



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Trabajo de Titulación:
Reparación del motor G16A

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electrónica Automotriz.

Autores:
Juan Fernando Alvarez Parra
Martín Josué García Galarza

Director:
Mgst. Boris Coello

Cuenca – Ecuador

2024

Dedicatoria

Este Proyecto de titulación está dedicado, con todo mi amor y cariño a mis familiares y amigos, que con su amor y paciencia me han impulsado a cumplir un logro académico. Gracias por inculcar en mí el ejemplo de la humildad, el esfuerzo y la valentía. Su apoyo incondicional y sacrificio han sido fundamentales para mi formación personal y académica. Espero que este éxito sea un reflejo de la influencia positiva que han tenido en mi vida y que les llene de orgullo.

Dedico esta tesis a mis queridos hermanos, María Paz y César. Ustedes son mi mayor inspiración y la fuerza que me impulsa en cada paso que doy. Su amor y apoyo me motivan a ser una mejor persona y hermano. Gracias por estar siempre a mi lado, celebrando mis logros y animándome en los momentos difíciles. Este es un homenaje al vínculo especial que compartimos y al profundo impacto que tienen en mi vida

- Juan Fernando Alvarez Parra –

Quisiera agradecer a mi familia quienes me han apoyado a lo largo de esta carrera y vida, a mis padres quienes con paciencia y apoyo han sido la base de cada uno de mis logros. Mis hermanas quienes me han brindado su compañía, comprensión y aliento constante. Su apoyo inquebrantable y su fe en mí han sido una fuente de inspiración y fortaleza a lo largo de este viaje. Esta tesis es el reflejo de su confianza en mí y del esfuerzo compartido en cada etapa de este proyecto.

- Martin Josué García Galarza –

Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todos los profesores e ingenieros que han dejado una huella imborrable en esta trayectoria académica. Su entusiasmo por la enseñanza y su compromiso con nuestros aprendizajes han sido pilares fundamentales en este proceso. Su pasión y dedicación no solo nos ha enseñado habilidades técnicas, sino que también han inspirado nuestro crecimiento personal.

Agradecemos especialmente a Mgst. Boris Coello por su apoyo constante, su orientación y por desafiarnos a superar nuestros límites. Sus enseñanzas no solo nos han proporcionado conocimientos técnicos, sino que también han cultivado en mí valores de perseverancia y dedicación.

Gracias por su confianza y por creer en nuestro potencial. Este trabajo es un reflejo de todo lo que hemos aprendido de ustedes.

Queremos dedicar un especial agradecimiento a todos nuestros compañeros y amigos, quienes han sido una parte esencial de este viaje. Su apoyo incondicional, motivación y comprensión han hecho que los momentos difíciles sean más llevaderos y los logros más significativos.

Gracias por estar siempre ahí, por las largas noches de estudio, por las risas y por cada palabra de aliento. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en esta etapa de nuestras vidas, y no puedo imaginar haberlo logrado sin su compañía y amistad.

Este trabajo es también un reflejo de nuestra conexión y los recuerdos compartidos. ¡Gracias por ser parte de este capítulo!

También queremos dar gracias a Dios, quien, con su bendición, ilumina nuestras vidas y dirige nuestros pasos con una luz llena de sabiduría y amor.

Resumen

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre la reparación del motor G16A, inicialmente identificando las fallas por las cuales el vehículo presenta un exceso consumo de aceite, falta de potencia, funcionamiento irregular, consumo alto de combustible y fugas varias de aceite. Se buscará como darle una nueva vida al motor, recuperando holguras y tolerancias de fábrica.

Antes de proceder con el despiece del motor, debemos realizar una serie de pruebas como: fugas de compresión y compresión en cada cilindro, una vez con el resultado podemos identificar los lugares en donde existen fugas.

Una vez desarmado el motor, de igual manera hay que realizar mediciones de los componentes internos, por ejemplo: luz de rines, movimiento axial de válvulas, excentricidad de cigüeñal, entre otros.

Según los resultados de las pruebas, enviaremos a rectificar partes como: el block, cabezote y cigüeñal, posterior a eso según las nuevas medidas de rectificación, procederemos a comprar los nuevos repuestos: pistones, rines, válvulas, empaques y distintos elementos que detectamos con falla.

Una vez rectificadas las partes y con los nuevos repuestos empezaremos con el ensamblaje del motor, siguiendo las indicaciones del manual técnico del vehículo, después del armado, montamos el motor con los distintos componentes como radiador, mangueras, entre otros.

Por último, realizamos pruebas tanto estáticas como dinámicas en las cuales podemos demostrar que con este proyecto el vehículo mejoró considerablemente su funcionamiento.

Palabras clave: mantenimiento, reparación, pruebas de compresión, mediciones de componentes, repuestos, manual, ensamblaje.

Abstract

This work constitutes a technical report on the repair of the G16A engine, initially identifying the faults for which the vehicle has an excess of oil consumption, lack of power, etc. This work looks forward to renew the lifespan of the engine, recovering clearances and factory tolerances.

This work is a technical report on the repair of the G16A engine, initially identifying the faults that caused excessive oil consumption, lack of power, irregular operation, high fuel consumption and several oil leaks in the vehicle. We will try to give a new life to the engine, recovering clearances and factory tolerances.

Before proceeding to disassemble the engine, we must perform a series of tests such as: compression and compression leaks in each cylinder, once with the result we will be able to identify the places where there are leaks.

Once the engine has been disassembled, it is also necessary to take measurements of the internal components, for example: rim light, axial movement of the valves, eccentricity of the crankshaft, among others.

According to the results of the tests, we will send to rectify parts such as: the block, cylinder head and crankshaft, then according to the new rectification measures, we will proceed to buy new spare parts: pistons, tires, valves, gaskets and different elements that we detect with failure.

Once the parts are rectified and with the new spare parts, we begin with the engine assembly, following the indications of the technical manual of the vehicle, after the assembly, we assemble the engine with the different components such as radiator, hoses, among others.

Finally, we perform both static and dynamic tests in which we can demonstrate that with this project the performance of the vehicle improved considerably.

Keywords: maintenance, repair, compression testing, component measurement, spare parts, manual, assembly.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
1. Introducción.....	1
2. Objetivos:.....	2
2.1. Objetivo General:.....	2
2.2. Objetivos Específicos:.....	2
3. Procedimiento y Herramientas:.....	2
3.1. Comprobaciones visuales y experimentales del estado del motor.....	2
3.1.1. Prueba de fugas de compresión.....	3
3.1.2. Pruebas de presión de compresión.....	4
3.2. Proceso de desmontaje del motor.....	8
3.2.1. Desmontaje de componentes periféricos del motor.....	8
3.2.2. Desmontaje del motor.....	10
3.3. Despiece del motor.....	11
3.3.1. Proceso de drenaje del aceite.....	11
3.3.2. Retiro del múltiple de admisión.....	11
3.3.3. Proceso de desmontaje de la tapa válvulas.....	12
3.3.4. Desmontaje de la distribución.....	13
3.3.5. Desmontaje de componentes del cabezote.....	14
3.3.6. Desmontaje del Cáster.....	14
3.3.7. Desmontaje de pistones.....	15
3.3.8. Desmontaje del cigüeñal.....	16
3.4. Pruebas de elementos móviles.....	17
3.4.1. Prueba guía de válvulas.....	17
3.4.2. Prueba alabeo del cigüeñal.....	19
3.5. Rectificación.....	22
3.6. Adquisición de repuestos.....	22
3.7. Limpieza de componentes.....	23
3.8. Ensamble del motor.....	26

3.8.1.	Montaje del cigüeñal.	26
3.8.2.	Armado de pistones.	27
3.8.3.	Montaje de pistones en el block y cigüeñal.	29
3.8.4.	Armado del cabezote.	30
3.8.5.	Montaje de la distribución y del distribuidor.	31
3.8.6.	Montaje tapa de distribución y tapa válvulas.	31
3.8.7.	Montaje del múltiple de admisión y poleas de accesorios.....	32
3.8.8.	Armado del volante motor y conjunto de embrague.	32
3.9.	Montaje del motor en el vehículo.	33
3.9.1.	Armado de bases del motor y alternador.	33
3.9.2.	Montaje en el vehículo.	34
3.9.3.	Armado de cableado, motor de arranque y múltiple de escape.	34
3.9.4.	Montaje de componentes periféricos del motor.	35
3.10.	Comprobaciones del motor.	37
3.10.1.	Mediciones presión de compresión.	37
4.	Conclusiones.	38
5.	Bibliografía	39

Índice de tablas

Tabla 1.	Mediciones de la prueba de fugas de compresión.....	3
Tabla 2.	Mediciones de la prueba de presión de compresión.....	5
Tabla 3.	Alabeo en guías de válvulas.....	17
Tabla 4.	Alabeo en muñones de bancada.	20
Tabla 5.	Listado de repuestos	22
Tabla 6.	Torques en el cabezote.....	30
Tabla 7.	Torque de la tapa válvulas.....	31
Tabla 8.	Mediciones presión de compresión vehículo reparado.	37

Índice de figuras

Figura 1.	Residuos de aceite en bujías.....	3
Figura 2.	Prueba de fugas cilindro 1.....	3
Figura 3.	Prueba de fugas cilindro 2.....	4
Figura 4.	Prueba de fugas cilindro 3.....	4
Figura 5.	Prueba de fugas cilindro 4.....	4
Figura 6.	Presión de compresión cilindro 1 sin acelerar.....	5
Figura 7.	Presión de compresión cilindro 2 sin acelerar.....	6
Figura 8.	Presión de compresión cilindro 3 sin acelerar.....	6
Figura 9.	Presión de compresión cilindro 4 sin acelerar.....	6
Figura 10.	Presión de compresión cilindro 1 acelerando.....	7
Figura 11.	Presión de compresión cilindro 2 acelerando.....	7
Figura 12.	Presión de compresión cilindro 3 acelerando.....	7
Figura 13.	Presión de compresión cilindro 4 acelerando.....	8
Figura 14.	Drenaje del agua del radiador.....	9
Figura 15.	Desmontaje del radiador.....	9
Figura 16.	Desconexión del múltiple de escape.....	9
Figura 17.	Extracción del depurador.....	9
Figura 18.	Sujeción con cadenas entre el motor y la pluma, para desmontaje.....	10
Figura 19.	Motor fuera del vehículo.....	10
Figura 20.	Motor montado en el sujetador.....	11
Figura 21.	Drenaje del aceite viejo.....	11
Figura 22.	Desmontaje del múltiple de admisión.....	12
Figura 23.	Tapa válvulas con pernos aflojados.....	13
Figura 24.	Tapa válvulas desmontado.....	13
Figura 25.	Distribución desmontada.....	14
Figura 26.	Desmontamos el par de ejes de balancines con sus componentes.....	14
Figura 27.	Cárter desmontado.....	15
Figura 28.	Block sin el cárter.....	15
Figura 29.	Extracción de pernos de tapa de biela.....	15
Figura 30.	Desmontaje de pistones.....	16
Figura 31.	Bancadas y casquillos retirados.....	16
Figura 32.	Cigüeñal retirado.....	17
Figura 33.	Primer cilindro, alabeo válvula de admisión.....	17
Figura 34.	Primer cilindro, alabeo válvula de escape.....	17

Figura 35.	Segundo cilindro, alabeo válvula de admisión.	18
Figura 36.	Segundo cilindro, alabeo válvula de escape.	18
Figura 37.	Tercer cilindro, alabeo válvula de admisión.	18
Figura 38.	Tercer cilindro, alabeo válvula de escape.	19
Figura 39.	Cuarto cilindro, alabeo válvula de admisión.	19
Figura 40.	Cuarto cilindro, alabeo válvula de escape.	19
Figura 41.	Alabeo primer muñón.	20
Figura 42.	Alabeo segundo muñón.	20
Figura 43.	Alabeo tercer muñón.	21
Figura 44.	Alabeo cuarto muñón.	21
Figura 45.	Alabeo quinto muñón.	21
Figura 46.	Elementos ya rectificados.	22
Figura 47.	Pistones a 0.50 mm.	22
Figura 48.	Limpieza externa del Block.	23
Figura 49.	Pulverización del Block.	23
Figura 50.	Limpieza de conductos del cabezote.	24
Figura 51.	Pulverización del cabezote.	24
Figura 52.	Limpieza del cigüeñal.	24
Figura 53.	Pulverización del cigüeñal.	25
Figura 54.	Limpieza de tapas de bancadas del cigüeñal.	25
Figura 55.	Limpieza de pernos.	25
Figura 56.	Elementos limpios.	25
Figura 57.	Tapa válvulas pintado.	26
Figura 58.	Carter pintado.	26
Figura 59.	Montaje de los cojinetes de bancada.	27
Figura 60.	Medición de la holgura de aceite del cigüeñal.	27
Figura 61.	Medición de luz de puntas de los rines.	27
Figura 62.	Armado de pistones.	28
Figura 63.	Montaje de cojinetes de biela.	28
Figura 64.	Guía de colocación de los rines.	28
Figura 65.	Colocación de pistones.	29
Figura 66.	Medición de holgura de aceite en muñones de biela.	29
Figura 67.	Proceso de armado del cabezote.	30
Figura 68.	Montaje del cabezote en el Block.	30
Figura 69.	Kit de distribución armado.	31

Figura 70.	Tapa válvulas montado.....	31
Figura 71.	Montaje del múltiple de admisión.	32
Figura 72.	Montaje de volante motor y kit de embrague.....	32
Figura 73.	Sujeción con cadenas entre el motor y la pluma, para montaje.....	33
Figura 74.	Colocación de bases y alternador.	33
Figura 75.	Motor montado en el vehículo.....	34
Figura 76.	Conexiones eléctricas de sensores, etc.	34
Figura 77.	Montaje del motor de arranque.....	35
Figura 78.	Sujeción del múltiple de escape.....	35
Figura 79.	Ubicación de bandas.....	35
Figura 80.	Montaje del depurador.....	36
Figura 81.	Sujeción del radiador y mangueras de refrigeración.	36
Figura 82.	Presión de compresión cilindro 1 acelerando.....	37
Figura 83.	Presión de compresión cilindro 2 acelerando.....	37
Figura 84.	Presión de compresión cilindro 3 acelerando.....	38
Figura 85.	Presión de compresión cilindro 4 acelerando.....	38

1. Introducción.

El motor G16A es un motor de gasolina atmosférico de cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea, con una cilindrada de 1.6 litros. Fabricado por Suzuki Motor Corporation, este motor ha sido un pilar en la línea de vehículos de la marca desde 1990 hasta 2005. Destacado por su confiabilidad y simplicidad, el G16A combina tecnología probada con un diseño robusto, lo que lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones.

El motor G16A cuenta con un bloque de aluminio con camisas húmedas, lo que contribuye a una mayor durabilidad y reducción de peso en comparación con los bloques de hierro fundido. La culata, también de aluminio, incorpora al árbol de levas en culata simples (SOHC) y dos válvulas por cilindro, sumando un total de 8 válvulas. Esta configuración de válvulas permite un flujo de gases más eficiente y una mejor combustión, optimizando el rendimiento del motor.

El sistema de ignición del G16A se basa en un distribuidor electrónico, acompañado de una bobina, cables de alta tensión y bujías, con un orden de encendido específico de 1-3-4-2. Este sistema asegura una ignición precisa y confiable, contribuyendo a un funcionamiento suave del motor y a un consumo eficiente de combustible.

Dependiendo del modelo de automóvil, el motor G16A puede instalarse en diferentes orientaciones. En modelos como el Suzuki Swift y el Chevrolet Estem, el motor se encuentra ubicado transversalmente, lo que permite una configuración más compacta y una distribución eficiente del espacio en el compartimento del motor. Por otro lado, en vehículos como el Suzuki Vitara, Grand Vitara y Sidekick, el motor se encuentra montado longitudinalmente, adaptándose a las necesidades específicas de estos modelos y proporcionando un equilibrio óptimo en el diseño del chasis.

Este trabajo se centra en el Chevrolet Vitara, un vehículo emblemático que ha ganado reputación por su resistencia y versatilidad en diversas condiciones de conducción. El Chevrolet Vitara, equipado con el motor G16A, se ha convertido en un favorito entre los conductores que buscan un SUV (Vehículo Utilitario Deportivo) confiable y capaz, tanto en la ciudad como en terrenos más exigentes.

Durante una serie de pruebas preliminares de funcionamiento realizadas en el Chevrolet Vitara, en el cual se centra este trabajo, se identificó que las condiciones de funcionamiento del motor G16A son significativamente diferentes a las estipuladas en los manuales técnicos del vehículo. Estas pruebas revelaron que el motor opera bajo las

condiciones menos deseables, lo que podría afectar el rendimiento general del vehículo. El análisis de estas condiciones y la implementación de las soluciones adecuadas son cruciales para garantizar que el motor funcione dentro de los parámetros óptimos establecidos por los fabricantes, mejorando así la experiencia de conducción y prolongando la vida útil del motor.

2. Objetivos:

2.1. Objetivo General:

Realizar la reparación del motor G16A de un Chevrolet Vitara, acorde a los manuales técnicos del fabricante para recuperar sus holguras de fábrica y su óptimo desempeño.

2.2. Objetivos Específicos:

- Realizar pruebas en el vehículo previo al desmontaje del motor para conocer parámetros de funcionamiento previos a los procesos correctivos de la reparación.
- Desarmar el motor G16A para comprobar el estado de la máquina, como medición de cilindros, excentricidad del cigüeñal y árbol de levas, pruebas de sellado de válvulas, entre otros.
- Ejecutar los procesos correctivos y labores de rectificación en el motor para su posterior armado, montaje y obtención de resultados de dichas labores.

3. Procedimiento y Herramientas:

3.1. Comprobaciones visuales y experimentales del estado del motor.

Antes de realizar las distintas pruebas, se logró comprobar que el vehículo tenía un consumo excesivo de aceite, y también la pérdida de potencia en carretera, además de residuos de aceite en las bujías.

Figura 1. Residuos de aceite en bujías.



Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Prueba de fugas de compresión.

Esta prueba se realiza para evaluar la estanqueidad y el rendimiento del motor. Su objetivo principal es identificar fugas que puedan comprometer la eficiencia, provocar pérdidas de presión o afectar el rendimiento general.

Tabla 1. Mediciones de la prueba de fugas de compresión.

N.º cilindro	1	2	3	4
% de fuga	20 %	0 %	54 %	10 %

Figura 2. Prueba de fugas cilindro 1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Prueba de fugas cilindro 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Prueba de fugas cilindro 3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Prueba de fugas cilindro 4.



Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Pruebas de presión de compresión.

Las pruebas de presión de compresión son procedimientos utilizados para evaluar la salud y el rendimiento del motor, específicamente en relación con la compresión de los cilindros. Estas pruebas miden la presión generada en cada cilindro durante el ciclo de compresión, lo que ayuda a detectar problemas como:

Fugas en las válvulas: Si las válvulas no sellan correctamente, la presión en el cilindro disminuirá.

Anillos de pistón desgastados: Un desgaste en los anillos puede permitir que los gases de combustión escapen hacia el cárter.

Fugas en el empaque de la culata: Una falla en la junta puede causar una pérdida de compresión entre cilindros.

Proceso de la prueba:

Preparación: El motor se calienta y se apaga. Se retiran las bujías.

Instrumento: Se utiliza un manómetro de compresión, que se conecta a la bujía de cada cilindro.

Medición: Se acciona el motor (generalmente se hace girar con el arranque) para medir la presión en cada cilindro.

Tabla 2. Mediciones de la prueba de presión de compresión.

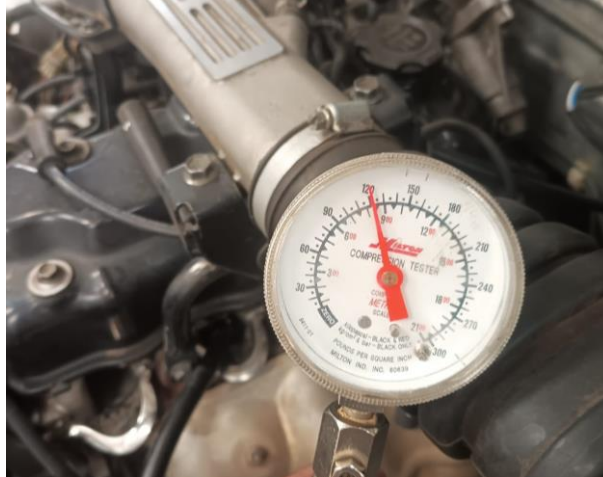
N.º cilindro	1	2	3	4
Mediciones sin acelerar	110	120	100	125
Mediciones acelerando	115	125	105	130

Figura 6. Presión de compresión cilindro 1 sin acelerar.



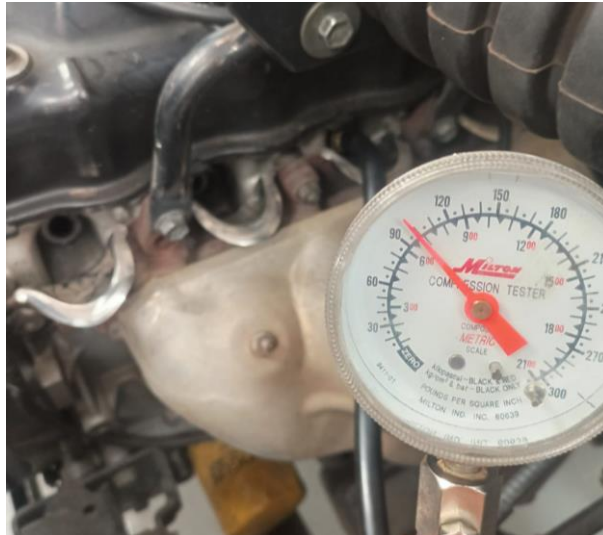
Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Presión de compresión cilindro 2 sin acelerar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Presión de compresión cilindro 3 sin acelerar.



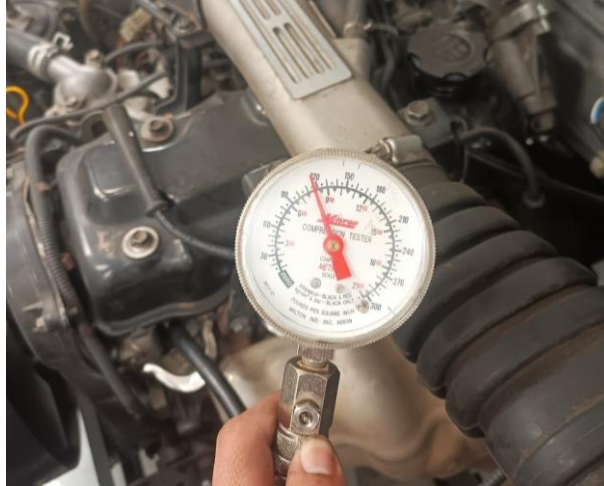
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Presión de compresión cilindro 4 sin acelerar.



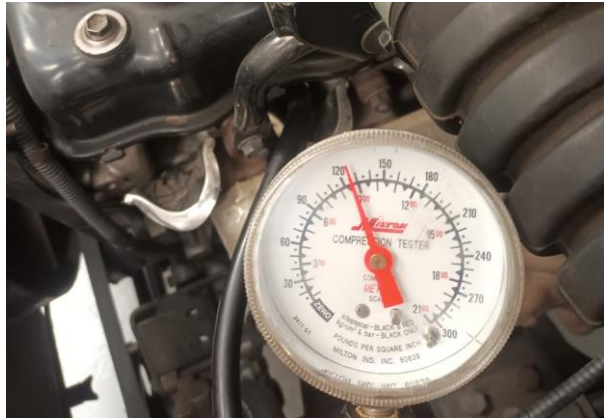
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Presión de compresión cilindro 1 acelerando.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Presión de compresión cilindro 2 acelerando.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Presión de compresión cilindro 3 acelerando.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Presión de compresión cilindro 4 acelerando.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos recopilados de las pruebas realizadas, varios problemas críticos de rendimiento del vehículo han surgido y deben abordarse. Primero se encuentra el hecho de que el motor está consumiendo más aceite del esperado, lo que puede indicar un desgaste interno o fallos en los sellos. También se ha descubierto que las fugas han comprometido la integridad del sistema, lo que puede provocar problemas más graves dentro del motor. En general, estos problemas indican que el vehículo no se desempeña a un nivel óptimo. Por lo tanto, vamos a realizar el despiece del motor para diagnosticar las fallas que lo provocan y repararlas adecuadamente.

3.2. Proceso de desmontaje del motor.

3.2.1. Desmontaje de componentes periféricos del motor.

Primero para retirar el radiador del auto, comenzamos drenando el agua del sistema de refrigeración, y desconectando las mangueras. Etiquetando o señalando cada conducto para asegurarnos que en el montaje todo vaya conectado correctamente. Una vez hecho eso, retiramos el ventilador, que es necesario para mantener el control de la temperatura del motor. El ventilador debe desmontarse con cuidado para evitar daños a las conexiones eléctricas y otros componentes cercanos, de igual manera desmontamos el depurador, múltiple de escape, conexiones eléctricas, cable del acelerador y cable del embrague, hecho eso desacoplamos el motor de la caja de cambios. Con esto realizado, se nos facilita el desmontaje del motor, sin temor a golpear o romper algún elemento.

Figura 14. Drenaje del agua del radiador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Desmontaje del radiador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Desconexión del múltiple de escape.



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Extracción del depurador.



Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Desmontaje del motor.

Una vez retirados los componentes necesarios, procedemos a desensamblar el motor del vehículo. Para ello, comenzamos por sacar los pernos de unión que conectan el motor con la caja de cambios.

Con los pernos ya retirados, procedemos a utilizar la pluma, que es un equipo fundamental para manejar el peso del motor y extraerlo con facilidad. Asegurando firmemente el motor, con cadenas a la pluma. Luego, cuidadosamente y sin movimientos bruscos, comenzamos a bajar el motor del vehículo, prestando atención a no golpearlo en la carrocería o con otros componentes.

Una vez que el motor está fuera y ha sido colocado en un sujetador para motores, podemos proceder con los siguientes pasos para la reparación necesaria.

Figura 18. Sujeción con cadenas entre el motor y la pluma, para desmontaje.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Motor fuera del vehículo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Motor montado en el sujetador.



Fuente: Elaboración propia

3.3.Despiece del motor.

3.3.1. Proceso de drenaje del aceite.

Con el motor asegurado en el sujetador, comenzamos el proceso retirando el tapón del cárter. Este paso es fundamental para drenar el aceite viejo, el cual puede haber acumulado impurezas y partículas a lo largo del tiempo de su vida útil, de igual manera retiramos el filtro de aceite, este aceite será depositado en un contenedor para su procesamiento.

Figura 21. Drenaje del aceite viejo.



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Retiro del múltiple de admisión.

Una vez que ya hemos retirado el motor del vehículo y hemos drenado todo el aceite, es necesario proceder con cuidado para evitar cualquier otro daño. Primero, asegurándonos

de contar con un espacio de trabajo limpio y bien iluminado, donde podamos organizar todas las piezas que vayamos a desmontar.

A continuación, comenzamos por retirar aquellas partes que pueden interferir con el desarme del motor. Una vez que hemos despejado el área, seguimos con el desmontaje del múltiple de admisión. Este componente es esencial para el correcto funcionamiento del motor, ya que regula la entrada de aire a los cilindros. Para desarmarlo, es importante tener en cuenta la estructura de los pernos; debemos aflojarlos con las herramientas adecuadas y con ayuda de un líquido penetrante, debido a que algunos pernos estaban con oxido.

Figura 22. Desmontaje del múltiple de admisión.



Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Proceso de desmontaje de la tapa válvulas.

Aflojamos los pernos de la tapa de válvulas utilizando herramientas adecuadas, como un dado de torque. Es importante aflojarlos siguiendo un patrón cruzado (de afuera hacia adentro) para evitar deformaciones en la tapa, lo que podría perjudicar y causar fugas de aceite en la reinstalación.

Una vez que hemos aflojado todos los pernos siguiendo este método, pasamos a retirarlos por completo. Siempre guardando y organizando las partes retiradas, para facilitar el ensamblaje, procedemos a levantar cuidadosamente la tapa de válvulas.

Figura 23. Tapa válvulas con pernos aflojados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Tapa válvulas desmontado.



Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Desmontaje de la distribución.

Como primer punto, colocamos el motor en 0° y que tanto la marca del cigüeñal coincida con la del block, como la del árbol de levas coincida con la tapa de la distribución, verificando que el primer pistón se encuentre en posición de punto muerto superior (PMS). Luego retiramos el tensor, banda y por ultimo las catalinas de la distribución.

Figura 25. Distribución desmontada.



Fuente: Elaboración propia

3.3.5. Desmontaje de componentes del cabezote.

Desmontamos el par de ejes de balancines, con muelles y balancines, para poder retirar el eje de levas.

Figura 26. Desmontamos el par de ejes de balancines con sus componentes.



Fuente: Elaboración propia

3.3.6. Desmontaje del Cárter.

Utilizamos un dado adecuado para aflojar los tornillos que sujetan el cárter al block. Al igual que con la tapa de válvulas, seguimos el patrón cruzado al aflojarlos para evitar deformaciones. Con todos los tornillos retirados, intentamos levantar el cárter. estuvo pegado y con residuos de silicona, golpeamos suavemente con un martillo de goma y

utilizar una espátula para hacer palanca. siempre con cuidado para no dañar las superficies de contacto.

Figura 27. Cárter desmontado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Block sin el cárter.



Fuente: Elaboración propia

3.3.7. Desmontaje de pistones.

Retiramos el colador de aceite para darnos paso a sacar las tuercas de las tapas de bielas de los cuatro pistones, para su extracción.

Figura 29. Extracción de pernos de tapa de biela.



Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Desmontaje de pistones.



Fuente: Elaboración propia

3.3.8. Desmontaje del cigüeñal.

Retiramos los pernos de bancadas, en caracol (de afuera hacia adentro) y retiramos la bomba de aceite.

Figura 31. Bancadas y casquillos retirados.



Fuentes: Elaboración propia

Figura 32. Cigüeñal retirado.



Fuente: Elaboración propia

3.4. Pruebas de elementos móviles.

3.4.1. Prueba guía de válvulas.

Para esta prueba utilizamos un reloj comparador para medir el alabeo de la válvula con respecto a la guía.

Tabla 3. Alabeo en guías de válvulas.

	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
Admisión	0.41 mm	0.26 mm	0.26 mm	0.25 mm
Escape	0.46 mm	0.47 mm	0.38 mm	0.23 mm

Figura 33. Primer cilindro, alabeo válvula de admisión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Primer cilindro, alabeo válvula de escape.



Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Segundo cilindro, alabeo válvula de admisión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Segundo cilindro, alabeo válvula de escape.



Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Tercer cilindro, alabeo válvula de admisión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Tercer cilindro, alabeo válvula de escape.



Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Cuarto cilindro, alabeo válvula de admisión.



Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Cuarto cilindro, alabeo válvula de escape.



Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Prueba alabeo del cigüeñal.

Con un reloj comparador realizamos las mediciones del alabeo del cigüeñal en cada muñón de bancada, en un torno.

Tabla 4. Alabeo en muñones de bancada.

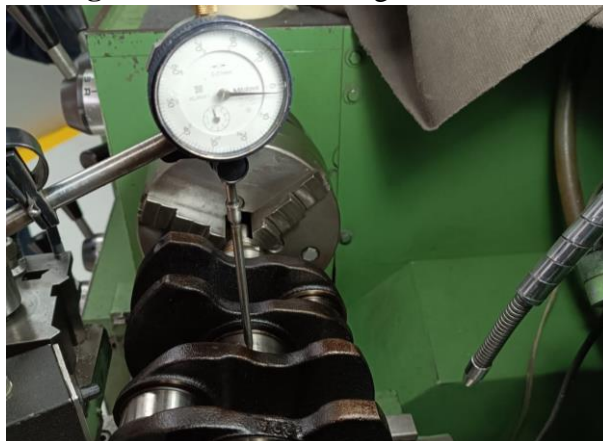
Bancadas	Muñón 1	Muñón 2	Muñón 3	Muñón 4	Muñón 5
Alabeo	0.02 mm	0.02 mm	0.08 mm	0.03 mm	0.01 mm

Figura 41. Alabeo primer muñón.



Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Alabeo segundo muñón.



Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Alabeo tercer muñón.



Fuente: Elaboración propia

Figura 44. Alabeo cuarto muñón.



Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Alabeo quinto muñón.



Fuente: Elaboración propia

3.5. Rectificación.

Se realizo el envío de block, cabezote y cigüeñal a la rectificadora SALINAS, los cuales nos informaron que el block estaba estándar, pero debido al desgaste excesivo de cilindros, tuvieron que rectificarlo a 0.50 mm, de igual manera se realizó el cepillado del cabezote, junto con el cambio de guías de válvulas.

Figura 46. Elementos ya rectificados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Pistones a 0.50 mm.



Fuente: Elaboración propio

3.6. Adquisición de repuestos.

Tabla 5. Listado de repuestos

Cantidad	Descripción
4	Pistones al 0.50
1	Juego de rines
8	Cojinetes de biela a 0.50
10	Cojinetes de bancada a 0.50
4	Válvulas de admisión
4	Válvulas de escape

1	Juego de empaques
8	Sellos de válvula originales
1	Juego de medias lunas estándar (cigüeñal)
1	Rodillo tensor (Distribución)
1	Bomba de agua
1	Bomba de aceite
1	Trompo de aceite
1	Banda de distribución
2	Bandas de accesorios
1	Filtro de aceite PH966B
1	Tubo de agua
1	Galón de aceite 20W50H
1	Válvula PCV
1	Galón de refrigerante
4	Taponos de agua del block
1	Termostato

3.7.Limpieza de componentes.

Realizamos la limpieza externa e interna como conductos de refrigeración y aceite, del block y del cabezote, de igual manera limpiamos todos los elementos fijos y móviles del motor.

Figura 48. Limpieza externa del Block.



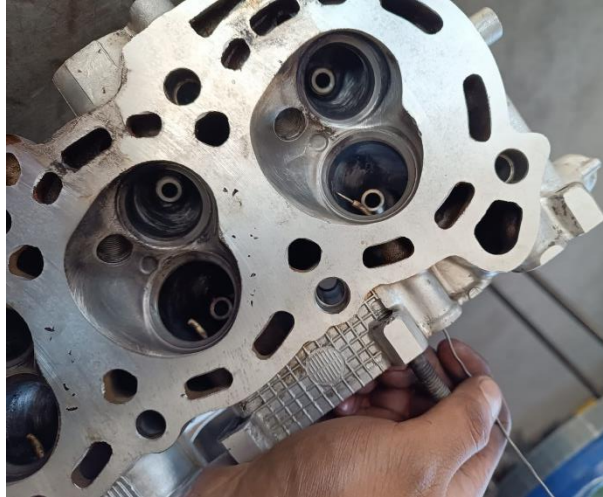
Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Pulverización del Block.



Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Limpieza de conductos del cabezote.



Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Pulverización del cabezote.



Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Limpieza del cigüeñal.



Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Pulverización del cigüeñal.



Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Limpieza de tapas de bancadas del cigüeñal.



Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Limpieza de pernos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Elementos limpios.



Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Tapa válvulas pintado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 58. Carter pintado.



Fuente: Elaboración propia

3.8. Ensamble del motor.

3.8.1. Montaje del cigüeñal.

Como primer paso, con una lija fina, desbastamos mínimamente los agujeros de lubricación del cigüeñal por las rebabas procedentes de la rectificación, colocamos los cojinetes en cada bancada y procedemos a colocar un pedazo de tira plastigage en el cigüeñal, para ver la película de lubricación en cada muñón de bancada, esto lo realizamos, apretando los pernos de las tapas de bancada, respetando los torques, primer aprietes 20 lb-pie y segundo apriete 37-41 lb-pie, aflojamos los pernos y retiramos las tapas de bancada para comprobar la medida de la holgura de aceite dada por el fabricante.

Una vez aflojado los pernos observamos que la holgura de aceite se encuentra en 0.002 pulgadas que está dentro del rango de 0.0012-0.0023 pulgadas, dado por el fabricante. Limpiamos el plastigage y nuevamente procedemos a ajustar los pernos de las tapas de bancada, respetando los torques.

Figura 59. Montaje de los cojinetes de bancada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 60. Medición de la holgura de aceite del cigüeñal.

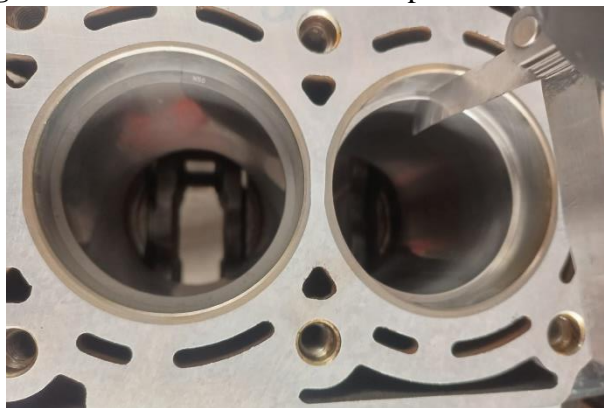


Fuente: Elaboración propia

3.8.2. Armado de pistones.

Como primer paso, comprobamos la luz de punta de los rines, rin de fuego (0.007 plg), rin de compresión (0.009 plg), rin de aceite (0.008 plg) y armamos las cabezas de los pistones con los brazos de biela, colocamos los cojinetes de biela y los rines respetando su posición.

Figura 61. Medición de luz de puntas de los rines.



Fuente: Elaboración propia

Figura 62. Armado de pistones.



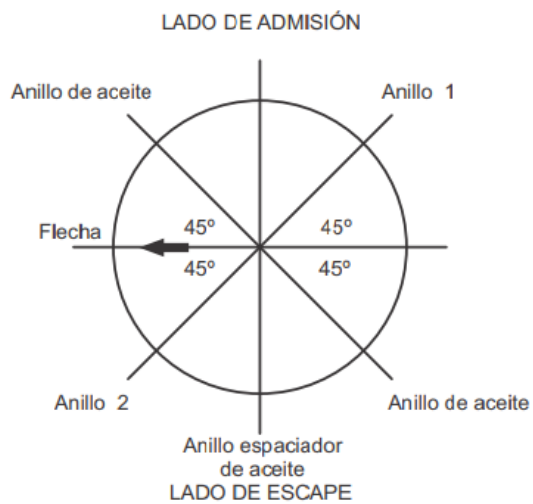
Fuente: Elaboración propia

Figura 63. Montaje de cojinetes de biela.



Fuente: Elaboración propia

Figura 64. Guía de colocación de los rines.



Fuente: FRACO S.A.

3.8.3. Montaje de pistones en el block y cigüeñal.

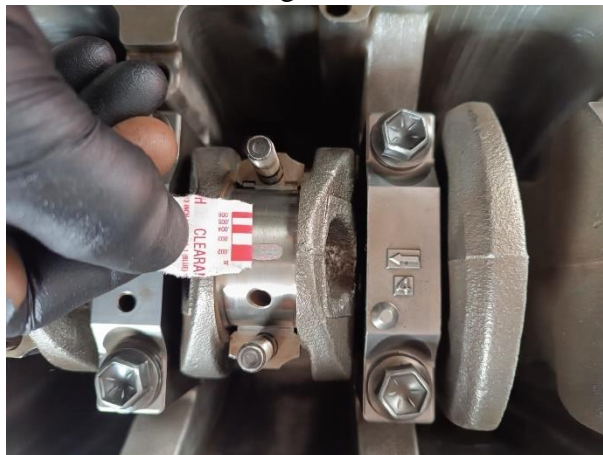
Una vez ya colocados los rines utilizamos un compresor de rines para que los rines de cada pistón se cierren y sea mucho más fácil colocarlos en el block, con los pistones en el block y montados en cada muñón de biela usamos pedazos de tira plastigage para medir la holgura del aceite en cada biela, con un torque de 15 lb-pie primer apriete y 24-27 lb-pie segundo apriete. Logramos observar que la holgura estuvo en 0.002 pulgadas, que está dentro del rango de 0.0008 a 0.0031 pulgadas, dadas por el fabricante. Y una vez comprobada la holgura, nuevamente colocamos las tapas de biela con los torques de 15 lb-pie primer apriete y 24-27 lb-pie segundo apriete.

Figura 65. Colocación de pistones.



Fuente: Elaboración propia

Figura 66. Medición de holgura de aceite en muñones de biela.



Fuente: Elaboración propia

3.8.4. Armado del cabezote.

Se colocaron las válvulas en su respectiva posición, tanto admisión como escape y respetando a qué cilindro pertenecen, a su vez se colocó los muelles de las mismas, después colocamos el árbol de levas.

Luego se colocó el cabezote en el bloque y se procedió a aplicar los toques indicados por el fabricante, y el apriete va en caracol, de adentro hacia afuera.

Tabla 6. Torques en el cabezote.

Torques	
Primer apriete	25 lb-pie
Segundo apriete	47-50 lb-pie
Tercer apriete	Reapriete (Después de media hora de ajustada la culata (en frío), aflojar 1/4 de vuelta y aplicar último valor recomendado de torque en la secuencia indicada (tornillo a tornillo))

Figura 67. Proceso de armado del cabezote.



Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Montaje del cabezote en el Block.



Fuente: Elaboración propia

3.8.5. Montaje de la distribución y del distribuidor.

Primero colocamos las catalinas y verificamos que los puntos tanto como del cigüeñal y del árbol de levas coincidan con los del bloque y tapa válvulas, una vez comprobados los puntos de distribución procedemos a colocar la banda y su tensor, ya colocados en sus puntos a la distribución colocamos el distribuidor apuntando para el cilindro número uno.

Figura 69. Kit de distribución armado.



Fuente: Elaboración propia

3.8.6. Montaje tapa de distribución y tapa válvulas.

Una vez comprobado que la distribución esta armada correctamente procedemos con el montaje de la tapa de la distribución, posteriormente se colocó la tapa válvulas.

Tabla 7. Torque de la tapa válvulas.

Torque	
Tapa válvulas	12 lb-pie

Figura 70. Tapa válvulas montado.



Fuente: Elaboración propia

3.8.7. Montaje del múltiple de admisión y poleas de accesorios.

Primero colocamos silicona alrededor de los ductos de agua en las dos caras del empaque, luego colocamos el múltiple, colocamos las poleas tanto de la bomba de agua como la del cigüeñal.

Figura 71. Montaje del múltiple de admisión.



Fuente: Elaboración propia

3.8.8. Armado del volante motor y conjunto de embrague.

Se colocaron los tornillos del volante motor y los apretamos con mano inicialmente, para centrar el disco del embrague. Usamos un torquímetro para ajustarlos al torque especificado por el fabricante (55-57 lb-pie). Los tornillos los apretamos usando un patrón cruzado para distribuir uniformemente la presión de los pernos. Colocamos el disco de embrague sobre el volante motor, verificando que esté colocado en la posición correcta.

Figura 72. Montaje de volante motor y kit de embrague.



Fuente: Elaboración propia

3.9. Montaje del motor en el vehículo.

3.9.1. Armado de bases del motor y alternador.

Colocamos el motor en la pluma para posteriormente colocar las bases y el alternador, el alternador no se apretó del todo en los puntos de calibración para colocar la banda cuando se encuentre el motor en el vehículo.

Figura 73. Sujeción con cadenas entre el motor y la pluma, para montaje.



Fuente: Elaboración propia

Figura 74. Colocación de bases y alternador.



Fuente: Elaboración propia

3.9.2. Montaje en el vehículo.

Una vez completada la sujeción del motor y colocamos el motor revisando que no se aplaste cableado y ningún elemento, además revisamos que se acople de manera correcta el motor con la caja de cambios.

Figura 75. Motor montado en el vehículo.



Fuente: Elaboración propia

3.9.3. Armado de cableado, motor de arranque y múltiple de escape.

Colocamos los conectores del arnés eléctrico en sensores, motor de arranque, alternador, etc. En conjunto con el cableado se colocaron los cables del motor de arranque para colocar sus pernos, para colocar el múltiple de escape se colocó su empaque nuevo y posteriormente se ubicaron los pernos que lo sujetan al cabezote.

Figura 76. Conexiones eléctricas de sensores, etc.



Fuente: Elaboración propia

Figura 77. Montaje del motor de arranque.



Fuentes: Elaboración propia

Figura 78. Sujeción del múltiple de escape.



Fuente: Elaboración propia

3.9.4. Montaje de componentes periféricos del motor.

Montaje o sujeción de elementos periféricos, como bandas de accesorios, encargadas de conectar alternador, bomba de agua, etc; depurador, se refiere a un filtro de aire; la tapa del distribuidor, encargada de cubrir y proteger los componentes del distribuidor; radiador, es parte del sistema de refrigeración.

Figura 79. Ubicación de bandas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 80. Montaje del depurador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 81. Sujeción del radiador y mangueras de refrigeración.



Fuente: Elaboración propia

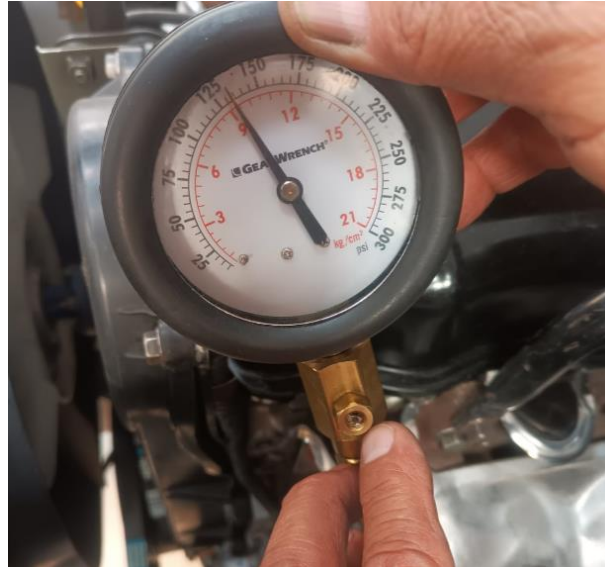
3.10. Comprobaciones del motor.

3.10.1. Mediciones presión de compresión.

Tabla 8. Mediciones presión de compresión vehículo reparado.

N.º cilindro	1	2	3	4
Mediciones acelerando	130	130	130	135

Figura 82. Presión de compresión cilindro 1 acelerando.



Fuente: Elaboración propia

Figura 83. Presión de compresión cilindro 2 acelerando.



Fuente: Elaboración propia

Figura 84. Presión de compresión cilindro 3 acelerando.



Fuente: Elaboración propia

Figura 85. Presión de compresión cilindro 4 acelerando.



Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones.

La investigación inicial y el diagnóstico del motor G16A fueron cruciales para identificar las causas del consumo de aceite. Se comprobó que las fallas en los sellos, las guías de válvula y el desgaste de los anillos de pistón eran los principales factores contribuyentes.

La reparación integral del motor no solo abordó el problema del consumo de aceite, sino que también mejoró el rendimiento general del motor. Reemplazar componentes desgastados y realizar ajustes adecuados resultó en un funcionamiento más eficiente y confiable.

Se evidenció que el consumo excesivo de aceite no solo afecta el rendimiento del motor, sino que también tiene repercusiones económicas para el propietario, debido al aumento de los costos de mantenimiento y combustible. Además, contribuye a la contaminación ambiental.

Se destaca la importancia del mantenimiento regular para prevenir problemas similares en el futuro. Un programa de revisiones periódicas y el uso de lubricantes adecuados son fundamentales para el buen funcionamiento del motor G16A.

5. Bibliografía

RETENEDORES, E. F. (18 de Mayo de 2022). *EMPAQUETADURAS FRACO RETENEDORES*. Obtenido de EMPAQUETADURAS FRACO RETENEDORES: <https://www.fraco.com.co/images/QR/FS7640045.pdf>