



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

**TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INGRESO
DE AIRE Y CONTROL DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE PARA
VERIFICAR LA INCIDENCIA EN EL DESEMPEÑO MECÁNICO DE
UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DE 200 CC MONO
CILÍNDRICO”**

AUTOR: JULIO ANDRÉS RAMÍREZ MORALES

DIRECTOR: ING LUIS MENA

AGOSTO 2017

E. S. P. E.



INGENIERIA AUTOMOTRIZ



- **ANTECEDENTES**
- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- **OBJETIVOS**
- **INTRODUCCIÓN**
 - **PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL M.C.I**
 - **EQUIPOS**
 - **NORMAS**
- **IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ADMISIÓN DE COMBUSTIBLE**
- **DISEÑO DEL DUCTO DE ADMISIÓN DE AIRE**
- **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
- **CONCLUSIONES**
- **RECOMENDACIONES**

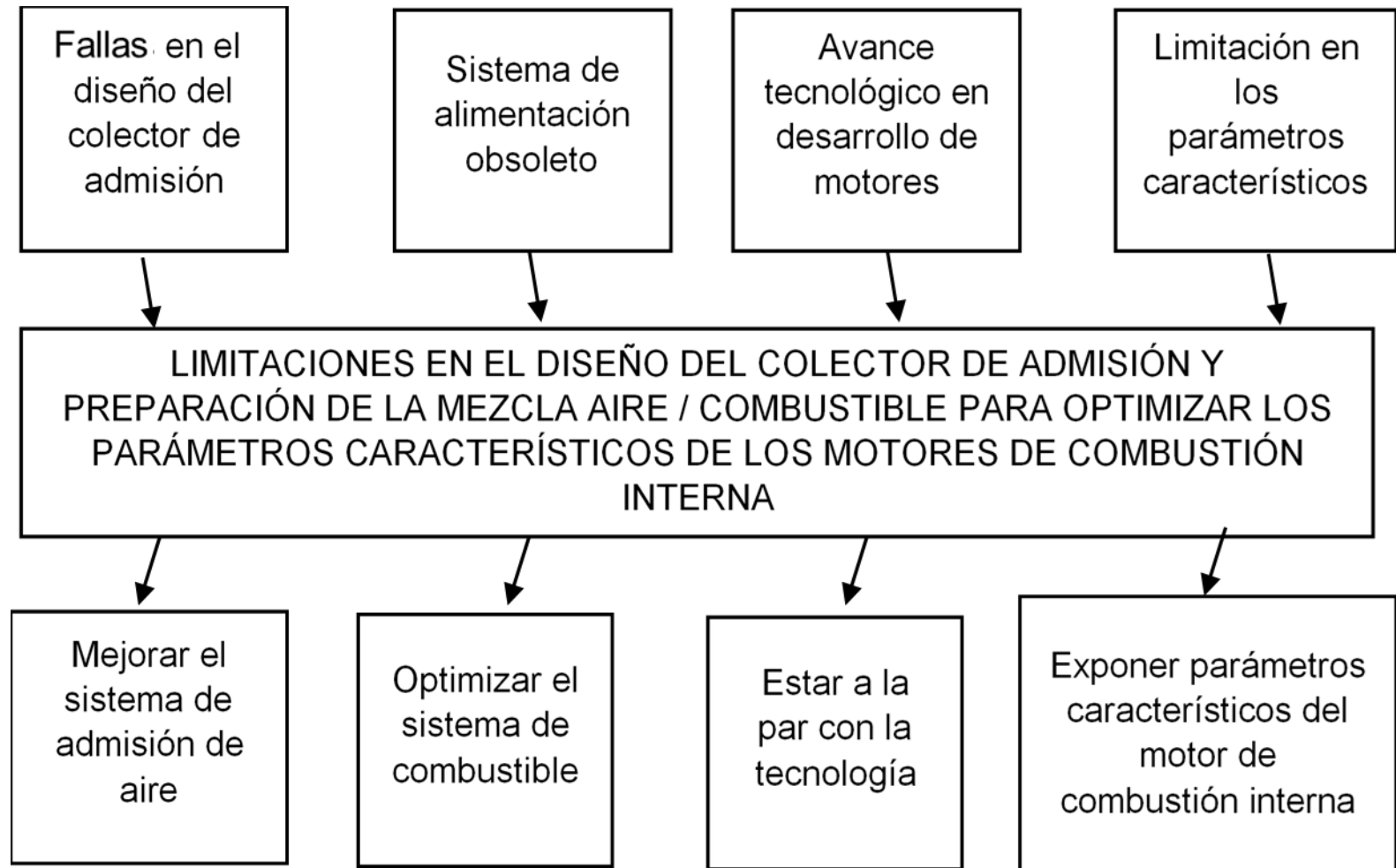




- Las motocicletas utilizadas como herramienta de trabajo.
- El 60% de motocicletas vendidas en el Ecuador corresponde a la categoría de utilitarias.
- Mejorar los parámetros característicos de un motor de combustión interna
- Sin necesidad de realizar cambios significativos y costosos en el mecanismo principal del motor.
- Modificación o sustitución de los sistemas auxiliares del motor.



Planteamiento del problema



Objetivo General

- Analizar la incidencia en el desempeño mecánico de un motor de combustión interna de 200 cc mono cilíndrico al modificar el sistema de admisión de aire y combustible

Objetivos específicos



- Recopilar información teórica para el desarrollo del proyecto de investigación considerando fuentes confiables como son bases de datos digitales, libros, tesis, manuales, fichas técnicas y normas.
- Establecer los datos reales del sistema de admisión original de la motocicleta UM modelo DSR 200 y del motor de 200 cc mono cilíndrico.
- Diseñar y construir el sistema de control ingreso de aire (cuerpo del acelerador) para el motor de 200 cc mono cilíndrico.
- Adaptar el sistema de alimentación de combustible con control electrónico en el motor de 200 cc mono cilíndrico
- Analizar los datos obtenidos, para determinar la factibilidad de la implementación diseñada para el motor de 200 cc.



Introducción

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

POTENCIA
trabajo que produce un motor en la unidad de tiempo.

Se mide en caballos de potencia (H.P) o en Kilovatios y esta depende de: la cilindrada, la relación de compresión, el número de revoluciones del motor y el llenado de los cilindros o relación volumétrica.

TORQUE
La fuerza (F) aplicada sobre la biela en relación con la longitud del codo del cigüeñal (d),

Se mide en Newton metro (N-m) o libras pie (lb-ft) y esta depende de: la cilindrada, la relación de compresión,.

CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE
indica la masa de combustible que SE necesita para ejecutar un trabajo determinado.

Se mide en gramos de combustible aportado al motor por cada caballo-hora



RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO

Representa la eficiencia del llenado de los cilindros y se define como la relación entre la masa de mezcla o aire fresco que entra en el motor por ciclo y la que llenaría la cilindrada en unas condiciones de presión y temperatura de referencia, expresada en tanto por ciento

El grado o eficiencia de llenado de los cilindros influye directamente sobre el par y, por tanto, sobre la potencia desarrollada por el motor, ya que cuanto mejor sea el llenado, más energía se obtiene de la combustión

Según experimentación de (Taylor, 1990) explica que el rendimiento volumétrico decrece rápidamente para valores mach $> 0,6$ para obtener un rendimiento volumétrico en función del número mach



RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO

MODELOS MATEMÁTICOS

En función de la mezcla REAL / TEÓRICA

La masa de gas que es introducida y la masa que teóricamente cabe en el volumen del cilindro en un ciclo .



$$\eta_v = \frac{M_a}{M_c} * 100\%$$

Relación en función de la masa de aire

Según (Viñuelas García, 2014) en la práctica lo que se puede medir con mayor facilidad es el aire admitido



$$\eta_v = \frac{\dot{m}_a}{\frac{n}{2} * V_T * \rho_{ia}}$$

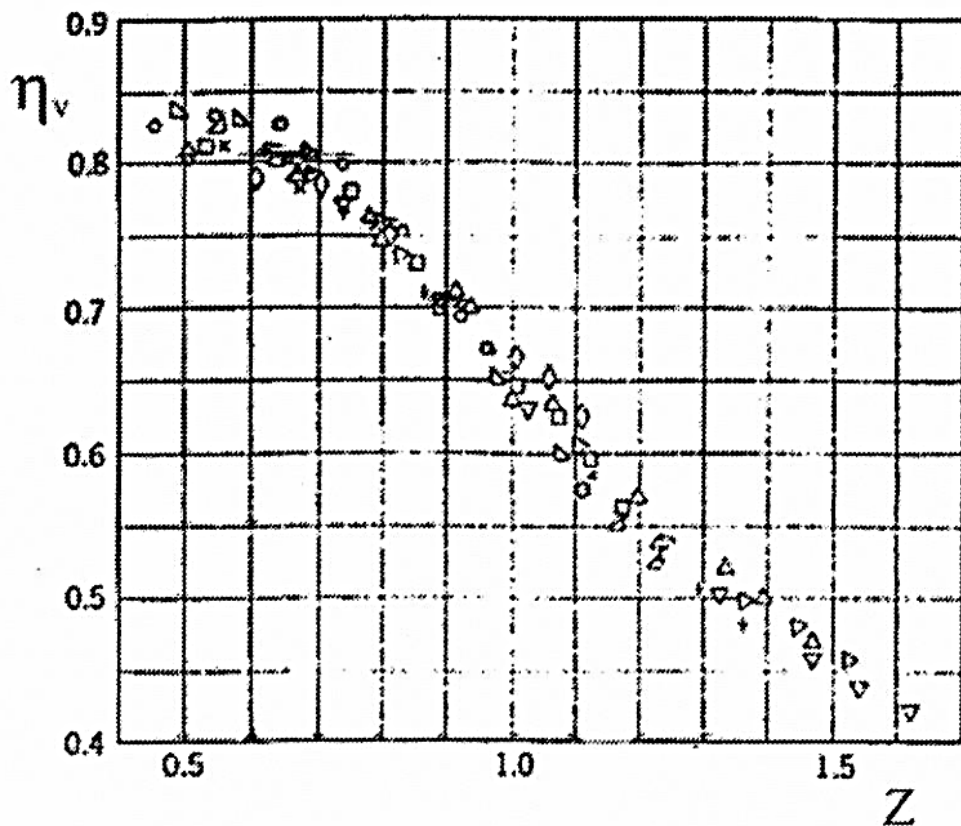
Relación No. MACH

Según experimentación de (Taylor, 1990) explica que el rendimiento volumétrico decrece rápidamente para valores mach > 0,6





Relación No. MACH



$$\eta_v = 0,85 + \frac{0,45 - 0,85}{1,5 - 0,5} (z - 0,5)$$



Dinamómetro de chasis “DYNO mite™ Chassis Dynamometer Systems – Auto - 4425 2WD 2EC-D Chassis Dyno #036-4425-5K”

Registro de los resultados de la potencia, el par motor, mezcla de aire combustible

Cada medida se muestra en la pantalla de una computadora



Los resultados obtenidos entrega en forma de gráficos y tablas.

La curva de potencia y torque son corregida según norma SAE a nivel del mar

Analizador de gases, CARTEK modelo 50-100



Prueba de Gases

Mediciones
Registrar el Vehículo
Preinspección del Vehículo
Autocero
Datos de la Motocicleta
Residual
RPM y Temperatura →
Prueba de Gases
Grabación e Impresión de Resultados

Retire la sonda del tubo de escape

Mantenga el vehículo entre 1750 y 2500 RPM MAX por 2 segundos

Aceleración 1 de 2

RPM **2047**

Estabilidad **2**

Mide simultáneamente las concentraciones de HC en ppm, CO, CO₂ y O₂ en porcentaje (%), para condiciones de ralentí (500-1100 rpm) y velocidad crucero (2000-2750 rpm),

NORMATIVA PARA LA EMISIONES DE GASES

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:2000,

Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o “ralentí”. Prueba estática.

Esta norma establece el método de ensayo para determinar la concentración de las emisiones provenientes del sistema de escape

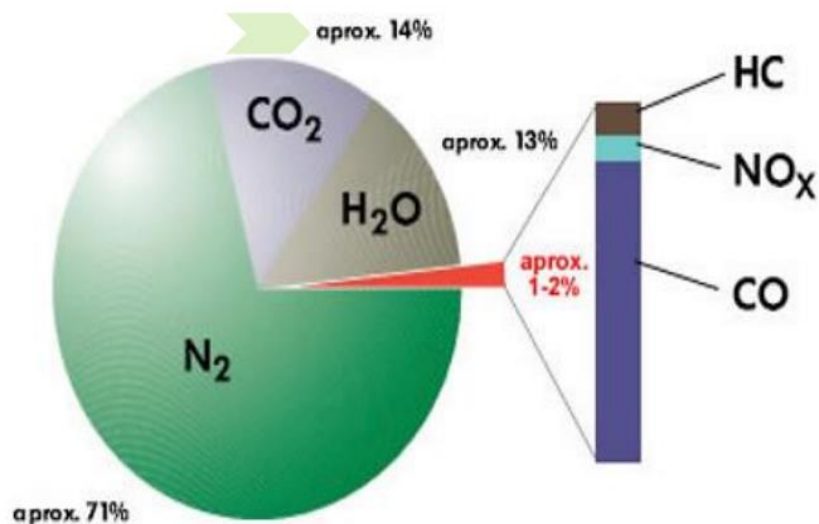
Esta norma es utilizada para vehículos en circulación

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002

Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de gasolina.

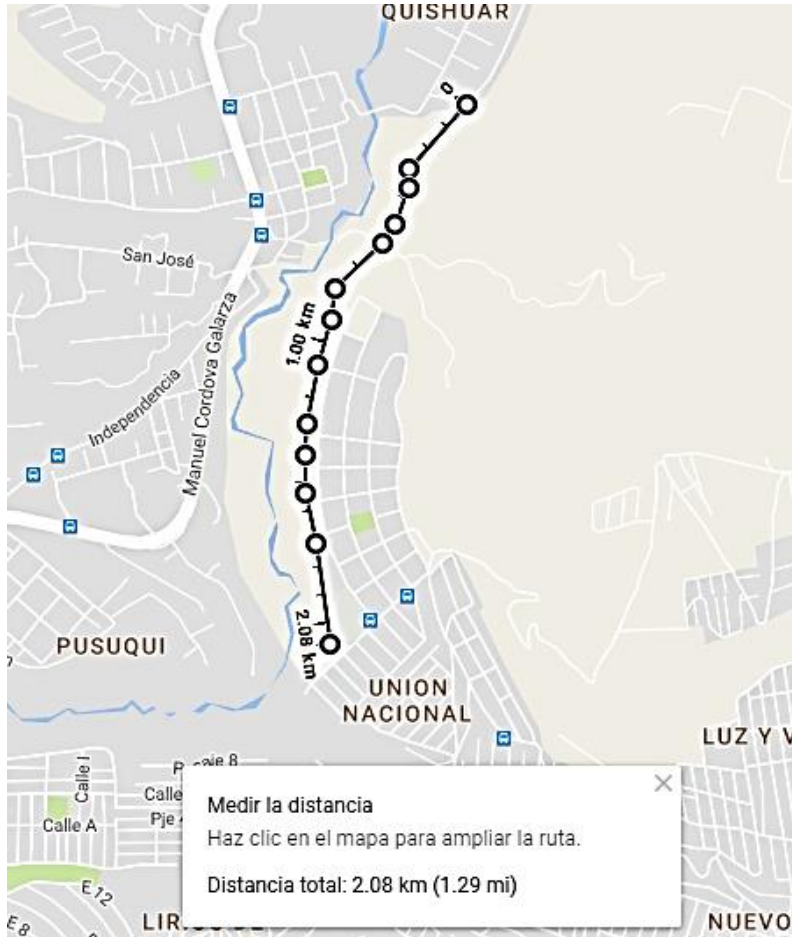
Esta norma es utilizada para vehículos en circulación

LÍMITES SEGÚN NORMA ECUATORIANA PARA MOTOCICLETAS



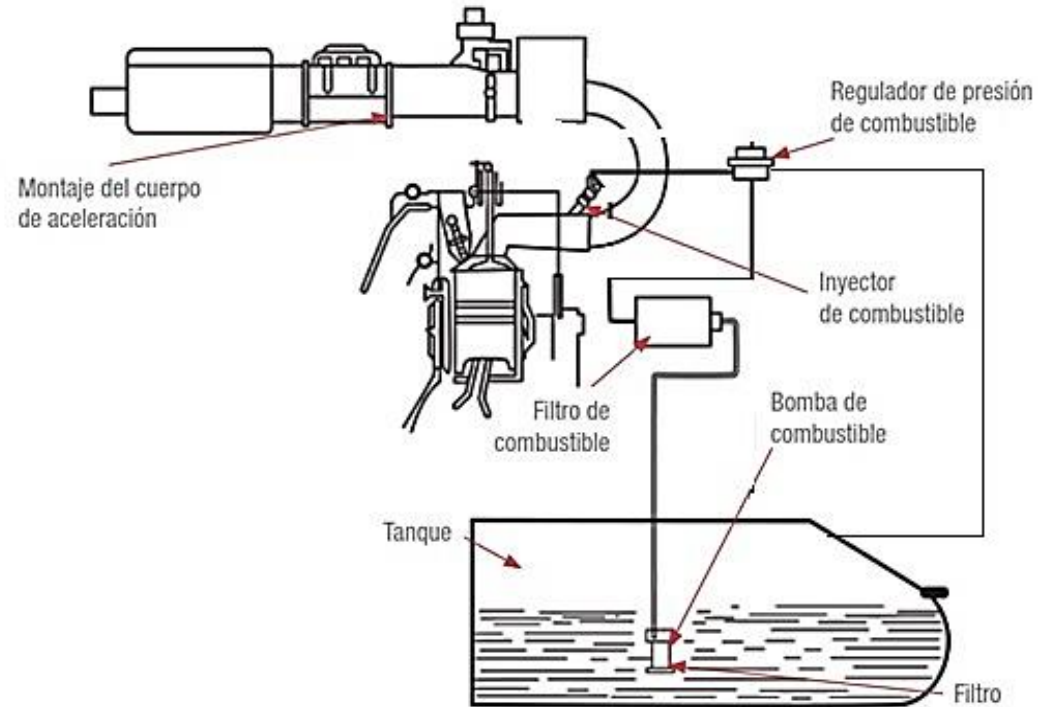
| RALENTI | |
|------------|-------------|
| HC LÍMITE | 2000.00 ppm |
| CO LÍMITE | 4,50 % |
| CO2 MÍNIMO | 7,00 % |
| O2 MÁXIMO | 5,00 % |
| RPM MIN | 500 rpm |
| TEMP MIN | |
| | |

CONSUMO DE COMBUSTIBLE



- Poner en funcionamiento el motor hasta llegar a la temperatura de trabajo.
- Encender la motocicleta y empezar a rodar a una velocidad crucero (60 km/h)
- Al llegar al punto de partida después de realizar el circuito completo apagar inmediatamente la motocicleta y medir la cantidad de combustible sobrante.
- Calcular la diferencia entre el consumo y tabularlo.
- Realizar este procedimiento 4 veces para tener una tendencia en los resultados.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN EN LA MOTOCICLETA UM DSR 200



SELECCIÓN DEL INYECTOR COMBUSTIBLE

$$RC = \frac{P * BSFC}{\#_{inyectores} * \%_{trabajo}}$$

$$RC = 75.93 \text{ cm}^3 / \text{min}$$

Donde:

RC = Ración de combustible en **kg/h**

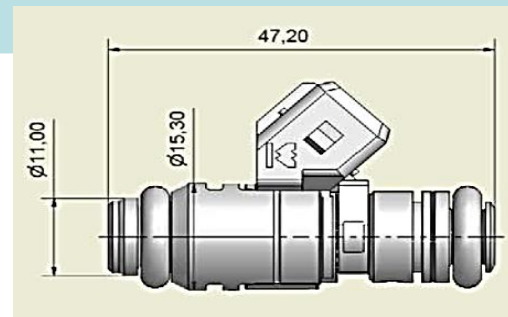
P = Potencia máxima del motor según el fabricante, **14,5 Hp**

BSFC = Consumo de combustible específico al freno **kg/hp-h**

N_i = Cantidad de inyectores, **1 inyector**

% trabajo inyector = ciclo de trabajo

| Característica Técnica | Medida |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Marca | Magneti Marelli |
| Modelo | IWP 043 |
| Corriente de operación | 0,8 A |
| Voltaje de alimentación | 12 V |
| Rango de temperatura de operación | -30 a 110 °C |
| Peso | 35 g |
| Presión nominal | 500 kPa |
| Caudal estático | 421,1 cm³ / min |
| Forma de pulverización | Simple pulverización |
| Ángulo de conexión con el | 45° |



SELECCIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

$$RB = RC * \#_i$$

$$RB = 75.93 \frac{cm^3}{min}$$

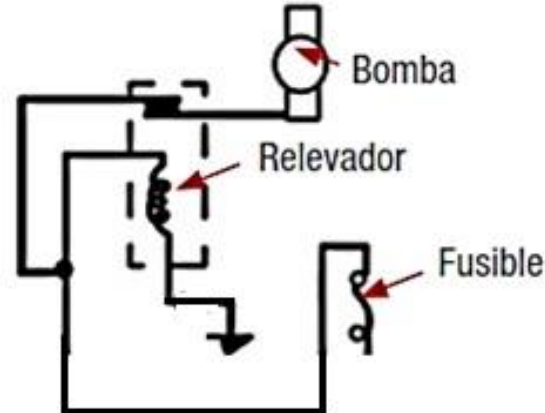
Donde:

RB = Ración total de combustible

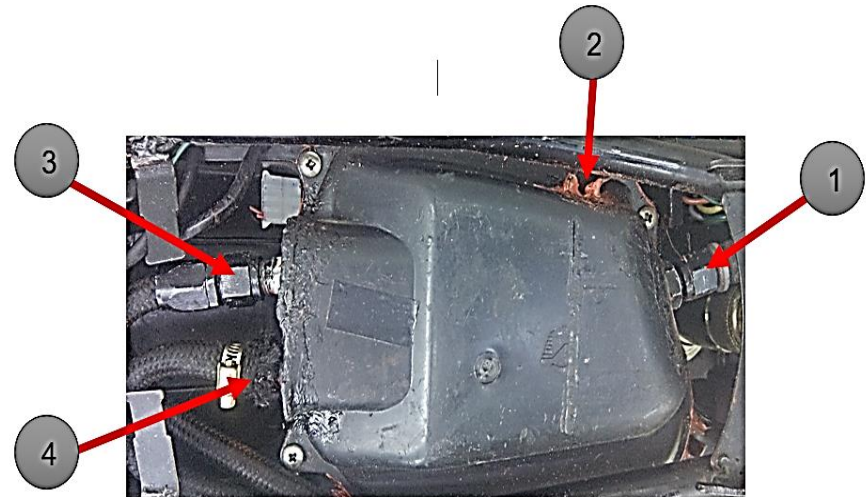
RC = Ración de combustible en $75.93 \frac{cm^3}{min}$

$\#_i$ = Número de inyectores

| Característica Técnica | Medida |
|----------------------------------|--|
| Marca | AC Delco |
| No. Parte AC Delco Value line | BGV00244 |
| No. GM | 96899981 |
| Cruce de referencia GM | 19114268 |
| Voltaje de alimentación | 13,5 V |
| Presión | 100 psi / 689,48 kpa |
| Flujo mínimo Presión del sistema | 830 (ml/30seg) 1660 cm³/min |



REGULADOR DE PRESIÓN Y ACCESORIOS



LÍNEA DE COMBUSTIBLE INSTALADO EN LA MOTOCICLETA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

SENSORES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL



tipo inductivo



Sensor MAP, GM 96330547



TPS No. 159



Sensor de temperatura analógico

DISEÑO DE DUCTO DE ADMISIÓN AIRE

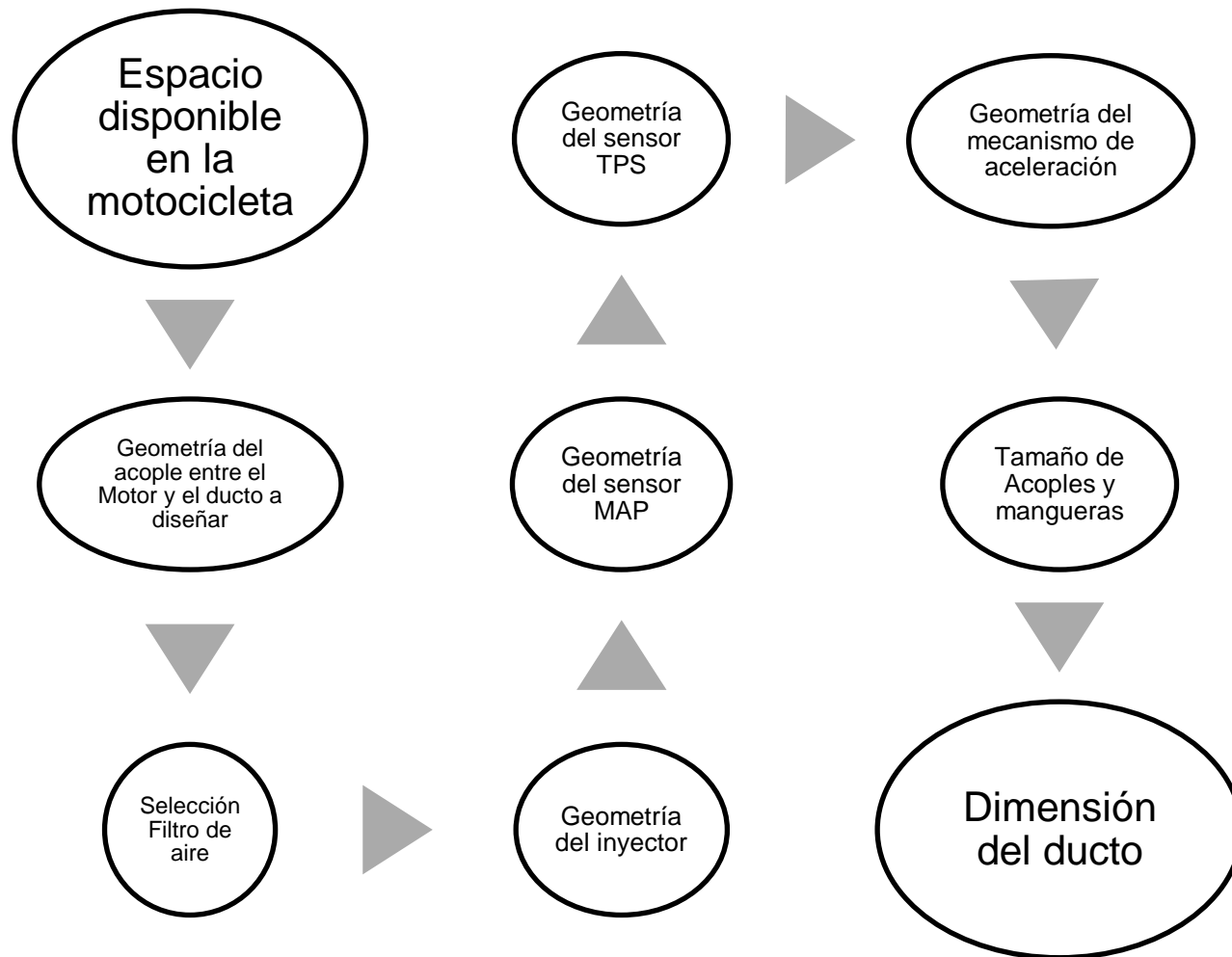
Elementos acoplados

- Ubicación del inyector, tratando de disminuir la distancia de este con el cilindro.
- Ubicación del sensor MAP
- Ubicación del señor TPS
- Ubicación del mecanismo para la aceleración (válvula de mariposa)
- Ubicación del filtro de aire

Material

- Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
- Impresión 3D
- Temperatura a la distorsión de 96 °C,
- Resistencia a la gasolina “condicional constante”
- Módulo de elasticidad de 2,3 kN / mm²
- Bajo costo y facilidad de mecanizado
- Refuerzo en los puntos críticos con un polímero termoestable (resina epoxi).

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL DUCTO DE ADMISIÓN



SELECCIÓN FILTRO DE AIRE

$$A = \frac{CID * RPM}{20839} = \frac{196,3 * 9000}{20839} = 84,77 \text{ mm}^2$$

Donde,

A = área efectiva de filtrado, **mm²**

CID = volumen de desplazamiento
(cilindrada), **cm³**

RPM = máximas revoluciones por
minuto, **9000 rpm**

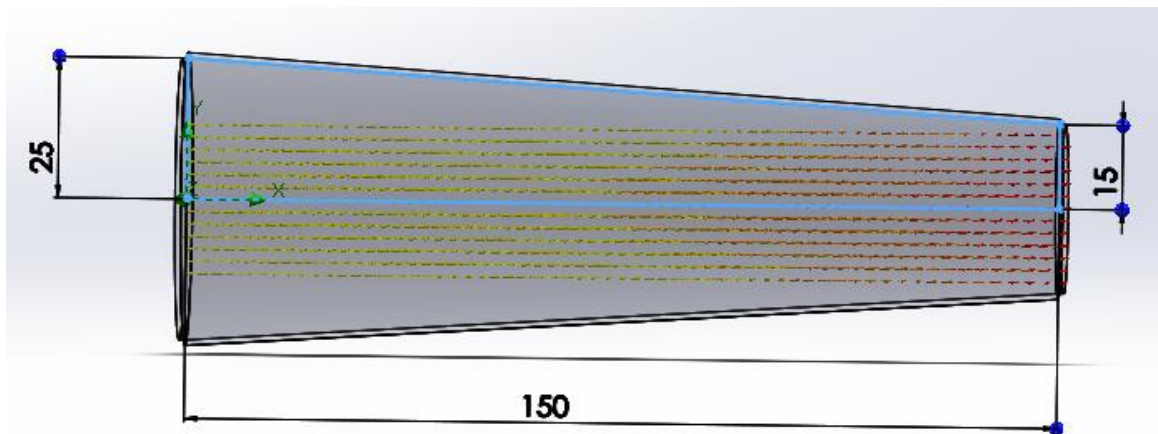


$$H = \frac{A}{D * c} + 0,75 = \frac{84,77 \text{ mm}^2}{40 \text{ mm} * 3,14} + 0,75 = 1,42 \text{ mm}$$

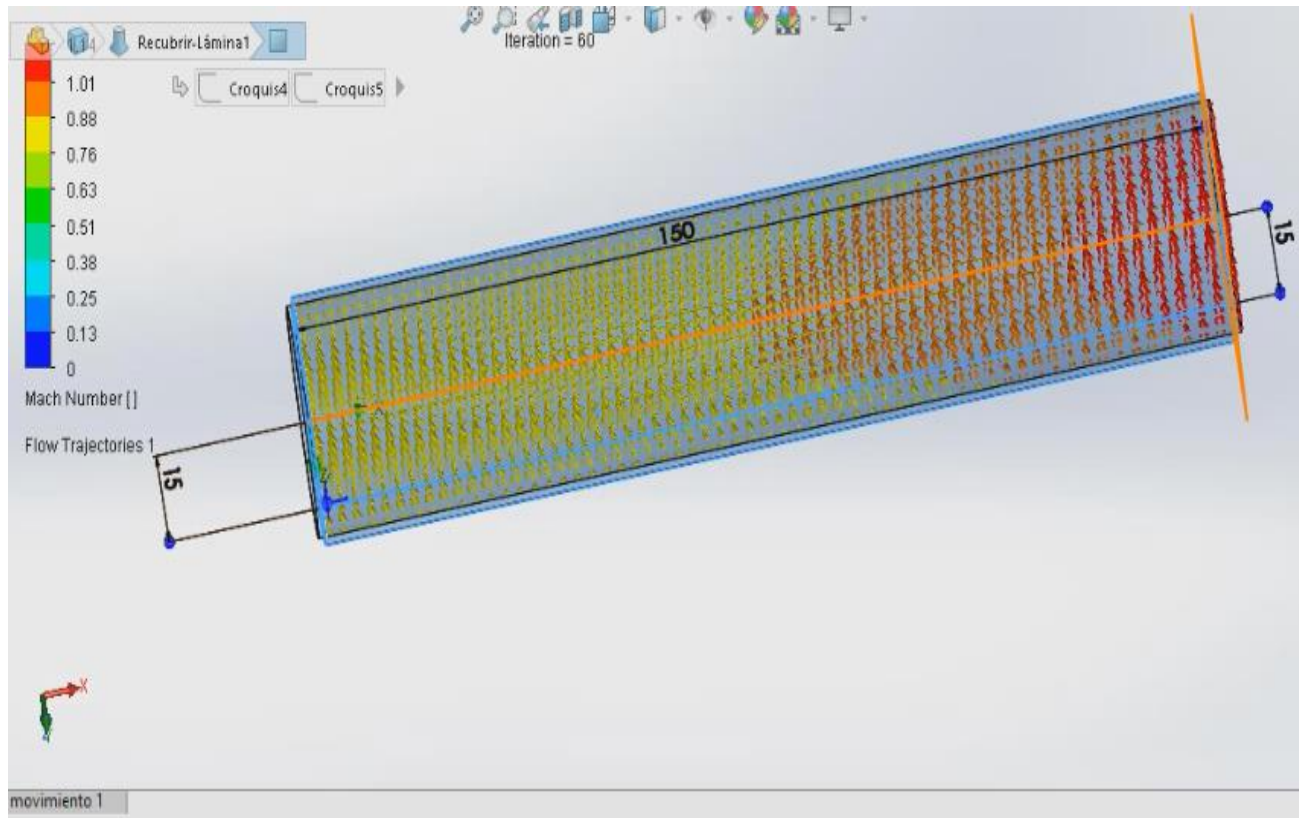


CREACIÓN DE MODELO

| Tipo | Diámetro (d) mm | Diámetro (D) mm | Longitud (L) mm |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Modelo 1 | 30 | 30 | 150 |
| Modelo 2 | 30 | 30 | 100 |
| Modelo 3 | 30 | 40 | 150 |
| Modelo 4 | 30 | 40 | 100 |
| Modelo 5 | 30 | 50 | 150 |
| Modelo 6 | 30 | 50 | 100 |



ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE “MODELO 1”



$$\eta_v = 0,85 + \frac{0,45 - 0,85}{1,5 - 0,5} (1,14 - 0,5)$$

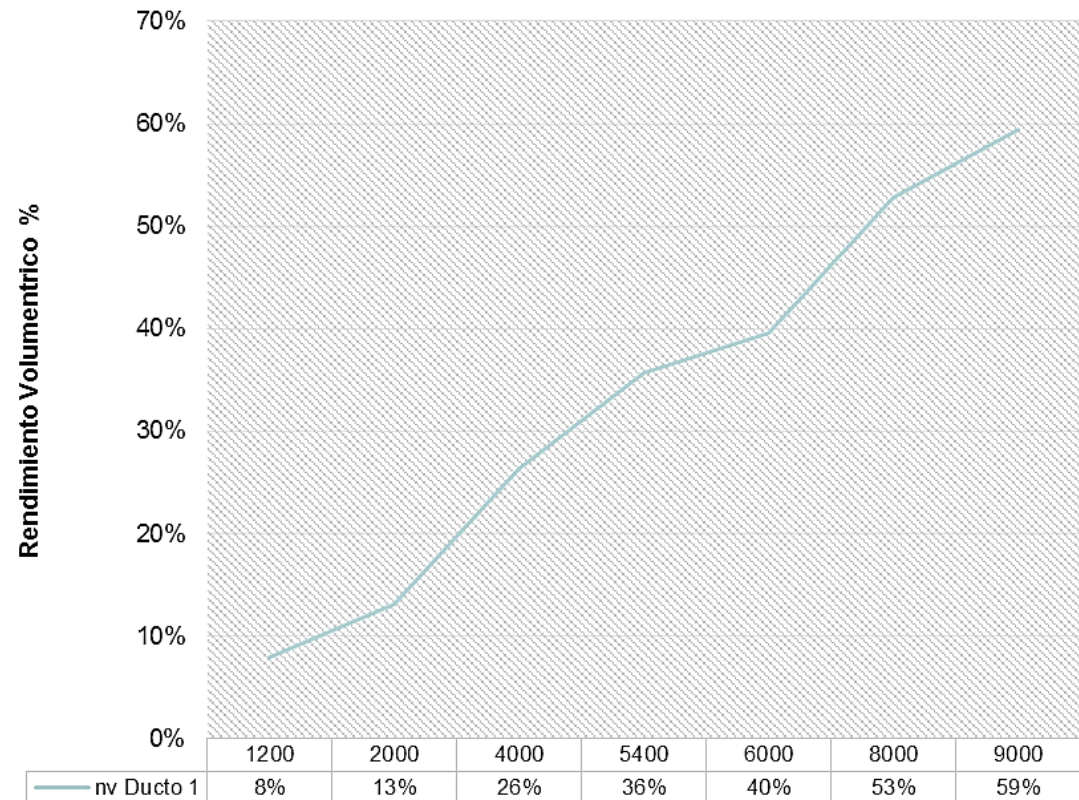
$$\eta_v = 0,59 * 100\% = 59 \%$$

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO “MODELO 1”

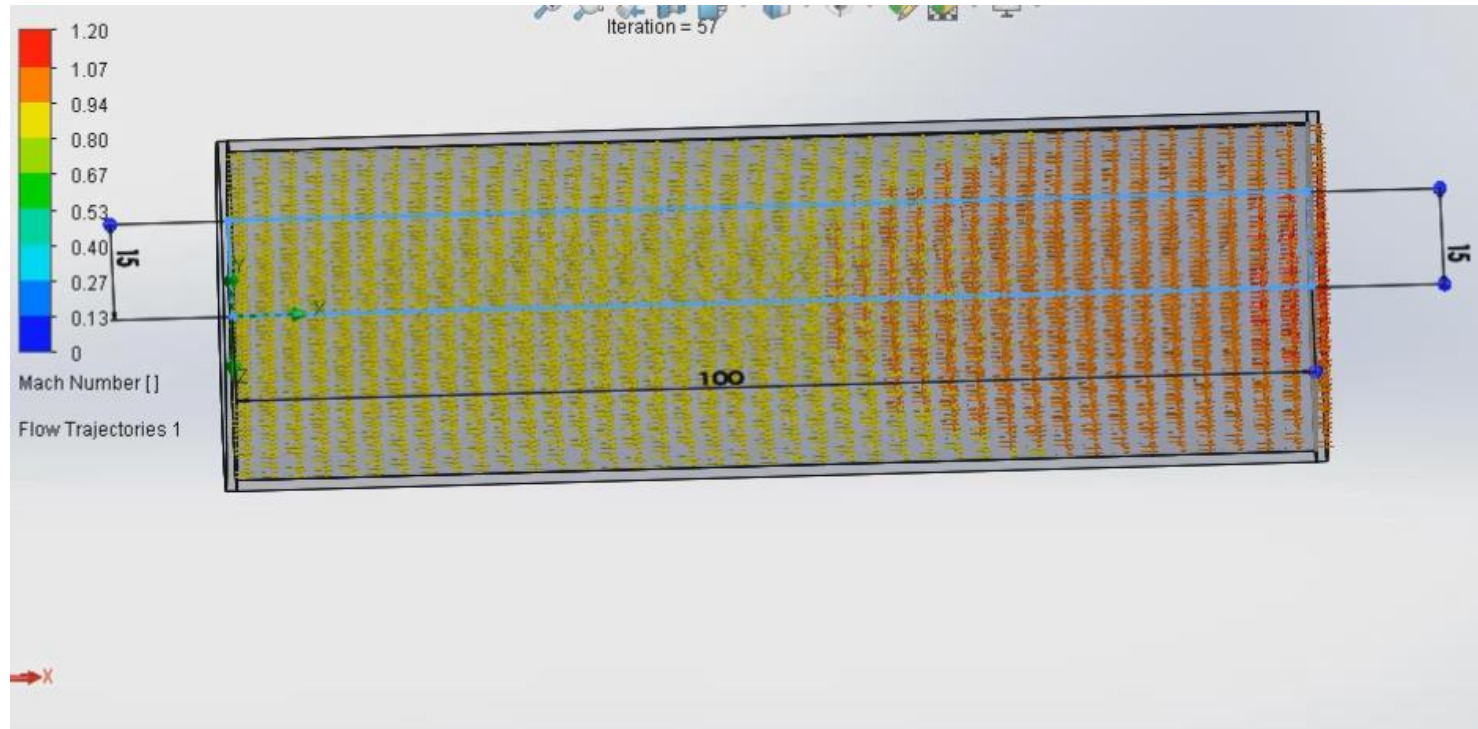
RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO Modelo DUCTO No. 1 (30-30-150)

| Tipo de Régimen | Régimen (RPM) | No. MACH | η_v Ducto 1 |
|-----------------|---------------|----------|------------------|
| Ralentí | 1200 | 1,14 | 8% |
| | 2000 | | 13% |
| | 4000 | | 26% |
| Torque Max | 5400 | | 36% |
| | 6000 | | 40% |
| Potencia Máxima | 8000 | | 53% |
| | 9000 | | 59% |

modelo ducto No.1 VS RPM



ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE “MODELO 2”



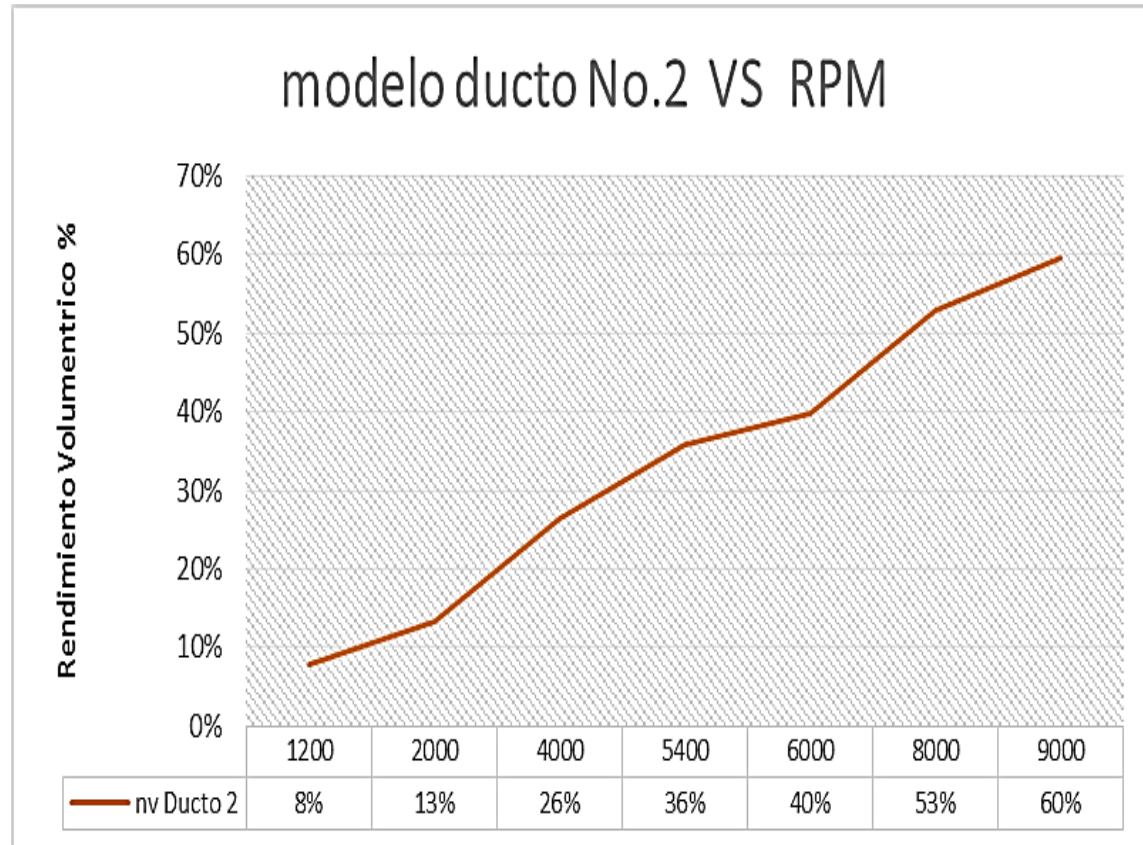
$$\eta_v = 0,85 + \frac{0,45 - 0,85}{1,5 - 0,5} (1,135 - 0,5)$$

$$\eta_v = 0,60 * 100\% = 60 \%$$

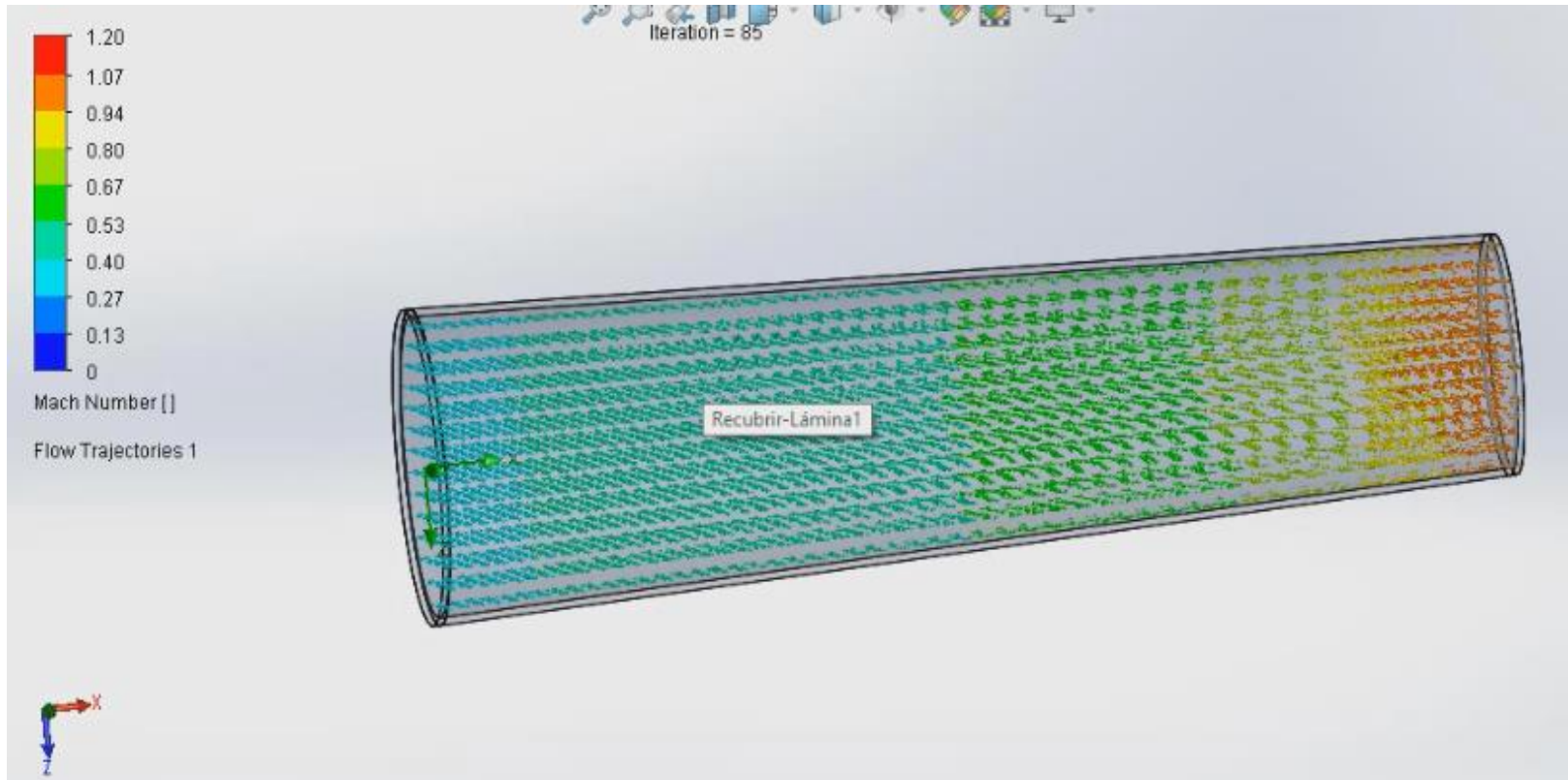


RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO “MODELO 2”

| RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO Modelo DUCTO No. 2 (30-30-100) | | | |
|--|---------------|----------|---------------|
| Tipo de Régimen | Régimen (RPM) | No. MACH | n_v Ducto 2 |
| Ralentí | 1200 | 1,135 | 8% |
| | 2000 | | 13% |
| | 4000 | | 26% |
| Torque Max | 5400 | | 36% |
| | 6000 | | 40% |
| Potencia Máxima | 8000 | | 53% |
| | 9000 | | 60% |



ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE “MODELO 3”



$$\eta_v = 0,85 + \frac{0,45 - 0,85}{1,5 - 0,5} (0,80 - 0,5)$$

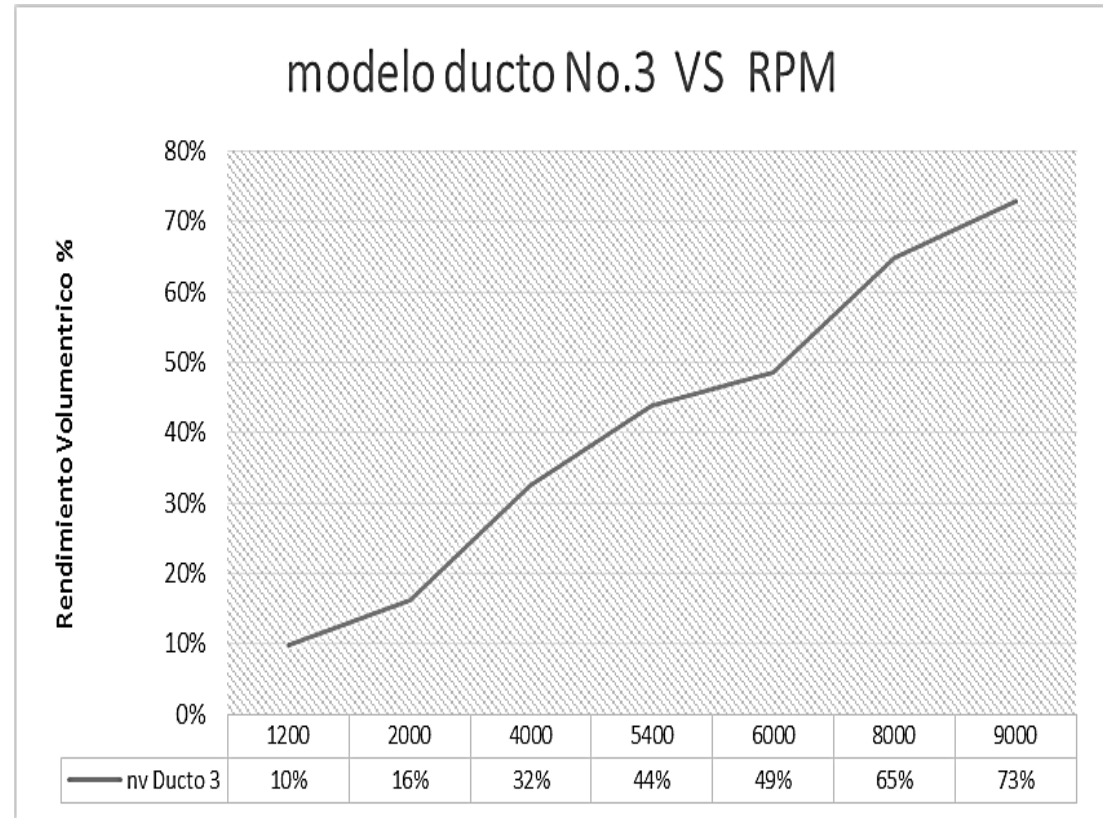
$$\eta_v = 0,73 * 100\% = 73 \%$$



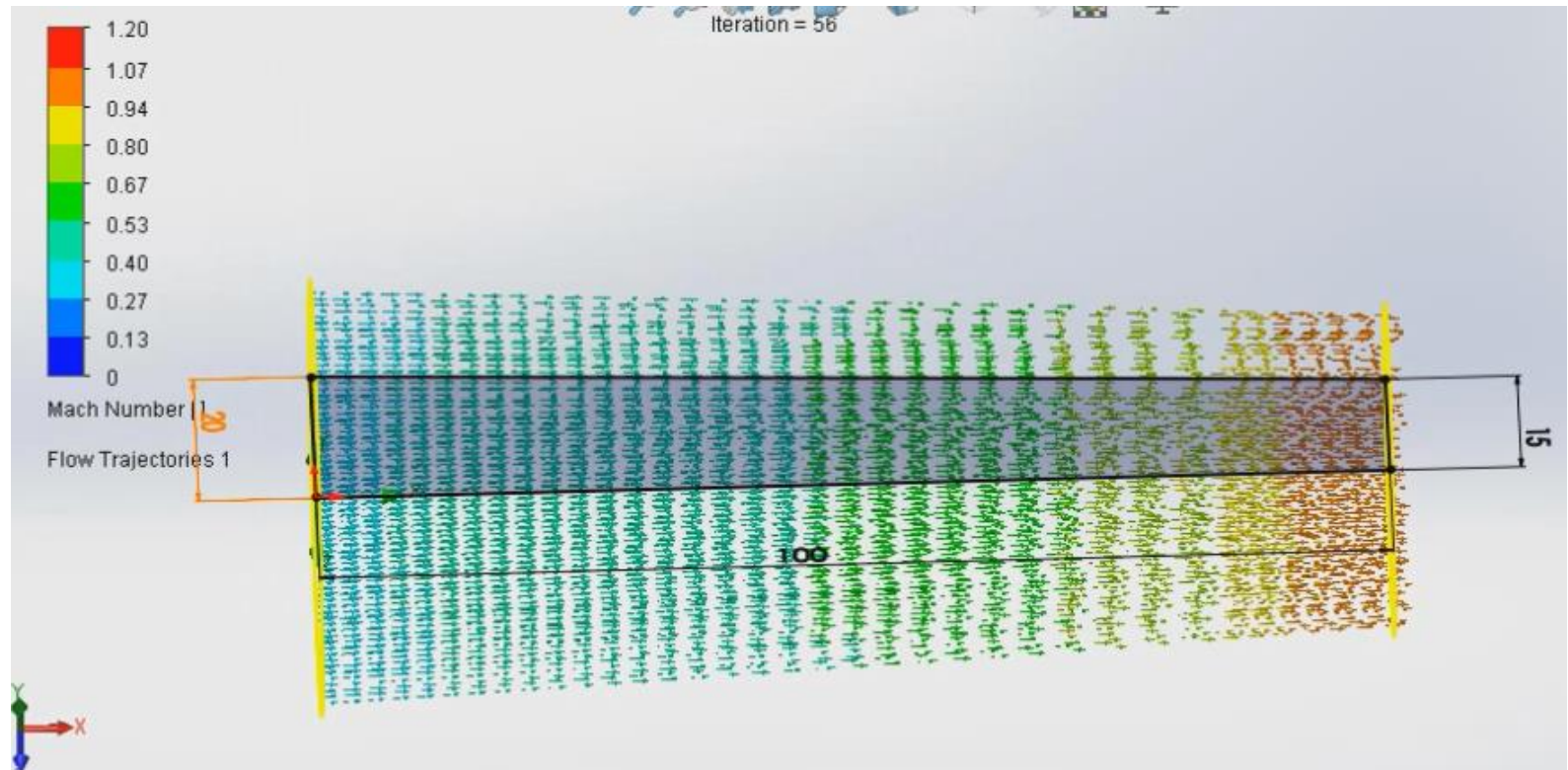
RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO “MODELO 3”

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO Modelo DUCTO No. 3 (30-40-150)

| Tipo de Régimen | Régimen (RPM) | No. MACH | n_v Ducto 3 |
|-----------------|---------------|----------|---------------|
| Ralentí | 1200 | 0,8 | 10% |
| | 2000 | | 16% |
| | 4000 | | 32% |
| Torque Max | 5400 | | 44% |
| | 6000 | | 49% |
| Potencia Máxima | 8000 | | 65% |
| Plena carga | 9000 | | 73% |



ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE “MODELO 4”



$$\eta_v = 0,85 + \frac{0,45 - 0,85}{1,5 - 0,5} (1,005 - 0,5)$$

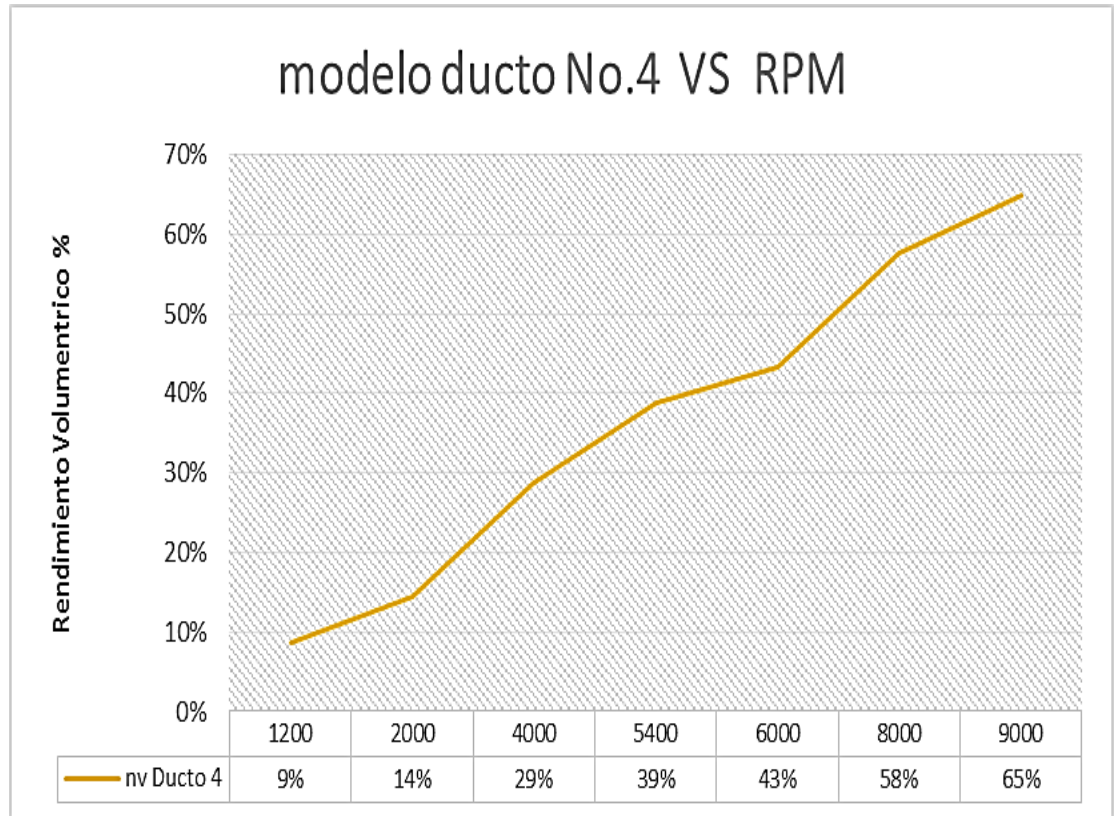
$$\eta_v = 0,65 * 100\% = 65 \%$$



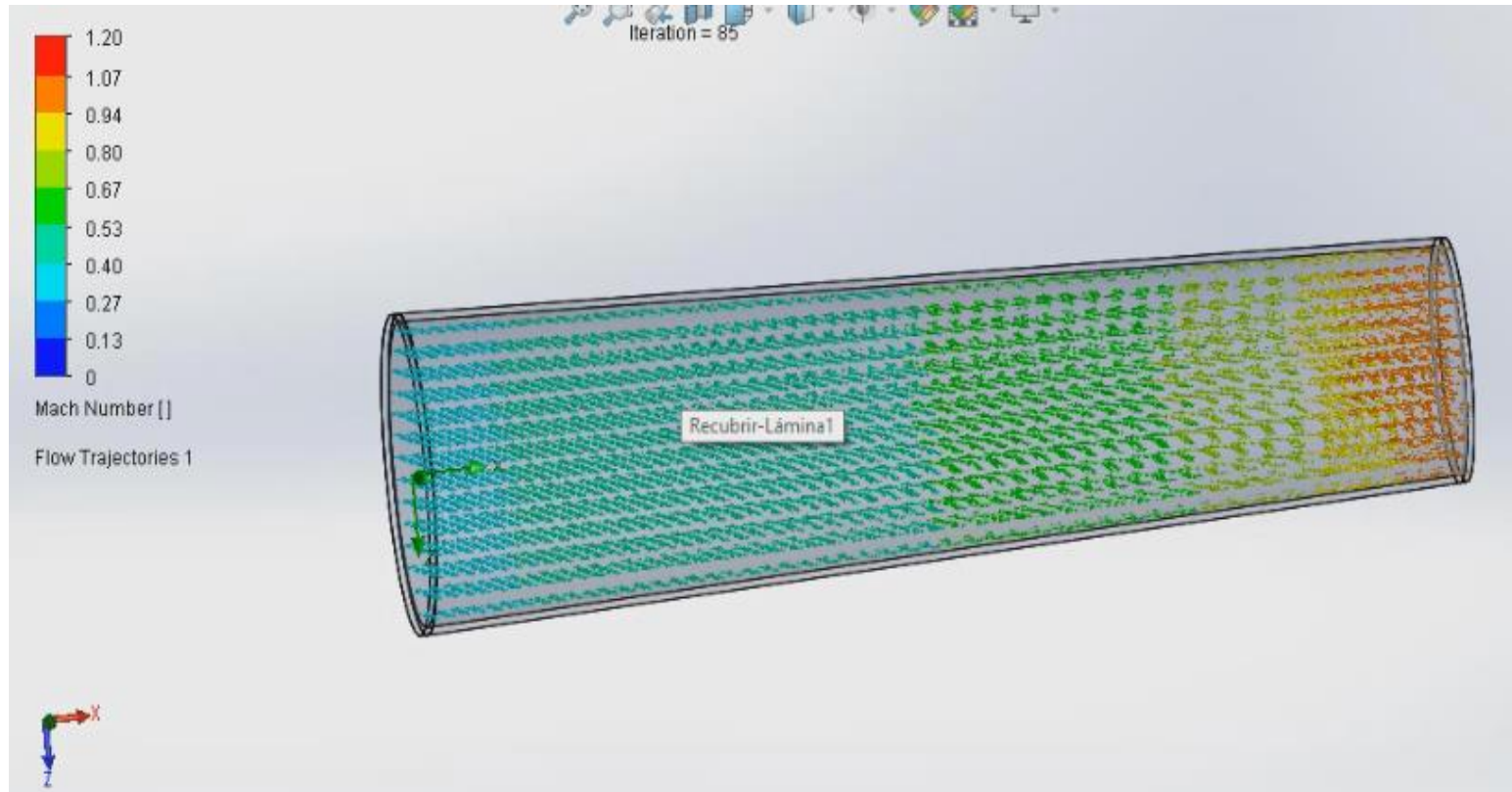
RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO “MODELO 4”

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO Modelo DUCTO No. 4 (30-40-100)

| Tipo de Régimen | Régimen (RPM) | No. MACH | n_v Ducto 4 |
|-----------------|---------------|----------|---------------|
| Ralentí | 1200 | 1,005 | 9% |
| | 2000 | | 14% |
| | 4000 | | 29% |
| Torque Max | 5400 | | 39% |
| | 6000 | | 43% |
| Potencia Máxima | 8000 | | 58% |
| Plena carga | 9000 | | 65% |



ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE “MODELO 5”



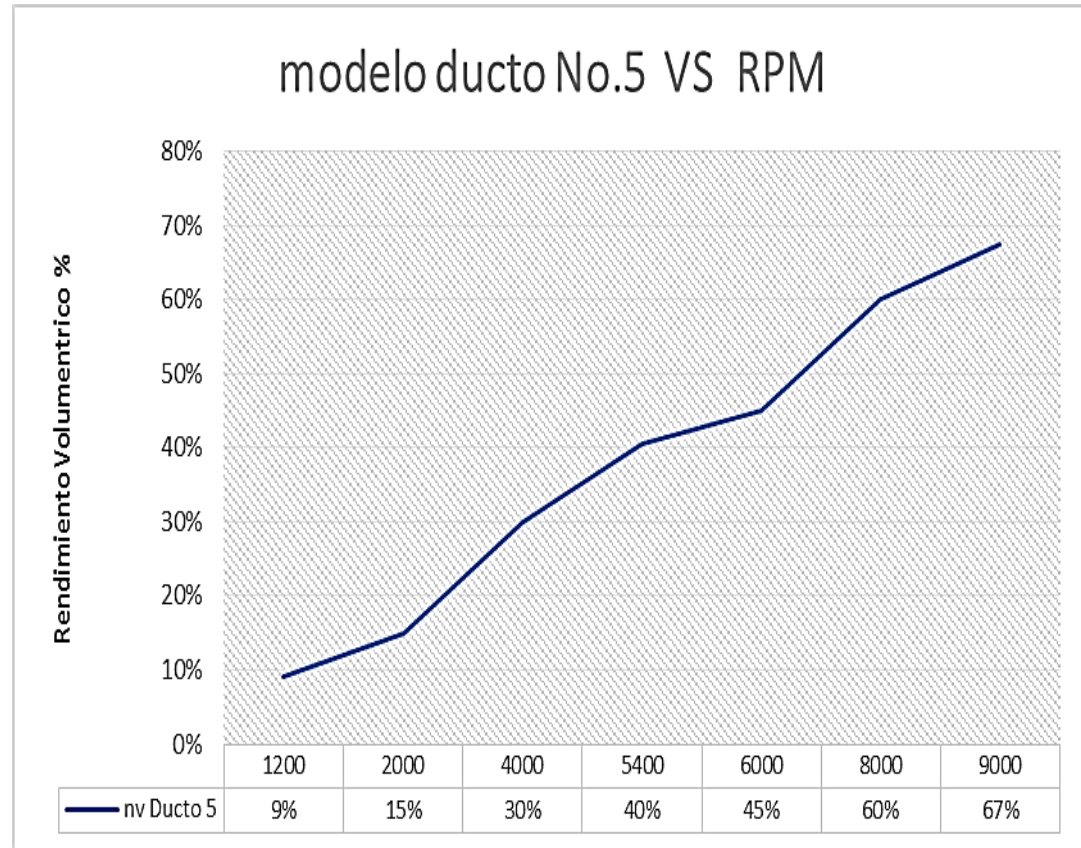
$$\eta_v = 0,85 + \frac{0,45 - 0,85}{1,5 - 0,5} (0,94 - 0,5)$$

$$\eta_v = 0,67 * 100\% = 67 \%$$

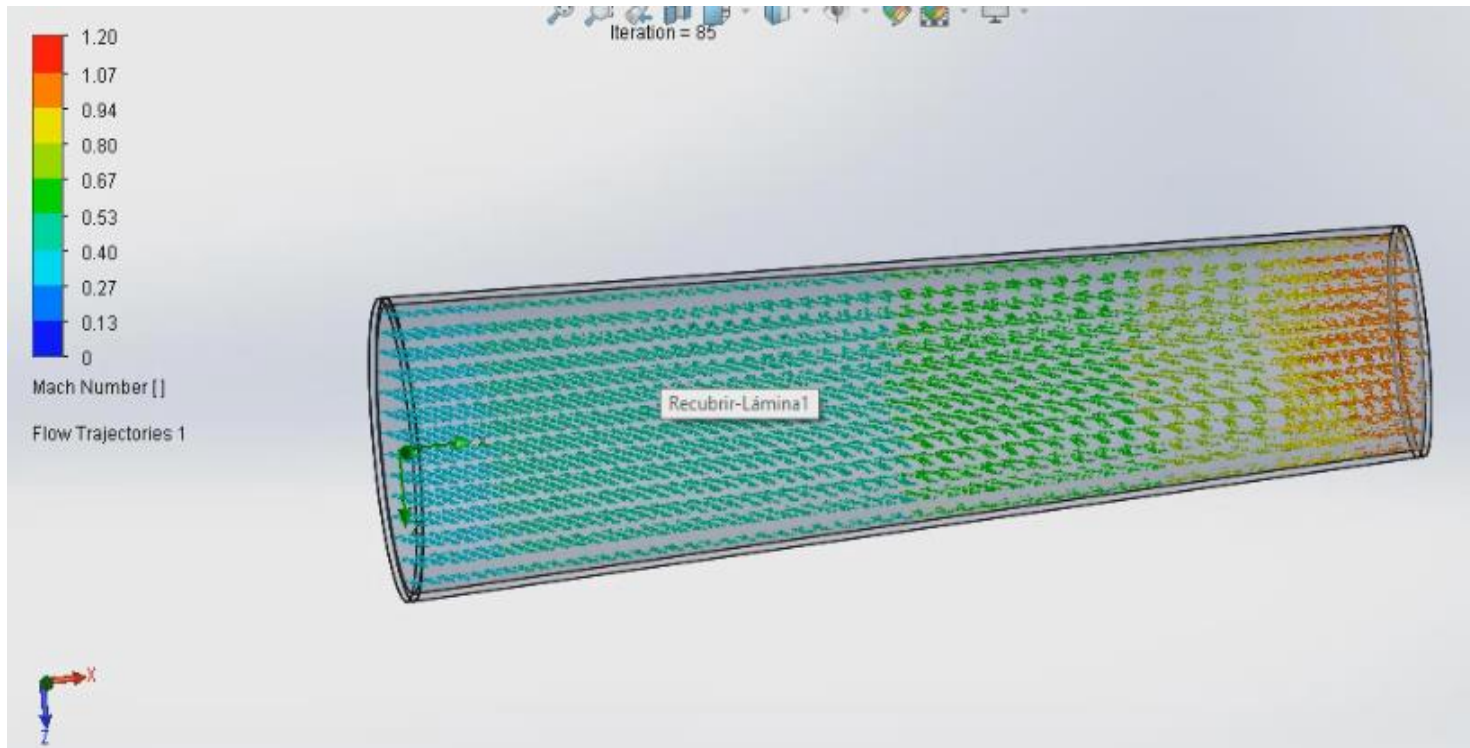
RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO “MODELO 5”

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO Modelo DUCTO No. 5 (30-50-150)

| Tipo de Régimen | Régimen (RPM) | No. MACH | $n_{v \text{ Ducto } 5}$ |
|-----------------|---------------|----------|--------------------------|
| Ralentí | 1200 | 0,94 | 9% |
| | 2000 | | 15% |
| | 4000 | | 30% |
| Torque Max | 5400 | | 40% |
| | 6000 | | 45% |
| Potencia Máxima | 8000 | | 60% |
| Plena carga | 9000 | | 67% |



ANÁLISIS DEL FLUJO DE AIRE “MODELO 6”



$$\eta_v = 0,85 + \frac{0,45 - 0,85}{1,5 - 0,5} (0,84 - 0,5)$$

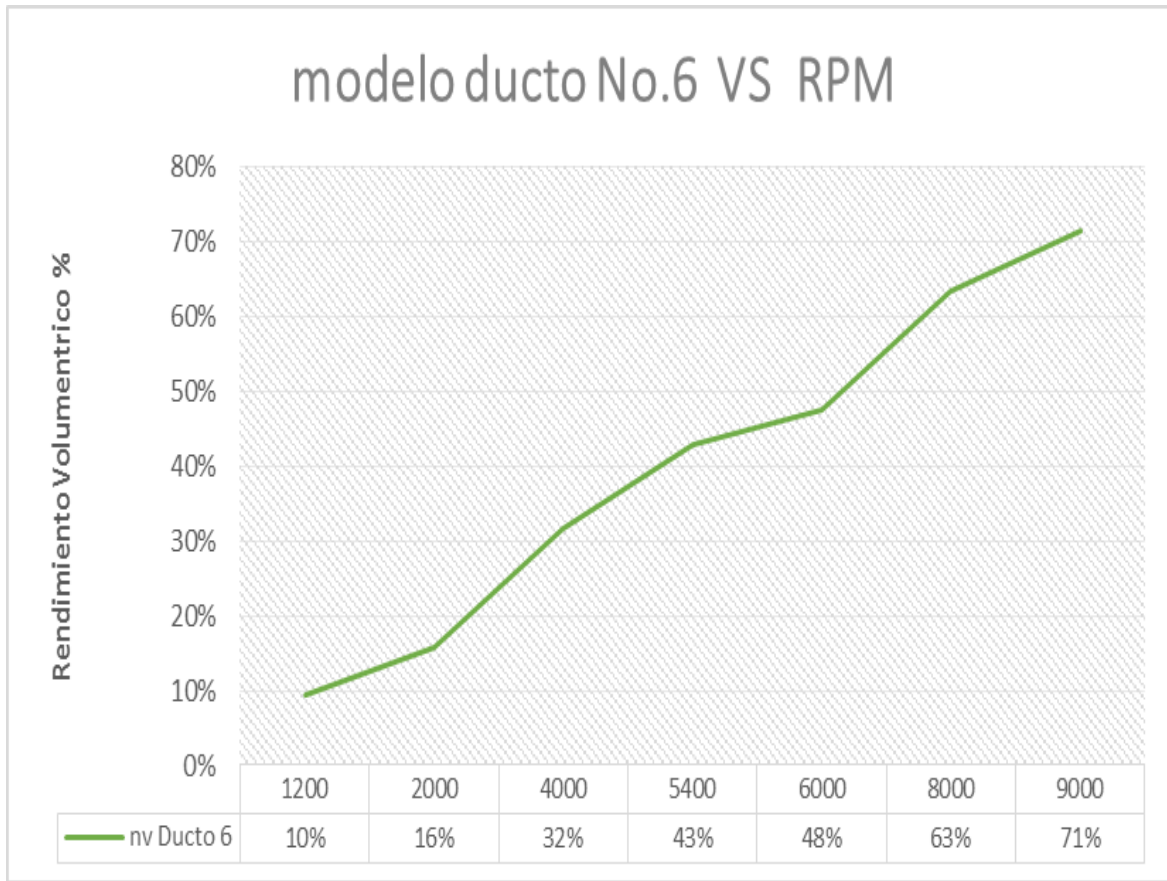
$$\eta_v = 0,71 * 100\% = 71 \%$$



RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO “MODELO 6”

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO Modelo DUCTO No. 6 (30-50-100)

| Tipo de Régimen | Régimen (RPM) | No. MACH | n_v Ducto 6 |
|-----------------|---------------|----------|---------------|
| Ralentí | 1200 | 0,84 | 10% |
| | 2000 | | 16% |
| | 4000 | | 32% |
| Torque Max | 5400 | | 43% |
| | 6000 | | 48% |
| Potencia Máxima | 8000 | | 63% |
| Plena carga | 9000 | | 71% |

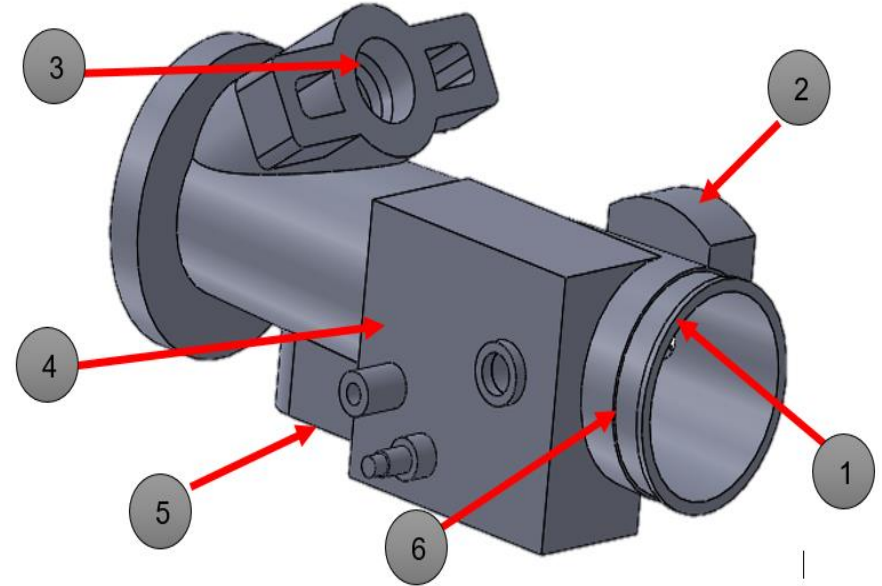
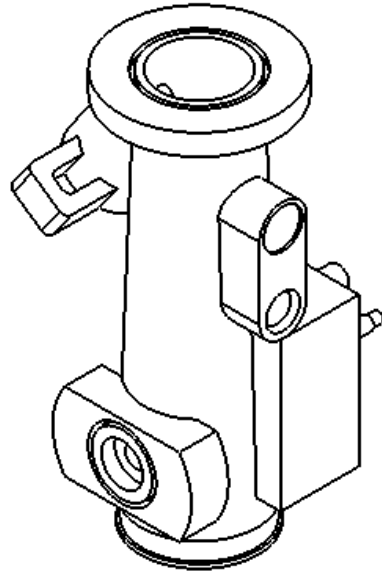
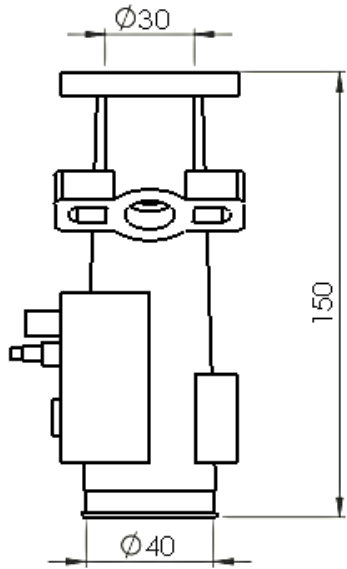


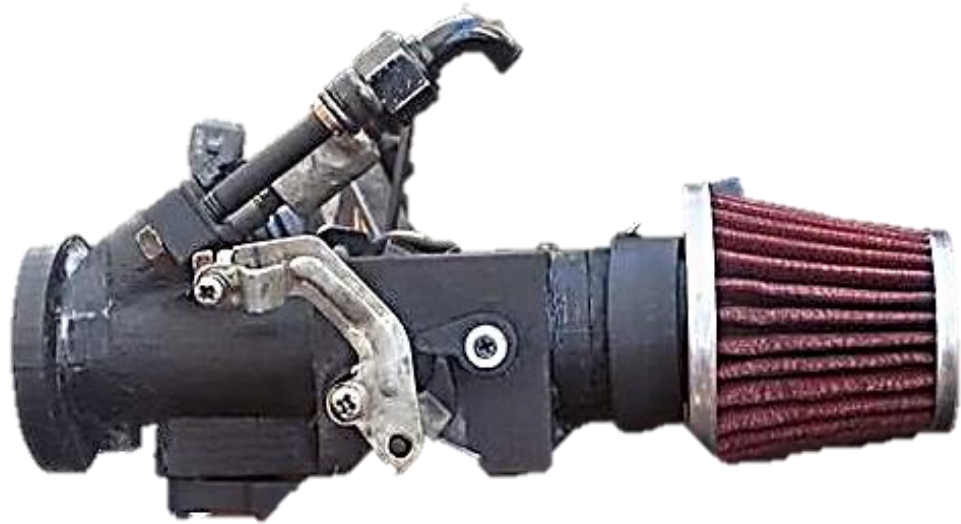
RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO - Ductos VS RPM



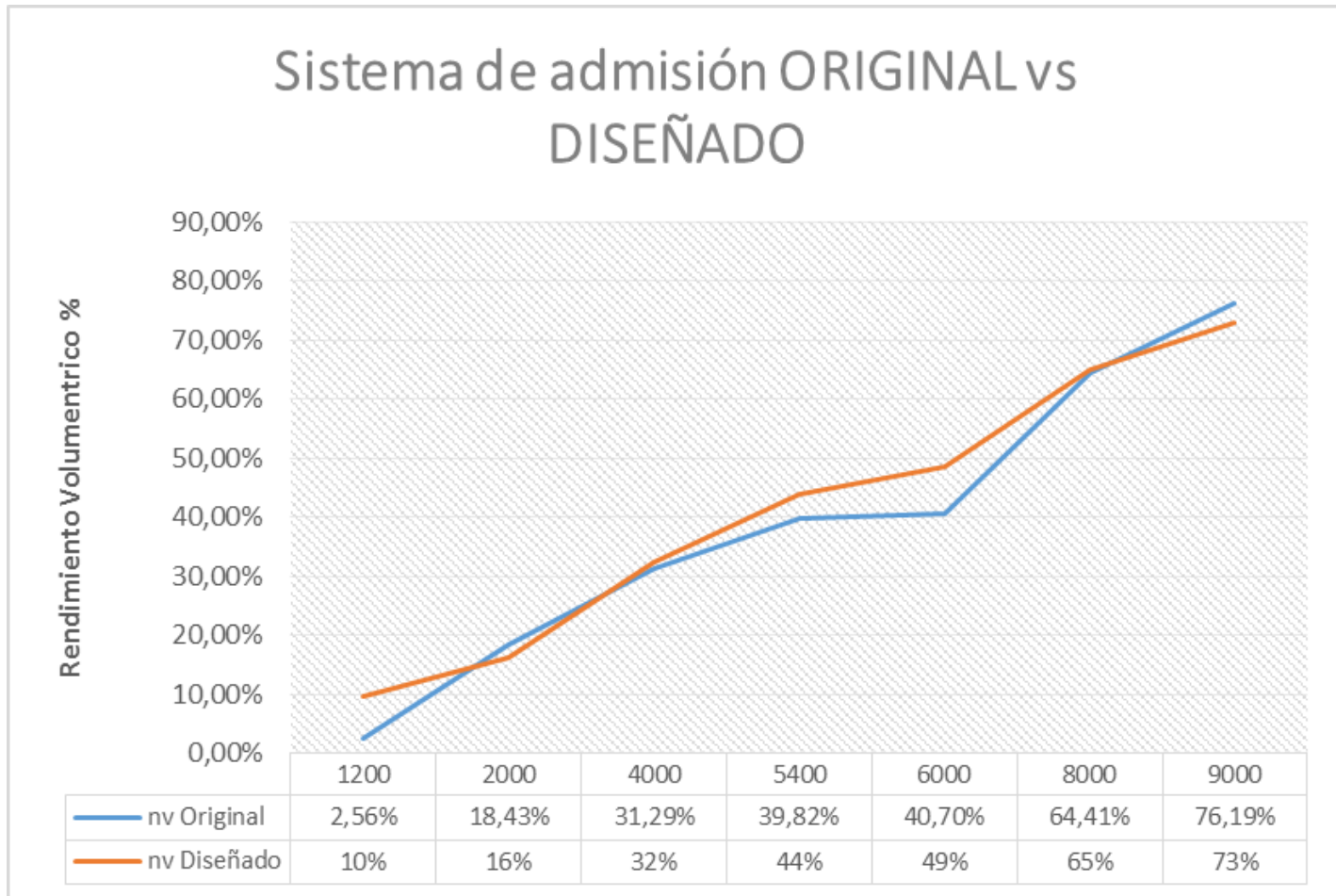
DISEÑO EN SOLID WORKS



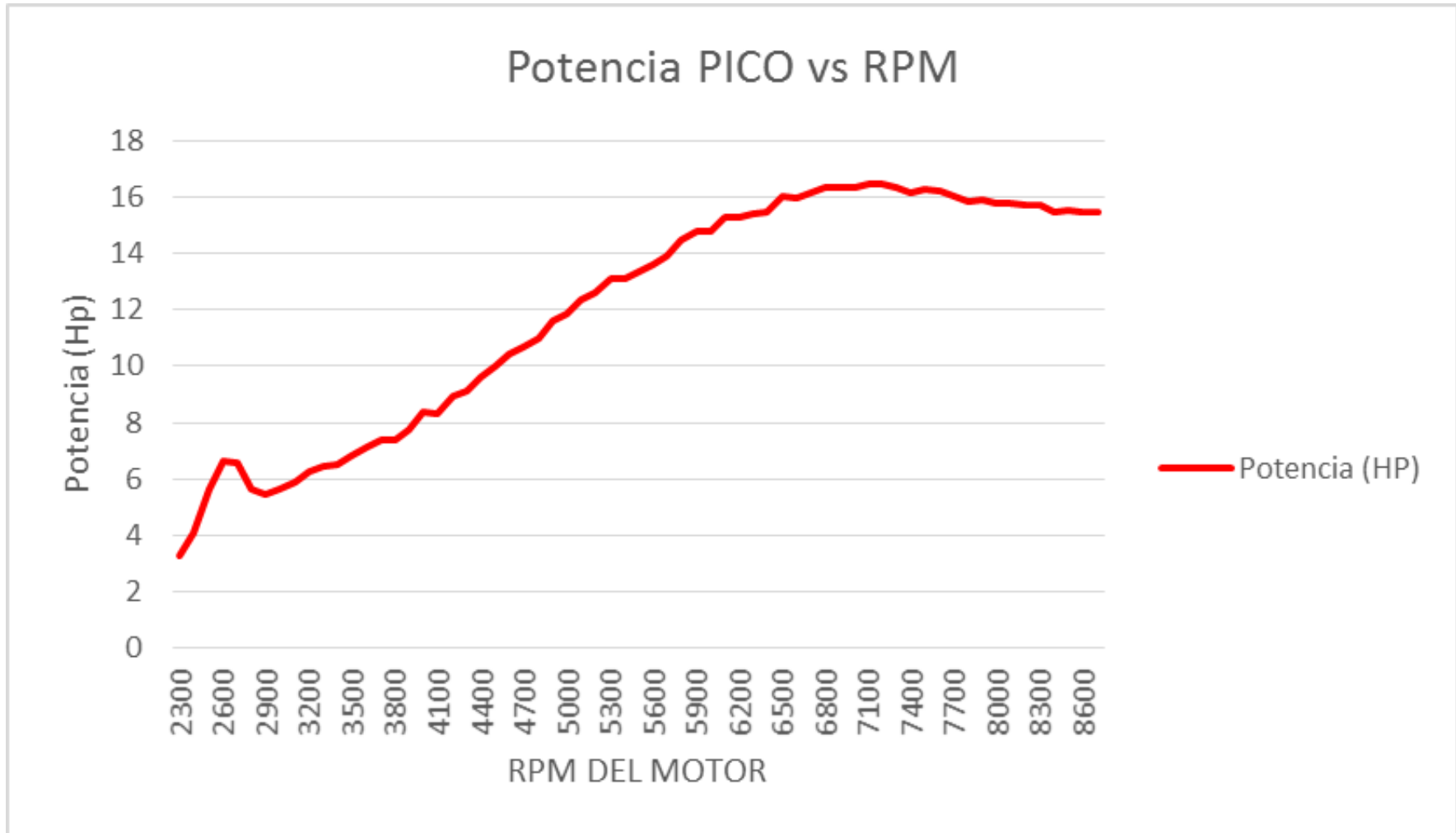


ANÁLISIS DE RESULTADOS

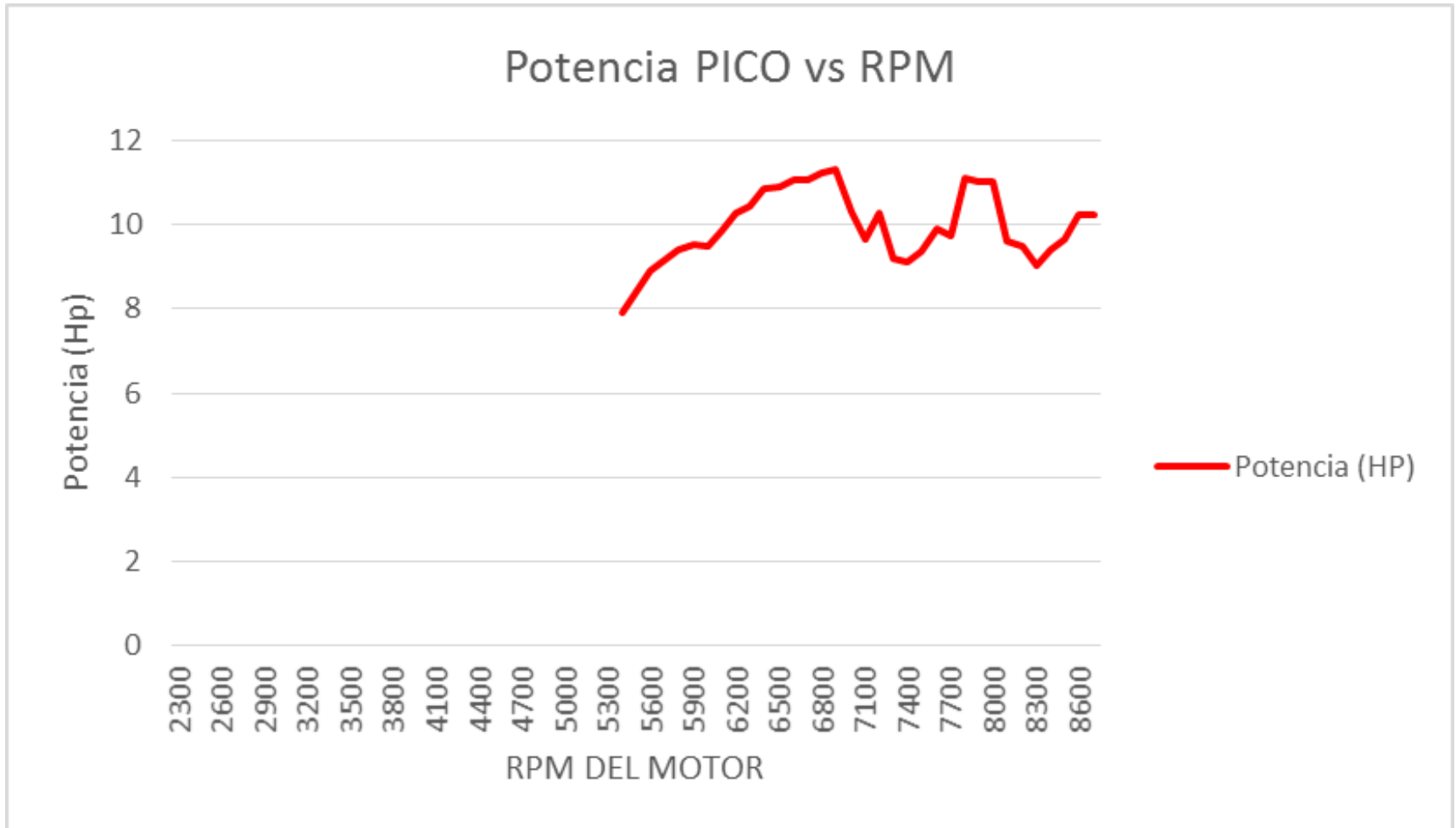
RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO



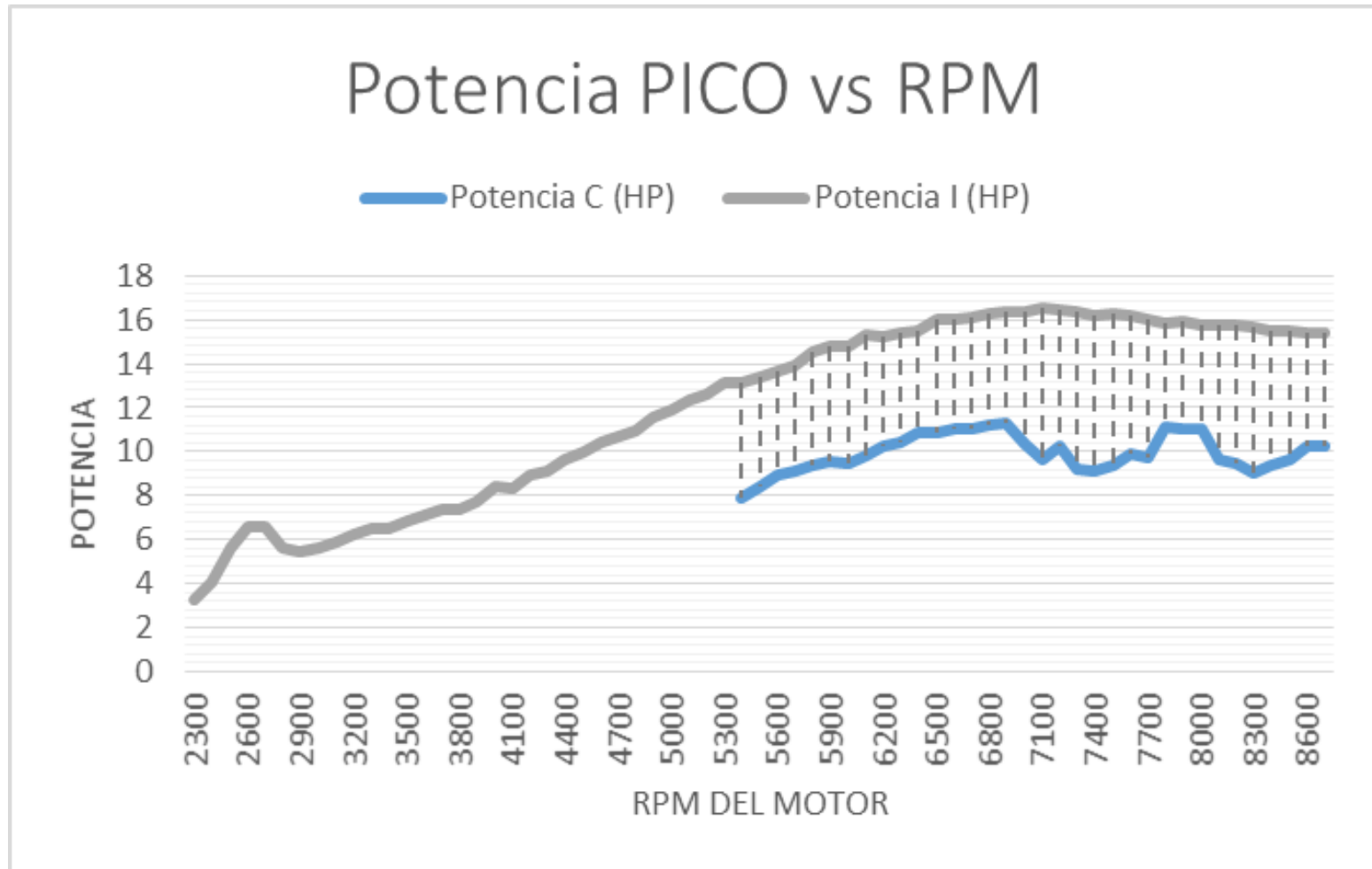
POTENCIA CON EL SISTEMA DE ADMISIÓN DISEÑADO



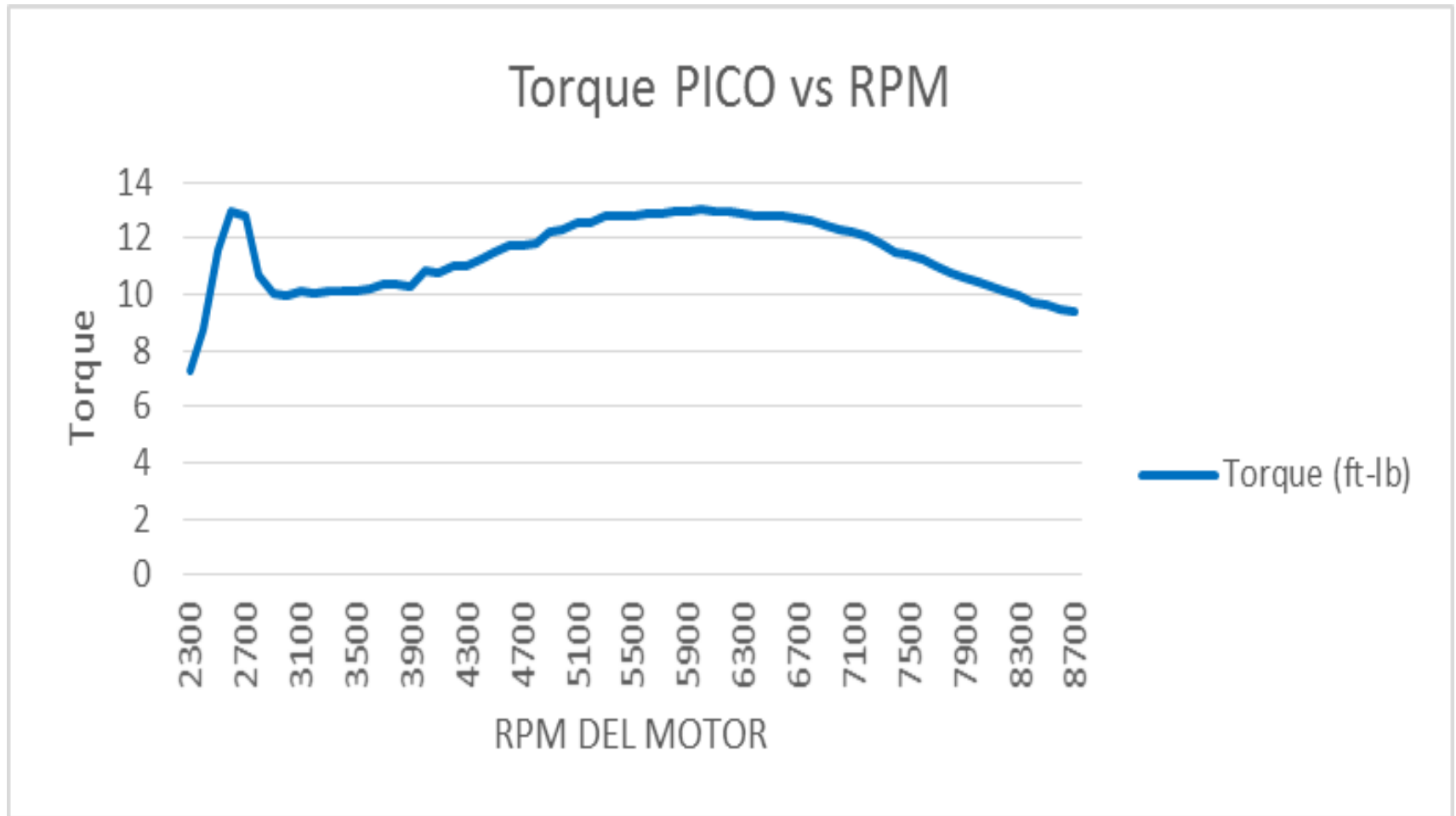
POTENCIA CON EL SISTEMA DE ADMISIÓN ORIGINAL



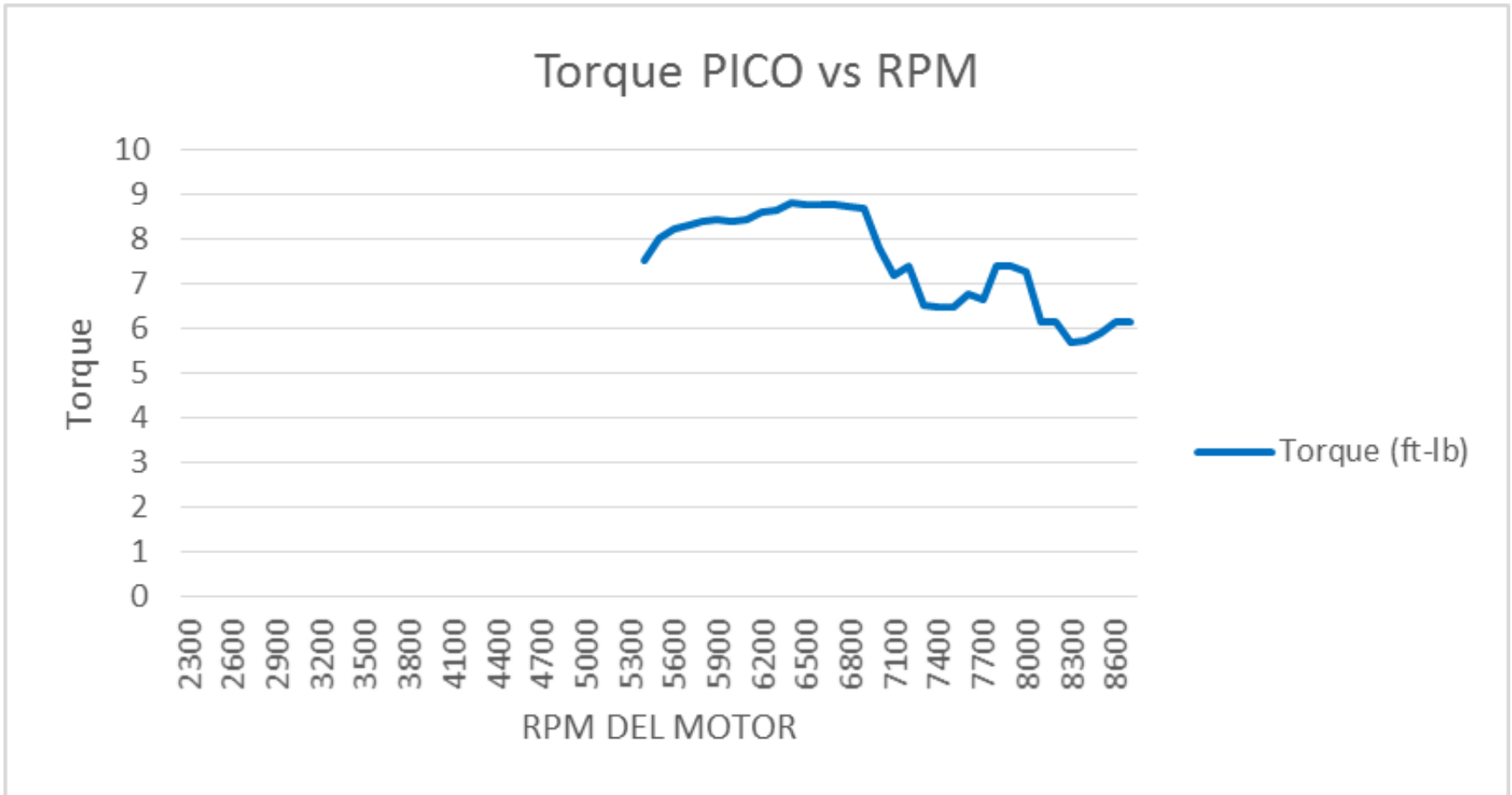
COMPARACIÓN DE POTENCIAS



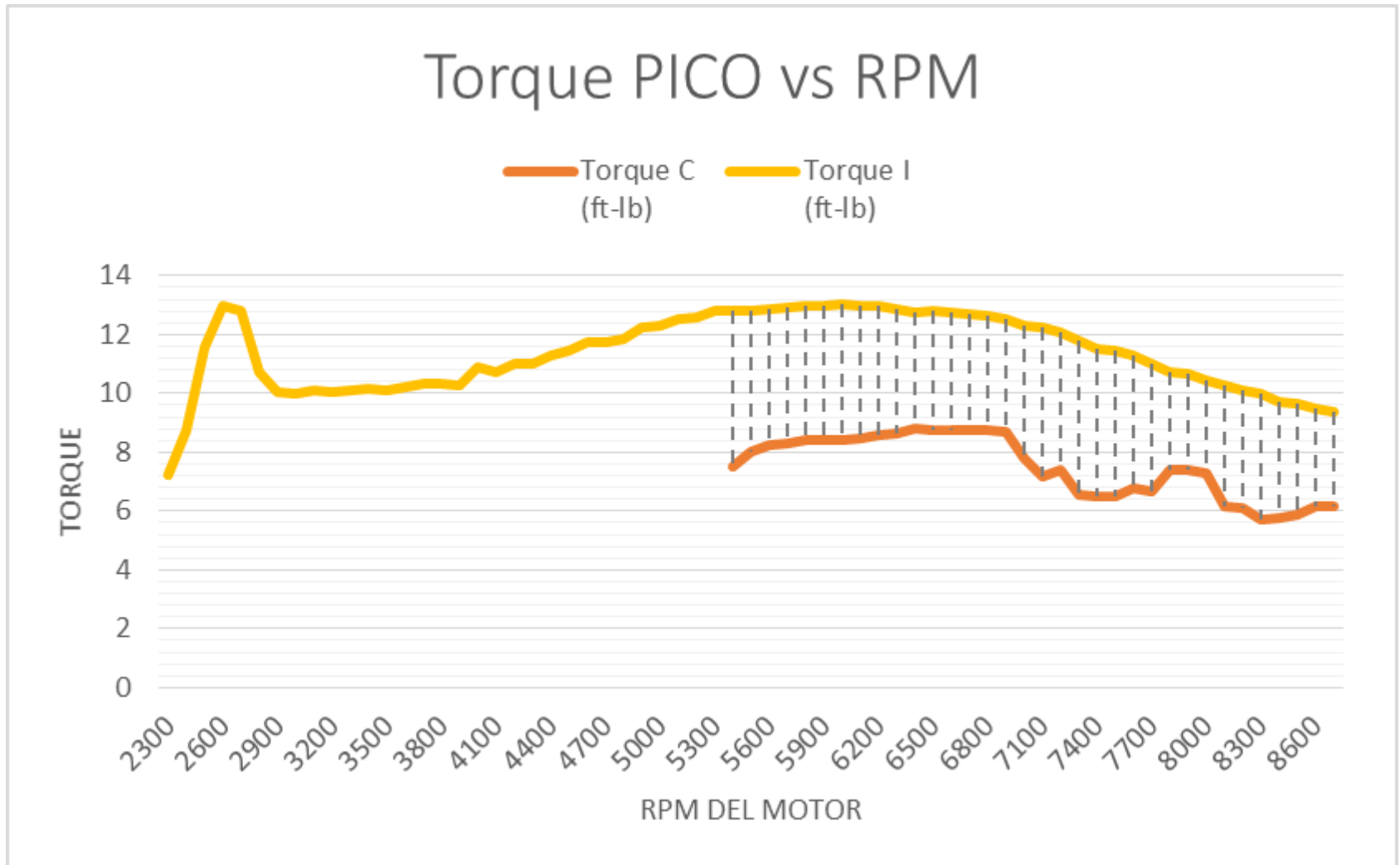
TORQUE CON EL SISTEMA DE ADMISIÓN DISEÑADO



TORQUE CON EL SISTEMA DE ADMISIÓN ORIGINAL



COMPARACIÓN DE TORQUES



PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

| No. Prueba | Sistema Original Vo | | |
|------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| | Kilómetros recorridos | Volumen sobrante Vs (ml) | Volumen consumido Vc (ml) |
| 1 | 2,08 | 1650 | 350 |
| 2 | 2,08 | 1643 | 357 |
| 3 | 2,08 | 1641 | 359 |
| 4 | 2,08 | 1646 | 354 |
| No. Prueba | Sistema Diseñado Vd | | |
| | Kilómetros recorridos | Volumen sobrante Vs (ml) | Volumen consumido Vc (ml) |
| 1 | 2,08 | 1660 | 340 |
| 2 | 2,08 | 1673 | 327 |
| 3 | 2,08 | 1670 | 330 |
| 4 | 2,08 | 1655 | 345 |



RESULTADO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

| Km recorridos | Sistema Original Vo | | Sistema Diseñado Vd | |
|---------------|---------------------|----------------|---------------------|-----------------|
| | Consumo Vc (ml) | Consumo Vc (l) | Consumo Vip (ml) | Consumo Vip (l) |
| 1 | 170,67 | 0,17 | 161,30 | 0,16 |
| 1,1 | 187,74 | 0,19 | 177,43 | 0,18 |
| 1,2 | 204,81 | 0,20 | 193,56 | 0,19 |
| 1,3 | 221,88 | 0,22 | 209,69 | 0,21 |
| 1,4 | 238,94 | 0,24 | 225,82 | 0,23 |
| 1,5 | 256,01 | 0,26 | 241,95 | 0,24 |
| 1,6 | 273,08 | 0,27 | 258,08 | 0,26 |
| 1,7 | 290,14 | 0,29 | 274,21 | 0,27 |
| 1,8 | 307,21 | 0,31 | 290,34 | 0,29 |
| 1,9 | 324,28 | 0,32 | 306,47 | 0,31 |
| 2 | 341,35 | 0,34 | 322,60 | 0,32 |
| 2,08 | 355,00 | 0,36 | 335,50 | 0,34 |

| Valores | Volumen consumido Vc (ml) | |
|--------------------|---------------------------|---------------------|
| | Sistema Original Vo | Sistema Diseñado Vd |
| 1 | 350 | 340 |
| 2 | 357 | 327 |
| 3 | 359 | 330 |
| 4 | 354 | 345 |
| Mínimo | 350 | 327 |
| Máximo | 359 | 345 |
| Promedio | 355 | 335,5 |
| % variación | 5,49% | |



ANÁLISIS DE GASES DE ESCAPE

Emisiones contaminantes con el sistema de admisión original

| No. Prueba | HC | CO | CO ₂ | O ₂ | REGIMEN MOTOR | TEMPERATUR A |
|------------|--------|--------|-----------------|----------------|---------------|--------------|
| UNIDAD | (ppm) | (%Vol) | (%Vol) | (%Vol) | (RPM) | (°C) |
| 1 | 899,00 | 9,06 | 2,09 | 1,10 | 1403-1472 | 87-88 |
| 2 | 305,00 | 6,95 | 1,24 | 1,33 | 1556-1547 | 89-90 |

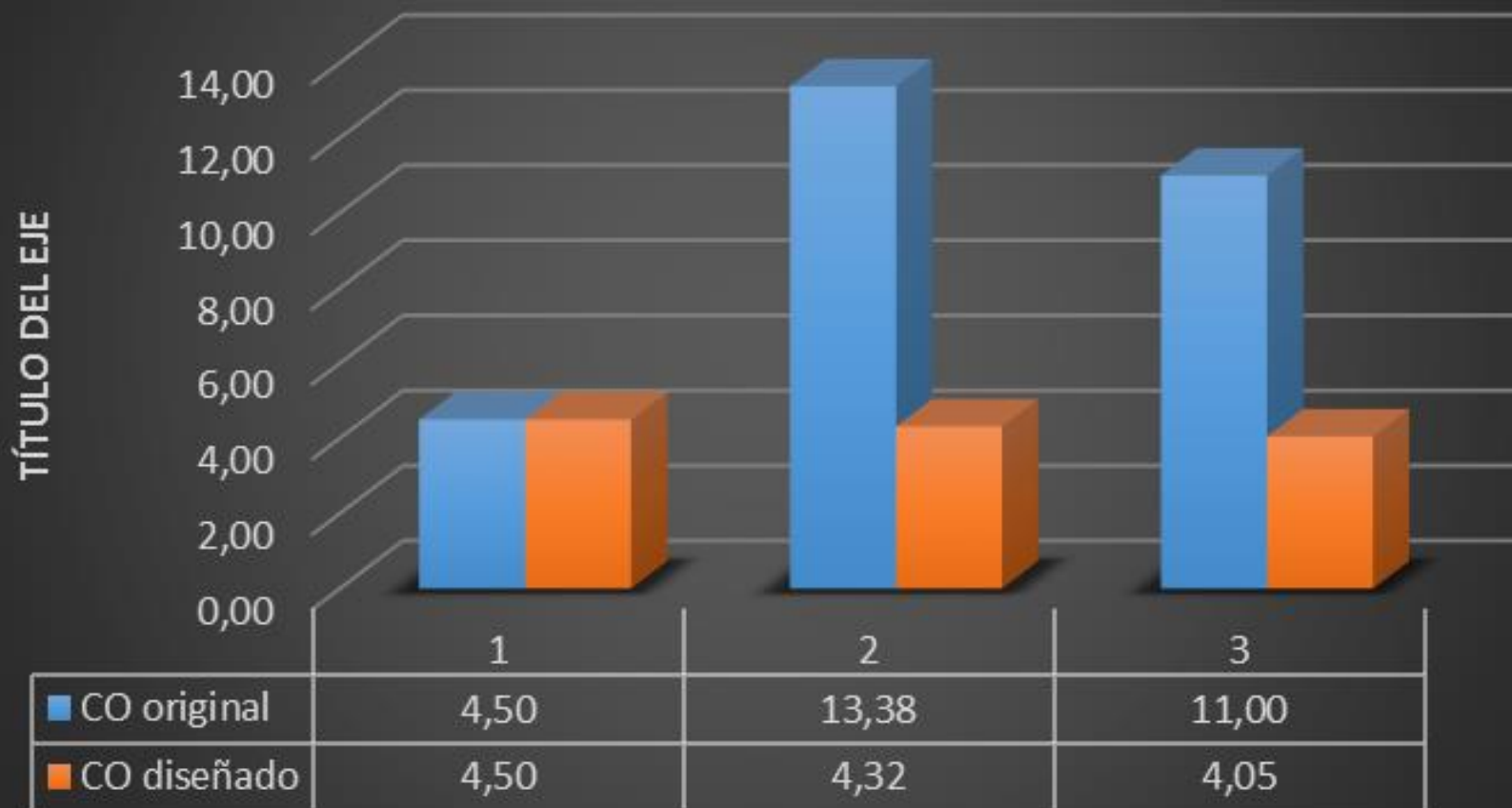
Emisiones contaminantes con el sistema de admisión diseñado

| No. Prueba | HC | CO | CO ₂ | O ₂ | REGIMEN MOTOR | TEMPERATURA |
|------------|---------|--------|-----------------|----------------|---------------|-------------|
| UNIDAD | (ppm) | (%Vol) | (%Vol) | (%Vol) | (RPM) | (°C) |
| NORMA | 2000,00 | 4,50 | 7,00 | 5,00 | 1350 - 1650 | 80 – 90 |
| 1 | 991,00 | 4,32 | 5,48 | 2,60 | 1472 | 88 |
| 2 | 1421,00 | 4,05 | 6,60 | 3,27 | 1547 | 90 |

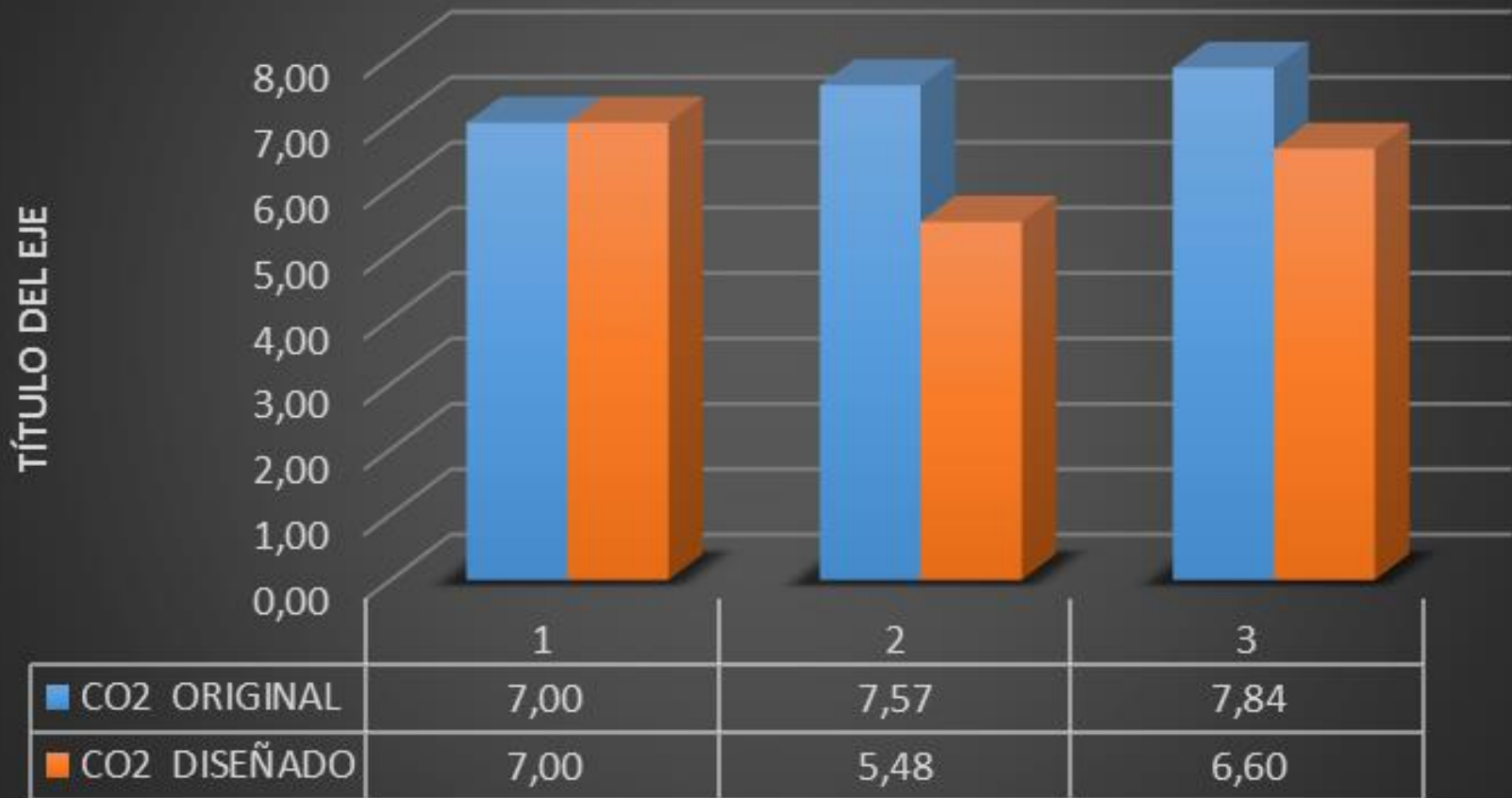
HIDROCARBUROS (HC ppm)



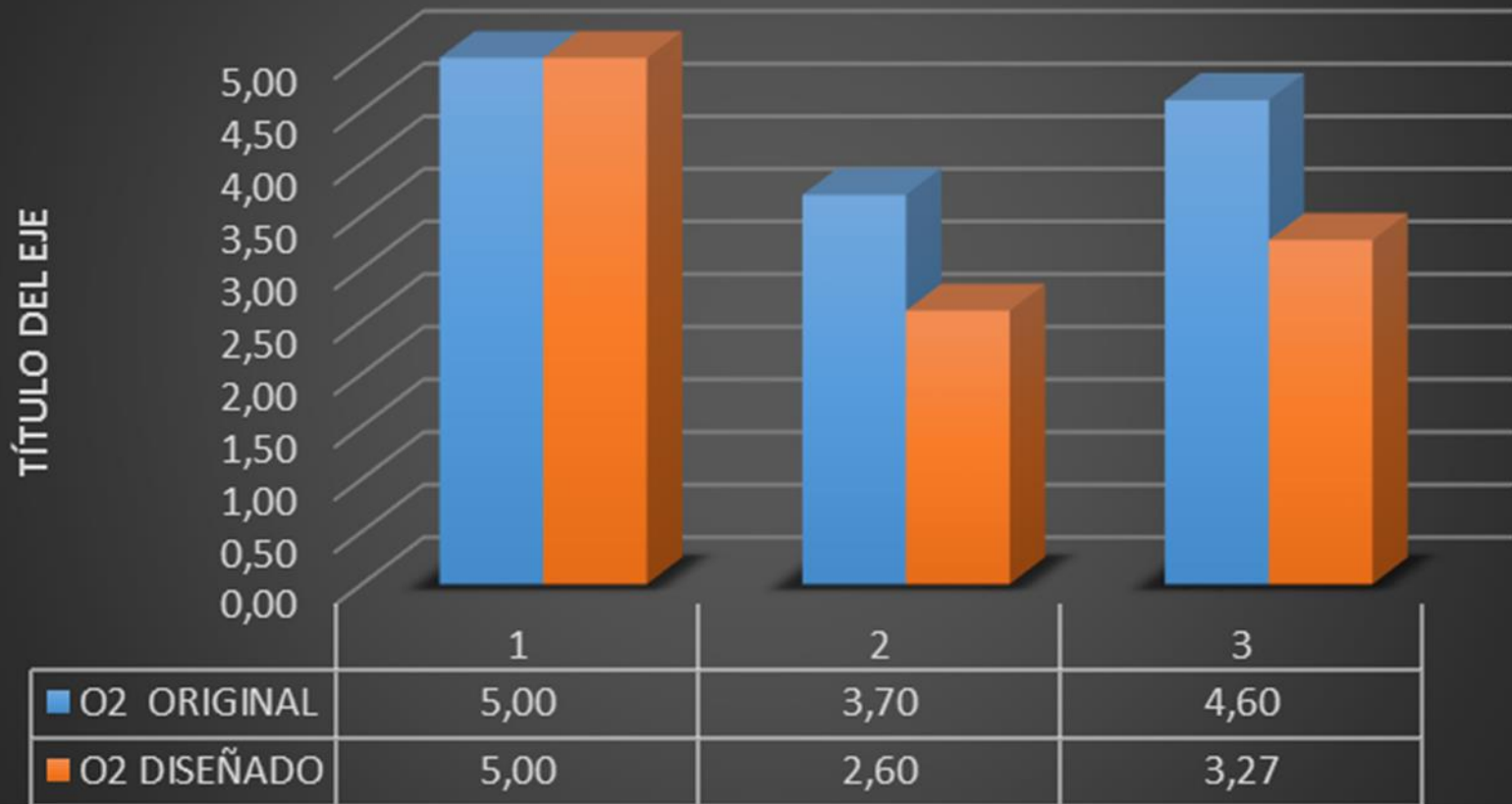
MONÓXIDO DE CARBONO (CO%)



DIÓXIDO DE CARBONO (CO2 %)



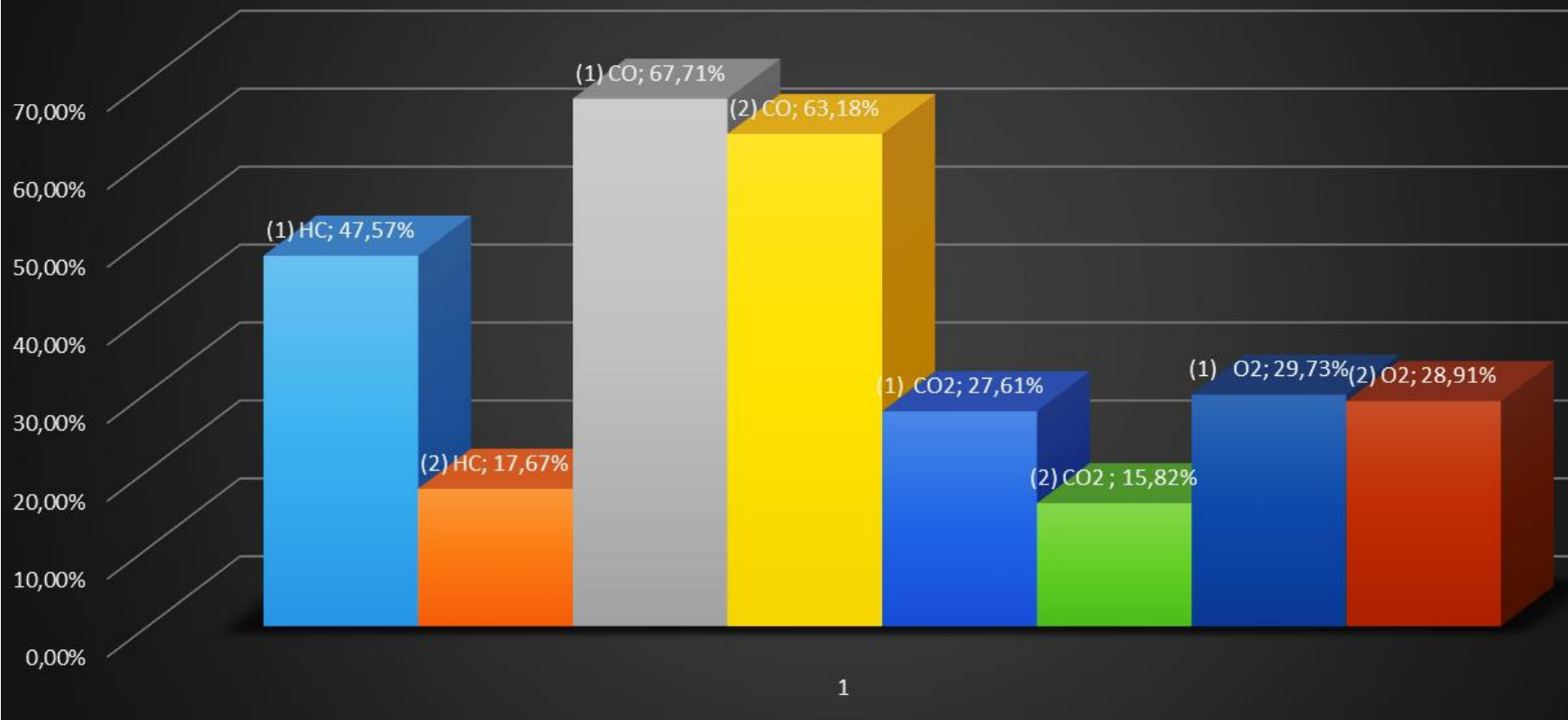
OXÍGENO (O₂ %)



| No. Prueba | HC | CO | CO ₂ | O ₂ | REGIMEN MOTOR | TEMPERATURA |
|---------------|---------|--------|-----------------|----------------|---------------|-------------|
| UNIDAD | (ppm) | (%Vol) | (%Vol) | (%Vol) | (RPM) | (°C) |
| 1 | 1785,00 | 0,34 | -1,86 | 2,72 | 1403-1472 | 87-88 |
| 2 | 305,00 | -3,05 | 0,24 | 1,33 | 1556-1547 | 89-90 |

| Gas contaminante | Prueba 1 | Prueba 2 | PROMEDIO |
|-----------------------|----------|----------|----------|
| HC | 47,57% | 17,67% | 32,62% |
| CO | 67,71% | 63,18% | 65,45% |
| CO₂ | 27,61% | 15,82% | 21,71% |
| O₂ | 29,73% | 28,91% | 29,32% |

VARIACIÓN DE GASES CONTAMINANTES



CONCLUSIONES

- La investigación teórica se basó en tesis de doctorado y en libros en idioma inglés, esto debido a la complejidad de los fenómenos físicos que ocurren durante la admisión de aire y combustible.
- Para la selección de los componentes en la implementación del sistema de inyección se tomó como base las características del motor mono cilíndrico 200 cc dadas por el fabricante y la disponibilidad en el mercado local.
- Se demostró que el material Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) utilizado en la fabricación del ducto de admisión es lo suficientemente resistente y la mejor opción, ya que su costo es bajo y la disponibilidad en el mercado es variada.
- La tecnología de impresión 3D utilizada para la fabricación del ducto de admisión permitió la capacidad de diseñar partes con geometrías totalmente irregulares, tolerancias mínimas, además de ahorrar tiempo y dinero.

- El aire que ingresa al cilindro por el ducto de admisión tiene una relación directa con el rendimiento volumétrico.
- El rendimiento volumétrico calculado con el sistema original de admisión posee una curva irregular a lo largo de los diferentes regímenes del motor, a tal punto que presenta una gran deficiencia de rendimiento volumétrico a bajas revoluciones desde 1200 rpm – 6000 rpm, después de cruzar este régimen el rendimiento volumétrico aumenta considerablemente hasta llegar a encontrarse en plena carga (9000 rpm)
- El rendimiento volumétrico simulado con el sistema diseñado de admisión posee una curva regular a lo largo de los diferentes regímenes del motor, logrando así una mejoría en promedio de 3,79%
- La elaboración de diferentes modelos de ductos de admisión analizados en Solid Works fluid simulation, permite desarrollar análisis del flujo de aire a una presión y temperatura determinada para poder entender cómo se comportan las líneas de este flujo desde el ingreso hasta la salida de los diferentes ductos, pudiendo así seleccionar el que mejor rendimiento volumétrico entregue a la salida.

- Al cambiar el sistema de carburación (original de la motocicleta) por el sistema de inyección electrónica (objeto de este estudio) evidenció una reducción de 5,49% en cuanto al consumo de combustible.
- El sistema de admisión aire / combustible diseñado permitió una reducción promedio de 32,62% en los Hidrocarburos (HC), 65,45% en el monóxido de carbono (CO), 29,32% en el oxígeno (O₂), 21,71% en el dióxido de carbono (CO₂) todo esto con relación al sistema de admisión original.
- La puesta en marcha de la motocicleta evidenció que el sistema de inyección por Velocidad-Densidad no es adecuado para su implementación en motores de baja cilindrada debido a que la variación de presión dentro del ducto es muy pequeña y por lo tanto no puede ser detectada por el sensor MAP provocando que el motor se encuentre acelerado.
- El sistema de inyección por Alfa-N presentó una mejoría en el desempeño del motor a pesar de presentar inestabilidad a altos regímenes, esto debido a que el caudal de aire que ingresa no es posible medir con el sistema adoptado en este estudio.

- La potencia con el sistema de admisión diseñado presenta un aumento de 5,19 Hp con relación al sistema de admisión original a 7100 rpm.
- El torque con el sistema de admisión diseñado presenta un aumento 5,71 N-m (4,21 ft-lb) con relación al sistema de admisión original a las 6000 rpm.

RECOMEDACIONES

- Realizar comprobaciones y ajustes a todos los equipos de medición antes de iniciar las prueba
- Para calibrar el sistema Alfa-N es necesario contar con un dinamómetro para realizar numerosas pruebas con el fin de calibrar el sistema adecuadamente y tener incrementos en la potencia y torque.
- Para implementar el sistema de inyección Velocidad-Densidad de aire es necesario contar con un sensor MAF de tamaño adecuado en cuanto a la toma de admisión del motor.
- Utilizar una bomba de alimentación de combustible externa, para evitar realizar adaptaciones en el tanque de combustible.

- Aislar de forma correcta el arnés de cables con el fin de no tener cortocircuitos.
- Utilizar acoples a diferentes grados de inclinación para evitar doblar mangueras y ocasionar una obstrucción en las líneas de alimentación de combustible.

GRACIAS

*Piensa como adulto,
vive como joven,
aconseja como anciano
y nunca dejes de soñar como niño*

Anónimo



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA