

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA RECAMARA DE ESCAPE “TUNED PIPE” PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR DE DOS TIEMPOS SUZUKI AX 100

*Yadira M. Semblantes C, Luis A. Mena N., Leonidas A. Quiroz E., Edwin O. Chilibuina G.*

*Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga  
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Latacunga – Ecuador*

*yadi\_semlantes@hotmail.com, lamena@espe.edu.ec, laquiroz@espe.edu.ec,  
eomar\_chilibuina@yahoo.es*

---

## RESUMEN

El presente trabajo constituye una compilación de información técnica-científica, en la cual se origina la necesidad de implementar nuevos estudios referente a los sistemas de escape, que permitan identificar nuevos métodos para optimizar el rendimiento de motores de dos tiempos, en parámetros como son torque y potencia, las maquinas mencionadas son utilizados en motocicletas, vehículo en el cual se fundamenta el presente estudio. Para la construcción del sistema TUNED PIPE se ha cumplido un proceso de selección del material idóneo para la aplicación, esto basado en diseño y geometría de la motocicleta. Para el desarrollo de cálculos, se consideró la forma geométrica de los distintos conos que conforman el sistema TUNED PIPE, lo cual se deriva del método de diseño concurrente, mediante el despliegue de la función de la calidad (QFD), la cual relaciona a la voz del usuario, reflejadas en alternativas de diseño, transferidas a la voz del ingeniero, que cumplen con los objetivos de optimizar el sistema. Con la ayuda de los software CAD, que permite el diseño y simulación computarizado, se ha realizado el prototipo, a la vez que permitió conocer el funcionamiento interno el sistema, logrando determinar el comportamiento de las temperaturas, los esfuerzos que soporta, y el factor de seguridad para la construcción del mismo.

**Palabras Claves:** Ingeniería Automotriz, Diseño concurrente, Motores de dos tiempos, Recamara de escape, TUNED PIPE, Rendimiento motor.

## ABSTRACT

This work is a compilation of technical and scientific information, in which the need to implement new studies regarding exhaust systems, to identify new methods to optimize the performance of two-stroke engines in parameters originates as are torque and power, the machines mentioned are used in motorcycle, vehicle on which this study is based. To build the system TUNED PIPE has completed a process of selecting the right material for the application, based on this design and geometry of the motorcycle. For the development of calculations, the geometry of the different cones that make up the TUNED PIPE system, which is derived from the method of concurrent design through the deployment of Quality Function (QFD), which was considered related to the user's voice, reflected in design alternatives, transferred to the voice of the engineer, who comply with the objectives of optimizing the system. With the aid of CAD software which allows the design and computer simulation, the prototype was performed, while allowed to know the inner workings system, achieving determine the temperature behavior, supporting the efforts and the factor safety for construction.

**Keywords:** Automotive Engineering, Concurrent Design, Two-Stroke Engines, Exhaust, TUNED PIPE, Engine performance.

## I. INTRODUCCIÓN

El mundo actualmente ha evolucionado, por lo cual se origina nuevos estudios acerca de sistemas que permitan mejorar las condiciones de funcionamiento y parámetros de motores de combustión interna.

En esta oportunidad el objetivo de estudio es el sistema TUNED PIPE, que a través de su configuración geométrica ayuda a mejorar la salida de gases haciendo, que las partículas de gases que salen del motor, formen ondas de expansión y compresión, que debido a la forma del sistema hace que las partículas impacten con los conos que conforman el TUNED PIPE y regresen hacia la cámara para que una parte sea recomprimada, alcanzando así, el motor, un incremento de los parámetros de funcionamiento y desarrollo en la motocicleta SUZUKI AX100.

## II. DESARROLLO

### A. MOTOR DE DOS TIEMPOS

Las investigaciones descritas en los principios de Beau de Rochas, decía que: de las cuatro carreras que realizaba el motor, solamente en una se obtenía trabajo (expansión). Y de las dos vueltas que daba el cigüeñal solo en una se lograba potencia. Era deseable pues, lograr obtener que en una sola revolución se den las cuatro carreras.

Este principio llevó al desarrollo del motor de dos tiempos, a pesar de intentos previos fue realmente el inglés Dugald Clerk quien en 1878 logró construir el primer motor de dos tiempos de la historia. Cuyo motor consistía en dos cilindros separados. El más pequeño contenía un pistón que bombeaba carga fresca al cilindro mayor, desplazando ésta los productos de la carga previa que se escapaba a través de puertos en las paredes del cilindro. (ARGUDELO, 2009)

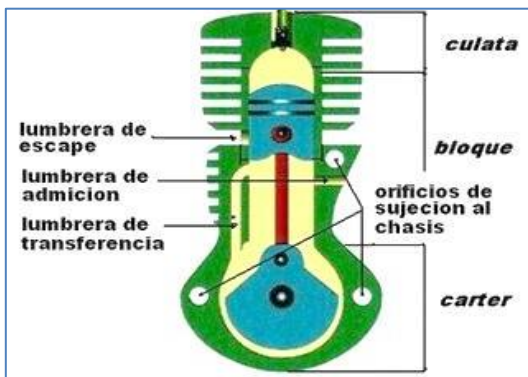


Ilustración 1: Motor de dos Tiempos  
Fuente: (Rodríguez, 2012)

### B. CONFIGURACIÓN DEL TUNED PIPE

El TUNED PIPE de un motor de dos tiempos intenta aprovechar la energía de las ondas de presión producidas en el proceso de la combustión, por lo que el diámetro y la longitud de las cinco secciones principales de un tubo sintonizado son críticos para la producción de la potencia deseada, y son usados para mejorar el rendimiento del motor de dos tiempos.

Las secciones de la tubería diseñada, como se muestra en la ilustración 2 son:

- La cabeza tubería
- Cono difusor (divergente)
- Sección media
- Cono deflector (convergente)
- El agujón.

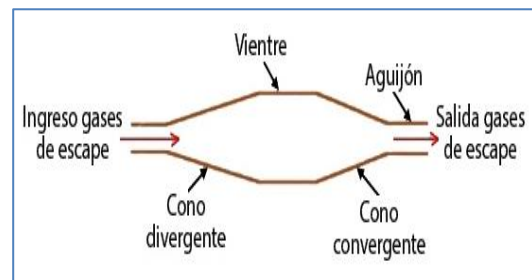


Ilustración 2: Configuración del TUNED PIPE  
Fuente: (RC-TRUCKS, 2004)

### C. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

Para dimensionar la tubería de escape se debe aplicar algunas consideraciones físicas de la maquina como: la cilindrada, el diámetro, la carrera del pistón, como se muestra en la tabla 1, la temperatura de los gases de escape ( $T_{exc}$ ), (estimada en la sección media de la tubería en grados centígrados), el periodo total de apertura del puerto de escape ( $\theta_{ep}$ ), (considerada en grados sexagesimales), el área de flujo del puerto de escape la cual tiene un diámetro equivalente ( $d_0$ ), (el cual además constituye el diámetro inicial de la tubería de escape).

**Tabla 1.**  
**Ficha técnica SUZUKI AX-100**

FICHA TÉCNICA DEL MOTOR SUZUKI AX 100	
MOTOR	
Modelo	2 Tiempos, enfriamiento por aire
Cantidad de cilindros	1
Diámetro del cilindro	50 mm
Carrera del cilindro	50 mm
Cilindrada	98 cc
Relación de compresión	6,6:1
Torque	0,97 Kg-m @ 6500 rpm
Potencia	10 CV @ 7500 rpm

Fuente: (DACHANGJIANG GROUP CO. LTD, 2010)

### C.1 FÓRMULAS DE CÁLCULO

Para el diseño de un TUNED PIPE el efecto dinámico de las ondas de compresión y expansión es importante. En este caso, los cálculos se pueden realizar siguiendo un método de resolver las ecuaciones que representan la física del motor real.

#### DIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DE LONGITUDES DE CONOS DE TUNED PIPE

Para dimensionar las longitudes del TUNED PIPE, se usan las siguientes ecuaciones:

Datos:  $T_{exc} = 140^{\circ}C$

$$\theta_{ep} = 170^{\circ}$$

$$d_0 = 36 \text{ mm}$$

- **Longitud seccional 1**

$$L_1 = 0,1 * L_T \quad [1]$$

$$L_1 = 0,1 * 896,32$$

$$L_1 = 89,63 \text{ mm}$$

- **Longitud seccional 2**

$$L_2 = 0,275 * L_T \quad [2]$$

$$L_2 = 0,275 * 896,32$$

$$L_2 = 246,488 \text{ mm}$$

- **Longitud seccional 3**

$$L_3 = 0,183 * L_T \quad [3]$$

$$L_3 = 0,183 * 896,32$$

$$L_3 = 164,02 \text{ mm}$$

- **Longitud seccional 4**

$$L_4 = 0,092 * L_T \quad [4]$$

$$L_4 = 0,092 * 896,32$$

$$L_4 = 82,46 \text{ mm}$$

- **Longitud seccional 5**

$$L_5 = 0,11 * L_T \quad [5]$$

$$L_5 = 0,11 * 896,32$$

$$L_5 = 98,59 \text{ mm}$$

- **Longitud seccional 6**

$$L_6 = 0,24 * L_T \quad [6]$$

$$L_6 = 0,24 * 896,32 =$$

$$L_6 = 215,11 \text{ mm}$$

- **Longitud seccional 7**

$$L_7 = 0,755 * L_6 \quad [7]$$

$$L_7 = 0,755 * 896,32$$

$$L_7 = 162,41 \text{ mm}$$

## DIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULO DE DIÁMETROS DE CONOS DE TUNED PIPE

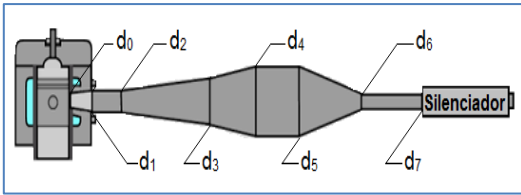


Ilustración 3: Distribución de diámetros de la tubería de escape.

Fuente: (Semblantes Y., Chiliquinga E., Mena L., Quiroz L.; 2015)

Para los diámetros de cada sección tenemos:

$$d_1 = k_1 * d_0 \quad [8]$$

$$d_4 = k_2 * d_0 \quad [9]$$

Las constantes  $k_1$  y  $k_2$  dependen del tipo de motor y la función que este desempeña:

Tabla 2: Constantes K1 y K2 Según el tipo de motor.

TIPO DE FUNCIONAMIENTO	$k_1$	$k_2$
Motores de tipo enduro	1,05	2,125
Motores comunes	1,125	3,25

Fuente: (BLAIR; GORDON, P, 1990)

Para el diámetro  $d_5$  generalmente es igual al  $d_4$ , mientras que para los diámetros  $d_2$  y  $d_3$  tenemos las siguientes formulas exponenciales:

$$d_2 = d_1 * e^{X_{12}} \quad [10]$$

$$d_3 = d_1 * e^{X_{13}} \quad [11]$$

Los exponentes  $X_{12}$  y  $X_{13}$  son determinados en función de las longitudes de la siguiente manera:

$$X_{12} = \left( \frac{L_2}{L_2+L_3+L_4} \right)^{k_h} * \ln \left( \frac{d_4}{d_1} \right) \quad [12]$$

$$X_{13} = \left( \frac{L_2+L_3}{L_2+L_3+L_4} \right)^{k_h} * \ln \left( \frac{d_4}{d_1} \right) \quad [13]$$

Donde  $K_h$  hace que la tubería de escape presente difusores diseñados como bocina, y el valor del coeficiente está designado desde 1,25 hasta 2.

## • CÁLCULO DE DIÁMETROS DE TUNED PIPE

El diámetro inicial ( $d_0$ ) del sistema de escape para la motocicleta Suzuki AX-100 es 36 mm, este diámetro es tomado del puerto de escape en la culata del motor, utilizando las ecuaciones, se obtiene los diámetros próximos  $d_1$  y  $d_4$  para la geometría del sistema tuned pipe utilizando los valores dados para motores tipo enduro mostrados en la tabla 2, de donde se obtiene que:

$$d_0 = 36 \text{ mm}$$

### • Diámetro 1, ecuación [8]

$$d_1 = k_1 * d_0$$

$$d_1 = 1,05 * 36$$

$$d_1 = 37,8 \text{ mm}$$

### • Diámetro 4, ecuación [9]

$$d_4 = k_2 * d_0$$

$$d_4 = 2,125 * 36$$

$$d_4 = 76,5 \text{ mm}$$

El diámetro 5 es normalmente igual al diámetro 4 por lo que tenemos:

$$d_5 = d_4 = 76,5 \text{ mm}$$

Para los diámetros  $d_2$  y  $d_3$  de las ecuaciones con  $k_h = 1,6$  valores promedio entre el coeficiente mínimo y máximo para las bocinas de los difusores:

$$X_{12} = \left( \frac{L_2}{L_2+L_3+L_4} \right)^{k_h} * \ln \left( \frac{d_4}{d_1} \right) \quad [14]$$

$$X_{12} = \left( \frac{246,48}{246,48 + 164,02 + 82,46} \right)^{1,6} * \ln \left( \frac{76,5}{37,8} \right)$$

$$X_{12} = 0,2325$$

$$X_{13} = \left( \frac{L_2+L_3}{L_2+L_3+L_4} \right)^{k_h} * \ln \left( \frac{d_4}{d_1} \right) \quad [15]$$

$$X_{13} = \left( \frac{246,48 + 164,02}{246,48 + 164,02 + 82,46} \right)^{1,6} * \ln \left( \frac{76,5}{37,8} \right)$$

$$X_{13} = 0,5259$$

De donde:

- **Diámetro 2**

$$d_2 = d_1 * e^{x_{12}} \quad [16]$$

$$d_2 = 37,8 * e^{0,2325}$$

$$d_2 = 47,69 \text{ mm}$$

- **Diámetro 3**

$$d_3 = d_1 * e^{x_{13}} \quad [17]$$

$$d_3 = 37,8 * e^{0,5259}$$

$$d_3 = 63,95 \text{ mm}$$

Para la sección media debido a que es cilindro el diámetro es el mismo.

- **Diámetro 5**

$$d_5 = d_4 \quad [18]$$

$$d_5 = d_4 = 76,5 \text{ mm}$$

- **Diámetro 6**

El diámetro de la sección final es igual en el inicio y el final por lo que ( $d_6 = d_7$ ).

$$d_6 = 0,6 * d_0 \quad [19]$$

$$d_6 = 0,6 * 36 = 21,6 \text{ mm}$$

$$d_6 = d_7 = 21,6 \text{ mm}$$

## C.2 DIMENSIONES DEL TUNED PIPE

En la tabla 3, se detalla los resultados del dimensionamiento total del tuned pipe.

**Tabla 3:**  
**Dimensiones de Tuned Pipe**

		<b>D0</b>	36 mm
L1	89,63 mm	<b>D1</b>	37,8 mm
L2	246,48 mm	<b>D2</b>	47,69 mm
L3	164,02 mm	<b>D3</b>	63,95 mm
L4	82,46 mm	<b>D4</b>	76,5 mm
L5	98,59 mm	<b>D5</b>	76,5 mm
L6	215,11 mm	<b>D6</b>	21,6 mm
L7	162,41 mm	<b>D7</b>	21,6 mm

**Fuente:** (Semblantes Y., Chilibingua E., Mena L., Quiroz L; 2015)

## D. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DEL TUNED PIPE

Mediante un software CAD se ha obtenido el dibujo en 3D, además de construir de forma digital cada una de las piezas, que conforman el sistema.



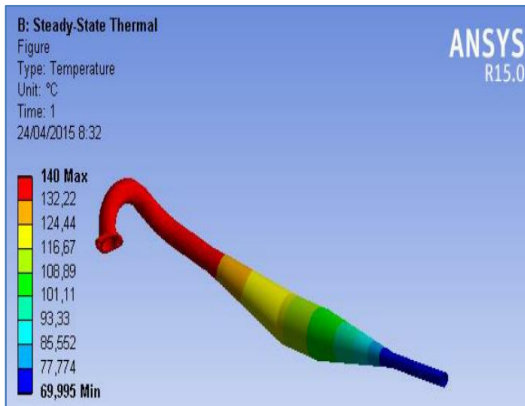
**Ilustración 4: Estudio térmico de Tuned Pipe**

**Fuente:** (Semblantes Y., Chilibingua E., Mena L., Quiroz L; 2015)

### D.1 SIMULACIONES EN ANSYS

El empleo del software de diseño y simulación ayuda a determinar de manera computacional el comportamiento que debe tener el sistema, así como llegar a determinar los factores de seguridad que produce el proceso de diseño.

- **Estudio Térmico**

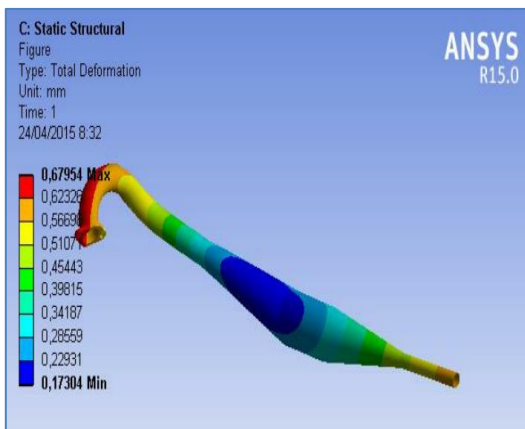


**Ilustración 4: Estudio térmico de Tuned Pipe**

**Fuente:** (Semblantes Y., Chilingua E., Mena L., Quiroz L; 2015)

En la Ilustración 4, se muestra el estudio térmico del comportamiento del tuned pipe, en el cual se observa que la variación de la temperatura en el interior del sistema, va desde 140 °C, en el inicio del sistema ya que es por aquí por donde salen los gases calientes del motor, y a medida que el as va recirculando la temperatura desciende hasta la temperatura mínima de salida de 69.9 °C, lo cual demuestra que el sistema es capaz de soportar las temperaturas de trabajo sin sobrecalentarse.

- **Estudio de Deformación Total**



**Ilustración 5: Simulación de Estudio de Deformación Total del Tuned Pipe**

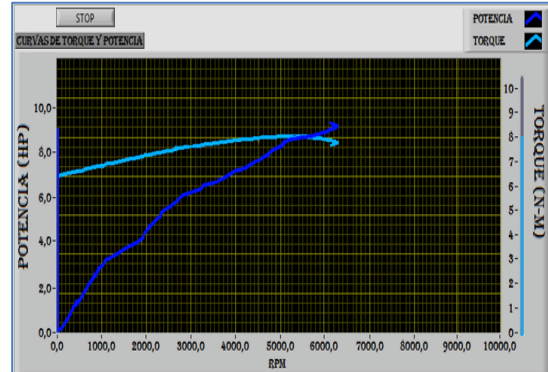
**Fuente:** (Semblantes Y., Chilingua E., Mena L., Quiroz L; 2015)

En el estudio de deformación muestra en la Ilustración 6, que el punto máximo o crítico expuesto a deformación se encuentran en el inicio del tuned pipe, o sección de conexión al motor, ya que es la que soporta altas temperaturas y a la vez la mayor carga de salida de gases, por otra parte otro punto que también está sometido a alta deformación es el stringer, ya que por esta sección final del sistema se debe evacuar los gases combustionados y al ser la parte de diámetro más reducida se disminuye el volumen pero aumenta presión de salida de gases.

### III. PROTOCOLO DE PRUEBAS

#### PRUEBAS EN MOTOR ESTÁNDAR

El análisis de la motocicleta, con el motor estándar muestra en la Ilustración 7, el banco de pruebas muestra un máximo en potencia de 9,20 HP a 6300 rpm y torque máximo de 8,00 N-m a 5400 rpm, mientras que la ficha técnica de la motocicleta tiene un máximo de potencia de 9,86 HP a 7500 rpm y torque máximo de 9,50 N-m a 6500 rpm. De acuerdo a las curvas se producen el 6,69% de pérdidas de energía.



**Ilustración 6: Curva de Torque y Potencia, pruebas motor estándar.**

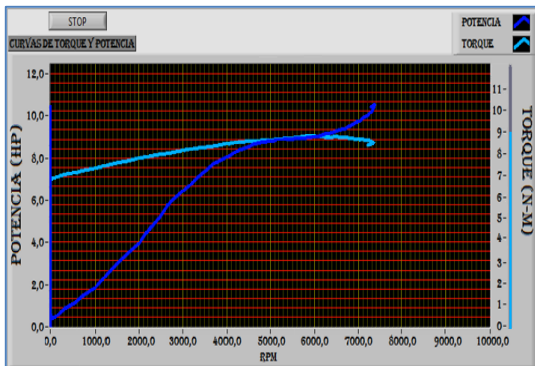
**Fuente:** (Semblantes Y., Chilingua E., Mena L., Quiroz L; 2015)

#### PRUEBAS EN MOTOR INCORPORADO EL TUNED PIPE.

En el análisis de la motocicleta con tuned pipe, mostrado en la Ilustración 8, el banco de pruebas muestra que la potencia máxima es 10,50 HP a 7400 rpm y torque máximo de 9,00 N-m a 6000 rpm, por otra parte la potencia y el torque promedio de la motocicleta con el sistema de escape estándar era de 9,23 HP a 6467 rpm y 8,1



N-m a 5367 rpm respectivamente. De acuerdo a las curvas se produce una ganancia de 13.76% de energía.



**Ilustración 7: Curva de Torque y Potencia, prueba con tuned pipe.**

**Fuente:** (Semblantes Y., Chilingua E., Mena L., Quiroz L; 2015)

### ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En la tabla 4 se detalla los resultados de las pruebas realizadas entre el motor con el sistema de escape original estándar, y los resultados obtenidos con el Tuned Pipe.

**Tabla 4.**  
**Parámetros iniciales de motor estándar Vs Parámetros finales de la motocicleta con el sistema incorporado**

Resultados del motor estándar VS motor con TUNED PIPE				
	Unidad	Parámetros Estándar	Parámetros con TUNED PIPE	Diferencia Porcentual (%)
<b>Potencia máxima</b>	Hp	9,23	10,53	14
<b>Torque máximo</b>	N-m	8,17	8,93	9
<b>Velocidad final máxima promedio</b>	Km/h	92,67	117,66	27
<b>Tiempo de Frenado</b>	S	6,33	7,17	13
<b>Autonomía de combustible</b>	Km/Gl	24,69	23,25	-6

**Fuente:** (Semblantes Y., Chilingua E., Mena L., Quiroz L; 2015)

La motocicleta alcanza valores promedio máximos en: Potencia de 10,53 hp @ 7485 rpm, torque de 8,93 N-m @ 5933 rpm, velocidad final 117,66 Km/h, tiempo de frenado 7,17 s y una autonomía de combustible de 23,25 Km/gl, comparando con los parámetros iniciales promedio máximos de la motocicleta los cuales eran: Potencia de 9,23 HP @ 6467 rpm, un torque máximo de 8,17 N-m @ 5367 rpm, velocidad final 92,67 Km/h, tiempo de frenado 6,33 s y una autonomía de combustible de 24,69 Km/gl respectivamente; se obtiene una ganancia de 14,08% en potencia; 9,30% en torque; 26,96% en velocidad final estos valores indican cambios favorables al desempeño de la motocicleta; por otra parte aumenta el tiempo de frenado en 13,2%, y un consumo de combustible mayor al inicial en un 5,83%.

### IV. CONCLUSIONES

- La construcción del sistema de escape, TUNED PIPE, aportó al desarrollo de nuevos estudios referente a alternativas de preparación de motores, diferentes a las ya conocidas como son el trucaje del motor, permitiendo encontrar nuevos métodos de mejorar las prestaciones del motor. El TUNED PIPE incorporado a un motor de dos tiempos intenta aprovechar la energía de las ondas de presión producidas en el proceso de la combustión, por lo cual el diámetro y la longitud de las cinco secciones principales de la tubería, son críticos para la producción de la potencia y torque deseados.
- Con la adecuada definición de la forma geométrica del sistema de escape TUNED PIPE, a través del estudio, y el desarrollo de cálculos, se ha logrado aumentar los parámetros de desempeño motor, en cuanto a potencia y torque del motor SUZUKI AX100 en un 14,08 % y 9,30 % respectivamente.
- Partiendo del uso del software de selección de materiales, CES selector, se pudo elegir el material idóneo para la construcción del TUNED PIPE, el cual arrojó como resultado el empleo del Acero Inoxidable AISI 304, debido a que cumple con los requisitos necesarios de diseño, como son su bajo peso, su espesor, su excelente grado de maleabilidad y la

resistencia a la corrosión ya que, estos factores ayudaron a lograr el incremento favorable de la resonancia en RPM de la motocicleta SUZUKI AX-100.

- La simulación de esfuerzo térmico permitió observar el comportamiento de los gases, en cuanto a variaciones de temperatura, iniciando con 140°C en el codo del sistema y terminando con 70°C, en la última sección del sistema o stinger, comprobando así que el material escogido Acero Inoxidable AISI 304, que por ser de tipo ferrítico, no pierde sus estructura, frente a las variaciones de temperatura, por lo que es capaz de soportar el incremento o decremento de temperatura sin sufrir deformaciones.
- Debido al relativo bajo costo de los materiales y equipos usados en la construcción del sistema, constituye una excelente alternativa viable para elevar los parámetros de funcionamiento de motores de dos carreras.
- A través de la implementación del sistema se logró un adelanto en la velocidad de recorrido, ya que el TUNED PIPE al aumentar la resonancia en RPM, logra incrementar la velocidad de puesta en escena de la motocicleta, logrando recorrer 11 Km, con una velocidad promedio de 117.66 Km/h, a diferencia de la motocicleta sin TUNED PIPE incorporado que recorre 11 Km, a una velocidad 92.67 Km/h.

## V. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ARGUDELO, R. (2009). Motores Térmicos. Recuperado el Septiembre de 2014, de <http://es.scribd.com/doc/15932105/Breve-historia-de-los-motores-de-combustion>
- [2] CANDO, O; SUASNAVAS, V. (2014). Diseño y construcción de un banco de pruebas dinámico para motos de 125 CC (Vol. 1). Latacunga, Cotopaxi, Ecuador: Espe.
- [3] BLAIR; GORDON, P. (1990). Automotive Engineering Design and simulation of stroke engines. Detroit, Michigan, USA: Society of Automotive Engineers.
- [4] DACHANGJIANG GROUP CO. LTD. (2010). Manual del propietario SUZUKI AX 100.
- [5] RC-TRUCKS. (2004). Tuned Pipes. Recuperado el 3 de Octubre de 2014, de <http://www.rc-trucks.org/tuned-pipes.htm>
- [6] Rodríguez, J. (2012). TERMODINAMICA 2012-1. Recuperado el 25 de 04 de 2015, de <https://termodinamica2012-1.wikispaces.com/Unidad+4>
- [7] RIBA, C. (2002). Diseño concurrente (Vol. I). Barcelona, España: Ediciones UPC.
- [6] SOLIDWORKS 2014, TWO STROKE DESIGN, CONE WIZARD, CES SELECTOR, ANSYS, CFD AUTODESK, demos estudiantiles y de prueba.

## VI. BIOGRAFÍA



Ing. Luis Antonio Mena Navarrete

Nació el 23 de Octubre de 1960 en la ciudad de Ambato - Ecuador, sus estudios los realizó en la EX - URSS, en la Universidad Amistad de los Pueblos de Moscú, de la facultad de Termodinámica y Motores Térmicos, en la cual se especializó en el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Motores de combustión interna Diesel-Gasolina. Actualmente se desempeña como Docente de la carrera de Ingeniería Automotriz en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Latacunga.





Ing. Leónidas Antonio Quiroz Erazo.

Nació en Latacunga, Ecuador, Es Ingeniero Automotriz, Magister en Gestión de Energías, Diplomado superior en AUTOTRÓNICA.

Diplomado Superior en Gestión del Aprendizaje Universitario, Docente Tiempo Completo del Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, Training IB ECUADOR CIA. LTDA, Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica - electrónica aplicada al automóvil, Gestión de tiempo y certificación de asesores de servicio para mantenimiento automotriz.

Yadira Maricela Semblantes Claudio



Nació el 28 de Octubre de 1990 en la ciudad de Latacunga - Ecuador, realizó estudios de bachillerato en Físico - Matemático en el Colegio Tecnológico Superior Victoria Váscones Cuví,

posteriormente realizo sus sus estudios de tercer nivel en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Latacunga, en la carrera de Ingeniería Automotriz, actualmente presta sus servicios como asesora de servicio, en el área de post-venta en Ford Quito Motors.

Edwin Omar Chilingua Guanopatin Nació el 08 de Febrero de 1989 en la ciudad de Salcedo - Ecuador, realizó estudios de bachillerato técnico industrial en Mecánica Automotriz en el colegio Tecnológico Superior Ramón Barba Naranjo,



posteriormente realizó sus sus estudios de tercer nivel en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE- Latacunga, en la carrera de Ingeniería Automotriz, actualmente presta sus servicios como docente en preuniversitario Maxweel.

## ASISTENTE TÉCNICO DE DISEÑO

Ing. Félix Javier Manjarrez Arias.



Nació el 02 de Marzo de 1975, en la ciudad de Guayaquil - Ecuador, realizó estudios de bachillerato técnico en electrónica en el Colegio Técnico Industrial Hermano Miguel, efectuó

estudios de nivel tecnológico en mecánica de aviación, mención motores en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, tiene estudios de tercer nivel correspondientes a Ingeniero automotriz de la Escuela Politécnica del Ejército, Ingeniero Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, magister en gestión de empresas mención PYMES en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, actualmente es maestrante del programa de Diseño, Producción y Automatización Industrial en la Escuela Politécnica Nacional. Desarrolla consultoría de proyectos en las áreas de la ingeniería mecánica e industrial.