evalúa las vibraciones de máquinas de partes no rotativas. La NORMA ISO 10816-6, Máquinas alternativas con potencial nominal superior a 100 kw.

Describe la guía general sobre la evaluación y medición de la vibración mecánica de la maquinaria industrial, se tendrá una clasificación que se encuentra estandarizada a partir de 4 clases.

Clase I: La máquina se separa del conductor o las unidades a acoplar, las máquinas que pertenecen a esta clase operan hasta aproximadamente 15kw que son aproximadamente 20hp

Clase II: Maquinas/motores eléctricos de 20hp a 100 hp, sin cimientos especiales o los motores montados de manera rígida en maquinas hasta 400hp montado de forma de cimientos especiales.

Clase III: Las maquinas grandes con el motor primario y maquinas de gran envergadura con los conjuntos giratorios.

Clase IV: Incluye motores primarios y maquinas grandes en conjunto de rotación que se monta sobre bases relativas suaves de la dirección a partir de la vibración medida, es por ello que los generadores de turbinas son superiores A 13500hp.

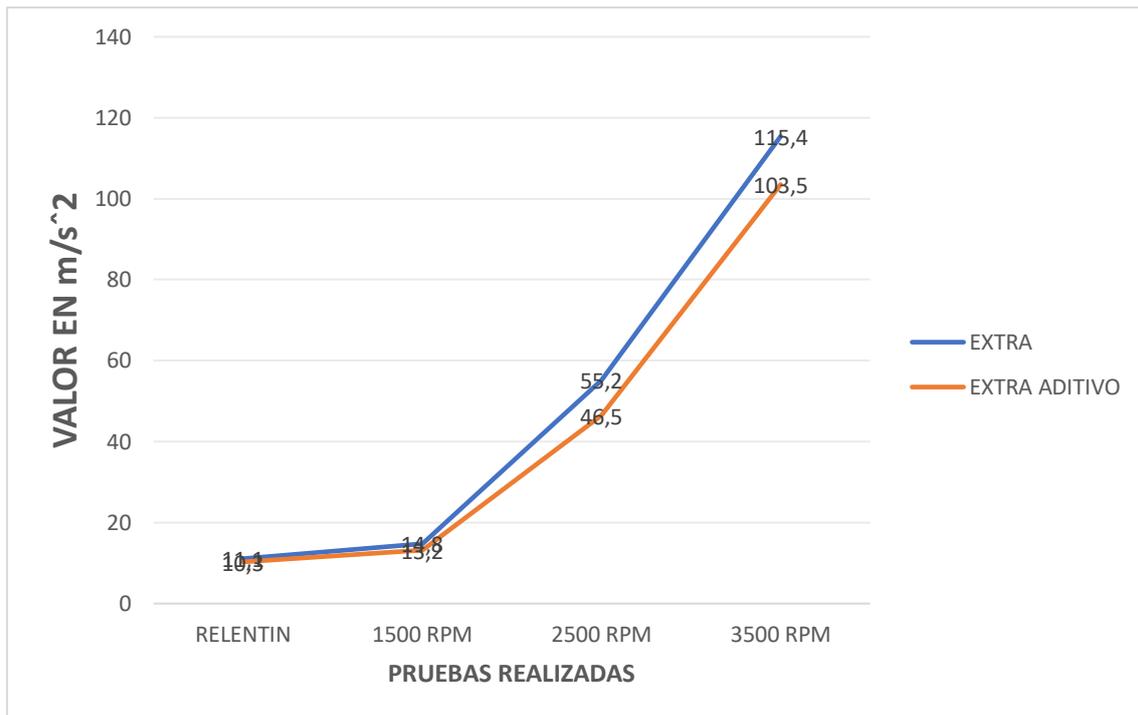
Análisis de las pruebas realizadas con gasolina extra en los vehículos A1, K1, J1

A1

Tabla 17: Datos de pruebas A1

	EXTRA	EXTRA ADITIVO
RELENTIN	11,1	10,3
1500 RPM	14,8	13,2
2500 RPM	55,2	46,5
3500 RPM	115,4	103,5

Gráfico 8: Pruebas vehículo A1



Análisis e Interpretación de Resultados

En el gráfico 8, se observan las pruebas realizadas en el vehículo A1, donde se toma en consideración la gasolina extra con un valor mínimo en el ralentí con 11,1 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 115,4 m. s².

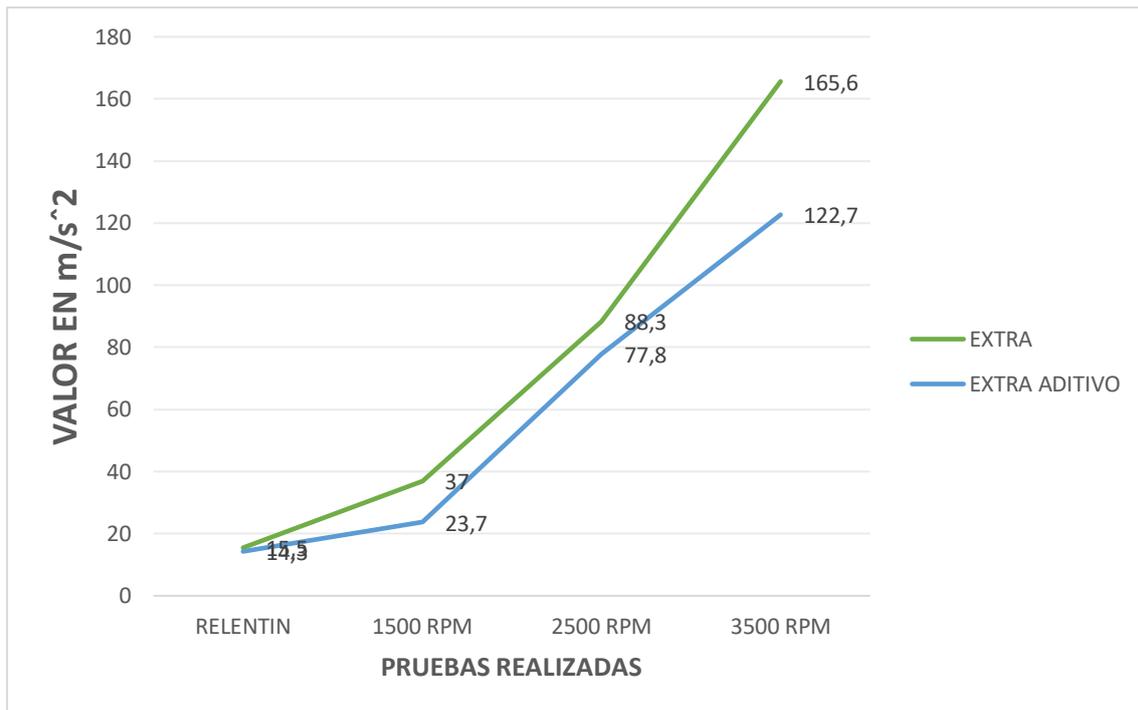
Por otro lado, se identifican el uso de gasolina extra con aditivo con un valor mínimo en el ralentí con 10,3 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 103,5 m. s².

K1

Tabla 18: Datos de pruebas K1

	EXTRA	EXTRA ADITIVO
RELENTIN	15,5	14,3
1500 RPM	37	23,7
2500 RPM	88,3	77,8
3500 RPM	165,6	122,7

Gráfico 9: Pruebas vehículo K1



Análisis e Interpretación de Resultados

En el gráfico 9, Se observan las pruebas realizadas en el vehículo K1, donde se toma en consideración la gasolina extra con un valor mínimo en el relentin con 15,5 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 165,6 m. s².

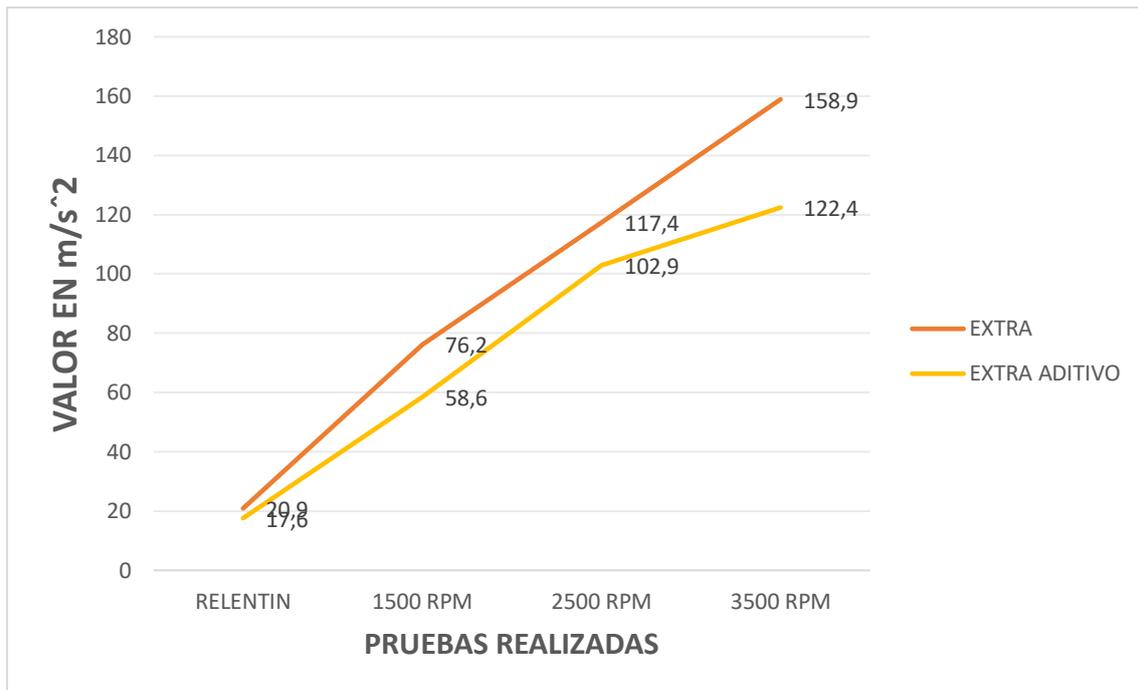
Por otro lado, se identifican el uso de gasolina extra con aditivo con un valor mínimo en el relentin con 14,3 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 122,7 m. s²

J1

Tabla 19: Datos de pruebas J1

	EXTRA	EXTRA ADITIVO
RELENTIN	20,9	17,6
1500 RPM	76,2	58,6
2500 RPM	117,4	102,9
3500 RPM	158,9	122,4

Gráfico 10: Pruebas vehículo J1



Análisis e Interpretación de Resultados

En el gráfico 10, se observan las pruebas realizadas en el vehículo J1, donde se toma en consideración la gasolina extra con un valor mínimo en el ralentí con 20,9 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 158,9 m. s².

Por otro lado, se identifican el uso de gasolina extra con aditivo con un valor mínimo en el ralentí con 17,6 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 122,4 m. s².

Análisis de las pruebas realizadas con gasolina súper en los vehículos A1,K1,J1

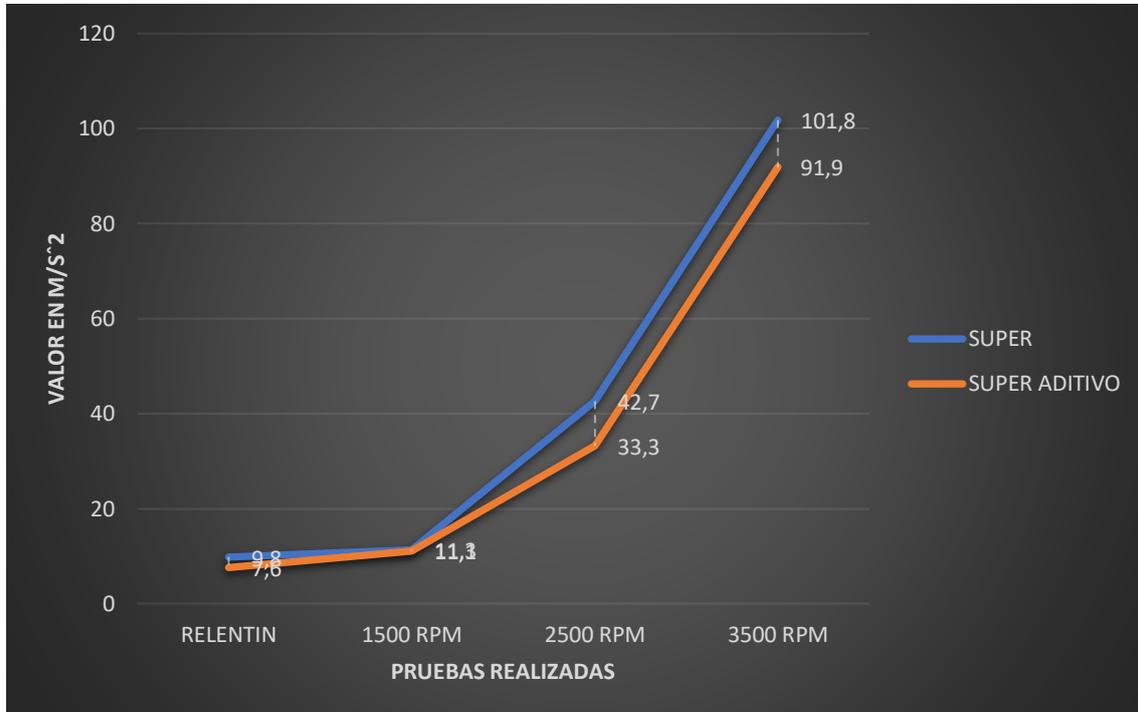
A1

Tabla 20: Datos de pruebas A1

	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	9,8	7,6
1500 RPM	11,3	11,1

2500 RPM	42,7	33,3
3500 RPM	101,8	91,9

Gráfico 11: Pruebas vehículo A1



Análisis e Interpretación de Resultados

En el gráfico 11, se observan las pruebas realizadas en el vehículo A1, donde se toma en consideración la gasolina extra con un valor mínimo en el relentin con 9,8 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 101,8 m. s².

Por otro lado, se identifican el uso de gasolina extra con aditivo con un valor mínimo en el relentin con 7,6 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 91,9 m. s².

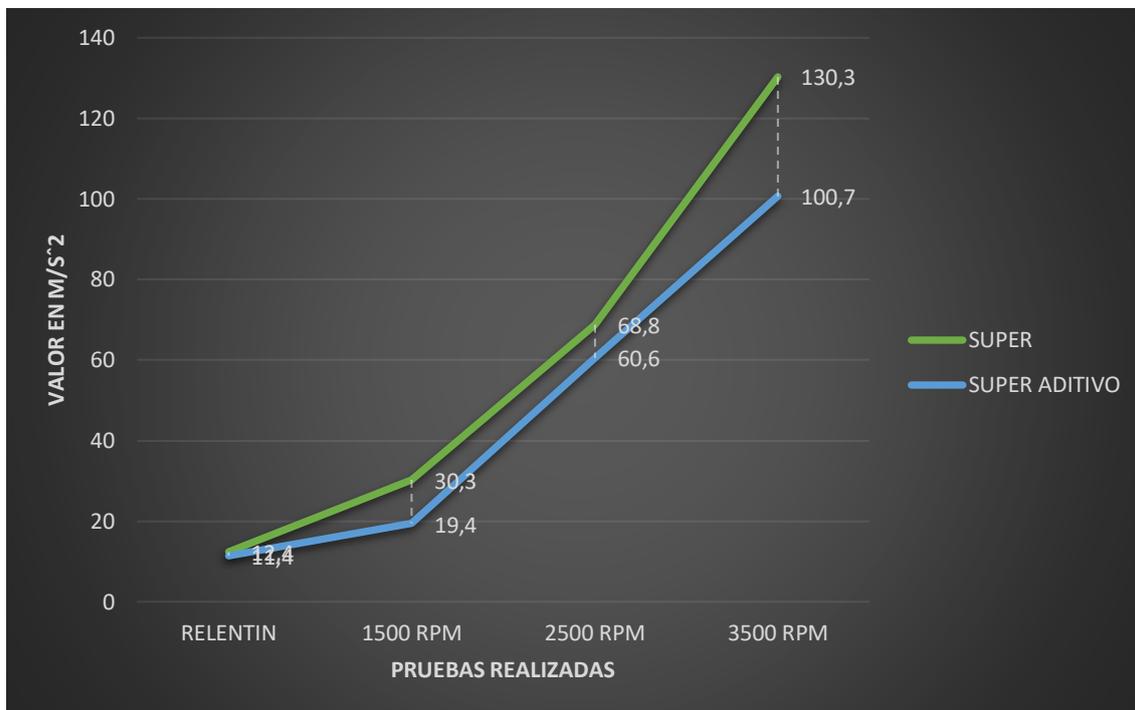
K1

Tabla 21: Datos de pruebas K1

	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	12,4	11,4
1500 RPM	30,3	19,4
2500 RPM	68,8	60,6

3500 RPM	130,3	100,7
----------	-------	-------

Gráfico 12: Pruebas vehículo J1



Análisis e Interpretación de Resultados

En el gráfico 12, se observan las pruebas realizadas en el vehículo J1, donde se toma en consideración la gasolina extra con un valor mínimo en el ralentí con 12,4 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 130,3 m. s².

Por otro lado, se identifican el uso de gasolina extra con aditivo con un valor mínimo en el ralentí con 11,4 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 100,7 m. s².

J1

Tabla 22: Datos de pruebas J1

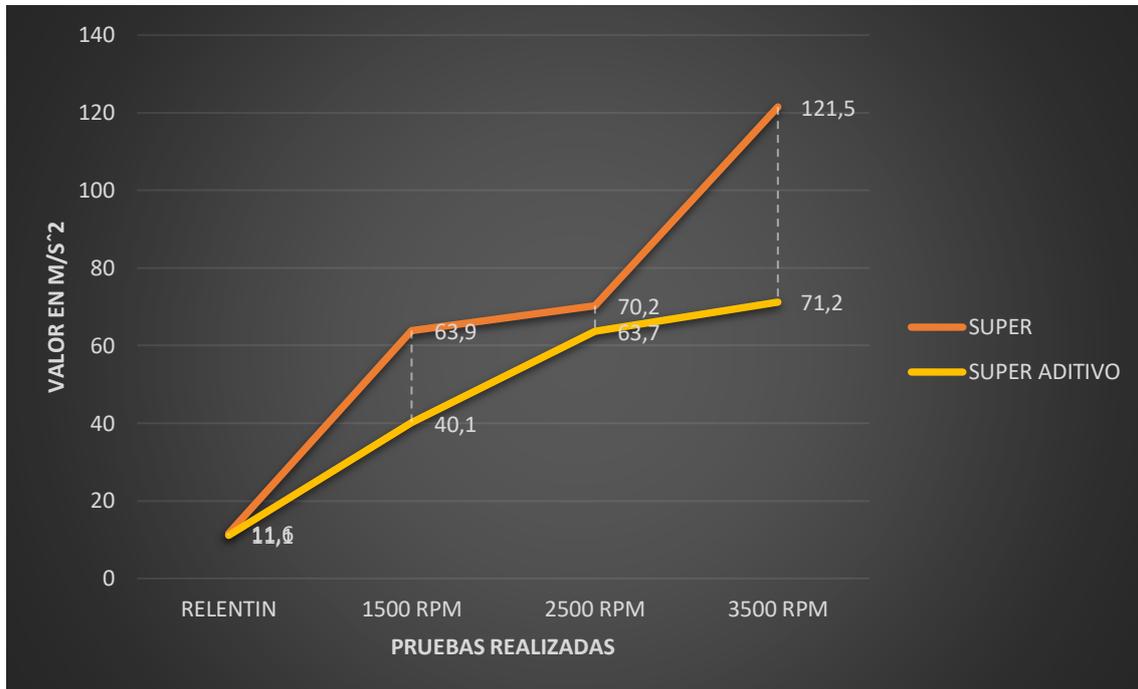
	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	11,6	11,1
1500 RPM	63,9	40,1
2500 RPM	70,2	63,7

3500 RPM

121,5

71,2

Gráfico 13: Pruebas vehículo J1



Análisis e Interpretación de Resultados

En el gráfico 13, se observan las pruebas realizadas en el vehículo J1, donde se toma en consideración la gasolina extra con un valor mínimo en el relentin con 11,6 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 121,5 m. s².

Por otro lado, se identifican el uso de gasolina extra con aditivo con un valor mínimo en el relentin con 11,1 m. s² y con un valor máximo en 3500 RPM de 71,2 m. s².

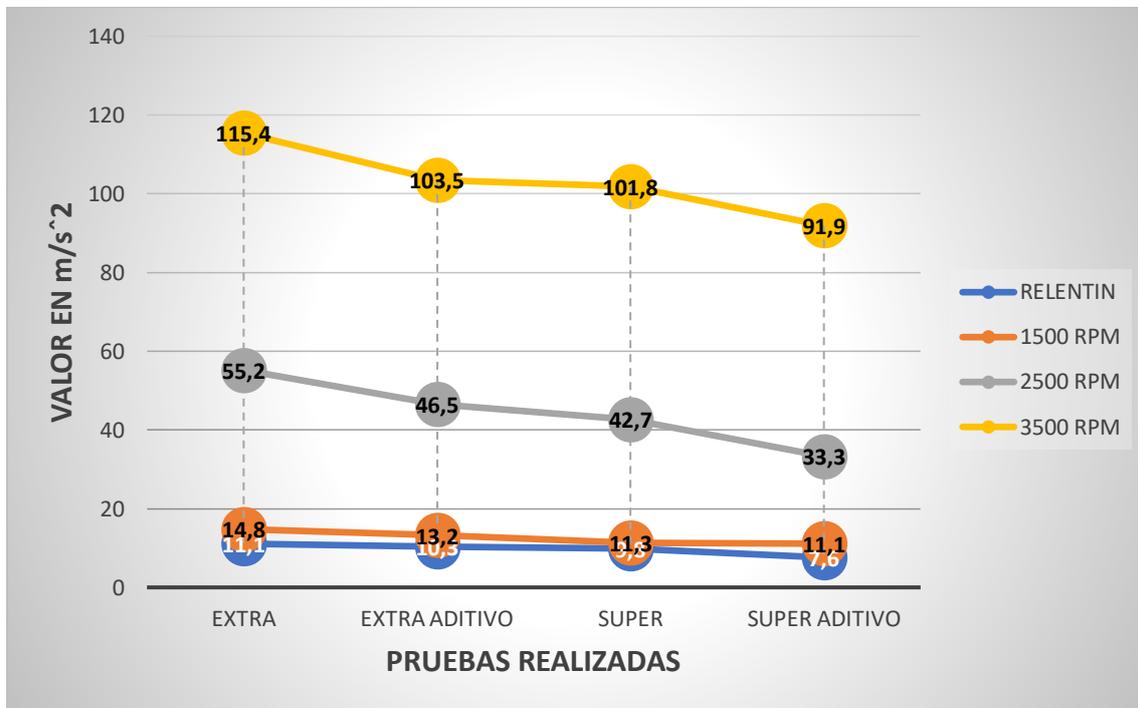
Análisis comparativo de las pruebas realizadas entre gasolina extra vs súper en los vehículos A1, K1 y J1:

Tabla 23: Datos de pruebas A1

	EXTRA	EXTRA ADITIVO	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	11,1	10,3	9,8	7,6

1500 RPM	14,8	13,2	11,3	11,1
2500 RPM	55,2	46,5	42,7	33,3
3500 RPM	115,4	103,5	101,8	91,9

Gráfico 14: Pruebas vehículo A1

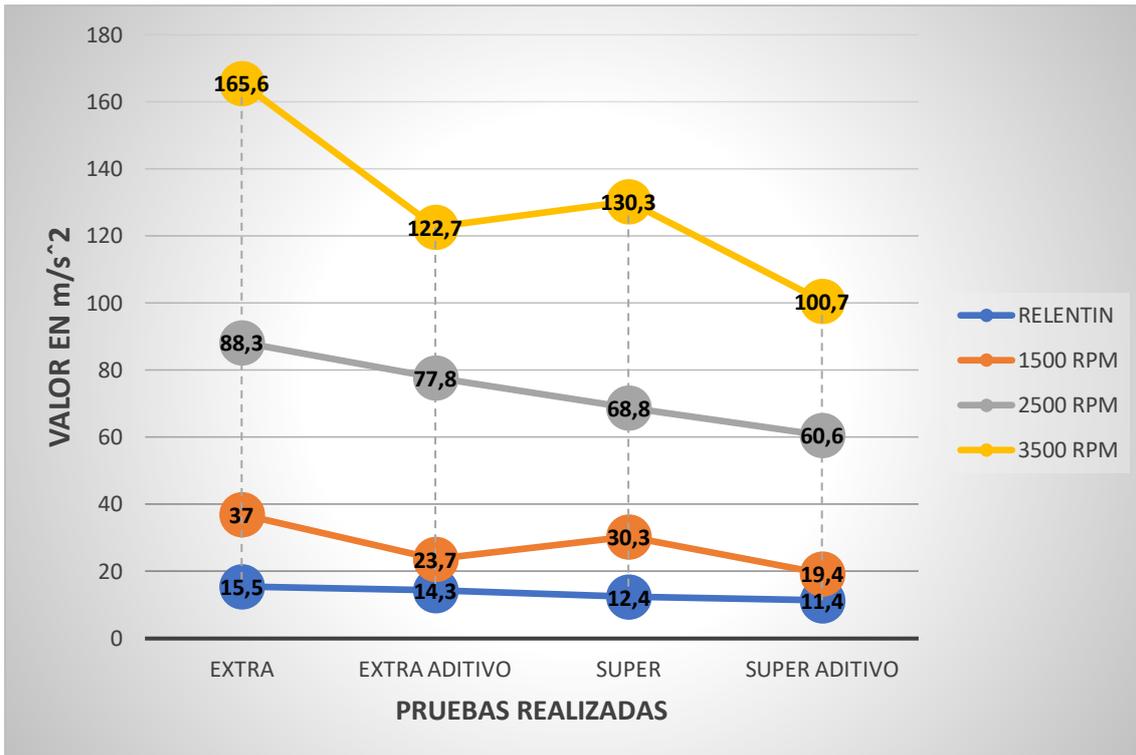


K1

Tabla 24: Datos de pruebas K1

	EXTRA	EXTRA ADITIVO	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	15,5	14,3	12,4	11,4
1500 RPM	37	23,7	30,3	19,4
2500 RPM	88,3	77,8	68,8	60,6
3500 RPM	165,6	122,7	130,3	100,7

Gráfico 15: Pruebas vehículo K1

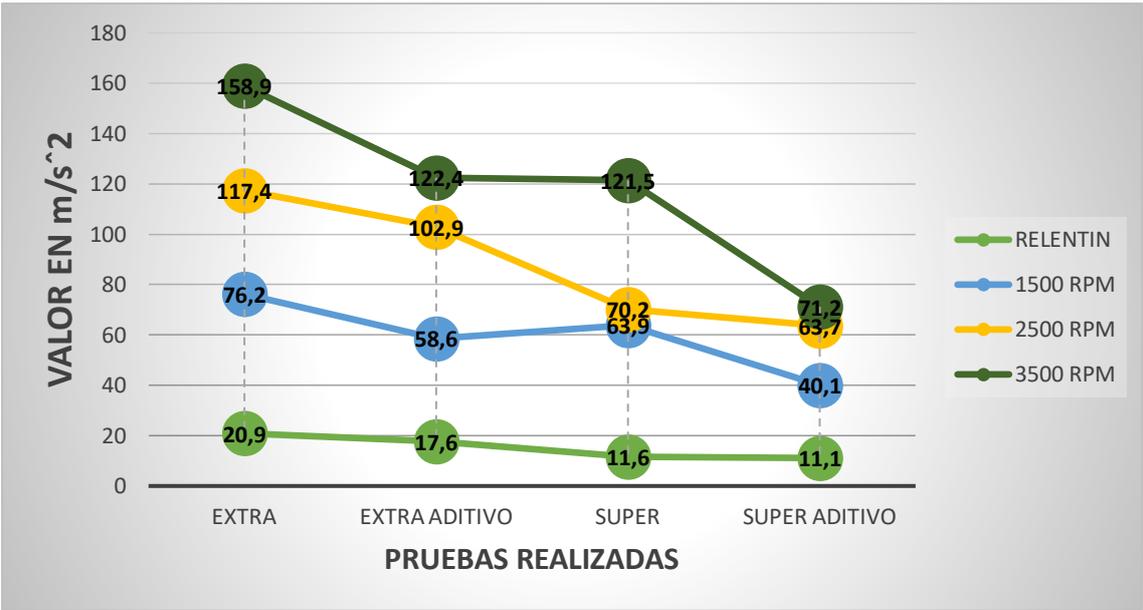


J1

Tabla 25: Datos de pruebas J1

	EXTRA	EXTRA ADITIVO	SUPER	SUPER ADITIVO
RELENTIN	20,9	17,6	11,6	11,1
1500 RPM	76,2	58,6	63,9	40,1
2500 RPM	117,4	102,9	70,2	63,7
3500 RPM	158,9	122,4	121,5	71,2

Gráfico 16: Pruebas vehículo J1



Conclusiones A1

Dentro del análisis de vibraciones del valor mínimo de relantín del A1, se identifica en gasolina extra un valor de 11,1 (m. s²) y en gasolina súper un valor de 9,8 (m. s²), lo cual presenta un dato de 1,3% a favor de la gasolina súper.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del A1, se identifica en gasolina extra un valor de 115,4 (m. s²) y en gasolina súper un valor de 101,8 (m. s²), lo cual presenta un dato de 13,6% a favor de la gasolina súper.

Para el análisis de vibraciones del valor mínimo de relantín del A1 de gasolina extra con aditivo presenta un valor de 10,3(m. s²) y con gasolina súper con aditivo un valor de 7,6 (m. s²), lo cual presenta que se tiene un valor mínimo de vibraciones en relantín del 2,7% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del A1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 103,5 (m. s²) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 91,9 (m. s²), lo cual presenta un dato de 11,6% a favor de la gasolina súper con aditivo.

Conclusión K1

Dentro del análisis de vibraciones del valor mínimo de relantín del K1, se identifica en gasolina extra un valor de 20,9 (m. s²) y en gasolina súper un valor de 11,6 (m. s²), lo cual presenta un dato de 9,3% a favor de la gasolina súper.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del K1, se identifica en gasolina extra un valor de 158,9 (m. s²) y en gasolina súper un valor de 121,5 (m. s²), lo cual presenta un dato de 37,4% a favor de la gasolina súper.

Para el análisis de vibraciones del valor mínimo de relantín del K1, de gasolina extra con aditivo presenta un valor de 17,6(m. s²) y con gasolina súper con aditivo un valor de 11,1 (m. s²), lo cual presenta que se tiene un valor mínimo de vibraciones en relantín del 6,5% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del K1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 122,4 (m. s²) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 71,2 (m. s²), lo cual presenta un dato de 51,2% a favor de la gasolina súper con aditivo.

Conclusión J1

Dentro del análisis de vibraciones del valor mínimo de relantin del J1, se identifica en gasolina extra un valor de 15,5 (m. s²) y en gasolina súper un valor de 12,4 (m. s²), lo cual presenta un dato de 3,1% a favor de la gasolina súper.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del J1, se identifica en gasolina extra un valor de 165,6 (m. s²) y en gasolina súper un valor de 130,3 (m. s²), lo cual presenta un dato de 35,3% a favor de la gasolina súper.

Para el análisis de vibraciones del valor mínimo de relantin J1, de gasolina extra con aditivo presenta un valor de 14,3(m. s²) y con gasolina súper con aditivo un valor de 11,4 (m. s²), lo cual presenta que se tiene un valor mínimo de vibraciones en relantin del 2,9% a favor de la gasolina súper con aditivo.

En el análisis de vibraciones de valor máximo de 3500RPM del J1, se identifica en gasolina extra con aditivo con un valor de 122,7 (m. s²) y en gasolina súper con aditivo con un valor de 100,7 (m. s²), lo cual presenta un dato de 22% a favor de la gasolina súper con aditivo.