

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGIYA Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**“ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS COLECTORES DE
ADMISIÓN DE GEOMETRÍA VARIABLE SOBRE LAS
EMISIONES DE GASES DE ESCAPE EN UN MOTOR
MONOCILINDRICO 4 TIEMPOS”**

**AUTORES: CAJAS LOPEZ, ADRIAN SANTIAGO
MENESES CHALCUALAN, RUTH IRENE**

DIRECTOR: ING. MENA NAVARRETE, LUIS ANTONIO

LATACUNGA 2019



OBJETIVO GENERAL

- Estudiar el efecto de los colectores de admisión de geometría variable sobre las emisiones de gases de escape en un motor monocilíndrico de 4 tiempos



OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar información técnica proveniente de fuentes científicas inherentes al diseño de colectores de admisión.
- Determinar la geometría de los colectores basados en estudios inherentes al tema de investigación.
- Establecer la cantidad y características básicas de colectores a estudiar basados en la bibliografía analizada.



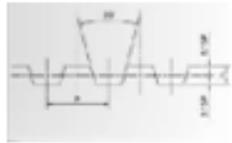
- Modelar los colectores de admisión mediante la utilización de software CAD
- Analizar el flujo de la carga fresca que ingresa al M.C.I. usando software CFD de cada colector diseñado.
- Manufacturar y ensamblar cada colector de admisión, previamente diseñados, en el motor KTM 250 RC.
- Establecer los parámetros y procedimientos de las pruebas de análisis de gases.
- Comparar los resultados obtenidos del analizador de gases utilizando cada uno de los colectores de admisión.



ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Colector	Material	Rugosidad	Emisiones	Motor de prueba
	PLA	Alta	Reduce	Diésel
	PLA	Alta	Reduce	Diésel
	PLA	Alta	Reduce	Diésel





Duralón

Alta

Reduce

Diésel

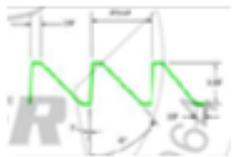


Duralón

Alta

Reduce

Diésel



Duralón

Alta

Reduce

Diésel

**Modificación
de volumen
del colector**

Acero /
Aluminio

Baja

Reduce

Diésel

**Inclinación
del colector**

Acero /
Aluminio

Baja

Incrementa

Diésel



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Acero /
Aluminio

Baja

Reduce

Gasolina



Acero /
Aluminio

Baja

Reduce

Gasolina



Acero /
Aluminio

Baja

Reduce

Gasolina



Acero /
Aluminio

Baja

Reduce

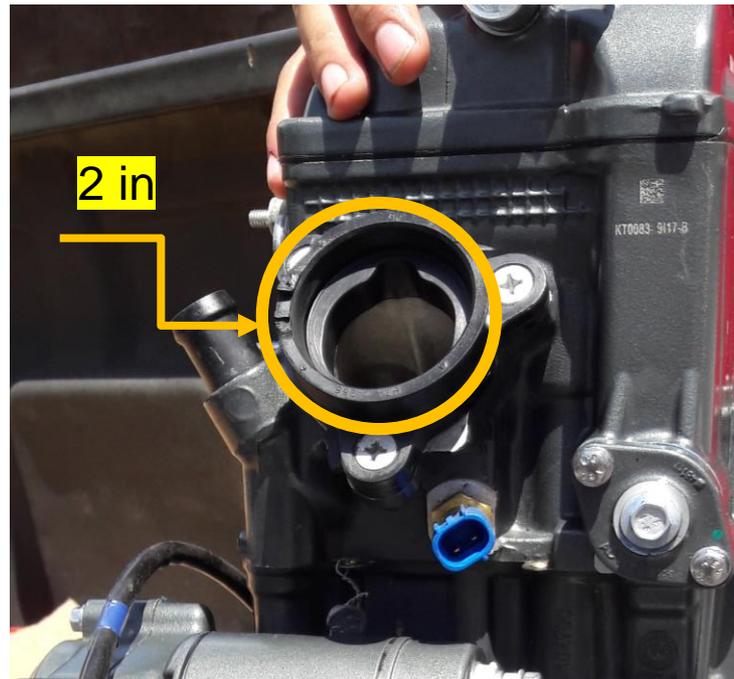
Gasolina



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DISEÑO GEOMÉTRICO

- Diámetro del colector



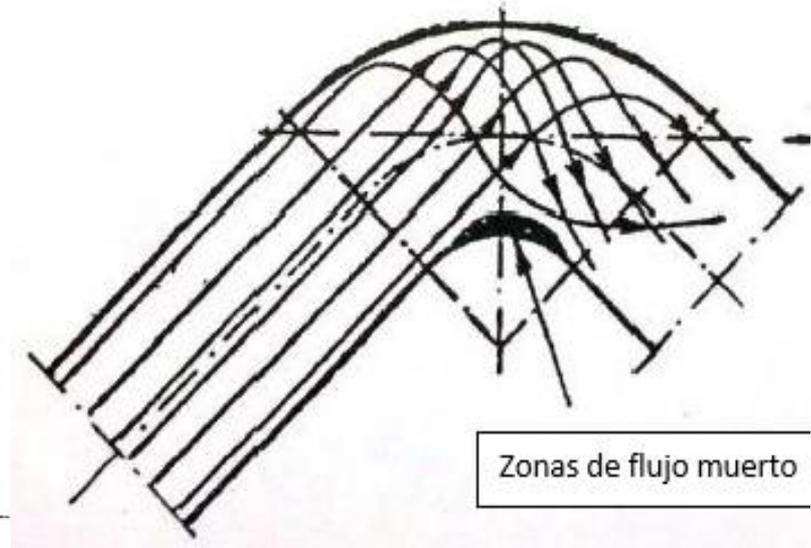
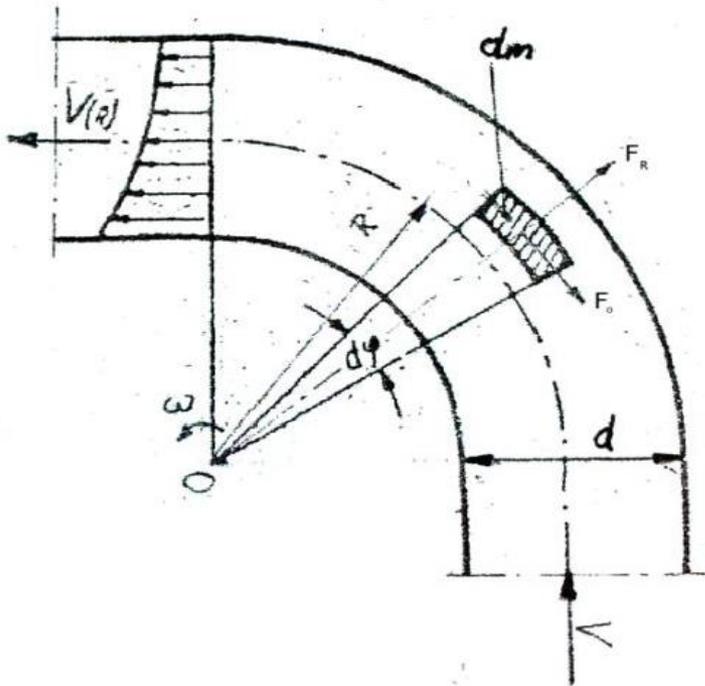
DISEÑO GEOMÉTRICO

- Forma del colector



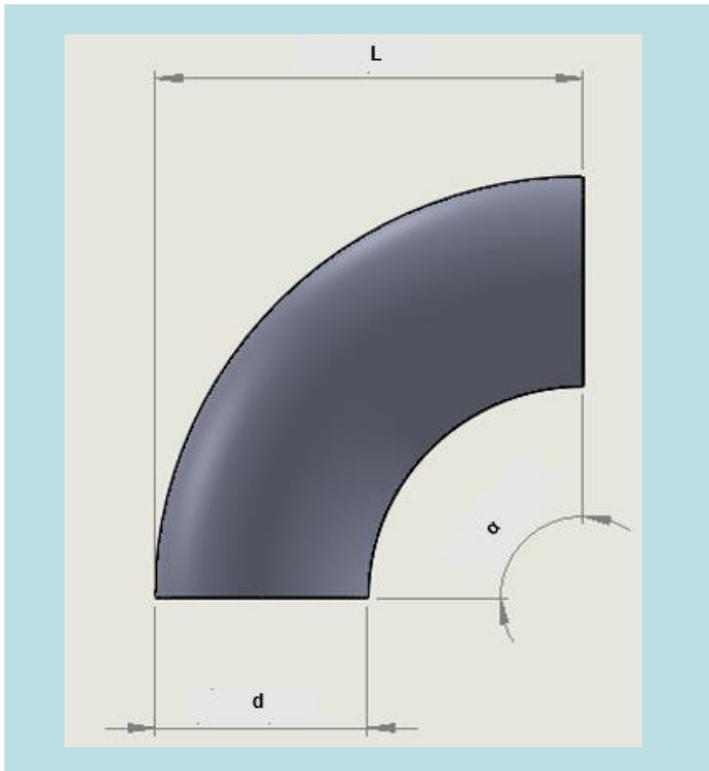
DISEÑO GEOMÉTRICO

- Flujo dentro una tubería curva



DISEÑO GEOMÉTRICO

- Forma del colector



Características

L = 106.40 mm

d = 2in = 50.8 mm

$\alpha = 90^\circ$

Radio interno: 106.40 mm

Radio externo: 53.60 mm

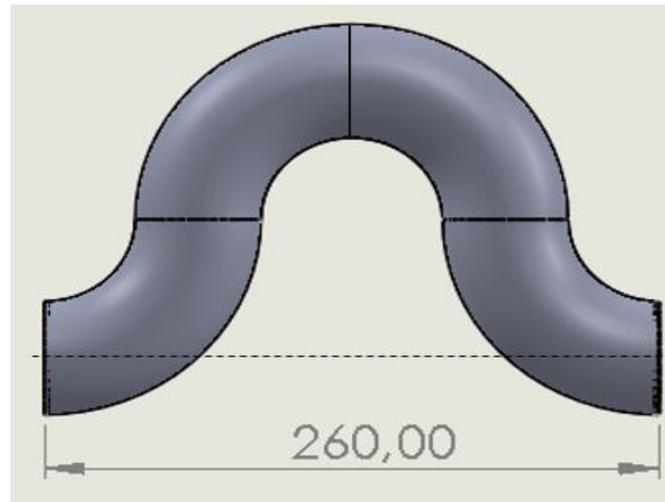
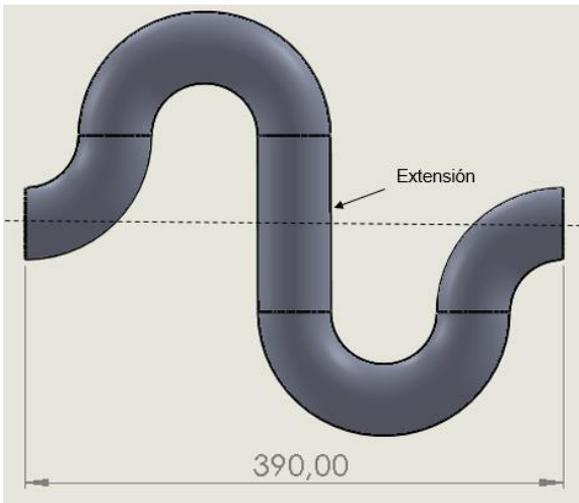
Material: acero inoxidable
SUS SS316

Espesor: 2 mm



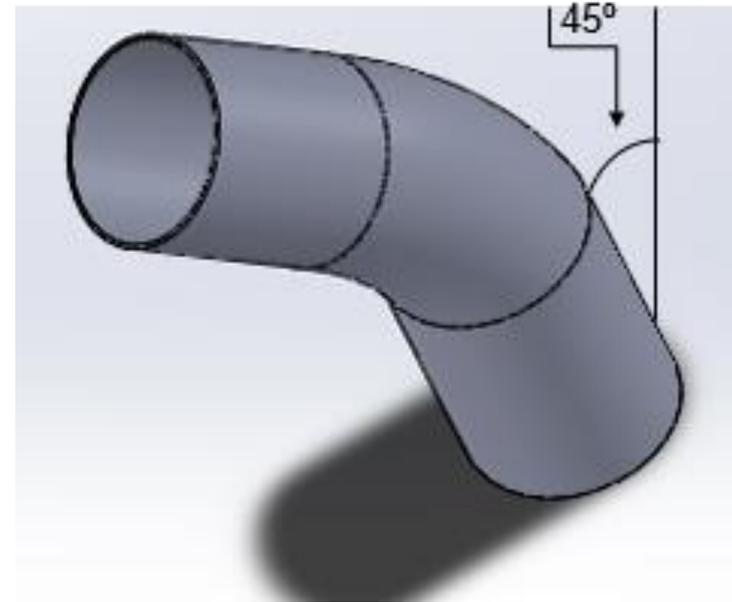
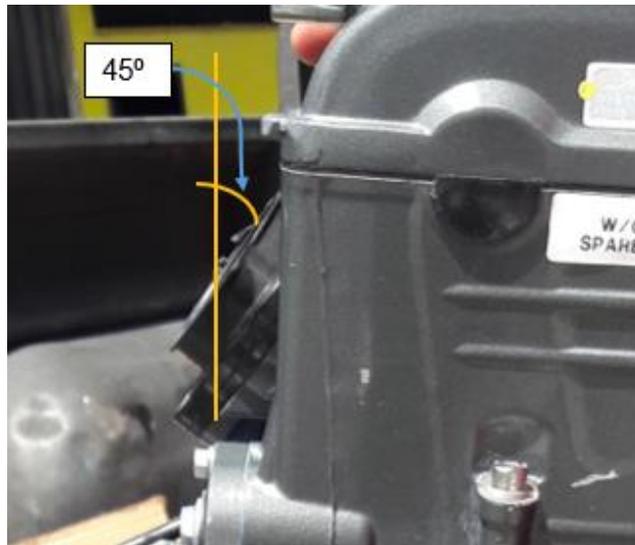
DISEÑO GEOMÉTRICO

- Longitud del colector



DISEÑO GEOMÉTRICO

Conexión al carburador



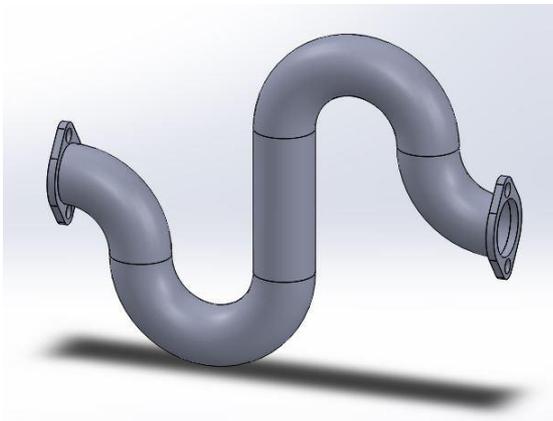
MODELACIÓN DE COLECTORES



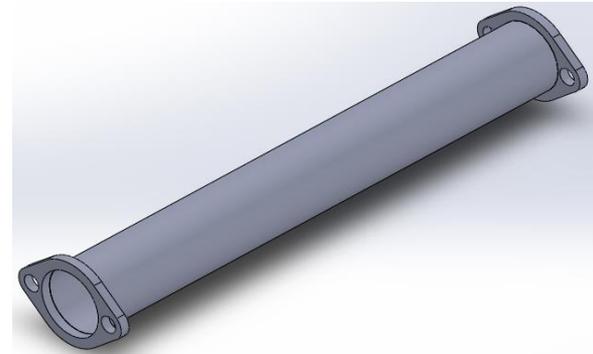
Curvo Corto



Recto Corto



Curvo Largo



Recto Largo



SIMULACIÓN CFD

- Cálculos para condiciones iniciales de simulación

$$Velocidad\ del\ fluido = \frac{cilindrada \cdot \frac{RPM}{2}}{\pi \cdot \frac{(Diámetro\ del\ conducto)^2}{4}}$$



SIMULACIÓN CFD

- Cálculos para condiciones iniciales de simulación

RPM del motor $\left(\frac{revol.}{min}\right)$	Velocidad del fluido $\left(\frac{m}{s}\right)$
Ralentí (800)	0,82230026
1500	1,54181299
2000	2,05575065
2500	2,56968832



SIMULACIÓN CFD

- Cálculos para condiciones iniciales de simulación

$$Caudal = \text{Área} \cdot \text{velocidad del flujo}$$

$$Caudal \text{ másico} = \text{caudal} \cdot \text{densidad del fluido}$$



SIMULACIÓN CFD

- Cálculo de caudales máxicos de aire

RPM del motor $\left(\frac{revol.}{min}\right)$	Caudal de aire $\left(\frac{kg}{s}\right)$
Ralentí (800)	0,00166667
1500	0,00382813
2000	0,00510417
2500	0,00638021



SIMULACIÓN CFD

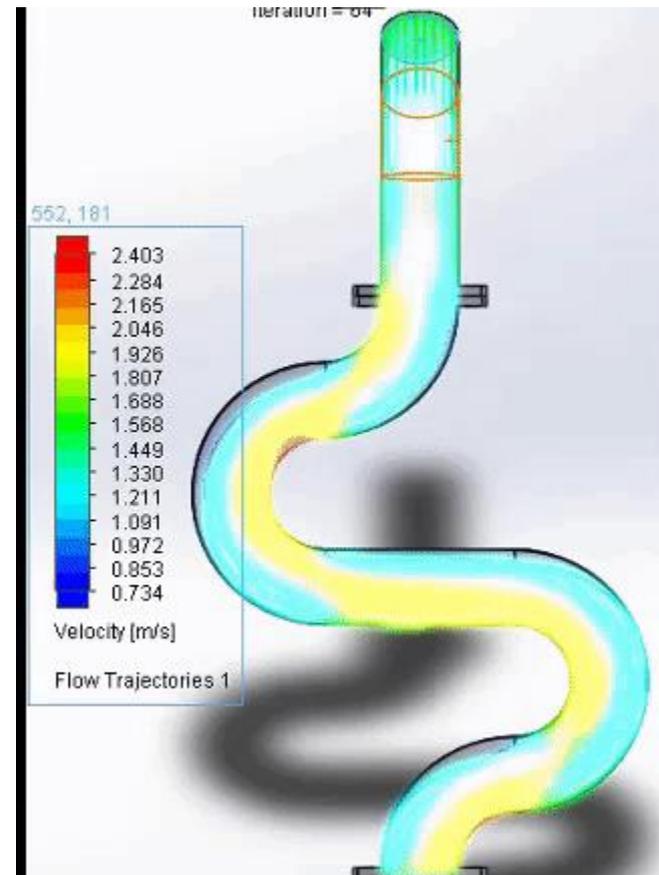
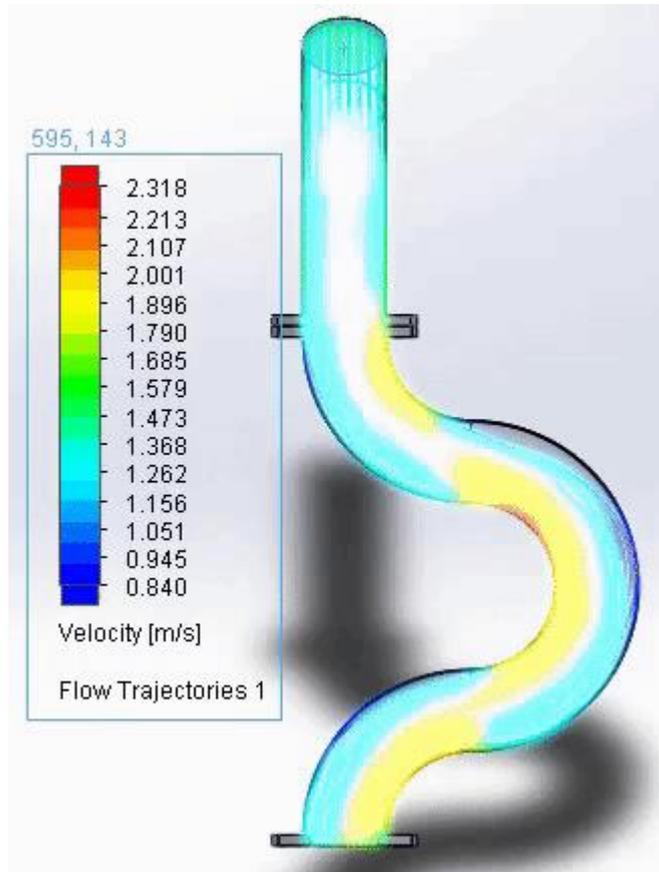
- Condiciones iniciales de simulación

Parámetro	Descripción o valor
Tipo de análisis	Interno
Fluido de análisis	Aire (Gas)
Condición térmica de las paredes	Pared adiabática
Rugosidad	Descartada
Presión atmosférica	103100 Pa
Temperatura ambiente	289,15 K
Gravedad	Si
Caudal de aire que ingresa al motor	Tabla anterior



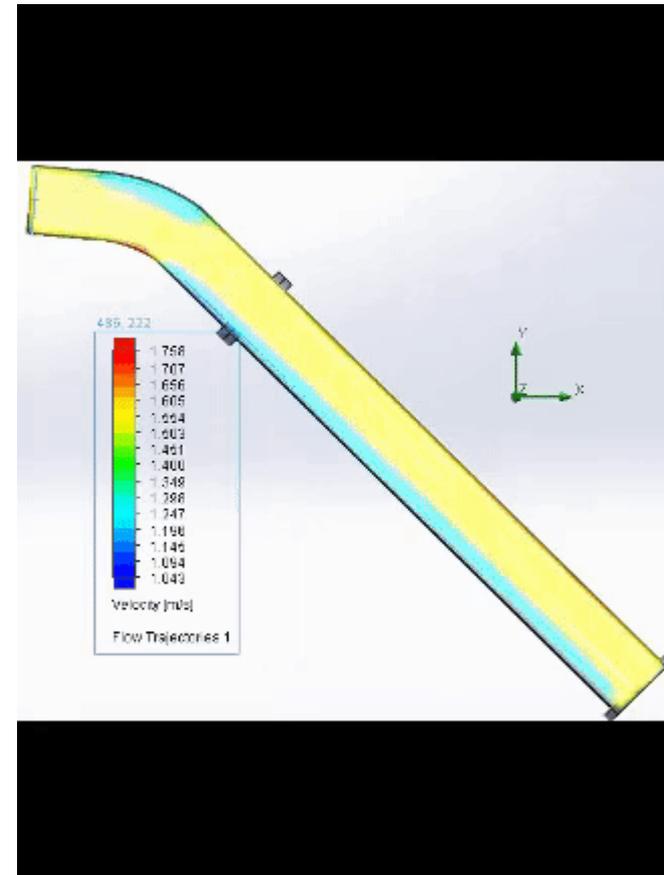
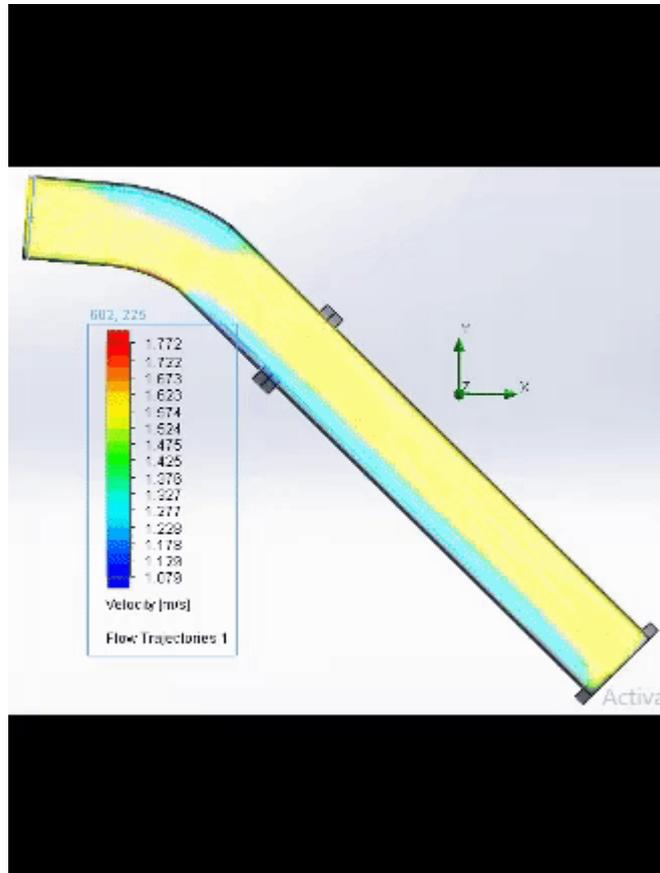
SIMULACIÓN CFD

- Simulaciones de colectores Curvos a 1500 RPM



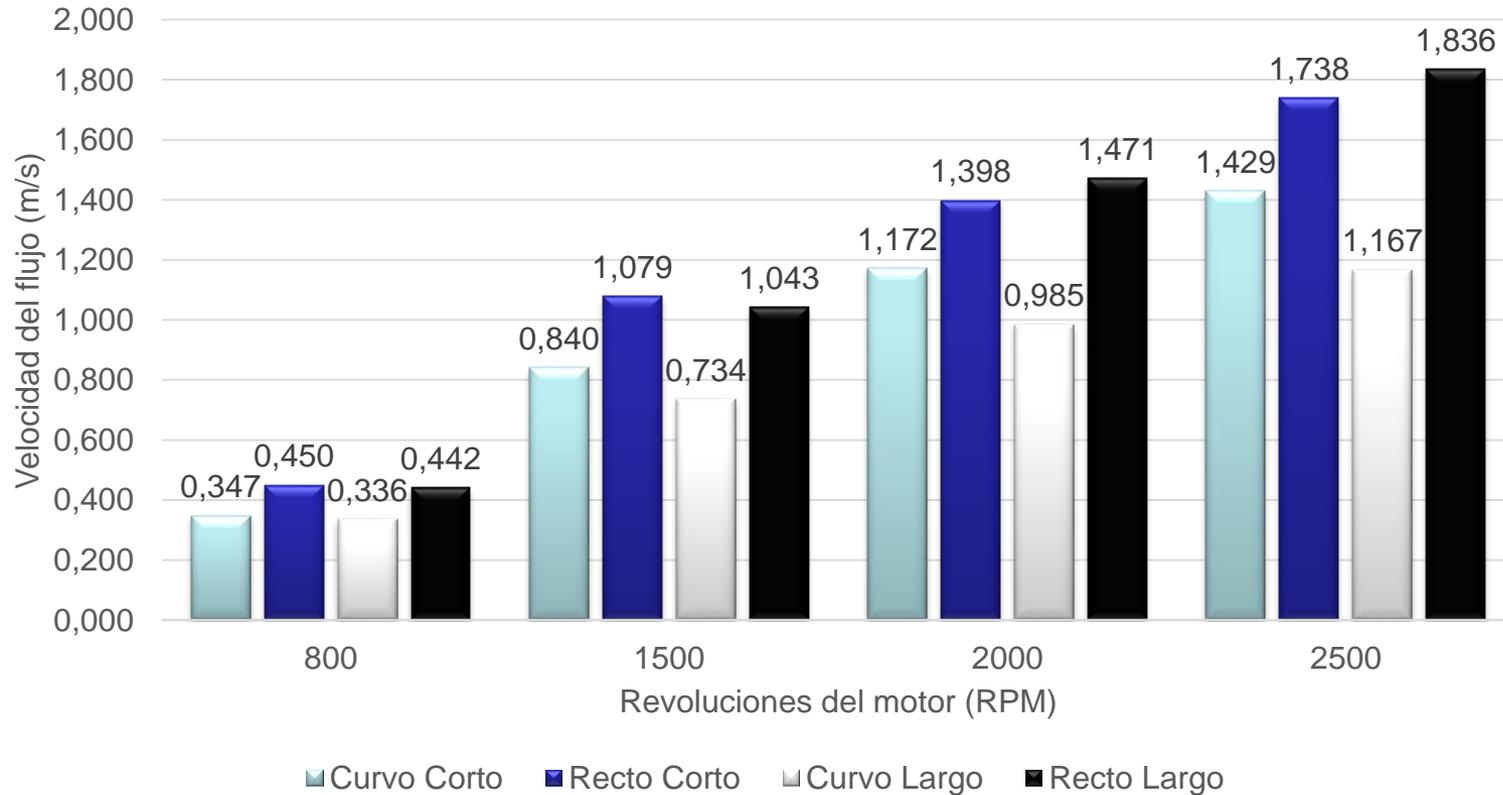
SIMULACIÓN CFD

- Simulaciones de colectores Rectos a 1500 RPM



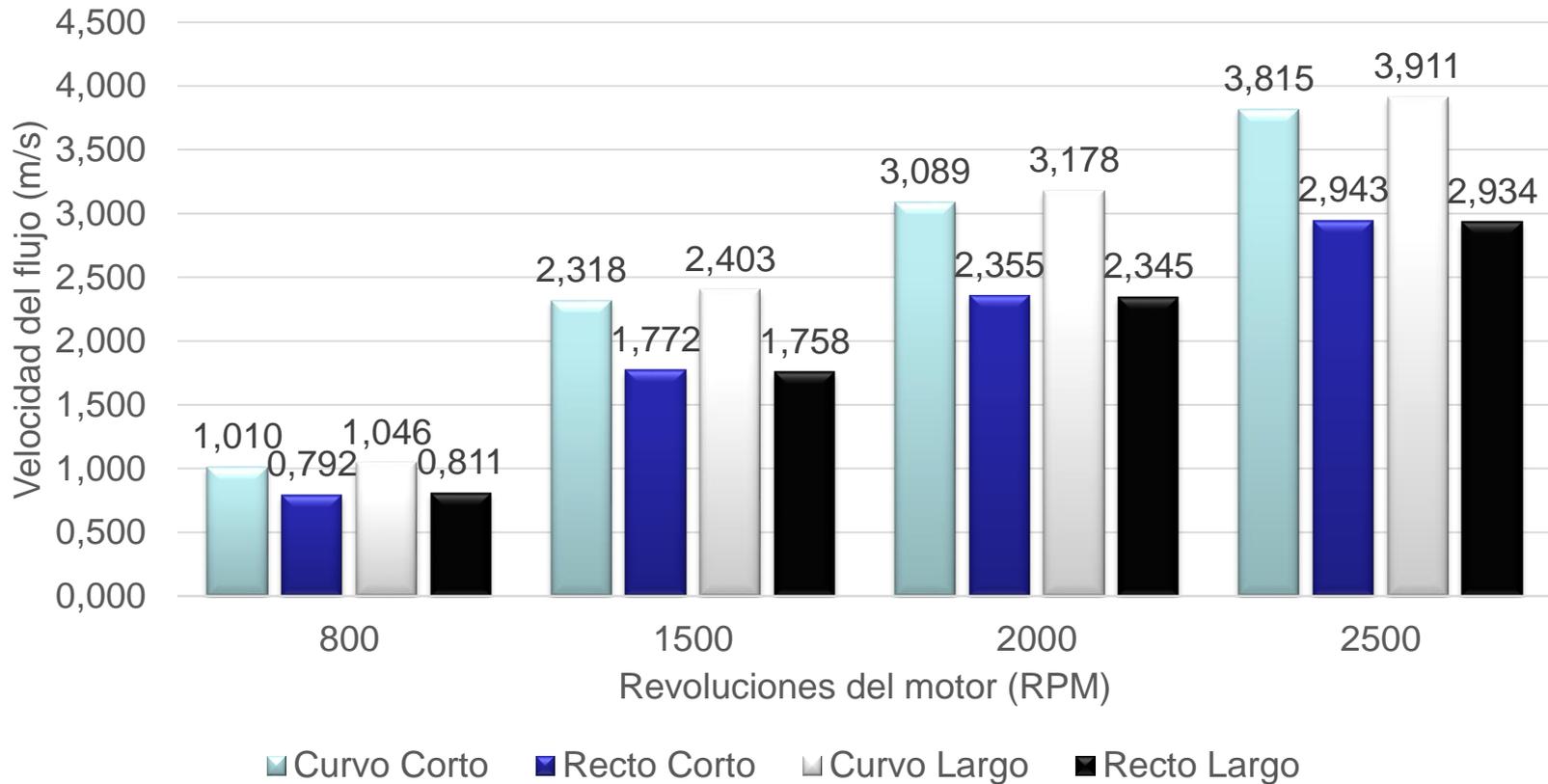
DATOS DE SIMULACIÓN

Velocidad mínima



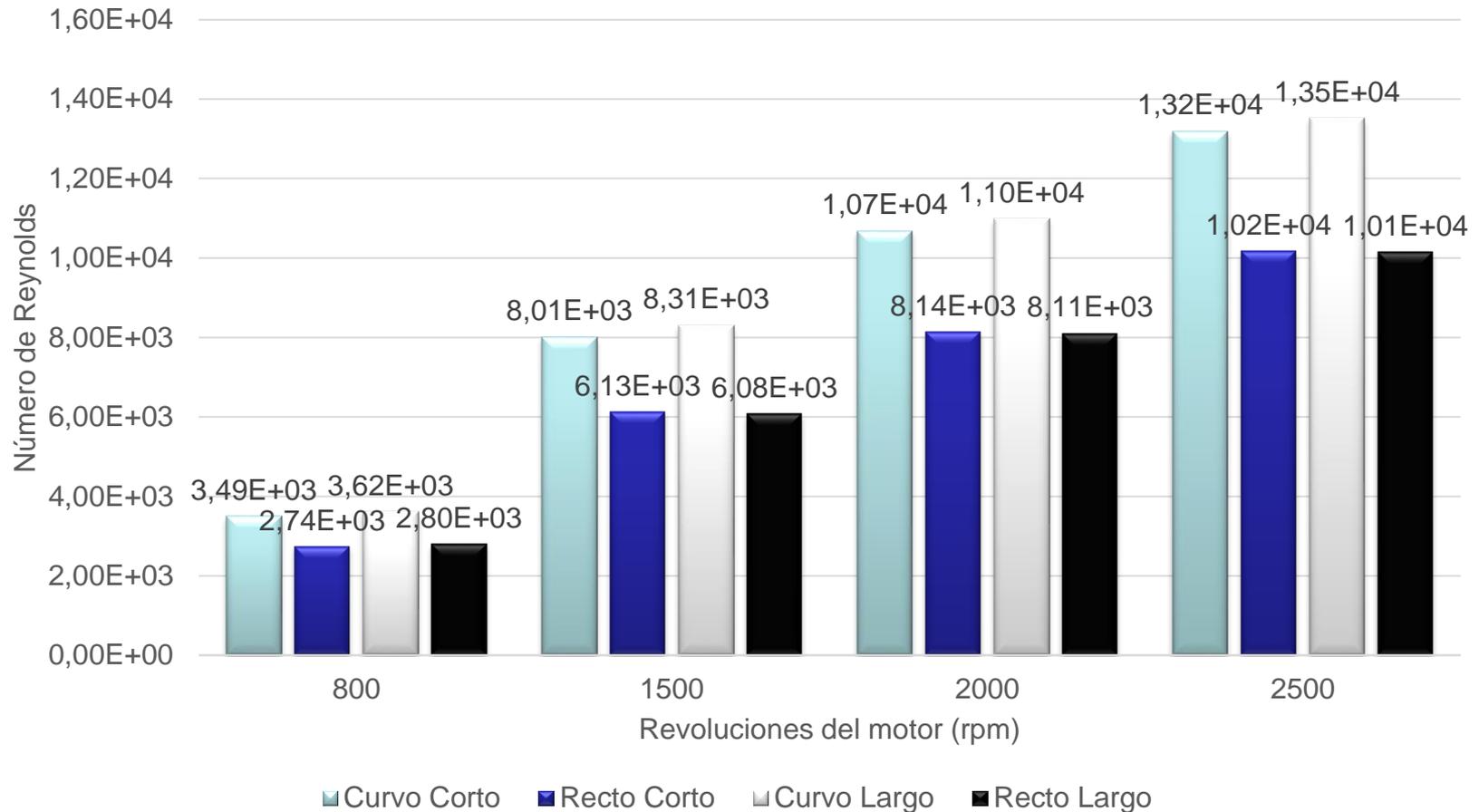
DATOS DE SIMULACIÓN

Velocidad máxima



DATOS DE SIMULACIÓN

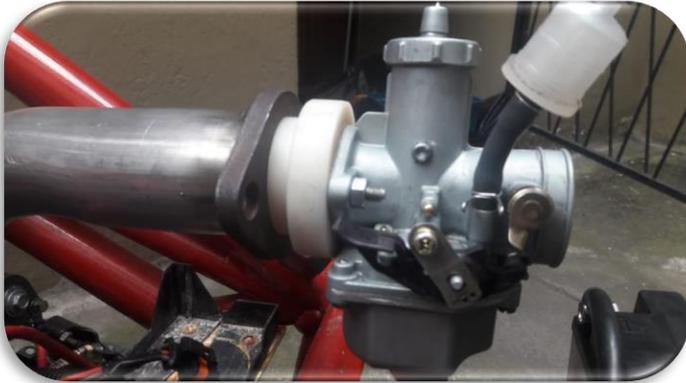
Índice de turbulencia



FABRICACION DE LOS COLECTORES



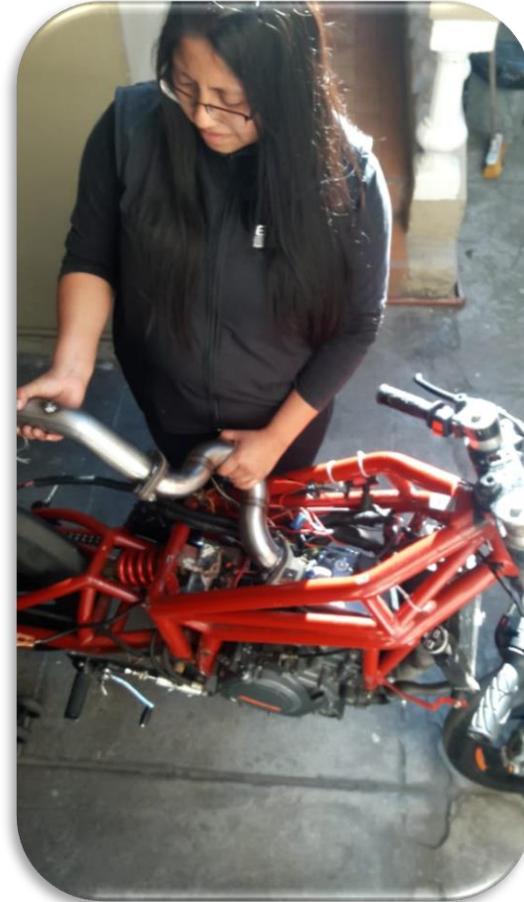
CONEXIONES DE LOS COLECTORES



ENSAMBAJE DE LOS COLECTORES RECTOS



ENSAMBAJE DE LOS COLECTORES CURVOS



NORMA INEN 136

Clasificación

8711.30.00.99

Los motores de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 250 cm³ pero inferior o igual a 500 cm³

Tipo de motor	CO (% V)	HC (ppm)
Todos	3.5	2000



ANALISIS DE GASES



RPM	CO (%)	HC (ppm)	CO2 (%)	NOx
Relanti	0.05	669	2	-
1500	0.07	314	1	-
2000	0.05	260	1.11	-
2500	0.06	243	1.19	-



CONDUCTOS RECTOS

RECTO CORTO

RPM	CO	HC	CO2	NOx
Ralentí (800)	0.04	593	2.15	-
1500	0.06	278	1.08	-
2000	0.04	230	1.19	-
2500	0.05	215	1.28	-

RECTO LARGO

RPM	CO	HC	CO2	NOx
Ralentí (800)	0.04	562	2.15	-
1500	0.06	264	1.07	-
2000	0.04	218	1.19	-
2500	0.05	204	1.28	-



CONDUCTOS CURVOS

CURVO CORTO

RPM	CO	HC	CO2	NOx
Ralentí (800)	0.05	669	1.95	-
1500	0.07	314	0.98	-
2000	0.05	260	1.08	-
2500	0.06	243	1.16	-

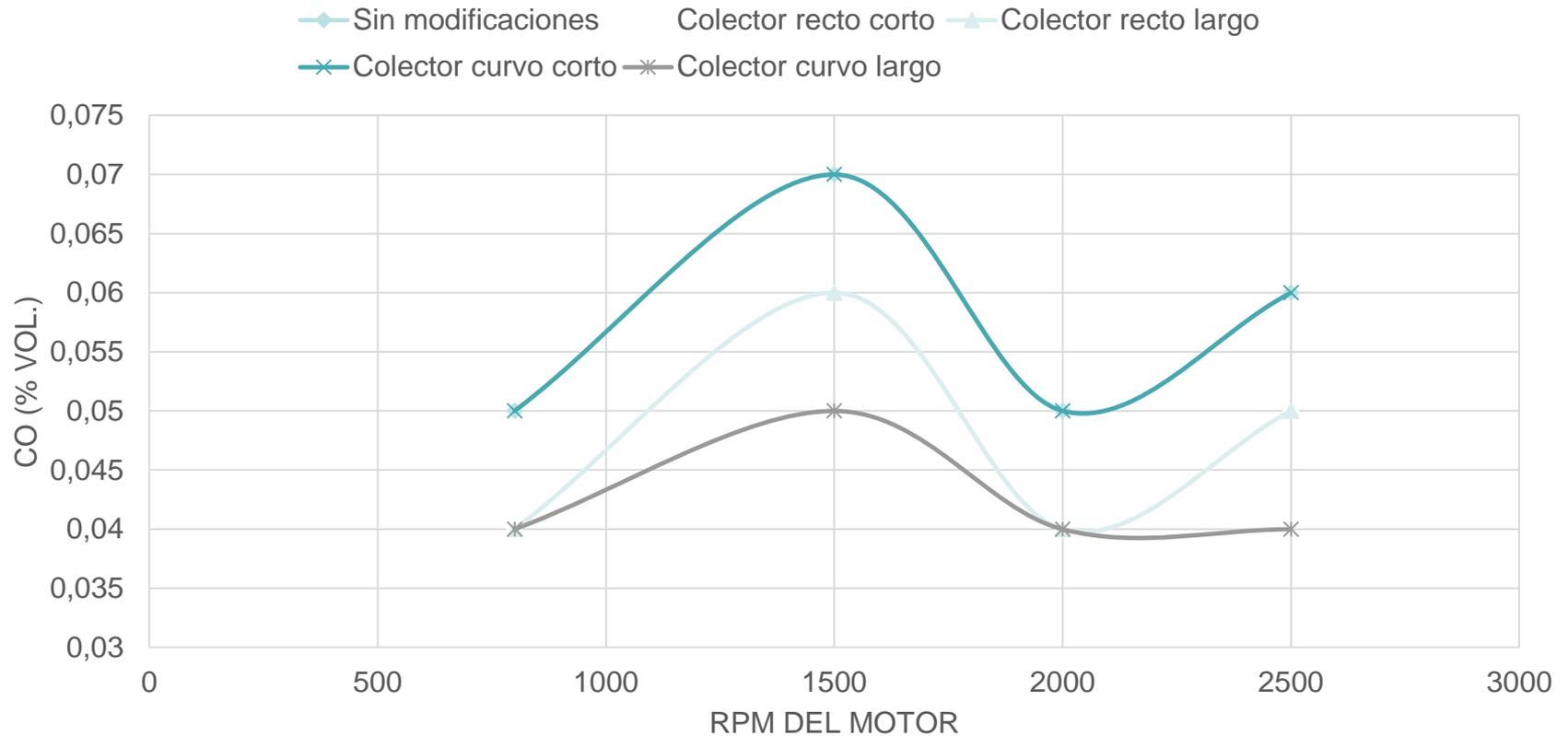
CURVO LARGO

RPM	CO	HC	CO2	NOx
Ralentí (800)	0.04	530	2.23	-
1500	0.05	249	1.12	-
2000	0.04	206	1.24	-
2500	0.04	193	1.33	-



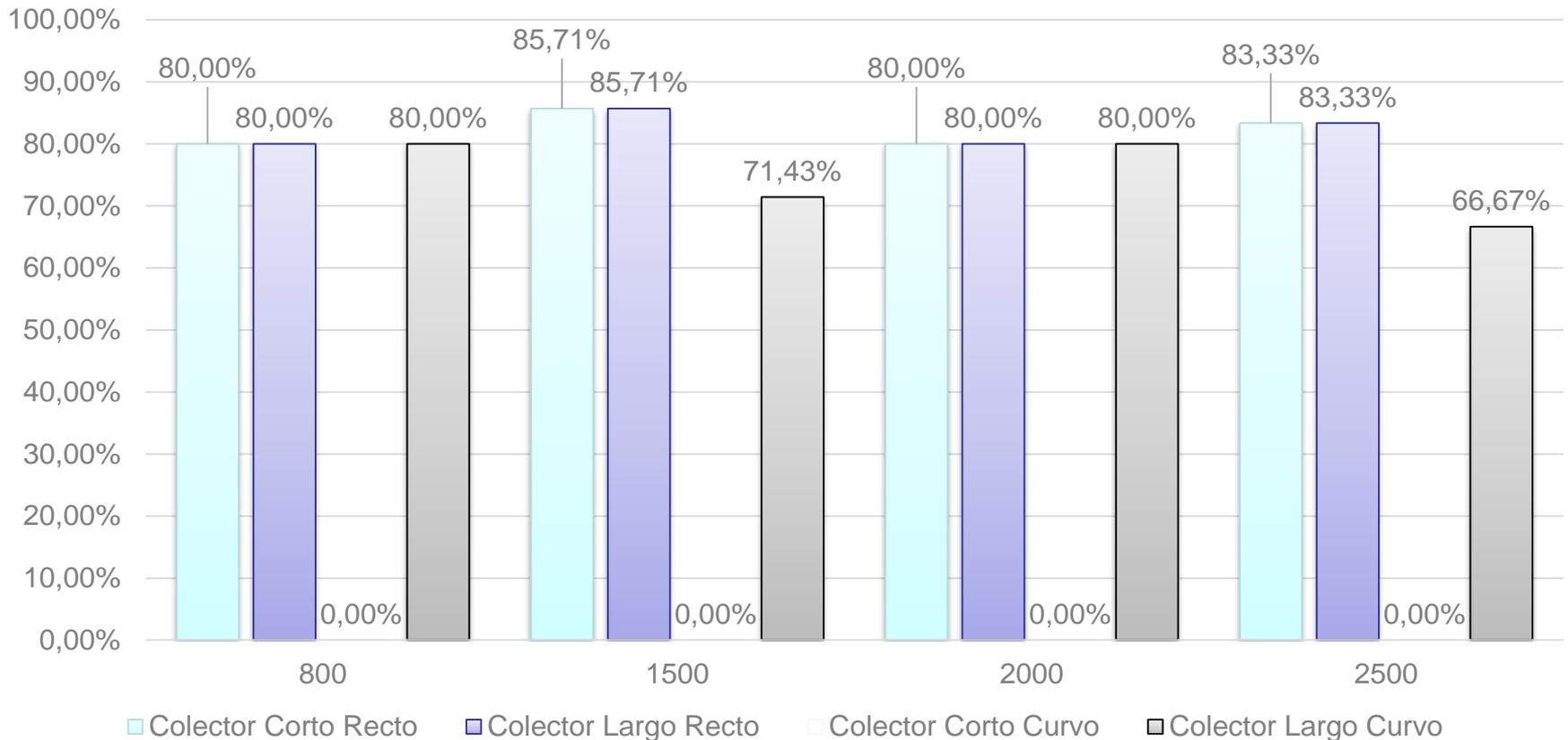
EMISIONES DE CO

EMISIONES CO



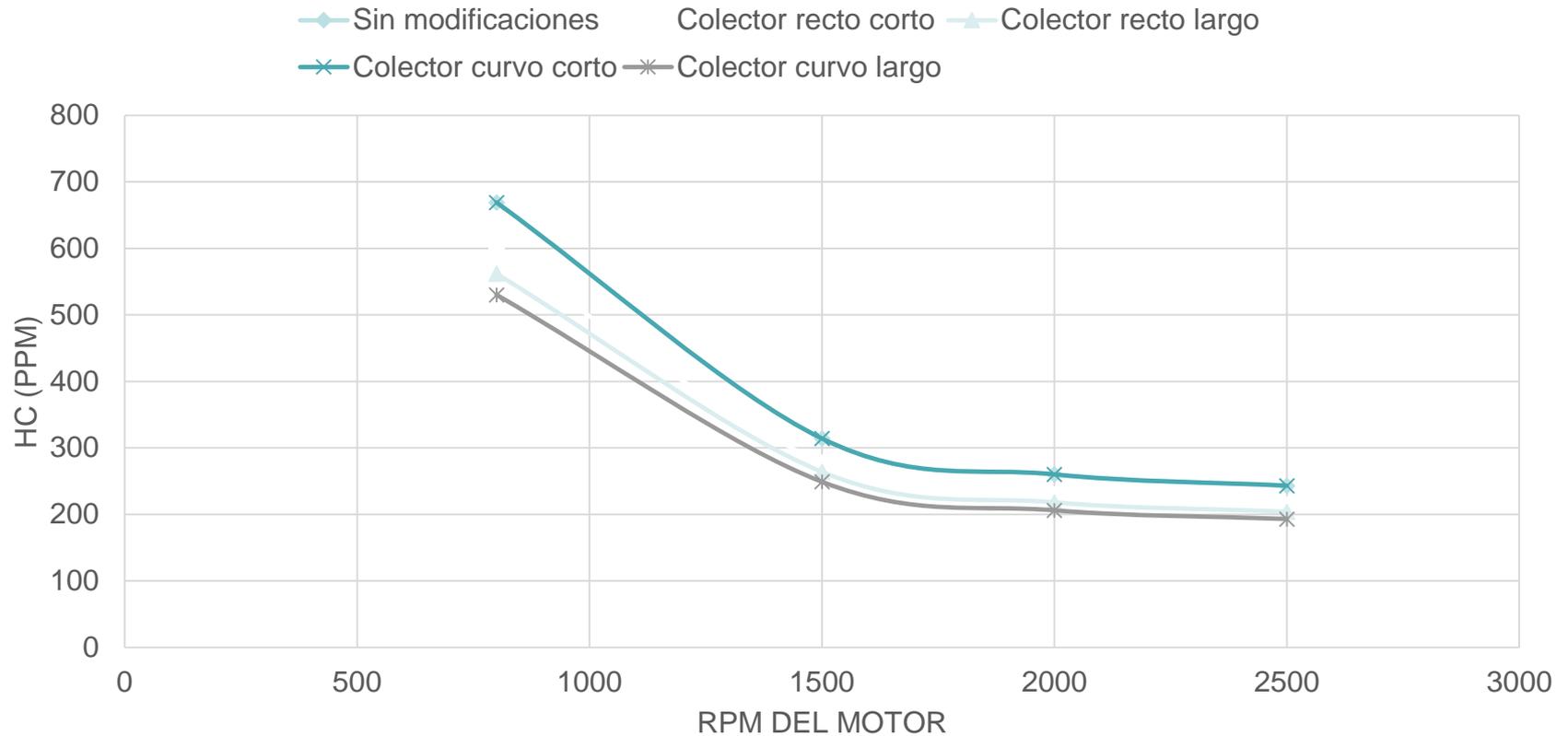
EMISIONES DE CO

Variación porcentual de CO



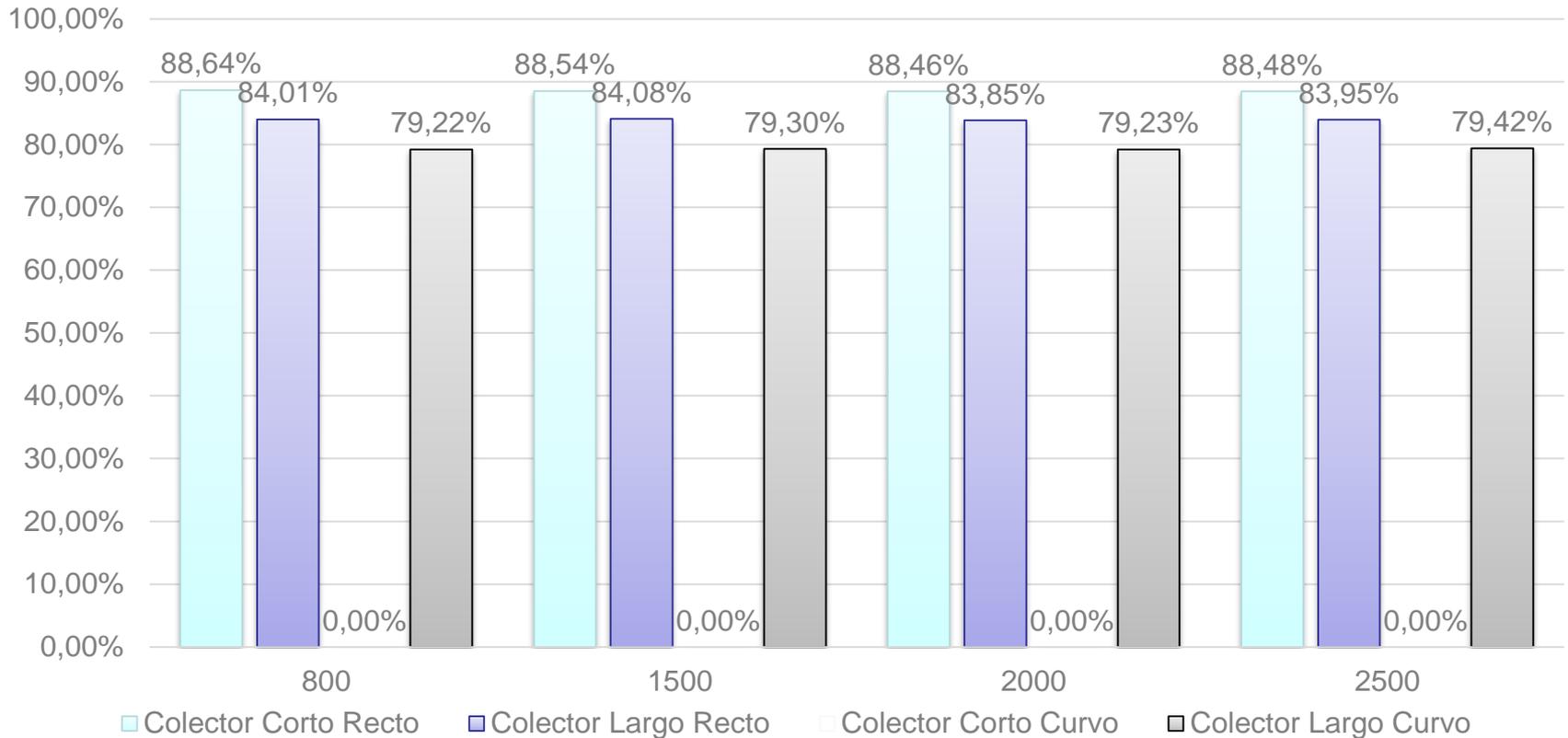
EMISIONES DE HC

EMISIONES HC



EMISIONES DE HC

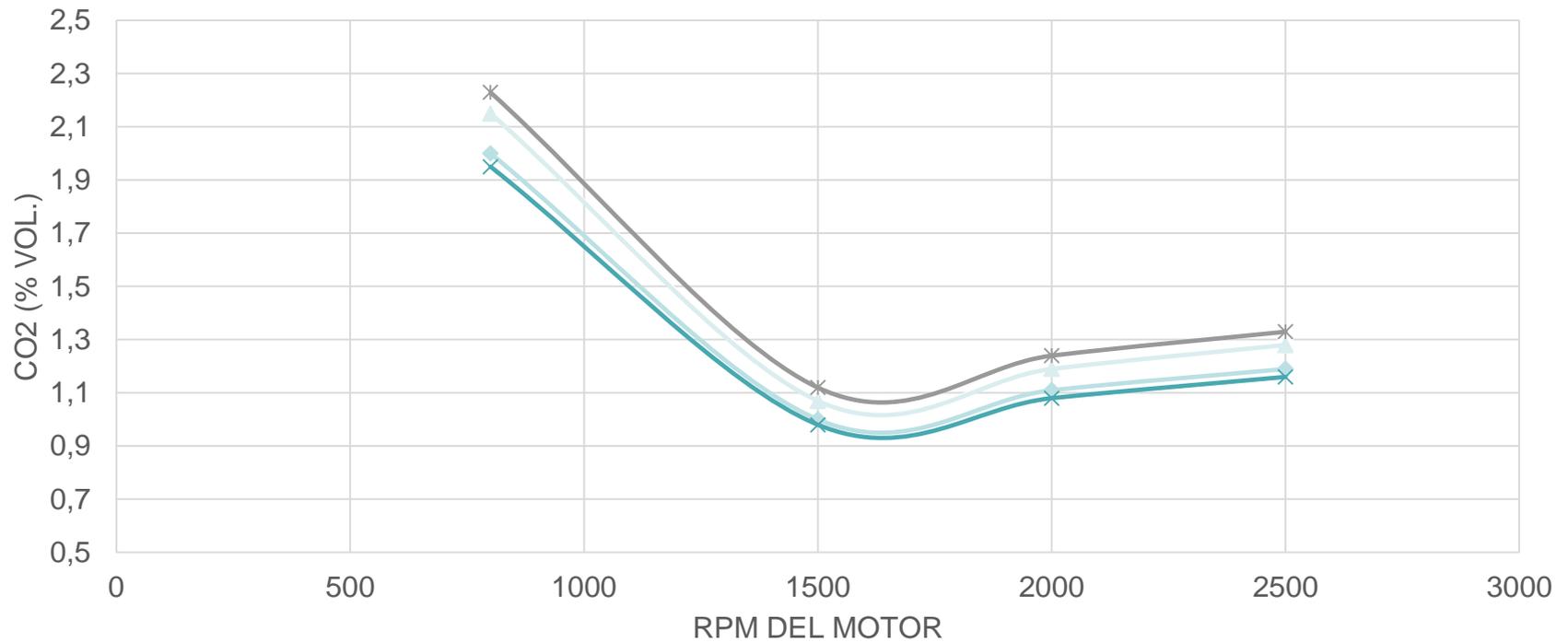
Variación porcentual de HC



EMISIONES DE CO2

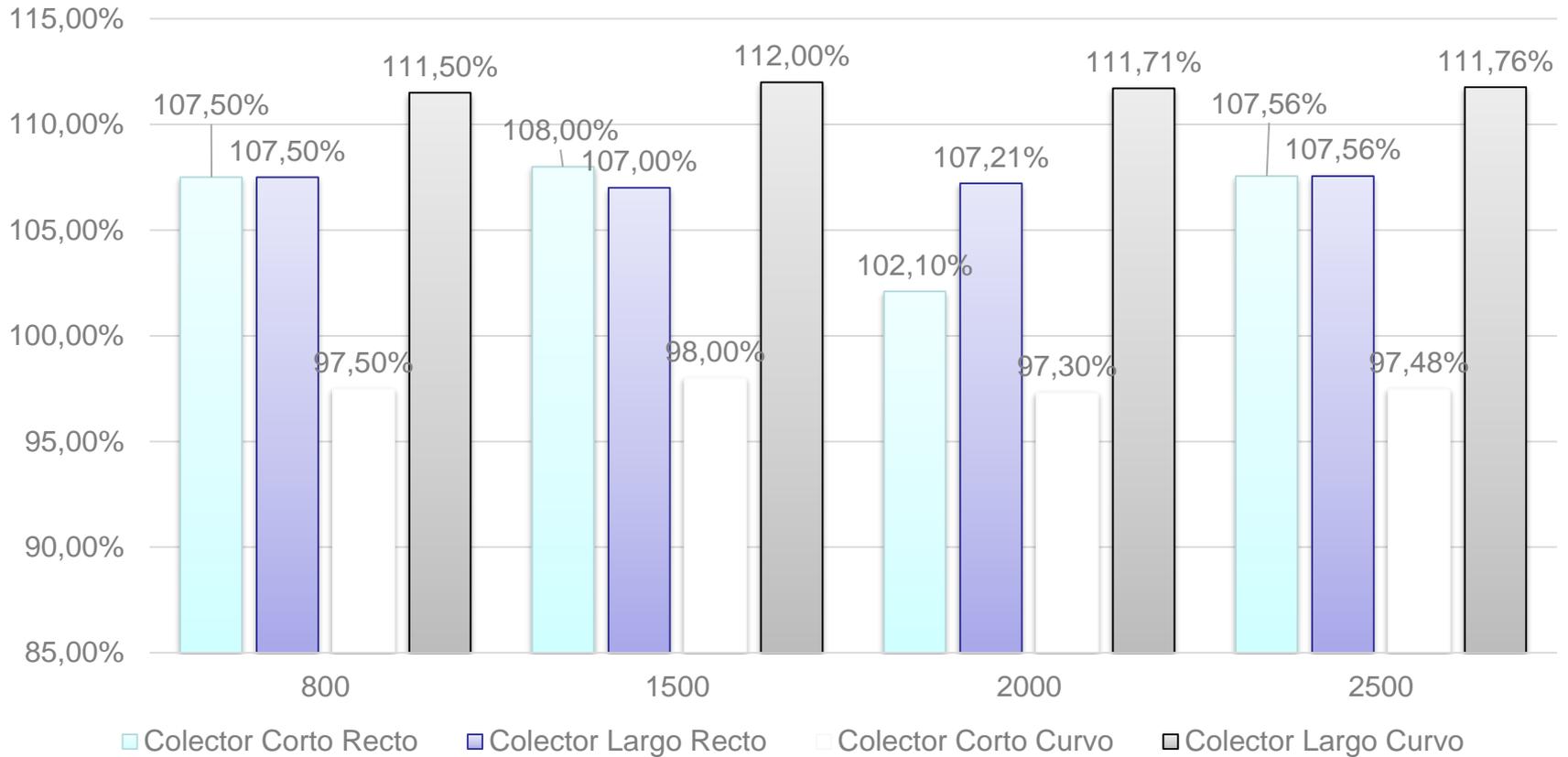
EMISIONES CO2

◆ Sin modificaciones Colector recto corto ▲ Colector recto largo
✕ Colector curvo corto * Colector curvo largo



EMISIONES DE CO2

Variación porcentual de CO2



CONCLUSIONES

- Con el presente trabajo de investigación se desarrolló el colector de admisión idóneo para la reducción de gases contaminantes de un motor de 4 tiempos monocilíndrico, de una moto KTM 250 RC, cumpliendo la totalidad de objetivos propuestos al inicio del proyecto.
- En el análisis CFD, los colectores curvos presentaron velocidades máximas más altas que los colectores rectos, superando un 24.54% a 32.07% a las 800 RPM, un 30.81% al 36.69% a las 1500 RPM, un 31.17% al 35.52% a las 2000 RPM y finalmente, un 29.63% al 33.3% a 2500 RPM.



CONCLUSIONES

- Los colectores curvos tienen velocidades mínimas inferiores a los colectores rectos. A ralentí, la velocidad del colector Curvo Largo es de 0.336 m/s a diferencia del colector Recto Largo que posee una velocidad mínima de 0.442 m/s. Al igual que sus respectivos homólogos, obteniendo el colector Curvo Corto y Recto Corto una velocidad mínima de 0.347 m/s y 0.450 m/s respectivamente. Este efecto se repite en cada una de las RPM estudiadas teniendo variaciones de hasta 33%, 47%, 49% y 57% a las 800, 1500, 2000 y 2500 RPM respectivamente.



CONCLUSIONES

- Para la fabricación de los colectores de admisión y al completar el proceso de selección técnico se optó por emplear la tubería circular de Acero Inoxidable AISI – 304 de 2 in y codos del mismo material a 45°, debido a que contienen un 0.07% de carbón, 2% de Manganeso, entre 17.5 y 19.5% de cromo lo cual hace que sus características de la mínima resistencia sea de 206.84 MPa, resistencia ultima a la tracción sea de 517.11 MPa, alargamiento a la rotura sea del 40% y una resistencia a la oxidación de 1650°F con circulación continua..



CONCLUSIONES

- Para la fabricación de los acoples de conexión tanto del motor como del carburador se empleó duralón, debido a la facilidad del montaje y desmontaje de los colectores en el motor.
- Al tener una mayor velocidad máxima, duplicando a la velocidad de ingreso del motor, los colectores curvos tienen magnitudes altas de números Reynolds en comparación a los colectores rectos. Es decir, que tiene una mayor oportunidad para intensificar la mezcla de aire/combustible.



CONCLUSIONES

- En el Colector Curvo Largo, los resultados obtenidos en la emisión de gases fueron los más eficaces en relación la reducción de los gases de CO en 33.33 %, de los HC en un 20.58 % y se vio un incremento considerable en las emisiones de gases de CO₂ hasta un 11.76 % más, a 2500 RPM, razón por la cual se observa que existe una combustión más completa.



RECOMENDACIONES

- Para próximas investigaciones se recomienda evaluar el comportamiento de los gases contaminantes generados por un monocilindrico de 2 tiempos, efectuando un análisis sobre la incidencia del aceite 2 tiempos en la emisión de gases.
- Para el diseño de los colectores de admisión, se recomienda realizar una variación en la longitud y la geometría de los mismos, a fin de analizar la turbulencia generada en el interior de dichos colectores, sin dejar apartado el estudio de la variación de emisiones de gases.



RECOMENDACIONES

- Investigar el uso de diferentes materiales y realizar el análisis correspondiente con respecto a la fabricación de los colectores, en base a ABS y PLA, materiales para impresión en 3D.
- Para futuros proyectos de investigación se recomienda variar el ángulo de inclinación de entrada de los colectores de admisión.



“Sabiduría ante todo: adquiere sabiduría: Y ante toda tu posesión adquiere inteligencia. Engrandécela, y ella te engrandecerá: Ella te honrará, cuando tú la hubieres abrazado.”

Proverbios 4: 7-8

