



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

"Implementación y repotenciación de un tren de potencia y sistema de transmisión de un prototipo de moto 3 para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga".

Merino García, Robert Stefano

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz.

Ing. Jácome Guevara, Fausto Jacome, Mtr.

Latacunga, 14 de junio del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía "**Implementación y repotenciación de un tren de potencia y sistema de transmisión de un prototipo de moto 3 para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga**" fue realizado por el señor Merino García Robert Stefano, la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente

Latacunga, 27 de agosto 2021

ING. Jacome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.

C.C: 1717579609

Urkund Analysis Result

Analysed Document: MONOGRAFIA Merino_Garcia.pdf (D112197739)
Submitted: 9/7/2021 9:13:00 PM
Submitted By: jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Significance: 4 %

Sources included in the report:

MONOGRAFIA VIVAS.pdf (D112129905)
<https://motos.honda.com.co/honda-te-cuenta/blog/5-se%C3%B1ales-que-muestran-que-algo-no-anda-bien-con-tu-motor>
<https://www.gob.mx/cenam/articulos/que-es-un-dinamometro-vehicular-y-como-se-usa-para-la-medicion-de-emisiones-contaminantes-de-los-vehiculos?idiom=es>
<https://docplayer.es/96636140-Universidad-tecnologica-equinoccial.html>

Instances where selected sources appear:

14



ING. Jacome Guevara, Fausto Andrés, Mtr.

C.C.: 1717579609



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Merino García, Robert Stefano, con cédula de ciudadanía N°, 1803826773, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **"Implementación y repotenciación de un tren de potencia y sistema de transmisión de un prototipo de Moto 3 para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga"**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Merino García, Robert Stefano

C.C.: 1803826773



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, ROBERT STEFANO MERINO GARCIA con cédula de identidad N° 1803826773 autorizo la publicación del proyecto de titulación de la "**Implementación y repotenciación de un tren de potencia y sistema de transmisión de un prototipo de Moto 3 para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz en la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga**", ya que ha sido desarrollado por mi parte y las ideas, contenido y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 27 de agosto 2021

MERINO GARCIA ROBERT STEFANO

C.C.: 1803826773

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi proyecto de titulación a mi madre, pues sin ella no habría podido lograrlo, gracias por tu bendición a lo diario de mi vida por protegerme, guiarme y nunca dejarme solo y ayudarme a seguir adelante por el camino del bien, por eso ofrezco mi trabajo en ofrenda por la paciencia, amor y confianza puestos por parte de mi amada madre.

MERINO GARCIA, ROBERT STEFANO

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi asesor el Ing. Fausto Jacome, por su paciencia y amabilidad, porque ha dedicado mucho tiempo extra a este proyecto y ha estado dándome ánimos incondicionalmente acompañándome a lo largo de la carrera en las diversas materias de la malla curricular y finalmente en la culminación de todo este esfuerzo.

A mi hermana, que a pesar de la distancia esperaba pacientemente para vernos y pasar un tiempo juntos y desvelándose acompañándome lo que ha hecho mi vida mucho más fácil y llevadera.

A todos los docentes de la carrera que, gracias a sus enseñanzas para cada día ser mucho mejor, y a todos mis compañeros del proyecto de titulación que sin su ayuda no habría sido posible.

A mi pareja Grace Rivera que sin su apoyo incondicional no habría sido posible, ya que día tras día está conmigo apoyándome y ayudándome a salir adelante, anhelando graduarnos y ser profesionales de calidad.

A toda mi familia que han estado conmigo durante todo este proceso dándome ánimos para demostrarme a mí mismo que si nos planteamos cualquier meta, lo lograremos.

MERINO GARCIA ROBERT STEFANO

Tabla de contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Resultado urkund.....	3
Responsabilidad De Autoría	4
Autorización De Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenido.....	8
Índice de figuras.....	10
Índice de tablas.....	12
Resumen	13
Abstract.....	14
Planteamiento del problema de investigación.	15
Antecedentes.....	15
Planteamiento del problema.	17
Justificación e importancia.	18
Objetivos	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Alcance.....	20
Marco teórico.	21
Motores de combustión interna.	21
Tipos de motores de combustión interna.....	24
Motores aplicados a motocicletas.	25
Motor Pulsar NS 200.	28

Reparación y repotenciación de motores de cuatro tiempos mono-cilíndricos.	29
Moto 3.	31
Reglamentos Moto 3.....	32
Repuestos motores.	32
Sistema de escape.....	33
Transmisión	33
Desarrollo del tema.	34
Selección del motor.	34
Reparación del motor de combustión interna.	38
Reparación del embrague del motor.....	55
Kit de arrastre.....	57
Sistema de escape.....	63
Análisis de resultados	65
Presupuesto.....	68
Conclusiones y recomendaciones.	69
Conclusiones.....	69
Recomendaciones.....	70
Bibliografía	71
Anexos	744

Índice de figuras

Figura 1. Funcionamiento Motor de Combustión Interna.	22
Figura 2. Funcionamiento del motor de cuatro tiempos.	23
Figura 3. Motor dos tiempos refrigerados por aire.	26
Figura 4. Motor de una Pulsar NS 200.	27
Figura 5. Partes de un dinamómetro.	30
Figura 6. Test en el dinamómetro.	36
Figura 7. Curvas de potencia obtenidas en el Test.	37
Figura 8. Desacople de la tapa de válvulas.	38
Figura 9. Culata del motor Rouser NS 200.	39
Figura 10. Marca de tiempo del cigüeñal.	39
Figura 11. Desacople del templador y del piñón de los árboles de levas.	40
Figura 12. Desarmado del cabezote del motor.	40
Figura 13. Estado del empaque del cabezote.	41
Figura 14. Cilindro del motor.	42
Figura 15. Pistón del motor Rouser NS 200.	42
Figura 16. Rayaduras en el pistón.	43
Figura 18. Medición de la parte superior del cilindro motor.	44
Figura 17. Medición del cilindro en la parte inferior.	44
Figura 19. Pistón y cilindro nuevos en medida estándar.	45
Figura 20. Posición de los anillos.	46
Figura 21. Pistón nuevo armado en la biela del motor.	47

Figura 22. Medición de la carrera del pistón.	48
Figura 23. Cálculo de la cámara de combustión en el cabezote.	50
Figura 24. Cepillado del cabezote.	51
Figura 25. Marca de tiempo en el magneto del motor. (Marca Cigüeñal).	52
Figura 26. Marca de tiempo en los árboles de levas.....	53
Figura 27. Aplicación de torque al motor.	53
Figura 28. Resultado del motor reparado.....	54
Figura 29. Desarmado de la tapa lateral del motor.	55
Figura 30. Discos Viejos de fricción del embrague.....	55
Figura 31. Montaje de los nuevos discos de presión y de fricción.	56
Figura 32. Armado del kit de embrague.	57
Figura 33. Aplicación del fijador de pernos.....	56
Figura 34. Piñón de 14 dientes.....	58
Figura 35. Colocación de la nueva catalina.	59
Figura 36. Bases para el motor.....	60
Figura 37. Colocación del motor en el bastidor nuevo.	61
Figura 38. Cortado de la cadena.	62
Figura 39. Colocación de la cadena en el prototipo.....	62
Figura 40. Doblado del tubo de escape.	64
Figura 41. Instalación del resonador en el prototipo.....	65
Figura 42. Segundo test en el dinamómetro.....	66
Figura 43. Curvas de potencia segundo dinamómetro.....	67

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados del test en el dinamómetro.	36
Tabla 2. Resultados segunda prueba en el dinamómetro.	66
Tabla 3. Presupuesto del proyecto.	68

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo realizar la reparación y repotenciación de un motor de combustión interna de cuatro tiempos para un prototipo de tipo moto 3. En primer lugar, se realiza la selección del motor de combustión interna, el cual debe cumplir con las normativas determinadas por la **FIM Moto 3**, la selección de los parámetros a repotenciar se realiza mediante una investigación bibliográfica para llevar al máximo el rendimiento y potencia del motor. Para la implementación del motor de combustión interna repotenciado en el prototipo se implementan bases en el bastidor para colocar el motor conjuntamente con el tren de transmisión hacia la rueda, buscando la relación de transmisión más adecuada. Así como la implementación de un nuevo sistema de escape para lograr un vaciado mucho más eficiente de la cámara de combustión, lo que se traduce en un aumento de potencia, conjuntamente con la implementación de bujías de alto grado térmico garantizando el correcto funcionamiento y desempeño del motor de combustión interna.

Palabras clave:

- **BUJÍAS DE ALTO GRADO TÉRMICO.**
- **SISTEMA DE ESCAPE.**
- **REPOTENCIACIÓN DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN.**
- **PROTOTIPO DE MOTO 3.**
- **MOTOR COMBUSTIÓN INTERNA.**

Abstract

The objective of this project is to carry out the repair and repowering of a four-stroke internal combustion engine for a motorcycle 3 type prototype. First, the selection of the internal combustion engine is made, which must comply with the specified regulations. For the FIM Moto 3, the selection of the parameters to be repowered is carried out through bibliographic research to maximize the performance and power of the engine. For the implementation of the repowered internal combustion engine in the prototype, bases are implemented in the frame to position the engine together with the drive train towards the wheel, seeking the most suitable transmission ratio. As well as the implementation of a new exhaust system to achieve a much more efficient emptying of the combustion chamber, which translates into an increase in power, together with the implementation of high thermal degree spark plugs guaranteeing the correct operation and performance of the Internal combustion engine.

Key words:

- **HIGH THERMAL DEGREE SPARK PLUGS.**
- **EXHAUST SYSTEM.**
- **REPOWERING THE COMBUSTION ENGINE.**
- **MOTORCYCLE PROTOTYPE 3.**
- **INTERNAL COMBUSTION ENGINES.**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación.

1.1. Antecedentes

Los motores son maquinas térmicas que se encargan de transformar energía química en energía mecánica mediante un proceso de combustión, también conocidos como motores de combustión interna debido. Estas máquinas son aplicadas de muchas formas en diferentes industrias, pero la más conocida es la industria automotriz, sí estos motores son utilizados para vehículos de dos, tres y cuatro ruedas, como son automóviles, motocicletas y triciclos.

(Rovira, 2015)

A partir de la base de los motores y los vehículos nace la pasión de parte de las personas de realizar competencias a nivel mundial de motociclismo y automóviles, conocidos como Moto GP y Formula 1, donde bajo ciertos parámetros varios equipos de trabajo preparan un vehículo para competir en carreras contra otros equipos, donde sin duda la adrenalina y la velocidad son unos de los factores más importantes. (Añó, 2012)

Dentro de los motores de combustión interna tenemos un sinnúmero de clasificaciones, pero en lo referente a competencias encontramos una clasificación a gran escala, donde diferenciamos motores que trabajan con cuatro tiempos y por otra parte motores que trabajan en dos tiempos. (Alban Pucha, 2015)

Inicialmente en la categoría reina de este tipo de competencias se utilizaban tanto motores de dos o cuatro tiempos, donde la única normativa era que no superara los 500 CC, por lo que la mayoría de equipos usaban motores de dos tiempos por su facilidad de subir las revoluciones por minuto lo que generaba una entrega de potencia superior a los cuatro tiempos, por esto en el 2002 se modificaron las

normativas para que solo puedan utilizar motores de dos tiempos hasta 500 CC o motores de cuatro tiempos hasta 990 CC.

En la actualidad en la mayoría de competencias a nivel mundial se utilizan únicamente motores de cuatro tiempos, a pesar de que los dos tiempos sean claramente superiores, en el ámbito del Moto 3 se utilizan motores de cuatro tiempos con una cilindrada máxima de 250 CC mono cilíndrico con un diámetro máximo de 81 mm, donde los motores tienen que ser atmosféricos es decir no se puede utilizar ni super-cargadores ni turbocompresores y la máxima potencia debe ser entregada a las 14000 revoluciones. En este tipo de motores solamente se pueden tener un máximo de cuatro válvulas que operen sin sistemas inteligente neumáticos ni hidráulicos, y la distribución debe ser por cadenilla, estas son las principales características de los motores utilizados en el Moto 3 o Moto Student. (Álvarez, 2013)

1.2. Planteamiento del problema.

La Universidad de las Fuerzas Armadas es una institución encargada de formar profesionales en diversas áreas de conocimiento, su origen viene desde 1922 cuando se creó la escuela de formación de ingenieros del ejército.

Por otra parte, en diferentes regiones del mundo los estudiantes suelen juntarse para realizar prototipos de motocicletas para competencias entre Universidades, esto es conocido como Moto Student donde se realizan carreras con motocicletas de un máximo de 250 CC, de ahí nace la idea de proponernos realizar un prototipo para estas carreras.

El problema de la universidad parte de la carencia de recursos didácticos para dar clases a los estudiantes, ya que en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz la practica determina gran parte del conocimiento de los estudiantes, entonces partimos de esta base para plantearnos desarrollar un prototipo que sirva como recurso didáctico para los futuros estudiantes de la carrera, así como un recurso para plantear a la universidad que empiece a competir a nivel nacional e internacional en los campeonatos de Moto Student, con un prototipo realizado por los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Con esta argumentación se pretender solucionar dos problemas total o parcialmente, como son la carencia de recursos didácticos y la necesidad de representar en un futuro con el prototipo a la universidad a nivel nacional e incluso internacional.

1.3. Justificación e importancia.

El motor dentro de las competencias de Moto 3 es el alma de la moto, pues es el sistema mediante el cual se propulsa la moto, por ello es indispensable que el motor esté preparado para dar el máximo potencial sin tener en cuenta la durabilidad, pues se busca velocidad y rendimiento inmediato al momento de las competencias, siempre teniendo en cuenta el número de motores que pueden utilizar por temporada y el presupuesto máximo.

El motor está directamente ligado al resto de componentes de la moto como es el peso del bastidor, pues un bastidor ligero permitirá que el motor pueda brindar mucha más potencia y velocidad final, por otra parte el coeficiente aerodinámico hay que tenerlo muy en cuenta puesto que en el carenado debe tener huecos por los cuales ingrese el aire que será dirigido directamente a la admisión del motor, así mismo en velocidades altas un buen coeficiente aerodinámico permitirá cortar de mejor manera el viento lo que se traduce en menor esfuerzo por parte del motor, por ende la potencia o esfuerzo que ahorramos lo tendremos guardado para obtener un extra de potencia y velocidad final.

El hecho de realizar este prototipo de moto 3 servirá para las próximas generaciones como material de estudio práctico para la Universidad de las Fuerzas Armadas en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

- Implementar el tren de potencia y repotenciar un motor en un prototipo de Moto 3 para la carrera de tecnología superior en Mecánica Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Seleccionar el motor a utilizarse en el prototipo de Moto 3 de acuerdo a los parámetros
- Repotenciar el motor de combustión interna del prototipo para obtener el mejor rendimiento de acuerdo a los parámetros dados por los reglamentos de Moto 3.
- Verificar el estado de la transmisión del motor e implementar el tren de potencia en el prototipo.
- Comprobar la mejora de la potencia del motor del prototipo de Moto 3.

1.5. Alcance

En el presente proyecto se engloba la selección y repotenciación de un motor de combustión interna para implementarlo en un prototipo de moto 3, donde la ejecución del mismo abarca el estudio de todos los componentes y el mejoramiento del rendimiento de cada uno de los componentes para lograr una mayor eficiencia, así como el estudio de los materiales más livianos y la mejor relación de transmisión para obtener más potencia.

La selección del motor a utilizarse y el estado del motor son el punto más importante a la hora de realizar la reparación y repotenciación del motor, ya que se debe tomar en cuenta los parámetros establecidos por la normativa de moto 3 como son cilindraje, número de válvulas entre muchos otros factores. Una vez culminado el proyecto se llevará a cabo una comparación entre los resultados obtenidos en el dinamómetro antes y después para justificar el proyecto y permitir así que el prototipo sirva de estudio para los próximos estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Capítulo II

2. Marco teórico.

2.1. Motores de combustión interna.

Los motores de combustión interna son máquinas térmicas encargadas de transformar energía química en energía mecánica, es decir mediante el uso de un combustible fósil que puede ser Nafta, Diesel o GLP obtenemos energía mecánica al combustionar el mismo dentro de una cámara de combustión. (Martin, 2019)

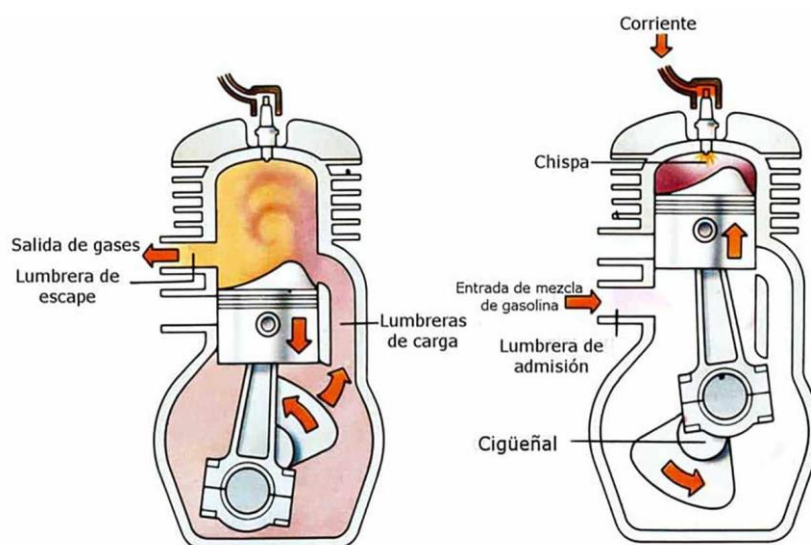
El funcionamiento de un motor de combustión interna, parte de una base principalmente, es el número de tiempos que posee para completar un ciclo de trabajo, existen dos tipos principalmente:

- **Motores de dos tiempos:** El motor de dos tiempos es un motor que realiza los tiempos de trabajo en solo dos movimientos del pistón.
 - ✓ En el primer tiempo el pistón comprime la mezcla de aire y combustible con un poco de aceite de dos tiempos, y al mismo tiempo genera vacío dentro del cárter, al final de la carrera del pistón deja libre la lumbrera de admisión y llena el cárter con la mezcla de gasolina. (Junta de Castilla Leon, 2020)
 - ✓ En el segundo tiempo, con la chispa provocada por la bujía crea la explosión lo que empuja el pistón hacia el punto muerto inferior, y en el cárter la mezcla es comprimida, en este momento se libera la lumbrera de escape por donde salen los gases ya combustionados, y se abre de igual manera la lumbrera que conecta el cárter con el cilindro para llenarlo con la mezcla estequiométrica. (Junta de Castilla Leon, 2020)

Los motores de dos tiempos no utilizan válvulas, ni distribución lo que genera que sean mucho más ligeros y tienen una fabricación mucho más simple, por otra parte, se produce el trabajo por cada vuelta del cigüeñal desarrolla mucha más potencia que un motor de cuatro tiempos y pueden trabajar en cualquier posición puesto que no lleva aceite en el cárter. Pese a que los motores de combustión interna de dos tiempos sean claramente superiores. (Amaya, 2018)

Figura 1.

Funcionamiento Motor de Combustión Interna.



Nota. Tomado de (Amaya, 2018).

- **Motores de cuatro tiempos:** El motor de cuatro tiempos, parte de la misma base, pero en este caso tenemos válvulas y el motor trabaja en cuatro tiempos, como son admisión, compresión, trabajo o explosión y escape.
 - ✓ **Admisión:** Se abre la válvula o las válvulas de admisión para permitir el ingreso de la mezcla de aire combustible, y el pistón desciende del punto muerto superior al punto muerto inferior generando un efecto de succión para aspirar la mezcla.
 - ✓ **Compresión:** Se cierran las válvulas tanto de admisión como de escape para que el pistón ascienda del punto muerto inferior al punto muerto superior, lo que genera que

la mezcla sea comprimida dentro del pistón para prepararla para el tiempo de explosión.

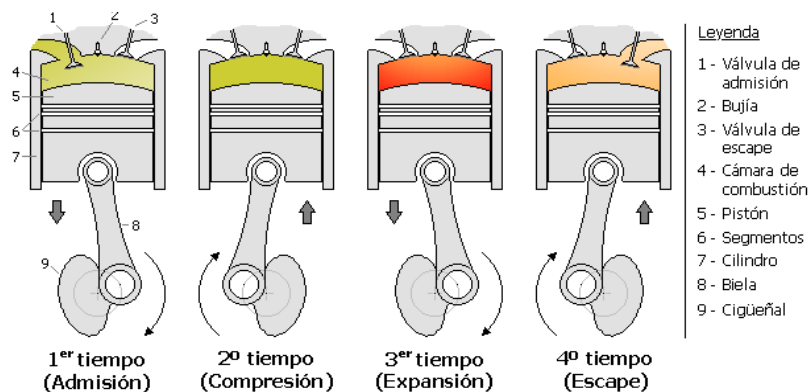
- ✓ **Explosión o trabajo:** En este tiempo la mezcla es combustionada ya sea por medio del uso de una bujía que genera una chispa, o por la alta relación de compresión como es en el caso de los motores diésel. Lo que genera que el pistón pase del punto muerto superior al punto muerto inferior.
- ✓ **Escape:** En este tiempo, se abre la válvula de escape y el pistón asciende el punto muerto inferior al punto muerto superior, lo que genera que los gases combustionados sean dirigidos al escape para expulsarlos al exterior.

(Guzman, 2020)

Con el paso del tiempo a nivel de competencias internacionales de motos, se dejó de utilizar los motores de dos tiempos pese a que son superiores, se decantó a utilizarse los motores de cuatro tiempos. (Guzman, 2020)

Figura 2.

Funcionamiento del motor de cuatro tiempos.



Nota. Tomado de (Mena, 2019).

2.2. Tipos de motores de combustión interna.

Existen un sinnúmero de formas de clasificar los tipos de motores de combustión interna, por ejemplo, por el número de cilindros o por la disposición de los cilindros, de igual manera podemos clasificarlos de acuerdo al tipo de combustible que utilice para la propulsión, así como por la disposición de la distribución, así como por el número de tiempos de trabajo del motor. (ABC MOTOR, 2021)

Dentro de los tipos de motores de acuerdo a la distribución encontramos:

- **Motores SV:** Son motores donde el árbol de levas y las válvulas están colocados en la parte lateral del bloque motor, estos motores son bastante antiguos y se dejaron de utilizar porque no dejaban mucho espacio para la carrera del pistón.
- **Motores OHV:** Son los motores que poseen un solo árbol de levas en el bloque motor, las válvulas van ubicadas en la cabeza del motor, es decir en la culata del motor, en este sistema se utilizan varillas conocidas como taques, y balancines. (Donaire, 2019)
- **Motores OHC:** Son motores que utilizan un solo árbol de levas en la parte superior, es decir, en la culata, así como las válvulas en la cabeza, lo que distanciamos en este caso es el cigüeñal y el árbol de levas, lo que reduce dramáticamente el número de componentes de la distribución. (Donaire, 2019)
- **Motores DOHC:** Son motores que poseen dos árboles de levas en la culata, así como las válvulas de igual manera van ubicadas en la cabeza del motor, cabe destacar que existen motores hasta con cuatro árboles de levas como es en el caso de los motores de V o en W. (Donaire, 2019)

2.3. Motores aplicados a motocicletas.

En el mundo de las motocicletas, se utilizan motores de combustión interna tanto de dos como de cuatro tiempos, principalmente de cuatro tiempos ya que los dos tiempos se destacan por ser utilizados principalmente en el mundo de las competencias de enduro, debido a que genera un torque mucho mayor con una menor cilindrada. (Ruiz, 2019)

En las motocicletas aplican casi los mismos criterios que mencionamos anteriormente, sin embargo, se suelen clasificar de acuerdo a la cilindrada:

- ✓ Bajo cilindraje: 50 centímetros cúbicos a 400 centímetros cúbicos.
- ✓ Medio cilindraje: 400 centímetros cúbicos a 750 centímetros cúbicos.
- ✓ Alto cilindraje: De 750 centímetros cúbicos en adelante.

(Falcon, 2017)

En los motores de motocicletas se destaca porque en la mayor parte de casos el sistema de tren de potencia hacia la rueda es realizado por una cadena y unos piñones dentados, en algunos casos se utiliza un cardan y una corona como en los vehículos de cuatro ruedas, pero se desechó la idea debido a que es un aumento de mantenimientos y costos de fabricación y reparación. (Ramo, 2018)

Dentro de las motocicletas, encontramos otro tipo de clasificación debido a la constitución del cuerpo de la moto, podemos clasificarlos en motores refrigerados por aire y refrigerados por líquido.

(Ruiz, 2019)

- ✓ **Refrigerados por aire:** Son motores que aprovechan el aire que corre al momento de desplazarse la moto para refrigerar el motor y lograr así disminuir la temperatura de trabajo y evitar sobrecalentamiento, esto se logra gracias a unas aletas colocadas en

el bloque motor para permitir una mejor circulación del aire por el motor. (Peeters, 2019)

Este sistema presenta una serie de ventajas:

- ✓ Es más económico de fabricar.
- ✓ Se utiliza menos espacio debido a que no utiliza radiador.
- ✓ Se demora menos en alcanzar la temperatura óptima de trabajo.
- ✓ No requiere mucho mantenimiento. (Peeters, 2019)

De igual manera presenta una serie de desventajas:

- ✓ Es menos eficiente.
- ✓ La refrigeración es inestable y dependiendo del clima puede producirse un sobrecalentamiento.

Figura 3.

Motor dos tiempos refrigerados por aire.



Nota. Tomado de (Miranda D. , 2017)

✓ **Motores refrigerados por líquido:**

En este tipo de motores se utiliza agua o algún líquido como medio de disipación del calor generado por el motor, utilizando un radiador que está en contacto con el exterior para lograr una mayor eficacia al momento de controlar la temperatura del motor, con esto se logra una mayor durabilidad y rendimiento ya que la temperatura es controlada a voluntad. (Canal Motor, 2019)

La regulación de la temperatura se realiza a través del radiador y un termostato que se activa al momento que se llega a la temperatura de trabajo óptima para permitir el paso del líquido refrigerante al motor. (Canal Motor, 2019)

Figura 4.

Motor de una Pulsar NS 200.



Nota. Tomado de (SAMADI, 2020).

Este tipo de motores no presenta aletas puesto que no es necesario el aire para refrigerar el motor, ya que utiliza un medio líquido para intercambiar la temperatura con el exterior, este tipo de

motores son de fabricación completamente lisos lo que facilita mucho la fabricación en ese aspecto, pero aumenta los costos de fabricación debido a los conductos internos que posee el motor para que el fluido refrigerante fluya. (Altamirano, 2020).

2.4. Motor Pulsar NS 200.

La Bajaj Pulsar NS200 es una motocicleta de fabricación india de la marca Bajaj es una motocicleta de baja cilindrada que posee las siguientes características:

- ✓ Torque máximo: 18,3 NM.
- ✓ Cilindraje: 199.55 CC.
- ✓ Potencia máxima: 23.5 HP.
- ✓ Capacidad del tanque: 12 L.
- ✓ Peso seco: 145 KG.

Posee un motor mono cilíndrico DOHC, en otras palabras, posee dos árboles de levas en la cabeza del motor que controlan cuatro válvulas mecánicas es decir no posee ningún tipo de control neumático ni hidráulico ni control inteligente de válvulas, con una cilindrada de 200 CC con un sistema **DTS-I** que es un sistema de encendido digital. (BAJAJ, 2021)

Este motor posee una tecnología única patentada por Bajaj, que es el uso de tres bujías en el motor para lograr una mayor relación de compresión disminuyendo de esta manera el tamaño de la cámara de combustión, este motor viene acoplado a una caja de 6 velocidades manuales con un embrague multidisco sumergido en aceite. (BAJAJ, 2021)

El motor es refrigerado por líquido y posee radiador para disipar el calor generado por el motor, por lo que es un motor de construcción lisa, que posee una alimentación por carburador, solo la hermana mayor Pulsar NS 200 FI posee un sistema de inyección electrónica. (BAJAJ, 2021)

2.5. Reparación y repotenciación de motores de cuatro tiempos mono-cilíndricos.

El primer paso para iniciar la reparación de un motor de combustión interna de un solo cilindro debemos tener en cuenta que un motor cuando requiere de una reparación presenta una serie de síntomas como pueden ser en primer lugar falta de potencia, humeo intenso de varios colores (plomo, negro y azul) y sonido de cascabeleo por exceso de juego en las partes móviles desgastadas. (HONDA, 2021)

Posteriormente a determinar que un motor necesita reparación, se deben tener en cuenta una serie de pasos como son determinar donde se ubican los ruidos extraños o anómalos y porque humea la moto, para proceder a determinar si el daño está en el motor en sí o en la transmisión, de igual manera hay que tener en cuenta el historial del motor si ha sufrido recalentamiento, las anteriores reparaciones que se le han hecho, el kilometraje recorrido ... (HONDA, 2021)

Generalmente para llevar a cabo la reparación de una motocicleta se considera que el cilindro debe ser reemplazado a medida estándar para lograr que exista un buen desempeño del motor, ya que al realizar el rectificado para colocar un pistón mayor existe la posibilidad de aumentar en cierta manera la potencia, pero la durabilidad se disminuye inminentemente, por no hablar de problemas de recalentamiento debido al aumento de la eficiencia térmica. (V Ferrer, 2019)

Para partir de una base, se debe realizar un estudio de la potencia generada inicialmente por el motor, esto se puede llevar a cabo de diferentes maneras, pero la ideal es realizarla en un dinamómetro.

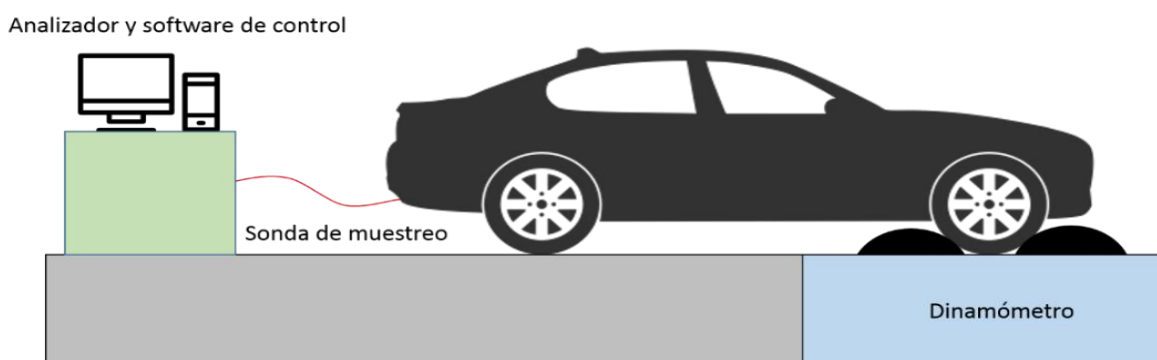
El dinamómetro es una máquina, que se encarga de medir fuerzas, potencia y otros aspectos relevantes para determinar el estado de un automóvil o de una motocicleta, este procedimiento debe ser realizado antes y después para poder realizar una comparativa una vez hecho el trabajo en el motor. (Mendoza, 2019)

Básicamente un dinamómetro parte de una estructura mecánica encargada de realizar el análisis de la potencia generada por el motor directamente con las ruedas pegadas a unos rollos que simulan la situación en la que estaría realmente circulando la moto, parte del siguiente diagrama, tenemos:

- Encargada de transmitir la información hacia el software de análisis y control.
- **Software de análisis y control:** Es el encargado de analizar los resultados que transmite la máquina, a través de un software para que el técnico pueda entenderlo.
- **Dinamómetro:** Es en sí el cuerpo mecánico donde se ubica el vehículo para realizar la prueba. (Mendoza, 2019)

Figura 5.

Partes de un dinamómetro.



Nota. Tomado de (V Ferrer, 2019).

Cabe destacar que esta prueba mide potencia y aceleración y velocidad final, por lo que es una de las pruebas más completas para determinar la eficiencia de una máquina este es un proceso por el cual pasan la mayor parte de los vehículos antes de salir al mercado, justo en la fase del estudio de mercado para compararlo con vehículos de la propia marca o si se puede de la competencia. (Mendoza, 2019)

Por otra parte, para realizar la repotenciación del motor de combustión interna planteamos tres parámetros importantes:

- **Calidad de la chispa:** Aunque no afecte realmente de una manera extravagante, si afecta la potencia con la que explota el combustible.
- **Admisión:** Aumentar el flujo de aire que ingresa al motor, por medio de admisión directa o utilizando filtros de aire de alto rendimiento.
- **Mejorar la fuga de gases:** Es decir, lograr que los gases una vez ya combustionados sean expulsados de la cámara de combustión y circulen rápidamente por el tubo de escape al exterior evitando turbulencia en el tubo.

(Tayupanta, 2018)

2.6. Moto 3.

La moto 3 es una categoría de baja cilindrada de los mundiales de motociclismo, que se considera como la competencia más importante en el ámbito de la velocidad, esta categoría nace a raíz del cambio en la normativa que prohíbe el uso de motores de dos tiempos, en esta categoría la moto debe llevar un motor de combustión interna de cuatro tiempos, con un solo cilindro y 250 CC como máximo con un presupuesto de 12.000 €.

(Lariviere, 2010)

2.7. Reglamentos Moto 3.

Motor

- Solo motores de pistón alternativo de 4 tiempos.
- Capacidad del motor: máximo 250cc.
- Solo cilindro único.
- Tamaño máximo del cilindro: 81 mm. Sin pistones ovalados.
- Los motores deben tener aspiración normal. Sin turbocompresor, sin supercarga.
- Velocidad del cigüeñal limitada al máximo: 14.000 rpm. *
- Máximo de 1 controlador de encendido. *
- Máximo de 4 válvulas.
- No se permiten sistemas de válvulas neumáticas y / o hidráulicas.
- La transmisión del sistema de sincronización de las válvulas debe ser por cadena.
- No se permiten sistemas de sincronización variable y / o apertura variable de válvulas

(Lariviere, 2010)

2.8. Repuestos motores.

- El motor se define como el motor completo, incluido el sistema de admisión (cuerpo del acelerador, inyectores), y una transmisión completa.
- El precio máximo del motor no debe superar los 12.000 euros. Sin piezas ni servicio opcionales Los contratos pueden utilizarse para eludir este límite de precio.
- Cada fabricante de motores debe comprometerse a suministrar suficientes motores y repuestos para suministrar mínimo 15 jinetes por temporada, si se solicita.

- Cada fabricante de motores debe presentar un precio de repuestos y una lista de tiempo de entrega para la temporada de aprobación por parte del Organizador, y no podrá cobrar más que estos precios publicados. La aprobación es basada en que los precios y los plazos de entrega estén en línea con las normas actuales del mercado para estas piezas y tecnologías.
- En caso de que se desarrollen actualizaciones del motor o piezas mejoradas, estas deben estar disponibles a todos los clientes al mismo tiempo, y respetando los límites de precio descritos anteriormente. (Lariviere, 2010)

2.9. Sistema de escape.

- No se permiten sistemas de escape de longitud variable.
- El límite de ruido será un máximo de 115 dB / A, medido en una prueba estática.
- No se permiten partes móviles (por ejemplo, válvulas, deflectores ...) en el sistema de escape. (Lariviere, 2010)

2.10. Transmisión

- Se permite un máximo de 6 velocidades de caja de cambios.
- Un máximo de 2 relaciones de cambio alternas para cada velocidad de la caja de cambios y 2 relaciones alternas para la Se permite el engranaje impulsor primario. Los equipos deberán declarar las relaciones de la caja de cambios para cada equipo utilizado al comienzo de la temporada.
- No se permiten sistemas de accionamiento de embrague electromecánicos o electrohidráulicos. (Lariviere, 2010)

Capítulo III

3. Desarrollo del tema.

3.1. Selección del motor.

Para iniciar con el proyecto se analizaron los motores que potencialmente podrían ser usados de acuerdo al mercado ecuatoriano para seleccionar cual es el más eficiente y el que más se adapta a los parámetros planteados por la normativa para el proyecto que se va a realizar, analizando parámetros como:

- **Torque y potencia:** Es decir, la relación de potencia y torque que desempeña el motor en condiciones estándar.

Por otra parte, se buscó el motor que más se adapte a los parámetros establecidos por la normativa de la moto 3, como el número de válvulas, árboles de levas y cilindraje del motor, y uno de los parámetros más importantes el rendimiento térmico ya que sino presentaría problemas de recalentamiento al momento de aumentar la potencia.

Se planteo tres motores principalmente:

- **Motor Bajaj Rouser 200.**
 - **Torque máximo:** 18,3 NM.
 - **Cilindraje:** 199.55 CC.
 - **Potencia máxima:** 23.5 HP.
 - **Capacidad del tanque:** 12 L.
 - **Peso seco:** 145 KG.
 - **Refrigeración:** Liquida.
 - **Precio:** 1.600\$. (Toda la motocicleta).

- **Motor Honda 250 CBR.**
 - **Potencia:** 26,3 HP a 8500 RPM.
 - **Torque:** 23,8 Nm a 7000 RPM.
 - **Inyección electrónica.**
 - **Refrigeración:** Por aire.
 - **Cilindraje:** 249,4 CC.

- **Motor KTM 200.**
 - **Cilindraje:** 199,5 CC.
 - **Potencia:** 25,5 HP a 10000 RPM.
 - **Torque máximo:** 19,5 Nm a 8000 RPM.
 - **Inyección electrónica.**
 - **Refrigeración líquida.**
 - **Alrededor de 1200\$ (solo el motor).**

Una vez analizados cada uno de los parámetros de los motores, se tuvo en cuenta principalmente dos parámetros ya que en cuanto a potencia y torque son similares, y los factores determinantes fueron el económico y el tema de refrigeración, se tomó en cuenta que el motor Rouser 200 era mucho más eficiente que los otros ya que presentaba refrigeración líquida que era uno de los parámetros más importantes y de igual manera el costo era mucho más económico que el de KTM y por otra parte el motor Honda no posee refrigeración líquida lo que puede derivar en problemas de recalentamiento.

Para determinar inicialmente la potencia del motor de combustión interna seleccionado se utiliza un dinamómetro que se encarga de determinar los parámetros de potencia y torque que desarrolla el motor.

Este proceso se lleva a cabo conjuntamente con un ventilador que refrigera el motor para evitar recalentamientos.

Figura 6.

Test en el dinamómetro.



Los resultados que se obtuvieron en el dinamómetro fueron los siguientes:

Tabla 1.

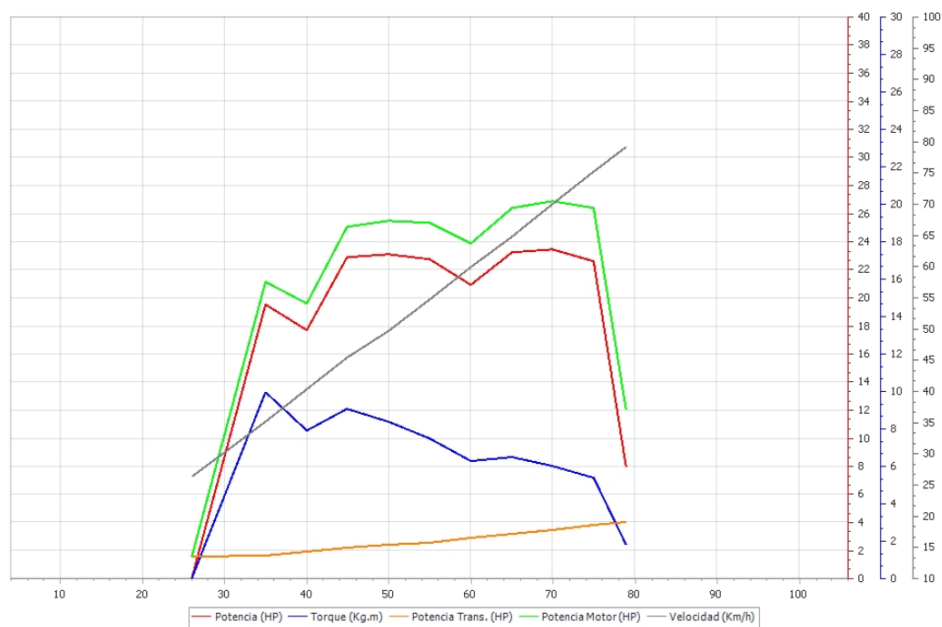
Resultados del test en el dinamómetro.

Variante	RPM	MAX
Potencia	1800 RPM	23 HP
Torque	1400 RPM	10 Lb.Ft
Potencia Trans.	3200 RPM	4 HP
Potencia Motor	2800 RPM	26,9 HP
Velocidad	3200 RPM	79 KM/h

Nota. Una vez realizado el test analizamos los resultados obtenidos mediante el software de la máquina, obteniendo así curvas de potencia de los diferentes parámetros.

Figura 7.

Curvas de potencia obtenidas en el Test.



Nota. Podemos encontrar que bajo las pruebas que se realizaron y en comparativa con los datos proporcionados por el fabricante, la diferencia relativamente mínima, lo que resulta normal por el uso anterior que se le debe haber dado al motor.

Ya que el fabricante determina que la motocicleta posee una potencia de 23,52 caballos de potencia a 9.500 RPM, y un torque de 18,30 nm a 8000 RPM, lo que si cabe destacar es la excesiva falta de torque por parte del motor, lo que como nombrabamos anteriormente nos demuestra que realmente posee algunos problemas el motor, ya que no desarrolla el torque real.

3.2. Reparación del motor de combustión interna.

Para reparar el motor empezaremos preparando las herramientas adecuadas para llevar a cabo el proyecto y adecuando un área de trabajo donde desarrollar las actividades.

Para desarmar el motor desacoplamos en primer lugar la tapa de válvulas que está colocada en la parte superior del motor con cuatro pernos de 6 mm.

Figura 8.

Desacople de la tapa de válvulas.



El conjunto de la distribución es un DOHC, es decir posee dos árboles de levas en la parte superior del motor con un piñón que controla los dos árboles, y se debe colocar el motor de manera que quede el pistón en punto muerto superior y la culata del motor en tiempo de admisión para poder seguir con el proceso, esto se realiza mediante el uso de las marcas en el piñón y en el cigüeñal.

Figura 9.

Culata del motor Rouser NS 200.



Figura 10.

Marca de tiempo del cigüeñal.



Nota. una vez colocado el motor en tiempo se retiró el templador de la cadena de distribución para proceder con el desacople del cabezote, no sin antes retirar el piñón principal de los árboles de levas, para esto se utilizó un dado de 12 mm en conjunto de una llave de media vuelta de media pulgada.

Figura 11.

Desacople del templador y del piñón de los árboles de levas.



Para el desacople del cabezote, se utilizan dos dados uno de 14 mm, uno de 17 mm y uno de 12 mm conjuntamente con una llave de media vuelta de medida $\frac{1}{2}$ ".

Para levantar el cabezote encontramos mucha silicona lo que no es correcto colocar en un empaque metálico ya que en este tipo de empaques no se debe colocar ningún tipo de sellante o de pega.

Figura 12.

Desarmado del cabezote del motor.



Nota. En este punto, también encontramos que el empaque del cabezote presenta un pésimo estado, y se destaca que esta es una de las principales causas de que el motor tuviera una baja compresión, y por ello un bajo desempeño.

Figura 13.

Estado del empaque del cabezote.



Nota. el cilindro es de tipo camisas sumergidas por lo que es bastante difícil que se recaliente.

En este punto, también se procedió a sacar el pistón del cilindro, para seguir con el desarmado, en este punto ya se llegó al pistón y se tuvo especial cuidado para no hacer caer nada en la parte del cigüeñal del cuerpo del motor.

Figura 14.

Cilindro del motor.



Figura 15.

Pistón del motor Rouser NS 200.



Nota. Para diagnosticar el estado del motor de combustión interna el primero punto es que en la cabeza del pistón se puede observar bastante acumulación de carbonilla, lo que empezó a generar un desgaste considerable en el cilindro del motor.

Como vemos en la **ilustración 16** el cilindro y el pistón poseen rayaduras por lo que procede a tomar medidas en el cilindro del motor lo que nos determina que existe ovalamiento en el cilindro, lo que se traduce en el reemplazo o rectificación del mismo, esto debido a un recalentamiento por falta de fluido refrigerante, como podemos ver en la **ilustración 16**.

Figura 16.

Rayaduras en el pistón.



Una vez determinado los daños del motor, también se analizan los anillos del pistón, pero presentan buen estado, por lo que se determinó que los anillos no eran la causa de la falta de compresión del motor.

El cilindro por otra parte presenta las siguientes medidas en la parte superior del cilindro de 72 mm, mientras que en la parte inferior una medida de 72,3 mm lo que nos traduce que si hay un desgaste severo en el cilindro, como podemos ver en las **ilustraciones 18 y19**.

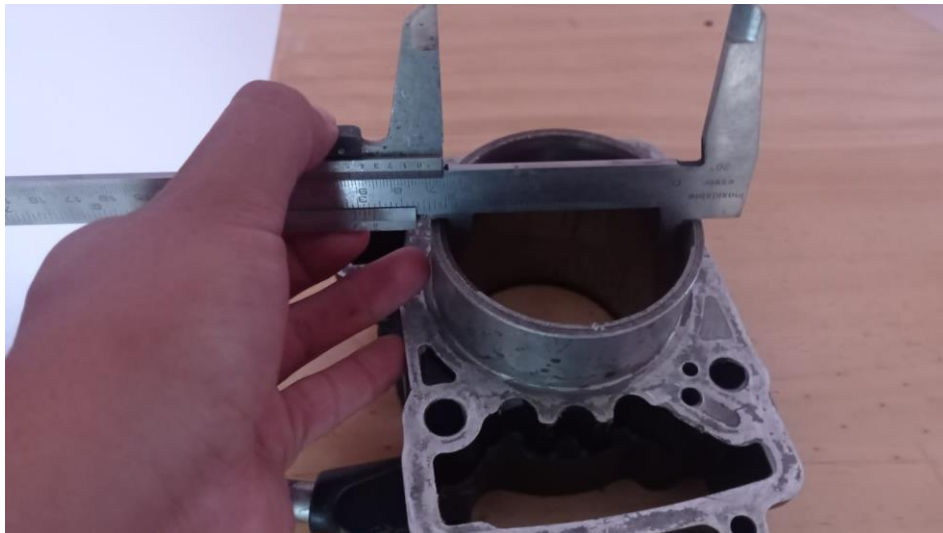
Figura 17.

Medición del cilindro en la parte inferior.



Figura 18.

Medición de la parte superior del cilindro motor.



El diagnóstico para el motor es el siguiente, el cilindro presenta pésimo estado se determinó que por ello existe un rendimiento bajo por parte del motor de combustión interna, así como por las rayaduras presentes en el pistón y en el cilindro, por lo que se determinó tras una asesoría con varias personas expertas en el tema y con la investigación bibliográfica, que en este tipo de motores lo más

viable es substituir el cilindro por uno nuevo y estándar para evitar cualquier tipo de inconveniente, ya que generalmente poner un pistón más grande termina degenerando en un recalentamiento del motor.

Para la reparación, se inició colocando un cilindro estándar que posee un diámetro por carrera de 72.00x49,0 mm, sin realizar ningún tipo de modificación en el control de la distribución o alguno de estos aspectos, se inició con el armado del motor, como podemos ver en la **ilustración 19** donde vemos el cilindro y el pistón completamente nuevos.

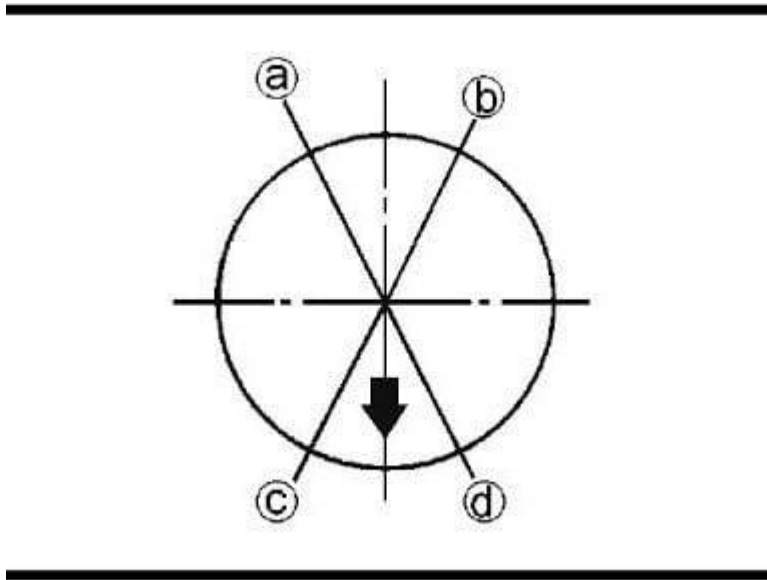
Figura 19.

Pistón y cilindro nuevos en medida estándar.



Figura 20.

Posición de los anillos.



Nota. Tomado de (Miranda D. , 2017)

Nota. Para el armado del cilindro en el cuerpo del motor, se colocan los anillos en el pistón con un ángulo aproximado de 45° uno respecto a otro.

A continuación, se coloca el pistón nuevo en la biela reemplazando el bulón y los seguros, todo esto utilizando aceite sintético 15W50 de la marca Motul, como podemos ver en la **ilustración 21**.

Figura 21.

Pistón nuevo armado en la biela del motor.



Por otra parte, cabe destacar que la colocación de los anillos se llevó a cabo con una punta de material plástico para evitar rayaduras en el cilindro o en el pistón nuevos, para poderlos colocar se tuvo que mantener el cilindro en el aire mientras se alineaban los anillos y se los comprimía para colocarlos, todo armado en todo momento con aceite un poquito pesadito para evitar que en los primeros giros el motor arranque sin aceite.

En este punto también se destaca que se reemplazaron todos los empaques del cuerpo del motor, como es el de la parte baja del cilindro y el del cabezote, donde se colocó un empaque metálico y con el conocimiento obtenido a lo largo de la carrera se conoce que en este tipo de empaques no es necesario colocar ninguna pega o sellante.

Cabe destacar las medidas del cilindro y del pistón con un diámetro de 72,00 mm, lo que corresponde con la medida del cilindro que dicta el fabricante.

Una vez realizado este procedimiento, se llevó a cabo el cálculo de la relación de compresión presente anteriormente en el motor de combustión interna que se está trabajando.

En primer lugar, se llevó a cabo un ejercicio para conseguir varios datos sobre el motor, algunos sacados directamente de los datos del fabricante y otros calculados directamente con los repuestos del motor, como es la cámara de combustión en el cabezote.

DATOS PARA CALCULAR LA RELACIÓN DE COMPRESIÓN.

Para calcular la relación necesitamos los siguientes datos:

- **Carrera del pistón:** 49 mm.

Este dato lo calculamos directamente utilizando un pie de rey y el motor mediante el uso del cilindro y el pistón, como podemos observar en la **ilustración 22**.

Figura 22.

Medición de la carrera del pistón.



- **Diámetro del pistón:** 72 mm.

El diámetro del pistón lo calculamos directamente del cilindro o del pistón, notamos que este dato coincide con los datos del fabricante, esto ya lo habíamos medido anteriormente.

Con estos dos datos aplicamos la siguiente fórmula para obtener el cilindraje real:

$$Cilindraje = \frac{\pi * Diámetro\ del\ pistón^2}{4000} * Carrera\ pistón.$$

$$Cilindraje = \frac{\pi * (72\ mm)^2}{4000} * 49\ mm = 199,2\ cm^3$$

Con esta fórmula obtenemos el cilindraje real del motor, para posteriormente aplicar la siguiente fórmula, para obtener la relación de compresión, donde primero llevamos a cabo la medición del volumen de la cámara de combustión, esto lo realizamos directamente en el cabezote, con la ayuda de una jeringuilla, obtuvimos un volumen de 19,9 ml.

Figura 23.

Cálculo de la cámara de combustión en el cabezote.



Una vez tenemos estos datos podemos calcular finalmente la relación de compresión con el uso de la siguiente formula:

$$\text{Relación de compresión} = \frac{\text{Cilindraje} + \text{Camara de combustión}}{\text{Camara de combustión}}$$

$$\text{Relación de compresión} = \frac{199,5 \text{ cm}^3 + 19,9 \text{ cm}^3}{19,9 \text{ cm}^3} = 11,02$$

Lo que podemos traducir en que tenemos actualmente una relación de compresión de 11,02 a 1 lo que coincide con las especificaciones que dicta el fabricante, como podemos ver en las **fórmulas anteriores**.

Posterior a esta parte, se llevó a cabo un pequeño cepillado del cabezote donde aproximadamente se logró rebajar alrededor de 0,01 cm de espesor del cabezote, lo que nos genera un aumento en la relación de compresión que, aunque sea muy poco, sumando todos los factores que se

van a tener en cuenta termina derivando en un aumento de potencia del motor, aunque esto se hace generalmente para obtener rugosidad en la superficie del cabezote.

Figura 24.

Cepillado del cabezote.



Posteriormente a este proceso se llevó a cabo nuevamente el cálculo de la relación de compresión nueva del motor, donde la única variable que cambio fue el volumen de la cámara de combustión en el cabezote ya que el resto del motor regreso a los parámetros estándares.

Donde el volumen que se midió en la cámara de combustión del cabezote es de 19,8 aproximadamente ya que son valores bastante pequeños los que se están manejando.

$$\text{Relación de compresión} = \frac{199,5 \text{ cm}^3 + 19,8 \text{ cm}^3}{19,8 \text{ cm}^3} = 11,07$$

Como se mencionó anteriormente, aunque sean cambios muy bajos, poco a poco se logra aumentar realmente el rendimiento del motor, por lo que obtenemos finalmente un aumento en la

relación de compresión de un 0,05, aunque realmente la finalidad de este proceso es obtener una superficie uniforme en el cabezote para evitar fugas de compresión al momento del armado.

A continuación, se procedió con el armado del cabezote en el motor, en este punto uno de los parámetros más importantes es como conoce comúnmente poner a tiempo el motor, es decir colocar el pistón en el punto muerto superior y el árbol de levas en posición de admisión, para esto se utilizan dos marcas una presente en el magneto del que va conectado al cigüeñal del motor, y otra marca que está ubicada en el piñón de los árboles de levas.

En este punto cabe destacar que para evitar el desarmado del lateral del motor, se puso a tiempo utilizando los piñones que se utilizan para el motor de arranque.

Figura 25.

Marca de tiempo en el magneto del motor. (Marca Cigüeñal).



Figura 26.

Marca de tiempo en los árboles de levas.



En esta parte se llevó a cabo un ajuste con una llave especial para medir el torque aplicado en los pernos del cabezote del motor, aplicando una fuerza de 47 Nm los cuatro tornillos de 10 mm y 9.8 Nm los de 6 mm, como podemos ver en la **ilustración 27**.

Figura 27.

Aplicación de torque al motor.



Por último, se limpió completamente el motor, así como los restos de silicona presentes en la tapa de válvulas, y se colocó la junta nueva con una pequeña capa de silicona nueva para evitar fugas posteriormente.

Figura 28.

Resultado del motor reparado.



Con esto logramos tener el motor reparado a medida estándar para proceder con el siguiente paso, sin embargo, se debe destacar en este punto que la biela y la transmisión se encontraban en buen estado, bajo el diagnóstico del taller de motos CabCar Ambato a quien se le agradece la asesoría.

Una vez terminado el motor, y como anteriormente ya se había utilizado el motor se llegó a la conclusión que era necesario llevar a cabo la reparación del embrague del motor para poder obtener una mejoría notable en las pruebas posteriores a las que sería sometido el motor.

3.3. Reparación del embrague del motor.

Se inicio con el desarmado del lateral del motor donde se alberga el embrague y se extrajo todo el conjunto de los discos viejos que se encontraban en un estado bastante deteriorado, como podemos ver en la **ilustración 29 y 30.**

Figura 29.

Desarmado de la tapa lateral del motor.

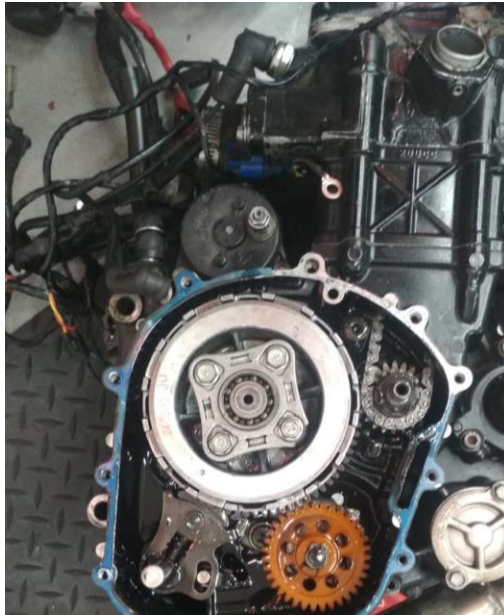


Figura 30.

Discos Viejos de fricción del embrague.



Una vez desarmado todo se colocaron discos nuevos de materiales sintéticos los cuales son hechos con materiales metálicos y cerámicos, para obtener la mayor transmisión de potencia posible por fricción sin problemas de recalentamiento o fatiga del material.

Figura 31.

Montaje de los nuevos discos de presión y de fricción.



Después de colocar los discos nuevos, se procedió con el armado del embrague utilizando fijador para los pernos que estaban sometidos a presión por parte de los resortes presentes en el funcionamiento del mecanismo.

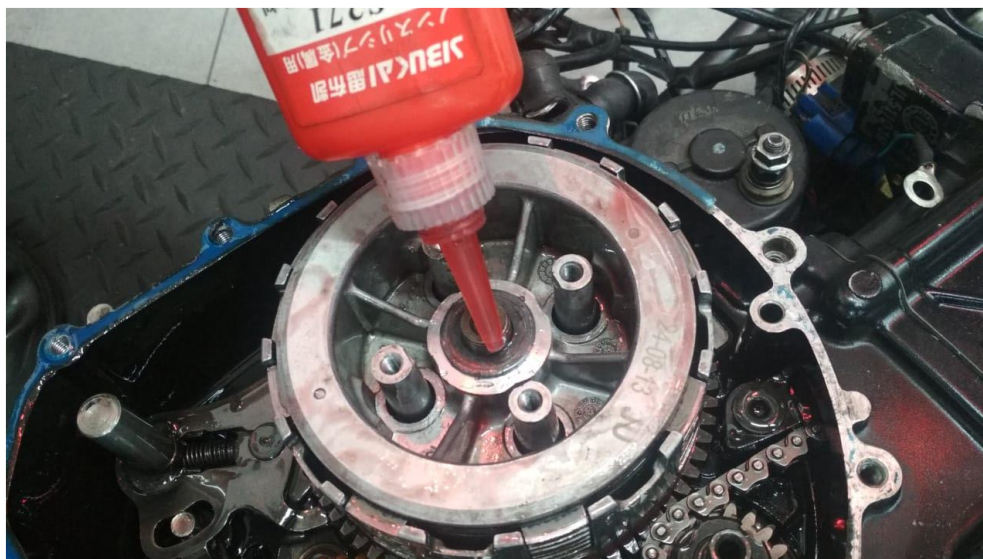
Figura 32.

Aplicación del fijador de pernos.



Figura 33.

Armado del kit de embrague.



Una vez realizada esta reparación del kit de embrague del motor, también se aprovechó y se reemplazó el empaque de la tapa lateral del motor, ya que presentaba fugas de aceite por esta parte, una vez hecho este proceso se le colocó una junta nueva y se le colocó aceite nuevo de la marca Motul con una viscosidad de 10W-40 ya que el motor está reparado y era necesario un aceite mucho más liviano y de calidad por los trabajos que se le están haciendo para lograr un buen rendimiento ya que va a estar sometido a un sobreesfuerzo para el que realmente el motor no está diseñado.

Una vez, reparados todos estos parámetros del motor, se procedió a trabajar con el tema de la transmisión de potencia directamente desde el motor hacia la rueda, ya que los entendidos en el tema destacan que un buen punto a trabajar para lograr un mejor desarrollo del motor es el piñón del motor, la cadena y la catalina de la rueda trasera o también conocido como **kit de arrastre**.

3.4. Kit de arrastre.

Para iniciar con este tema, en primer lugar, se reemplazó el retenedor del piñón del motor ya que por este perdía aceite y ensuciaba mucho esta zona, para este proceso de igual manera se solicitó la

asesoría de CabCar Ambato y se realizó una investigación para conocer cuál es el mejor paso de la cadena y de los piñones para obtener el mejor rendimiento del prototipo.

Para esto se utilizó una cadena con un paso de 428, la cual posee un ancho interior de 7,95 mm o 5/16" con un piñón de 14 dientes conjuntamente con una catalina de 48 dientes.

Figura 34.

Piñón de 14 dientes.



Aquí se debe tener en cuenta un parámetro bastante importante que es la relación de transmisión entre el piñón de ataque del motor y la catalina que es realmente lo que va a girar conjuntamente con la rueda, ya que esta transmisión de potencia es la que queremos mejorar para lograr un aumento de la potencia y que el prototipo de Moto 3 desarrolle de la mejor manera posible.

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{\text{Número de dientes motriz}}{\text{Número de dientes conducido}}$$

$$\text{Relación de transmisión} = \frac{48}{14} = 3,42$$

Figura 35.

Colocación de la nueva catalina.



Una vez realizado este proceso se empezó a trabajar en el ensamble del motor de combustión interna ya reparado y en parte repotenciado, se empezó a tomar medidas para lograr ubicar el motor en el bastidor del prototipo.

Para iniciar con este proceso se empezó por colocar el motor en la posición en la que iba a ir el motor para colocar las bases del motor en el bastidor.

Figura 36.

Bases para el motor.



Una vez puestas las bases para el motor, se esperó a que el bastidor estuviera acabado para colocar otras cosas para subir el motor definitivamente, como son las bases para el radiador, que se tuvo que montar sin el protector plástico por falta de espacio.

Una vez acabado el bastidor por parte del compañero se procedió a colocar el motor en el bastidor nuevo tubular, donde se colocó el tanque en el bastidor y el resto de componentes como son el cableado, el sistema de alimentación y el sistema de refrigeración.

Figura 37.

Colocación del motor en el bastidor nuevo.



Una vez colocado el motor se inició con el trabajo de la cadena, ya que sin que el motor estuviera colocado no se conocía realmente cual era la distancia entre ejes, en este punto se empezó a colocar el sistema de transmisión de potencia hacia la rueda, como vemos en la **ilustración 38 y 39**.

Para iniciar con el trabajo de la cadena se colocó en el prototipo para coger la distancia entre ejes y se empezó a cortar con la rueda trasera lo más pegada posible en el basculante.

Figura 38.

Cortado de la cadena.

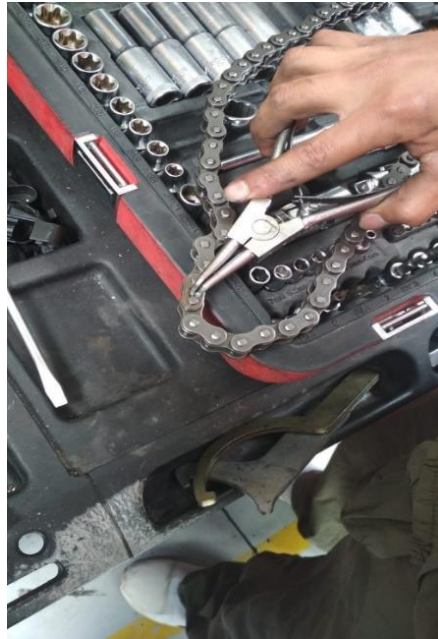


Figura 39.

Colocación de la cadena en el prototipo.



3.6. Sistema de escape

Una vez terminado esto, la motocicleta ya tenía tracción por lo que ya se podía mover, y es cuando se llegó a uno de los últimos puntos del proyecto, pero uno de los más importantes, el sistema de escape del motor.

Para iniciar con este tema se partió de la siguiente base, que para repotenciar el motor se debe tener en cuenta tres parámetros principales:

- La admisión.
- El escape de los gases.
- La chispa.

Para empezar con el tema del escape, se decidió instalar un sistema de escape conocido como full system, el cual consta de eliminar completamente el sistema de escape anterior con catalizador y otros elementos, para un escape directo utilizando un tubo de un grosor mucho mayor que el de fábrica

Para comenzar con este proceso se partió de dos ideas claras:

- Utilizar un tubo de un diámetro mayor que el anterior.
- Utilizar un material que se vea estético y que sea de calidad.

Para lograr que el material sea estético y de calidad, es decir que tenga alta resistencia a la exposición al calor y a la corrosión, se utilizó el material más comúnmente utilizado para estos trabajos el acero inoxidable.

En cuanto al tamaño se utilizó tubo de un diámetro de 2 pulgadas, es decir 50,8 milímetros, con esta simple adición se logra un gran aumento de potencia debido al aumento del flujo de los gases de escape.

Se llevo a cabo el doblado de los tubos de acuerdo a la curvatura deseada para el desfogue de los gases y para la implementación posterior de un resonador ya que otro parámetro que es más bien estético es el sonido y este lo define el sistema de escape.

Figura 40.

Doblado del tubo de escape.



Se reutilizo la base que se une al motor del anterior escape, de esta manera se logró un desfogue mucho mayor de los gases de escape, lo que se traduce en un vaciado mucho más rápido de la cámara de combustión evitando que existan turbulencias en el sistema de escape.

Una vez instalado el tubo de escape se implementó el resonador el cual va sujeto con una base al bastidor y con unos resortes al tubo de escape, de igual manera se usó un resonador que acero inoxidable con acabados dorados para darle una buena apariencia a la motocicleta.

Figura 41.

Instalación del resonador en el prototipo.



3.7. Análisis de resultados

Una vez realizados todos estos trabajos en el prototipo y en el motor se llevó a cabo la misma prueba inicial bajo los mismos parámetros, en el dinamómetro para lograr justificar si realmente hubo un incremento en el rendimiento y la potencia de todo el conjunto del prototipo, ya que esto viene el mayor parte determinado por parte del desempeño del motor Rouser Bajaj NS 200, puesto que es la maquina térmica encargada de propulsar el prototipo.

Una vez hecha la prueba se obtuvieron los siguientes resultados, véase la **tabla 2**:

Tabla 2.

Resultados segunda prueba en el dinamómetro.

Variante	RPM	MAX
Potencia	1800 RPM	23,5 HP
Torque	1400 RPM	28,8 Lb.Ft
Potencia Trans.	3200 RPM	4 HP
Potencia Motor	2800 RPM	26,9 HP
Velocidad	3200 RPM	79 KM/h

El parámetro del torque máximo podemos observar donde realmente está el cambio con una variación de 18 Lb.Ft con respecto al valor inicial véase la **Tabla 1 y la Tabla 2**, pues los cambios que se realizaron en la motocicleta son bastante importantes, cabe destacar que la aceleración es otro aspecto que mejoró muchísimo con el aumento de torque de la motocicleta.

Figura 42.

Segundo test en el dinamómetro.



Figura 43.

Curvas de potencia segundo dinamómetro.



En la gráfica observamos que las curvas esta vez se encuentran mucho más arriba y con un valor mucho menor de revoluciones, lo que nos quiere decir que con los trabajos que se realizaron se logró que el motor con un mucho menor número de RPM desarrolle mucho mejor que inicialmente.

Determinamos que la gran mejora del torque de la motocicleta parte principalmente de que existe una mejora en la alimentación ya que el aire entra directo al motor sin ningún tipo de filtro que aunque parezca algo peligroso esta va a ser una moto dedicada netamente a correr y hacerlo mejor que el resto, y de igual manera de implementaron bujías de alto grado térmico ya que todos los aspectos realizados en el motor hicieron que las anteriores bujías no satisficieran las necesidades del motor, con esto logramos repotenciar el motor y lograr que trabaje a un ritmo estable aunque realmente se realizaron trabajos bastante profesionales para lograr el mejor rendimiento del motor.

3.8. Presupuesto

Tabla 3.

Presupuesto del proyecto.

GASTOS DEL MOTOR			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
MOTOR BAJAJ ROUSER 200	1	290	290
MAZO DE CABLES NS 200	1	80	80
REGULADOR DE VOLTAJE NS 200	1	30	30
CDI NS 200	1	60	60
BOBINAS NS 200	1	20	20
KIT LINNER REPARACIÓN NS 200	1	150	150
KTI EMPAQUES NS 200	1	30	30
KIT EMBRAGUE	1	60	60
RESONADOR SC	1	60	60
TUBO DE 2" ACERO INOX	1	60	60
TOTAL			840

Capítulo 4

4. Conclusiones y recomendaciones.

4.1. Conclusiones.

- Se seleccionó el motor Bajaj Rouser 200 debido a que se adaptaba de mejor manera a los parámetros establecidos por la normativa del Moto 3 como cilindraje, potencia, tipo de refrigeración entre muchos otros ámbitos, así como la relación de calidad precio.
- Se llevo a cabo un mantenimiento correctivo completo del motor de combustión interna así como la repotenciación utilizando un nuevo sistema de escape y una reparación integra del motor en sí y el kit de embrague de la motocicleta, logrando un aumento en el torque del motor de alrededor de 19 Lb.Ft respecto al torque inicial.
- Se verificó el estado de la transmisión y se implementó el sistema de transmisión de potencia desde el motor a la rueda utilizando un piñón de motor de 14 dientes y una catalina trasera de 48 dientes con una cadena de paso 428 obteniendo así una relación de transmisión de 3,42.
- Se logro aumentar de 11,02 a 11,07 aumentando en 0,2 que por muy poca cantidad que parezca sumando todos los factores de las modificaciones que se realizaron terminan sumando un gran porcentaje de aumento de potencia del motor.

4.2. Recomendaciones.

- Verificar el estado del motor si es posible ponerlo en uso para identificar el estado y poder entender donde son los puntos débiles de la máquina térmica para trabajar en esos aspectos para obtener la mejora del motor partiendo desde cosas pequeñas como puede ser el estado del embrague u otros aspectos.
- Siempre se deben tener en cuenta los tres parámetros más importantes que son la base de funcionamiento de un motor de combustión interna: la chispa, la admisión o alimentación y la circulación de los gases de escape ya que a partir de estas bases empezamos a tener guías de donde debemos realizar las diferentes modificaciones para mejorar el comportamiento del motor.
- Realizar siempre investigaciones constantes a medida que se desarrolla el proyecto para poder rectificar en caso de ser necesario.

Bibliografía

- ABC MOTOR. (06 de Agosto de 2021). *ABC*. Obtenido de https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-explicamos-tipos-motores-existen-y-cuales-caracteristicas-202004050153_noticia.html . Recuperado 02 de Agosto 2021.
- Alban Pucha, A. G. (09 de Abril de 2015). Obtenido de <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/4558/1/65T00183.pdf>. Recuperado 02 de agosto 2021.
- Altamirano, I. (2020). *El garaje de las motos*. Obtenido de <https://mecanicademotosmx.blogspot.com/2016/08/refrigeracion-por-aire-o-por-liquido.html>. Recuperado 04 de agosto 2021.
- Álvarez, C. (2013). *Academica Unavarra*. Obtenido de <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/8847>. Recuperado el 05 de agosto 2021. Recuperado 04 agosto 2021.
- Amaya, Á. P. (2018 de Noviembre de 2018). *Auto Noción*. Obtenido de <https://www.autonocion.com/motores-dos-tiempos-funcionamiento/>. Recuperado 07 de agosto 2021.
- BAJAJ. (Agosto de 2021). *BAJAJ*. Obtenido de <https://mexico.globalbajaj.com/es-mx/brands/pulsar/pulsar-ns-200>. Recuperado 10 agosto 2021.
- Canal Motor. (20 de Noviembre de 2019). *Mapfre*. Obtenido de <https://www.motor.mapfre.es/motos/noticias-motos/refrigeracion-por-aire-por-o-agua/#:~:text=Este%20sistema%20utiliza%20un%20%ADquido,cilindro%20para%20repetir%20el%20ciclo>. Recuperado 12 de agosto 2021.
- Donaire, D. L. (2019). *Actualidad Motor*. Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/tipos-de-motores/>. Recuperado 18 de agosto 2021.
- Falcon, N. (2017). *Bardahl*. Obtenido de <https://www.bardahl.com.mx/los-motores-las-motocicletas/>. Recuperado 19 agosto 2021
- Guzman, A. H. (2020). *IMT MX*. Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt417.pdf>. Recuperado 19 agosto 2021
- HONDA. (26 de Mayo de 2021). Obtenido de <https://motos.honda.com.co/honda-te-cuenta/blog/5-se%C3%B1ales-que-muestran-que-algo-no-anda-bien-con-tu-motor> recuperado 19 agosto 2021
Recuperado 19 agosto 2021.
- Junta de Castilla Leon. (Marzo de 2020). *Energía JCYL*. Obtenido de <https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/motor-combustion-interna.html>. Recuperado 19 agosto 2021

- Lariviere, I. (Junio de 11 de 2010). *FIM Road Racing World Championship Grand Prix*. Obtenido de https://web.archive.org/web/20160312085511/http://motogpinfo.motogp.com/2010/fim/gpccommission_nov06.pdf. Recuperado 19 agosto 2021
- Martin, J. (8 de Julio de 2019). *Motor Pasión*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>. Recuperado 19 agosto 2021
- Mena, C. (2019). *Hello Auto*. Obtenido de <https://helloauto.com/glosario/motor-de-cuatro-tiempos>. Recuperado 19 agosto 2021
- Mendoza, L. M. (13 de Marzo de 2019). *GOB MX*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cenam/articulos/que-es-un-dinamometro-vehicular-y-como-se-usa-para-la-medicion-de-emisiones-contaminantes-de-los-vehiculos?idiom=es>. Recuperado 21 agosto 2021
- Miranda, C. (13 de Abril de 2011). *Taringa*. Obtenido de https://www.taringa.net/+autos_motos/posicion-de-anillos-o-aros-en-piston_u72q8. Recuperado 21 agosto 2021
- Miranda, D. (2017). *El garaje de motos*. Obtenido de <https://mecanicademotosmx.blogspot.com/2016/08/refrigeracion-por-aire-o-por-liquido.html>. Recuperado 21 agosto 2021
- MORAIRA, C. (2016). *Diseño, estudio y fabricación de un sistema Ram-Air para una Moto3*. Quito: ESPE.
- Peeters, D. (2019). *AutoMotor*. Obtenido de <https://amklassiek.nl/es/luchtgekoelde-motoren-en-de-storm-dennis/2020/02/17/>. Recuperado 21 agosto 2021
- Ramo, M. S. (2018). *Moto 1 Pro*. Obtenido de <https://www.moto1pro.com/reportajes-motos/tipos-motores-cilindros>. Recuperado 21 agosto 2021
- Ruiz, R. (01 de Noviembre de 2019). *About Español*. Obtenido de <https://www.aboutespanol.com/tipos-de-motores-de-motos-2401160>. Recuperado 21 agosto 2021
- SAMADI. (2020). *SAMADI*. Obtenido de <https://www.samadimotos.com/shop/pulsar-ns200/>. Recuperado 21 agosto 2021
- Tayupanta, G. (2018). *Repositorio USFQ*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7149>. Recuperado 21 agosto 2021

V Ferrer. (06 de Agosto de 2019). *V Ferrer*. Obtenido de <https://www.motorecambiosverrer.es/blog/como-aumentar-la-potencia-de-una-moto-n30>. Recuperado 21 agosto 2021

Anexos