



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE FLUJO QUE INCIDEN EN LA SALIDA DE  
LOS GASES DEL SISTEMA DE ESCAPE EN EL MOTOR KTM RC 250 CC PARA  
LA V COMPETICIÓN INTERNACIONAL MOTO STUDENT”**

**AUTORES:**

**BARAHONA CÓRDOVA, JUAN FRANCISCO  
BARROS VELÁSQUEZ, JOSUÉ ABRAHAM**

**DIRECTOR DE TESIS**

**ING. MENA NAVARRETE LUIS ANTONIO**



# CONTENIDO

- 1 Antecedentes
- 2 Planteamiento del problema
- 3 Objetivos
- 4 Metas
- 5 Introducción
- 6 Desarrollo de la investigación
- 7 Conclusiones y Recomendaciones



# ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La información de análisis de gases de escape en nuestro medio con CFD (Computational Fluid Dynamics), para después del análisis pueda existir una construcción de un escape que cumpla las normas necesarias que pide una competencia internacional es escaso.



## OBJETIVO GENERAL

Analizar los parámetros de flujo que inciden en la salida de los gases del sistema de escape en el motor KTM RC 250 cc para la V Competición Internacional Moto Student.



# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fundamentar teóricamente el diseño del sistema de escape.
- Realizar los cálculos para el motor KTM 250 RC de presión y temperatura en cada ciclo del motor.
- Diseñar dos modelos del sistema de escape en el software SolidWorks.
- Simular dos modelos de sistema de escape en el software Ansys.
- Elegir el mejor prototipo con los resultados obtenidos mediante las simulaciones realizadas.



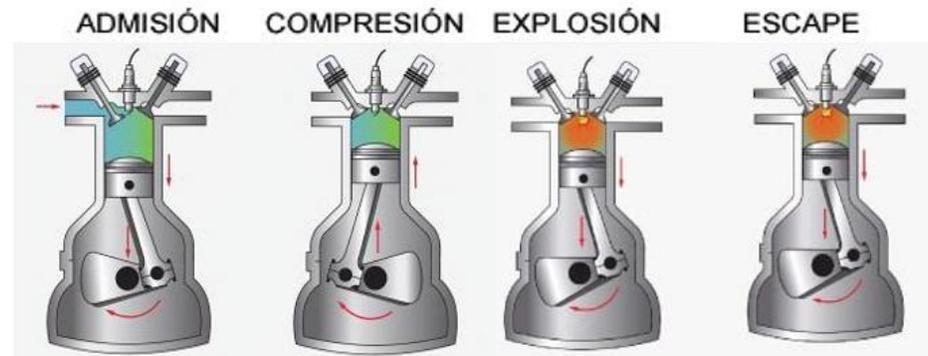
# META

Analizar dos prototipos de expulsión de gases con las cualidades necesarias para competir en un evento internacional.



# INTRODUCCIÓN: MOTOR A COMBUSTION INTERNA

Es un motor el cual el ciclo de trabajo se realiza en cuatro tiempos: el primer tiempo es admisión, el segundo tiempo es compresión, el tercer tiempo es trabajo, explosión o expansión y el cuarto tiempo es escape



# INTRODUCCIÓN: SISTEMA DE ESCAPE

El sistema de escape es el encargado de llevar los gases producidos por la explosión hacia al exterior de la cámara de combustión por medio del colector, catalizador, tubo de escape y silenciador.



# INTRODUCCIÓN: CÁLCULOS

Para empezar los cálculos se necesita saber los datos técnicos del motor KTM RC 250cc

*Especificaciones Motor KTM 250 RC*

Datos	Valor
Ciclo del motor	4 tiempos
Distribución	4 válvulas DOHC
Diámetro del cilindro	D=81mm
Carrera del cilindro	S=48.80mm
Relación de compresión	$\epsilon = 14,5$
Temperatura ambiente	T= 14 °C
Presión atmosférica	P= 1atm
Diámetro del conducto de escape	$\phi T_e = 50.8mm$

*Nota. Adaptado de Manual KTM 250 RC*



# INTRODUCCIÓN: CÁLCULOS

Según las ecuaciones de Jovaj se calcula los valores de temperatura y presión en cada ciclo de la siguiente tabla:

Ciclo	Presión (bar)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Temperatura (°K)	Ángulo de Giro del cigüeñal (°)
Ambiente	0.7018	0.0000	287.15	0
Admisión	0.6982	270.0934	331.0827	180
Compresión	38.3803	18.6271	1255.12	360
Expansión	86.0790	18.6271	2614.8017	540
Escape	1.8883	270.0934	831.7372	720



# INTRODUCCIÓN: CÁLCULOS

Según Ganesan, se calcula la velocidad del fluido se mide en m/s y tendrá un valor variable que son las RPM como en la siguiente tabla

RPM	$V_f$ (m/s)
3000	3,1017
7250	7,4958
9000	9,3052
13000	13,4408



# DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

1

PROCESO DE DISEÑO

2

DISEÑO

3

SIMULACIÓN EN ANSYS

4

SIMULACIÓN EN SOLIDWORK



# *Crterios generales para el diseo de un escape*

El colector de escape es una pieza fundamental en el proceso de escape de los gases resultantes de la combustin. Adem1s de diseoarlo para que cumpla correctamente con sus funciones, la forma del colector est1 supeditada a varios factores externos:

- Arquitectura del motor
- Las caracter1sticas espec1ficas de cada motor
- De la presencia de sistemas auxiliares
- Limitaciones geom1tricas



# DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

1

PROCESO DE DISEÑO

2

DISEÑO

3

SIMULACIÓN EN ANSYS

4

SIMULACIÓN EN SOLIDWORK



## **Longitud del tubo de escape**

La longitud del modelo A se considera la distancia desde el múltiple de escape hasta la parte inferior del motor.

La longitud del modelo B se considera similar al modelo original de la Moto KTM 250 RC, desde el múltiple de escape hasta la parte posterior.

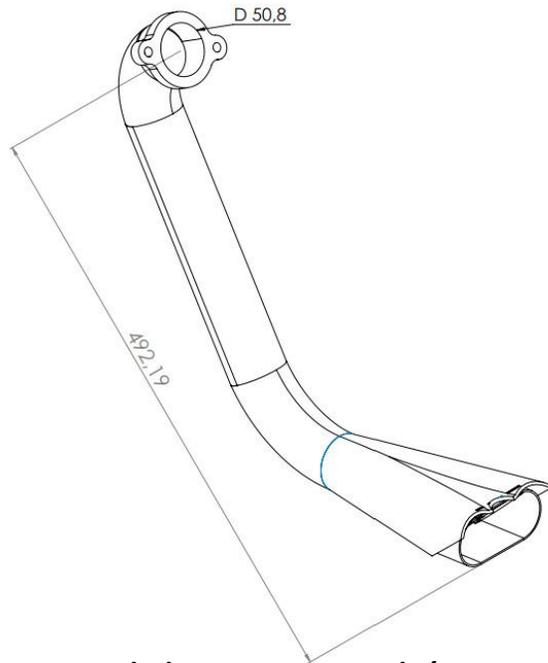
## **Diámetro del tubo de escape**

El diámetro del tubo primario de escape es de 50,8 mm por lo tanto los diseños deben tener el mismo diámetro tanto el modelo A como el modelo B.



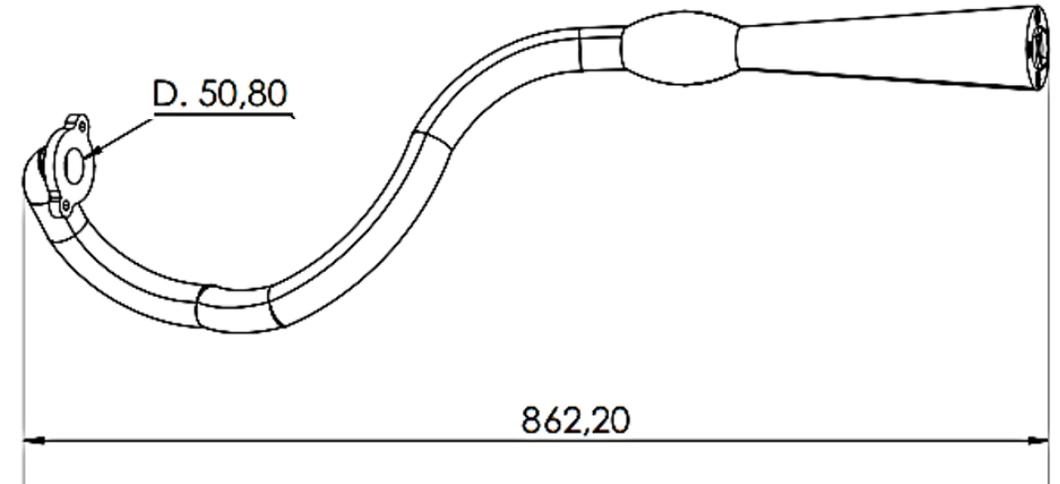
# Modelos de sistema de escape diseñados es SolidWork

**MODELO A**



Este modelo tiene un diámetro de 50,8 mm y una longitud de 492,19 mm

**MODELO B**



MODELO B tiene un diámetro de 50,8 mm y una longitud de 862,2 mm



# DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

1

PROCESO DE DISEÑO

2

DISEÑO

3

**SIMULACIÓN EN ANSYS**

4

SIMULACIÓN EN SOLIDWORK

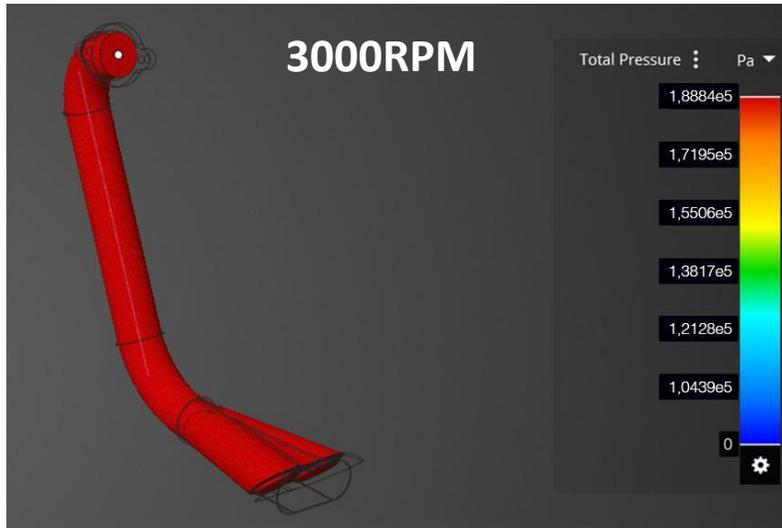


# *Presión de los gases de escape*

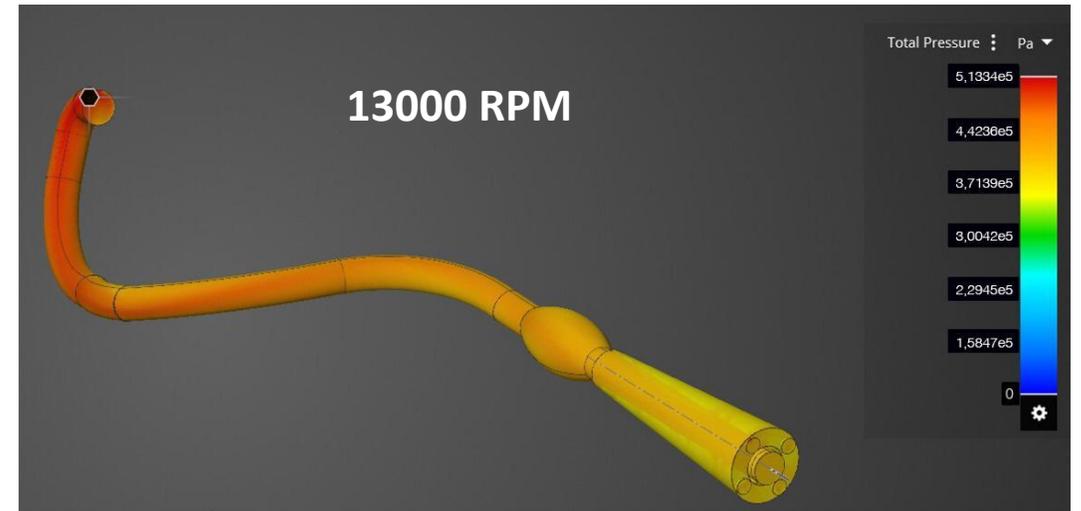
RPM	Presión (Pa)	
	Modelo A	Modelo B
3000	188845	207265
7250	188885	292955
9000	188915	347555
13000	188995	513345

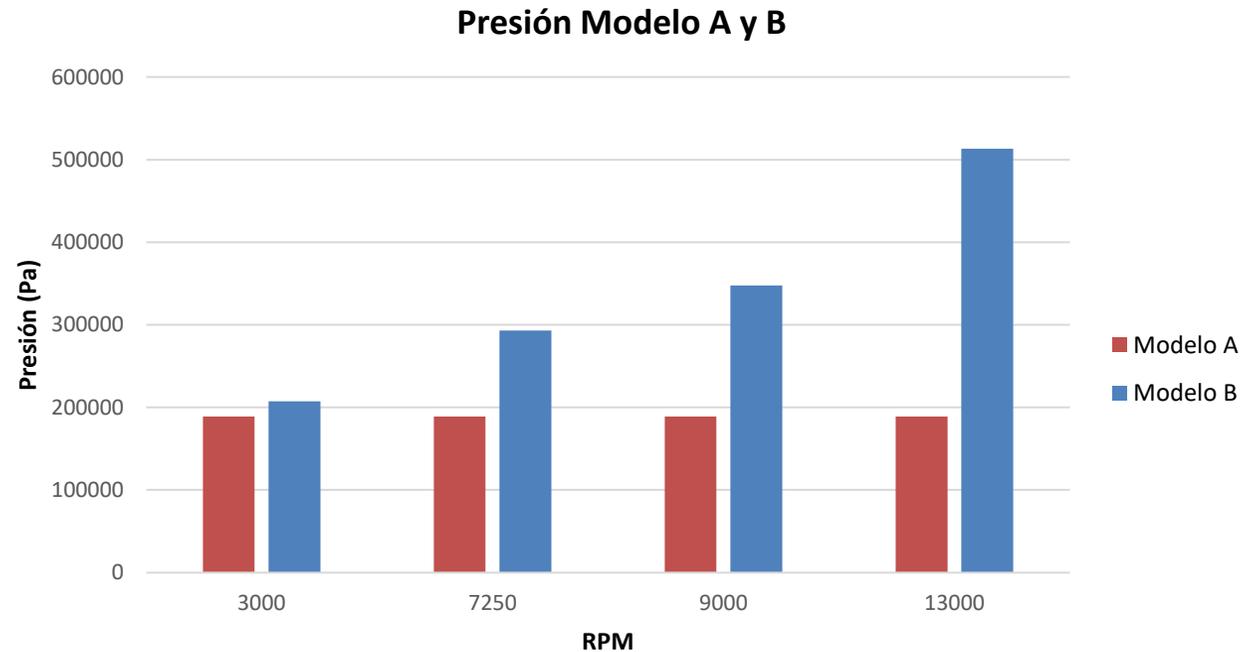


# Modelo A



# Modelo B





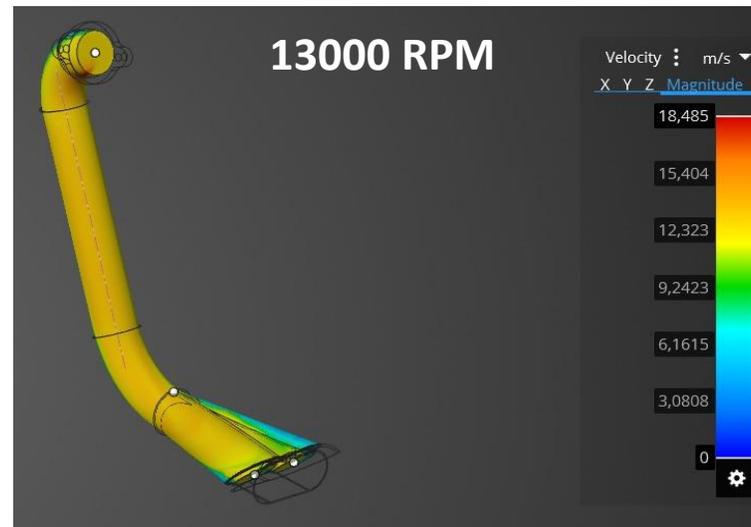
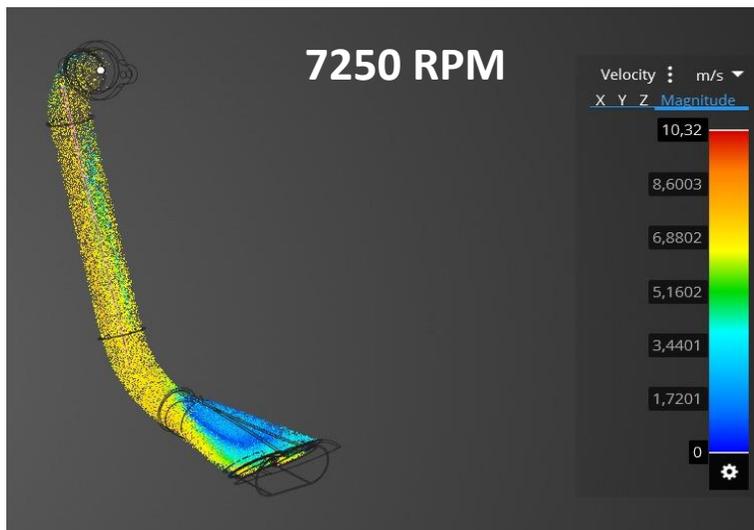
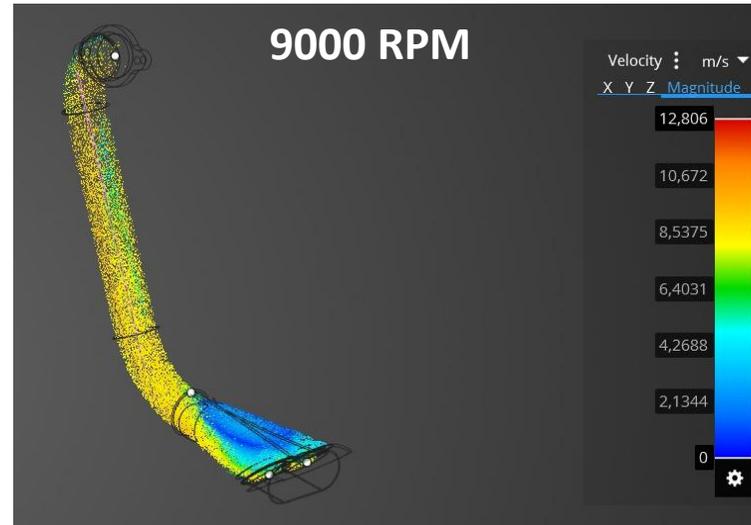
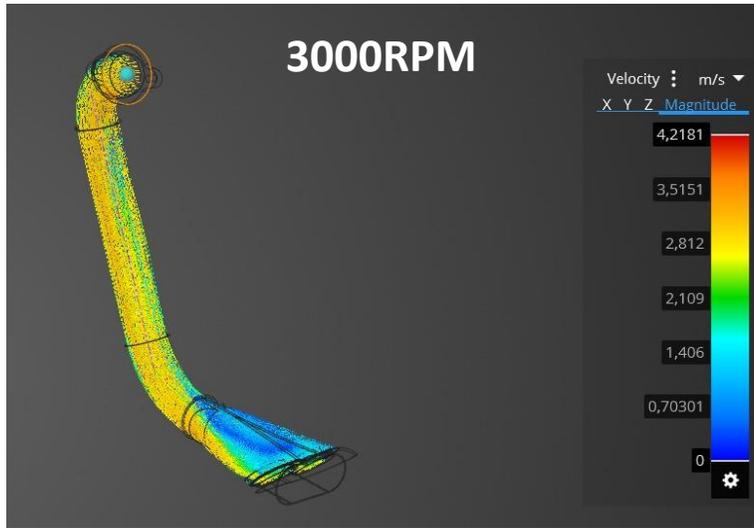
Al comparar las presiones de los modelos A y B, se tiene que la presión del modelo B es mayor en un 37% a 13000 RPM, en un 54 % a 9000 RPM, en un 64% a 7250 y 3000RPM. Por tanto, la presión en el modelo A varía en un 0.08%, mientras que la presión del modelo B al aumentar las revoluciones aumenta en un 60%.

# *Velocidad resultante de los gases de escape*

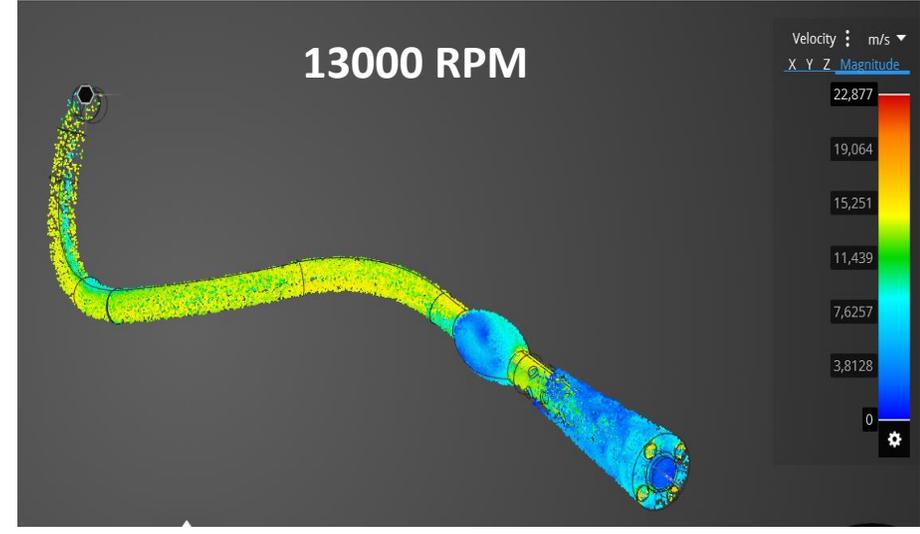
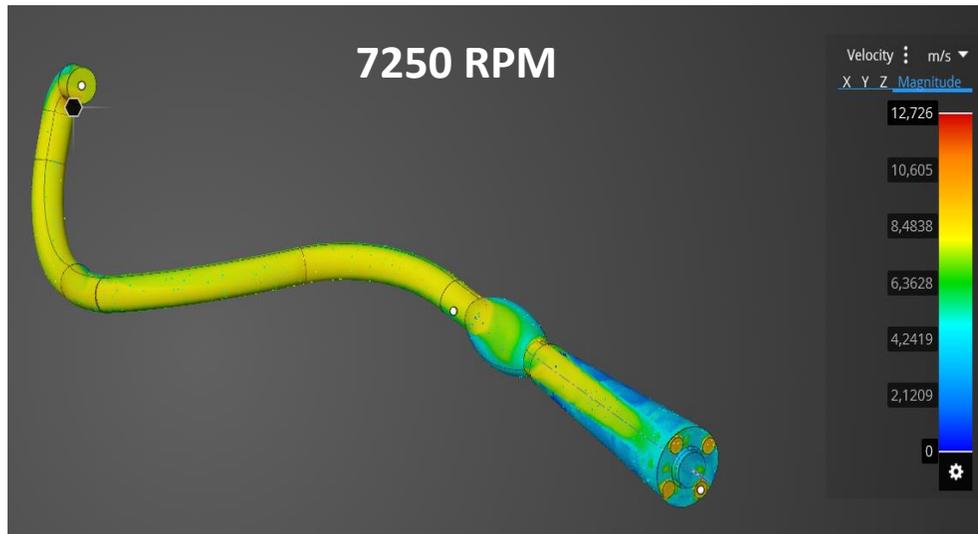
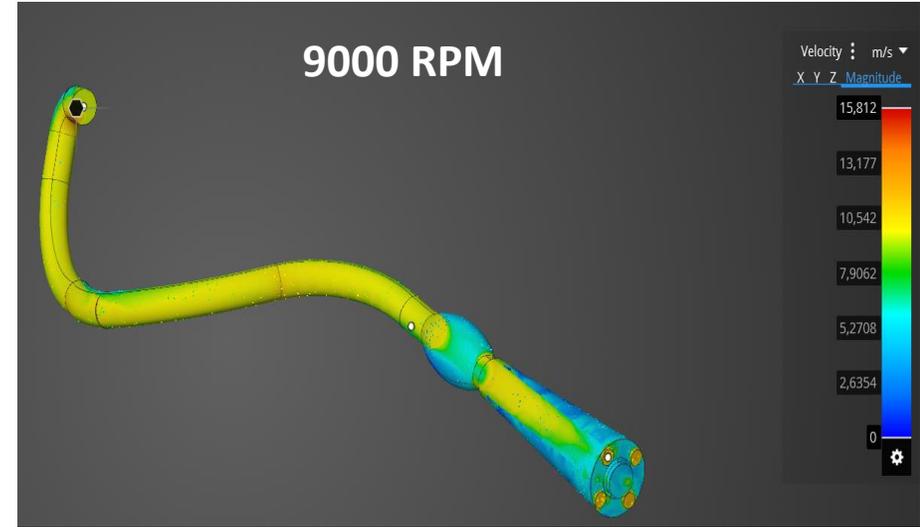
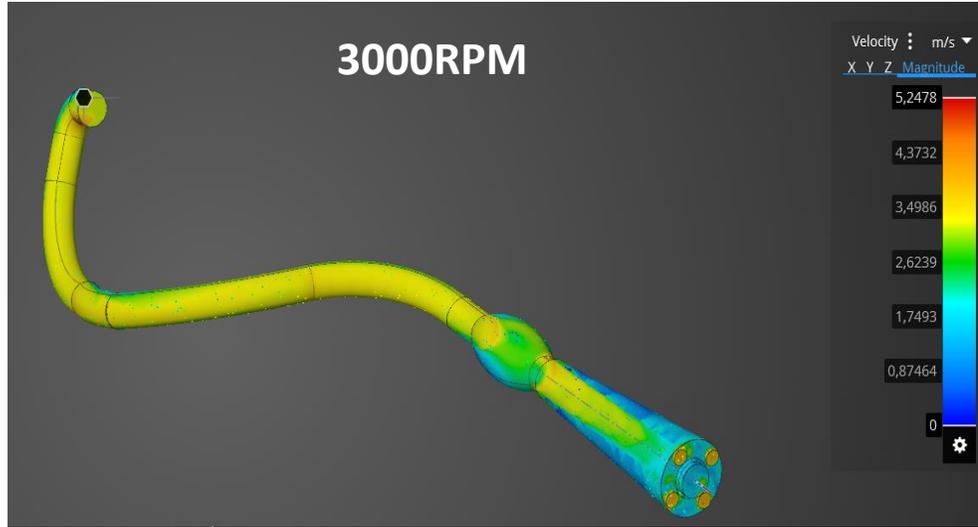
RPM	Velocidad resultante (m/s)	
	Modelo A	Modelo B
3000	3,16355	2,6239
7250	7,74025	6,3628
9000	9,6048	7,9063
13000	13,8635	11,4386

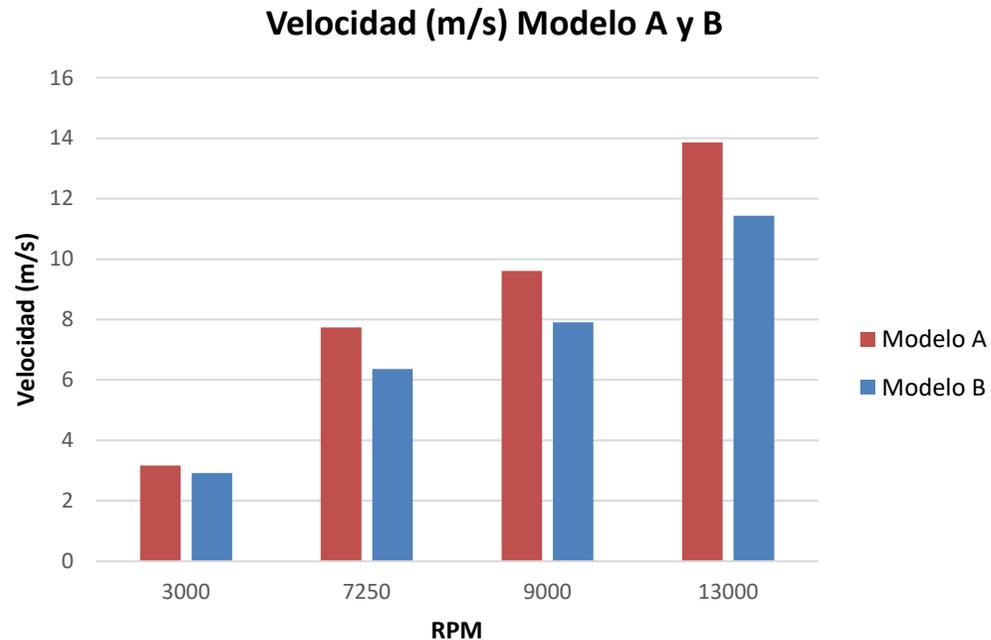


# Modelo A



# Modelo B





La figura muestra la comparación de las velocidades de ambos modelos en diferentes RPM, por lo que a 13000 RPM la velocidad con la que los gases son expulsados en el modelo A varía en un 17.5% en comparación con el modelo B. Las velocidades del modelo A varían entre 3.1635 m/s y 13.8635 m/s mientras que las velocidades en el modelo B varían de 2.5 m/s y 11.4385 m/s. Obteniendo así que el modelo A es el más idóneo para que los gases de escape sean liberados.

# DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

1

PROCESO DE DISEÑO

2

DISEÑO

3

SIMULACIÓN EN ANSYS

4

**SIMULACIÓN EN SOLIDWORK**

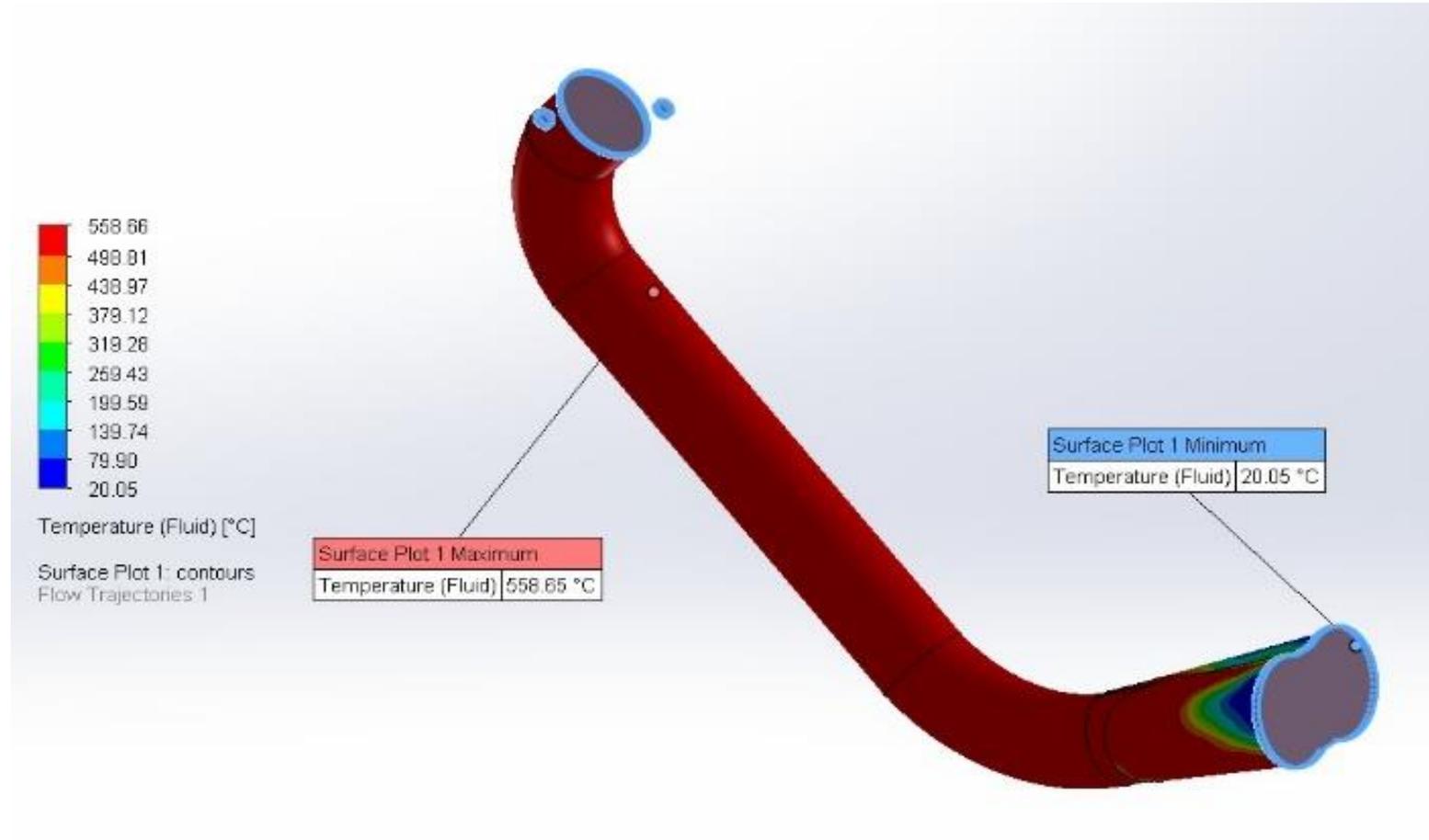


# Temperatura de los gases de escape

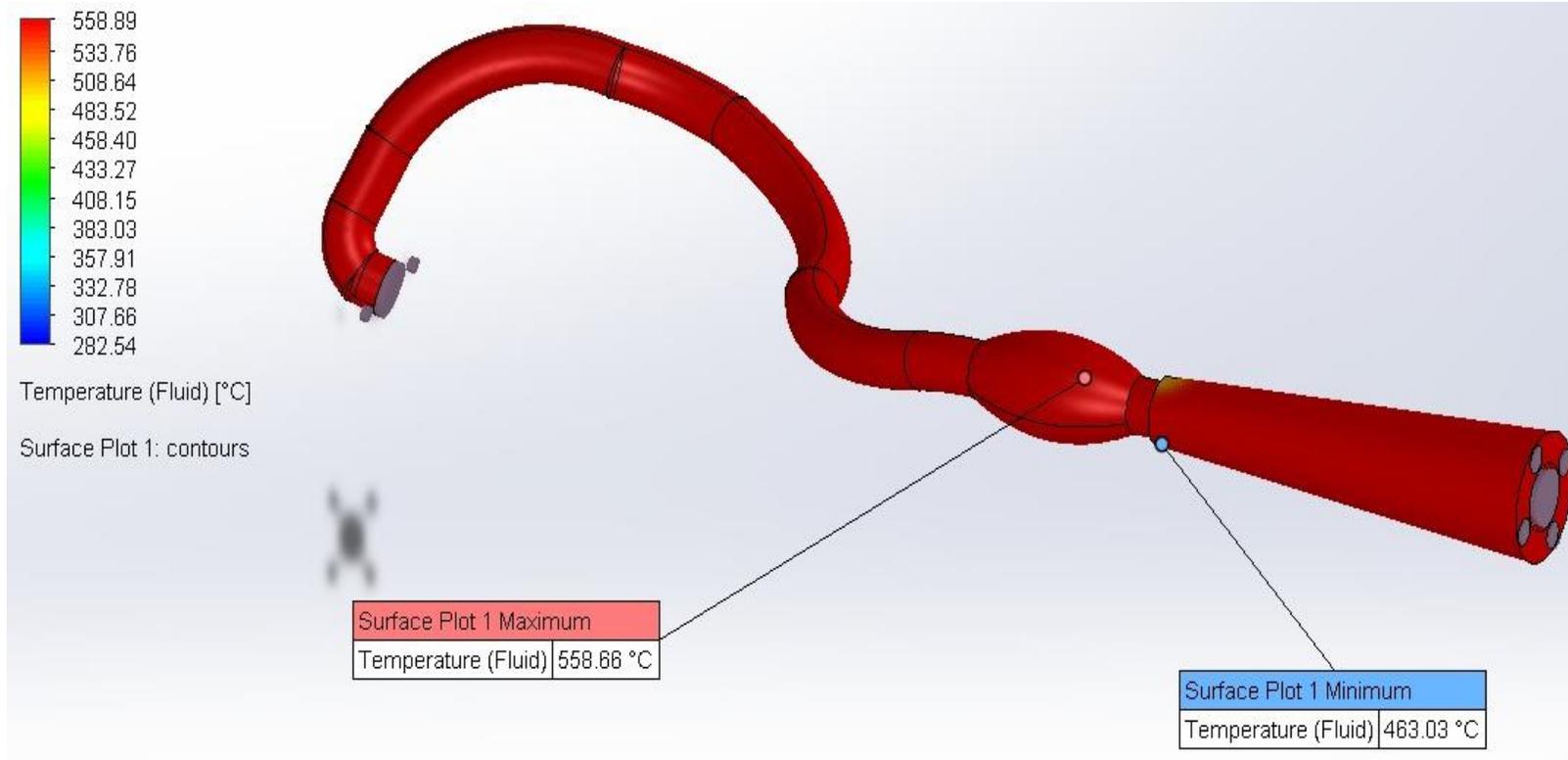
RPM	Temperatura (°C)		
	Máx./ Mín.	Modelo A	Modelo B
13000	Entrada	558,65	558,66
	Salida	20,05	463,03

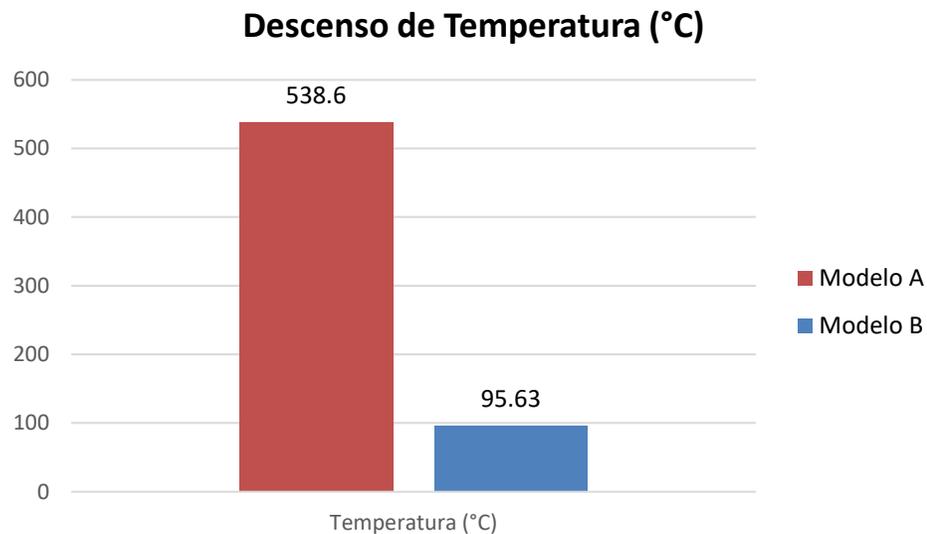


# Modelo A



# Modelo B





La figura muestra la comparación del descenso de temperatura en cada modelo a 13000 RPM y da como resultado un descenso en la temperatura del gas de escape del modelo A siendo mayor en un 17.75 % en comparación con el modelo B.

# CONTENIDO

- 1 Antecedentes
- 2 Planteamiento del problema
- 3 Objetivos
- 4 Metas
- 5 Introducción
- 6 Desarrollo de la investigación
- 7 Conclusiones y Recomendaciones



# CONCLUSIONES

- En el estudio de presión de gases de escape en el software Ansys a 13000 RPM del modelo A es menor en un 63% al modelo B reduciendo las posibilidades de aumentar la temperatura en el sistema de escape ya que la presión y temperatura son directamente proporcionales por lo tanto en presión es mejor el modelo A.
- En el análisis realizado en el software Ansys, se obtiene que a 13000 RPM en los tubos de escape A y B da como resultado velocidades de 13,8635 m/s y 11,4386 m/s respectivamente, por lo cual el modelo A evacua los gases con más facilidad debido a su longitud, ya que este modelo al ser más corto y con pocas secciones de curvatura hace que se liberen los gases de escape de una forma más rápida.



# CONCLUSIONES

- A 13000 RPM, el descenso de temperatura en el recorrido del sistema de escape del modelo A es de  $558,65^{\circ}\text{C}$  a  $20,05^{\circ}\text{C}$  y en el modelo B es de  $558,66^{\circ}\text{C}$  a  $463,03^{\circ}\text{C}$ ; constatando que el modelo A es mejor que el modelo B puesto que el gas al final del recorrido se aproxima a una temperatura ambiente.
- Luego del análisis realizado en el software de Ansys y SolidWorks el modelo A es el más adecuado para implementar en la construcción de la moto ya que la presión, temperatura y velocidad de gases de escape son mejores que el modelo B.



# RECOMENDACIONES

- Encontrar el manual correcto del motor KTM 250 RC 2018 ya que existen manuales de otros años con diferentes datos.
- Crear un programa en Excel con los cálculos de presión y temperatura en los 4 tiempos: admisión, compresión, explosión y escape.
- Utilizar un sistema de unidad de medida para evitar errores en los cálculos de presión y temperatura de cada ciclo.
- Ser minucioso en el cálculo de extrapolación de la velocidad de mezcla, restricción al sistema de admisión, coeficiente de gases residuales, temperatura de gases residuales, coeficiente politrópico y coeficiente adiabático ya que los datos están asociados para el cálculo del siguiente parámetro.
- Investigar el uso de materiales para la creación de sistemas de escape

