



## Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de  
Ingeniero Automotriz

Tema: “Análisis y optimización de la aerodinámica de un Suzuki  
G10 Soch, con aplicación en un supercrosscar”

**Autores:**

**Cerón Espinoza, Stefan Mauricio  
Ortiz Bunci, Héctor Marcelo**

**Director:**

**MSc. Cevallos Carvajal, Alex Santiago**

**Latacunga  
Agosto, 2022**



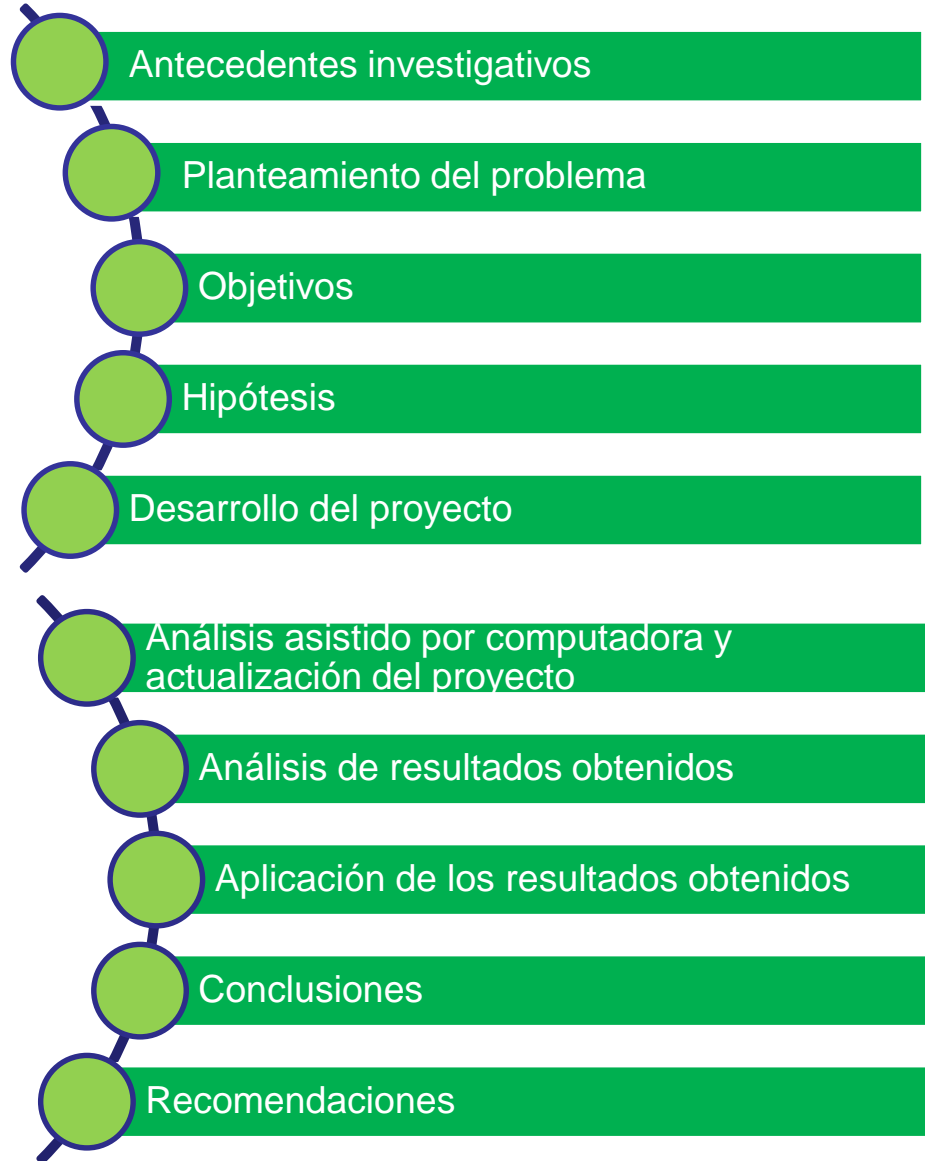
**“Solo tenemos un futuro, y estará hecho de nuestros sueños, si tenemos la valentía de enfrentarnos a las convicciones.”**

Soichiro Honda



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

# CONTENIDO



# ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS



Presentación del primer Suzuki Forza 1 en 1986.



1910 inicio de ensayos en la aerodinámica del vehículo.



1968 aparición de los primeros alerones en la fórmula 1.

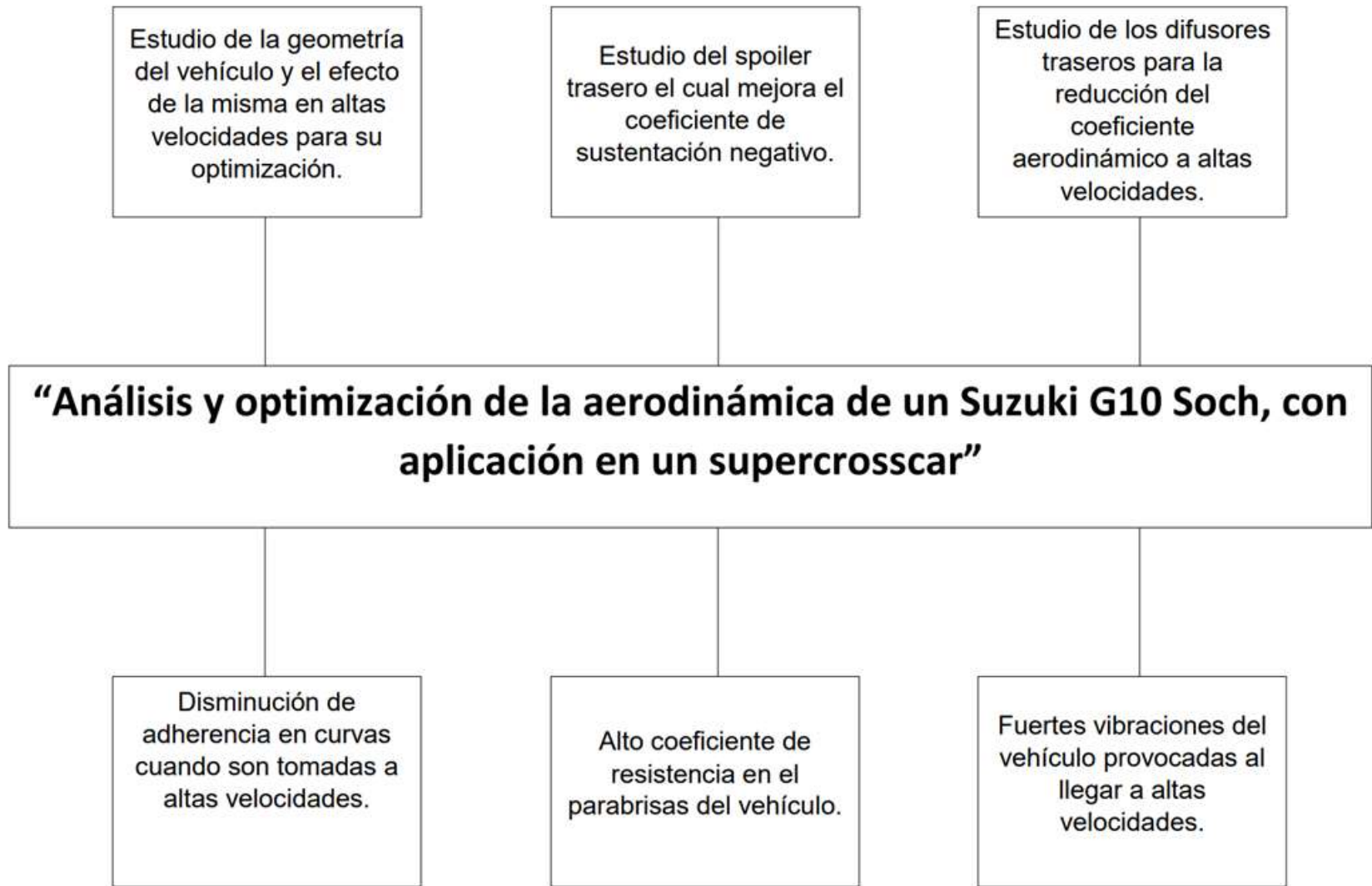


A partir de los años 60 se ha ido perfeccionando la aerodinámica automotriz acoplando las necesidades del vehículo en pista.



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

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



# OBJETIVOS

## OBJETIVOS GENERAL

- Realizar el análisis y optimización de la aerodinámica de un Suzuki G10 Soch, con aplicación en un supercrosscar.



# OBJETIVOS

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Optimización de la aerodinámica de un Suzuki G10 Soch, con aplicación en un supercrosscar.
- Obtener el análisis de la aerodinámica vehicular presente en la carrocería utilizando un módulo de simulación.
- Desarrollar la optimización aerodinámica respecto de las condiciones finales determinando condiciones de flujo para su posterior implementación.
- Implementar la optimización aerodinámica en la carrocería del vehículo Suzuki Forza G10 Soch, teniendo en cuenta el análisis efectuado en el módulo de simulación.



# HIPÓTESIS

- ¿Se conseguirá mejorar la aerodinámica del vehículo por medio de la implementación de diferentes recursos en su carrocería y del análisis computacional de las condiciones de flujo de aire que se presenten?



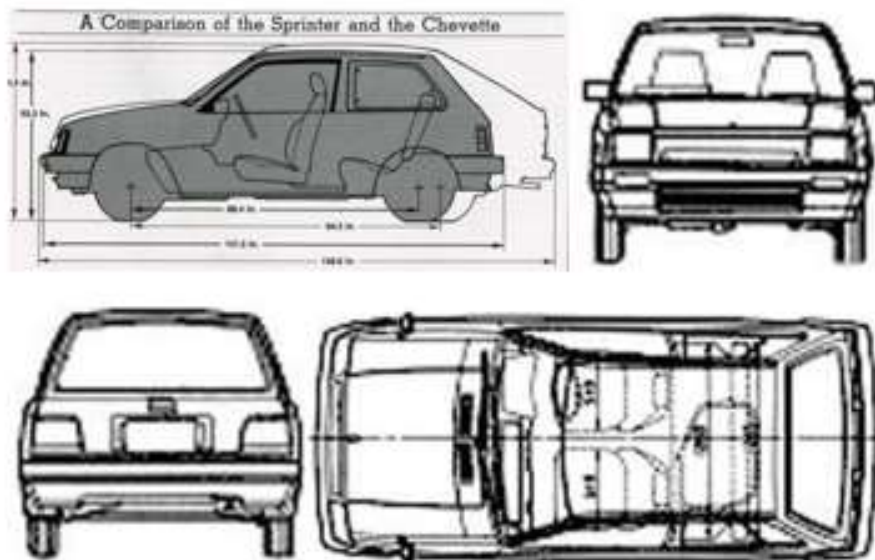


# ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE LA AERODINÁMICA DEL VEHÍCULO SUZUKI FORZA G10 SOCH.



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

# DESARROLLO DEL PROYECTO

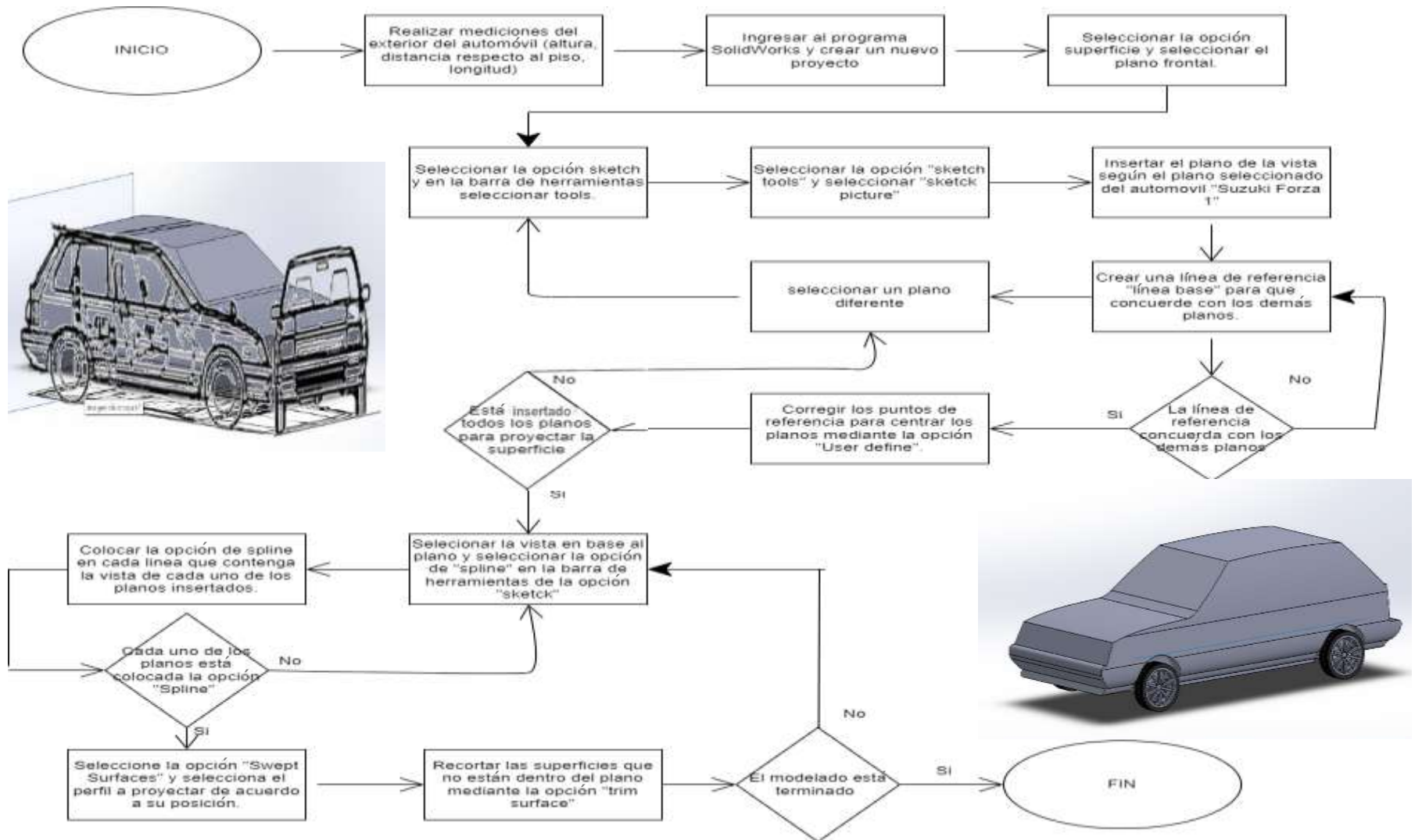


Criterio	Dimensión
Longitud	3670 mm
Altura	1540 mm
Anchura	1350 mm
Distancia de piso al faldón	304.7 mm
Distancia entre ejes	2245.36 mm
Peso	670 Kg

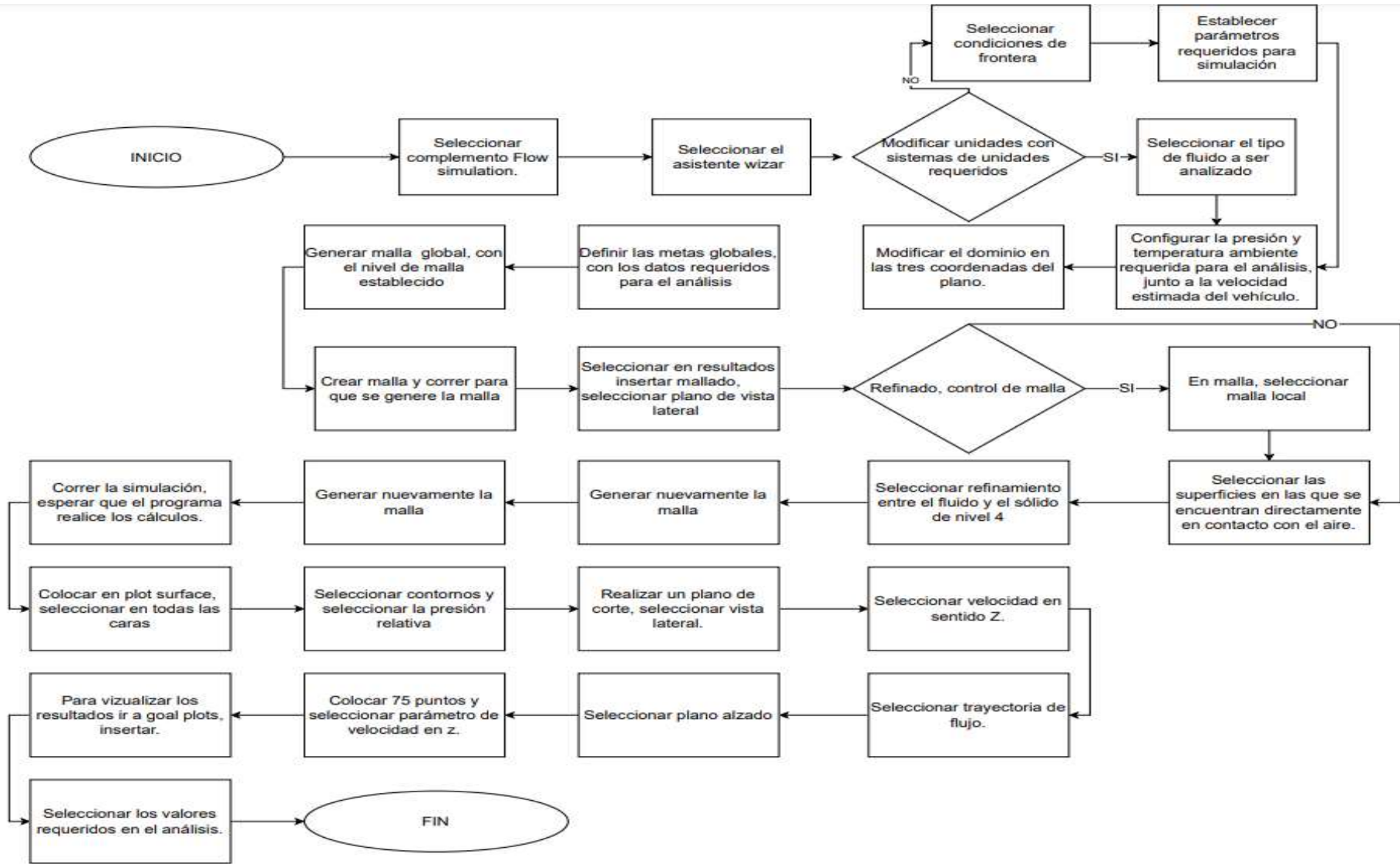


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

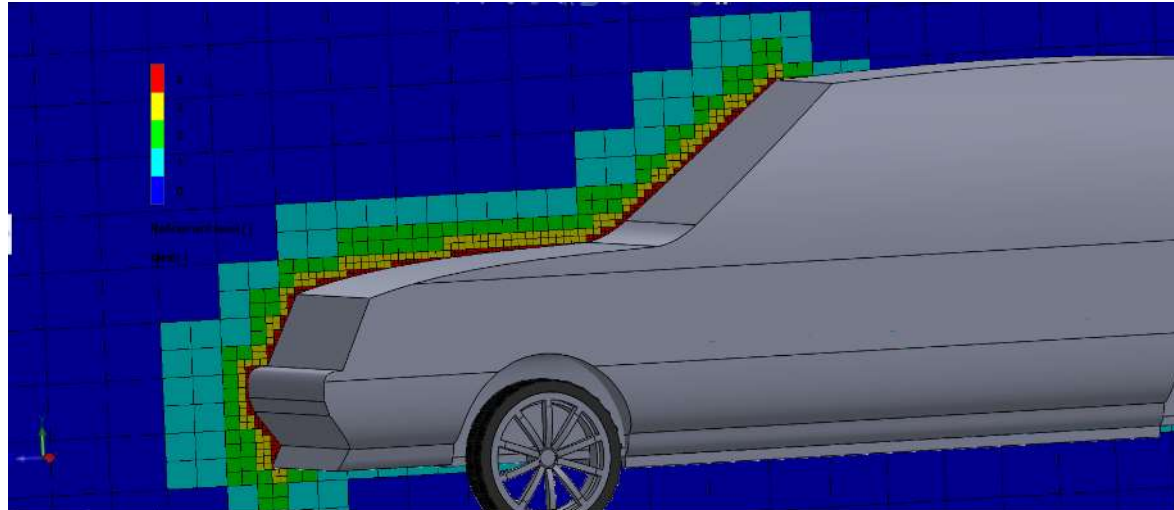
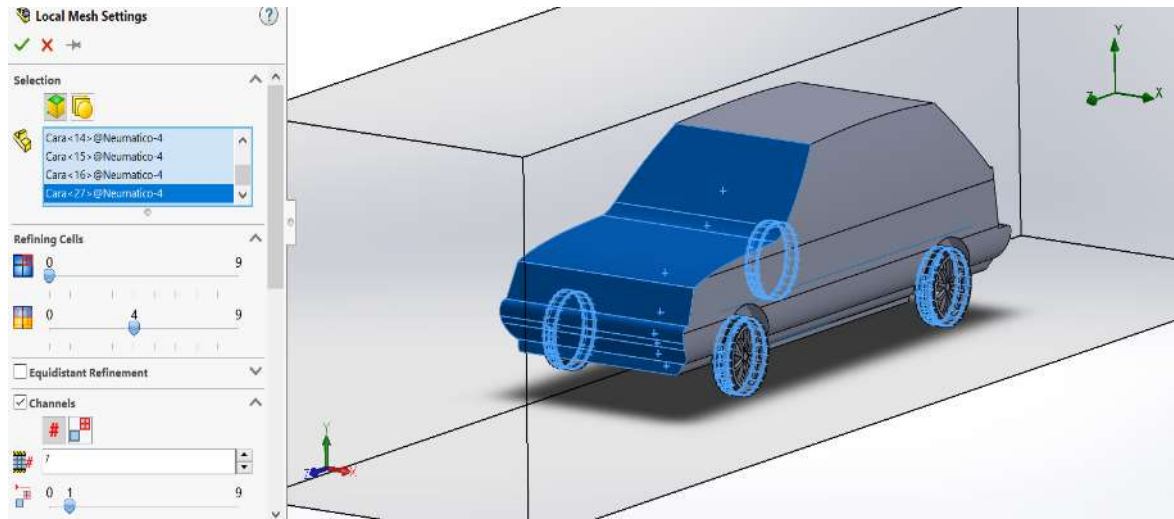
# DESARROLLO DEL PROYECTO, MODELADO



# DESARROLLO DEL PROYECTO, SIMULACIÓN

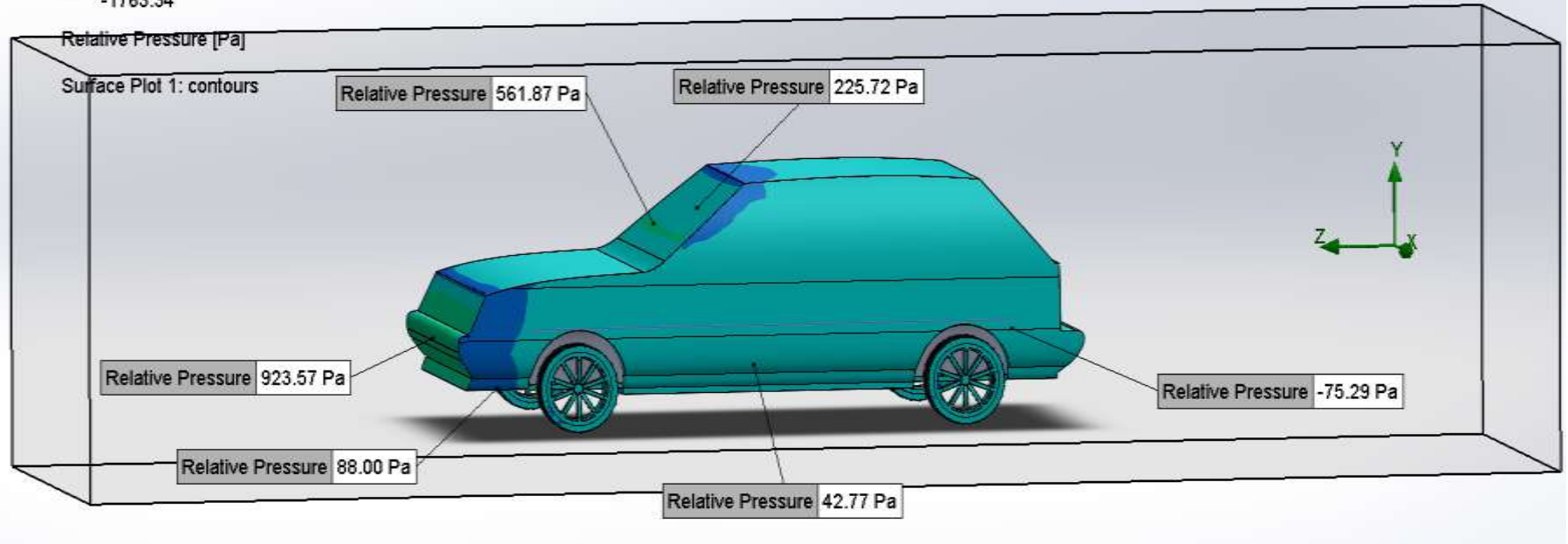
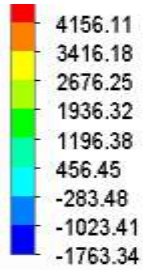


# ANÁLISIS ASISTIDO POR COMPUTADOR

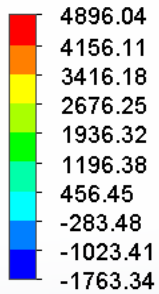




# ANÁLISIS DE PRESIÓN RELATIVA

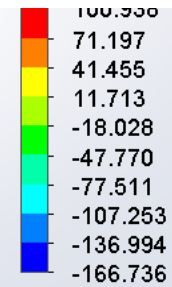


# ANÁLISIS DE VELOCIDADES



Relative Pressure [Pa]

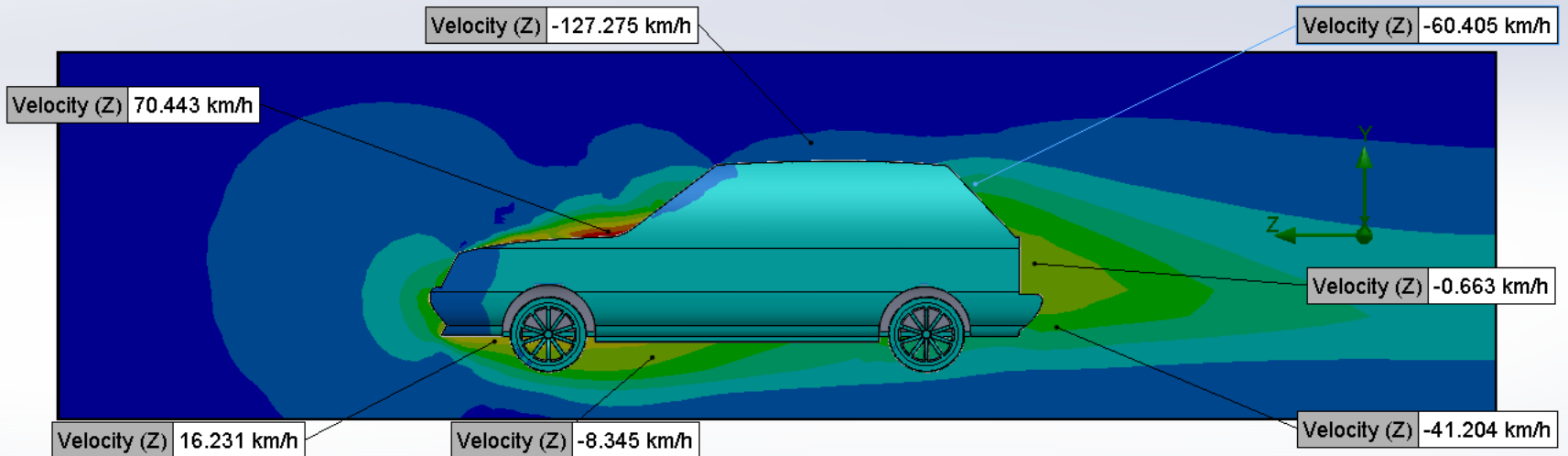
Surface Plot 1: contours



Velocity (Z) [km/h]

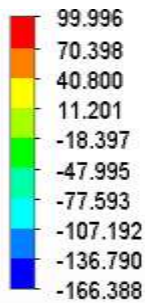
Global Coordinate System

Cut Plot 1: contours



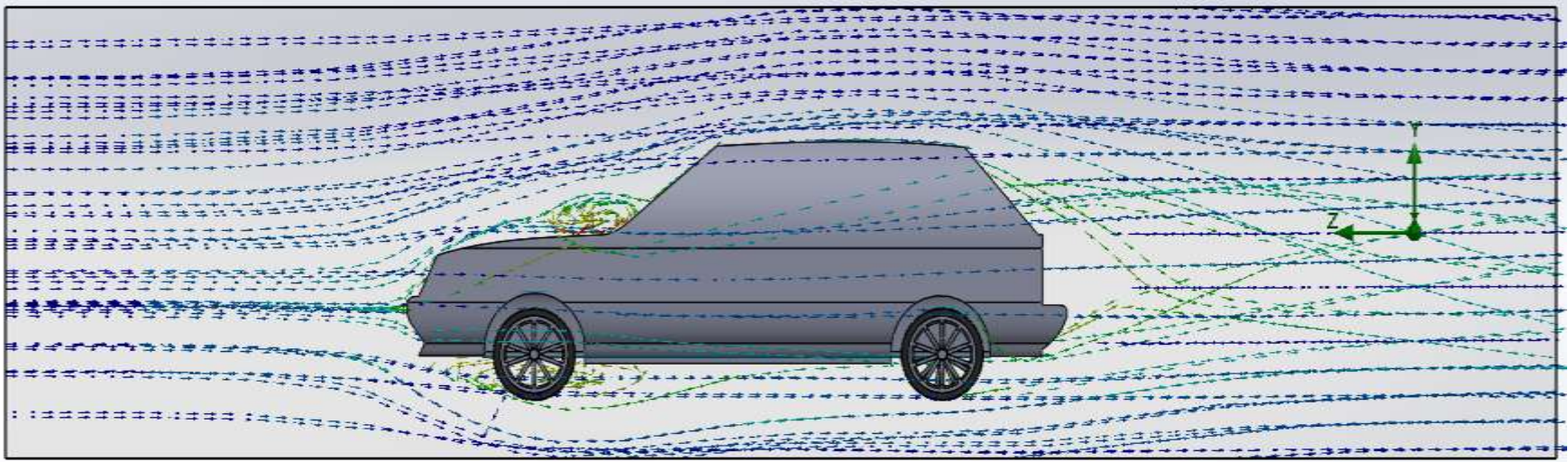
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# ANÁLISIS DE FLUJO DE AIRE



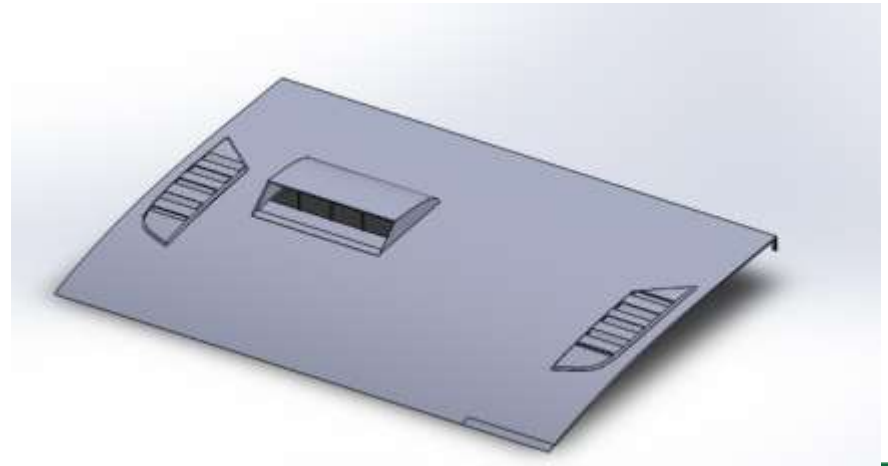
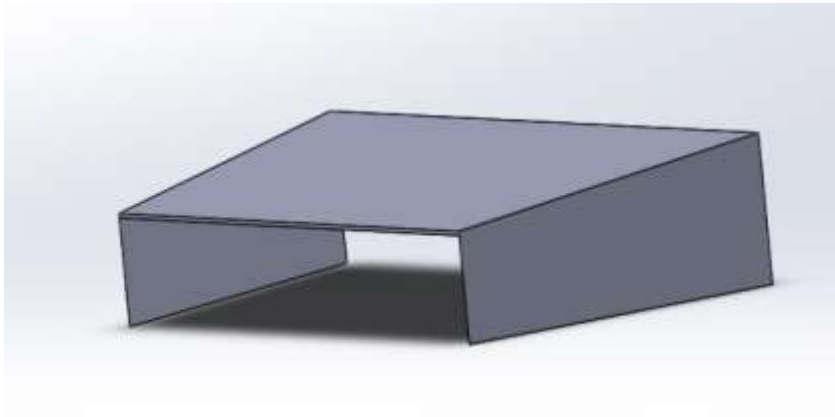
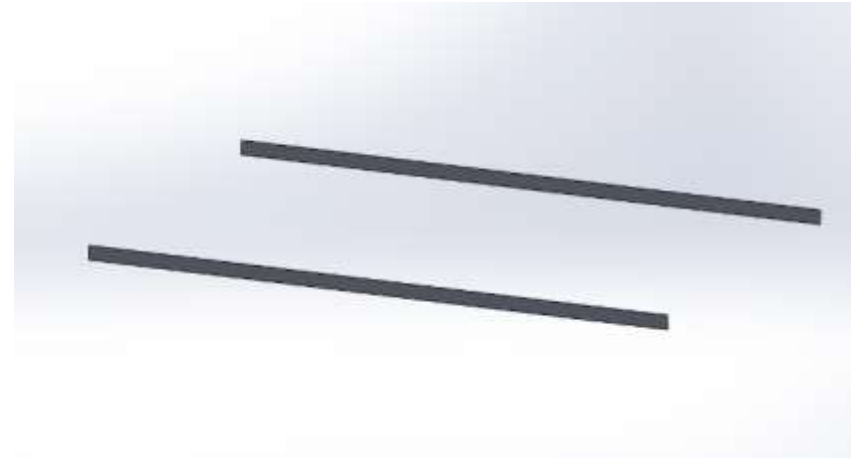
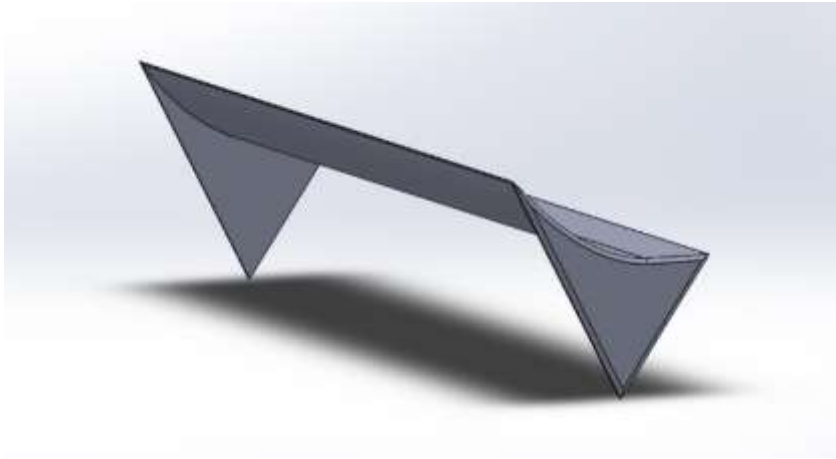
Iteration = 165

Velocity (Z) [km/h]  
Global Coordinate System  
Flow Trajectories 1

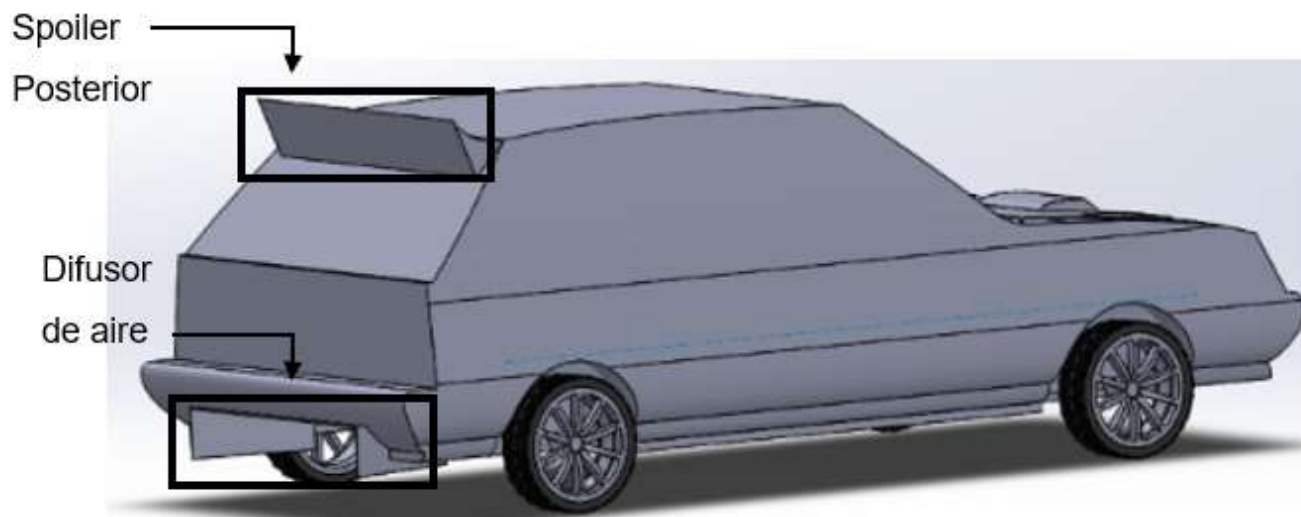
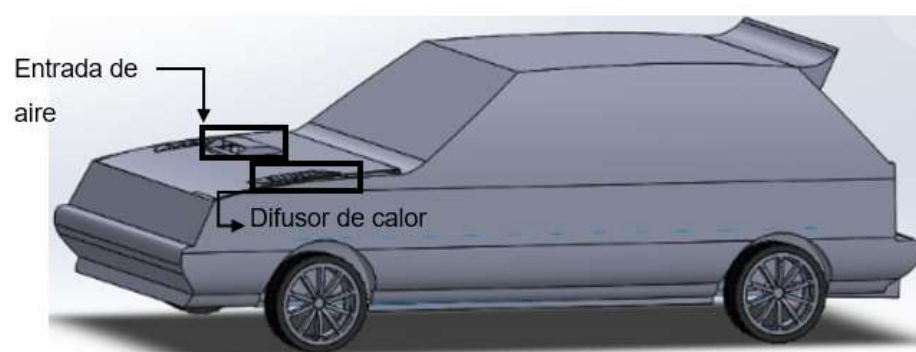
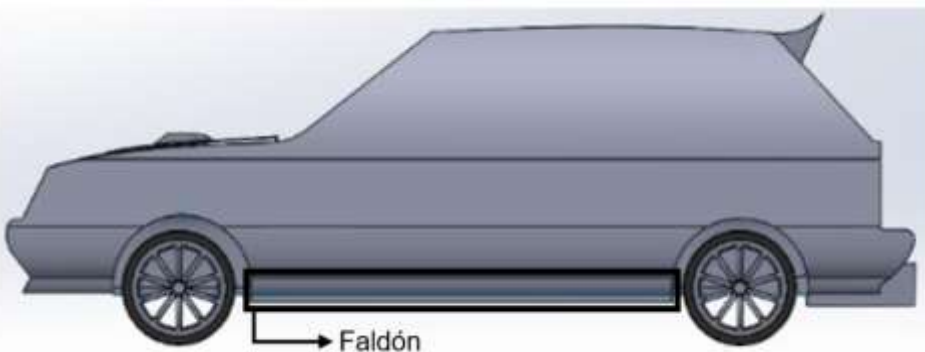




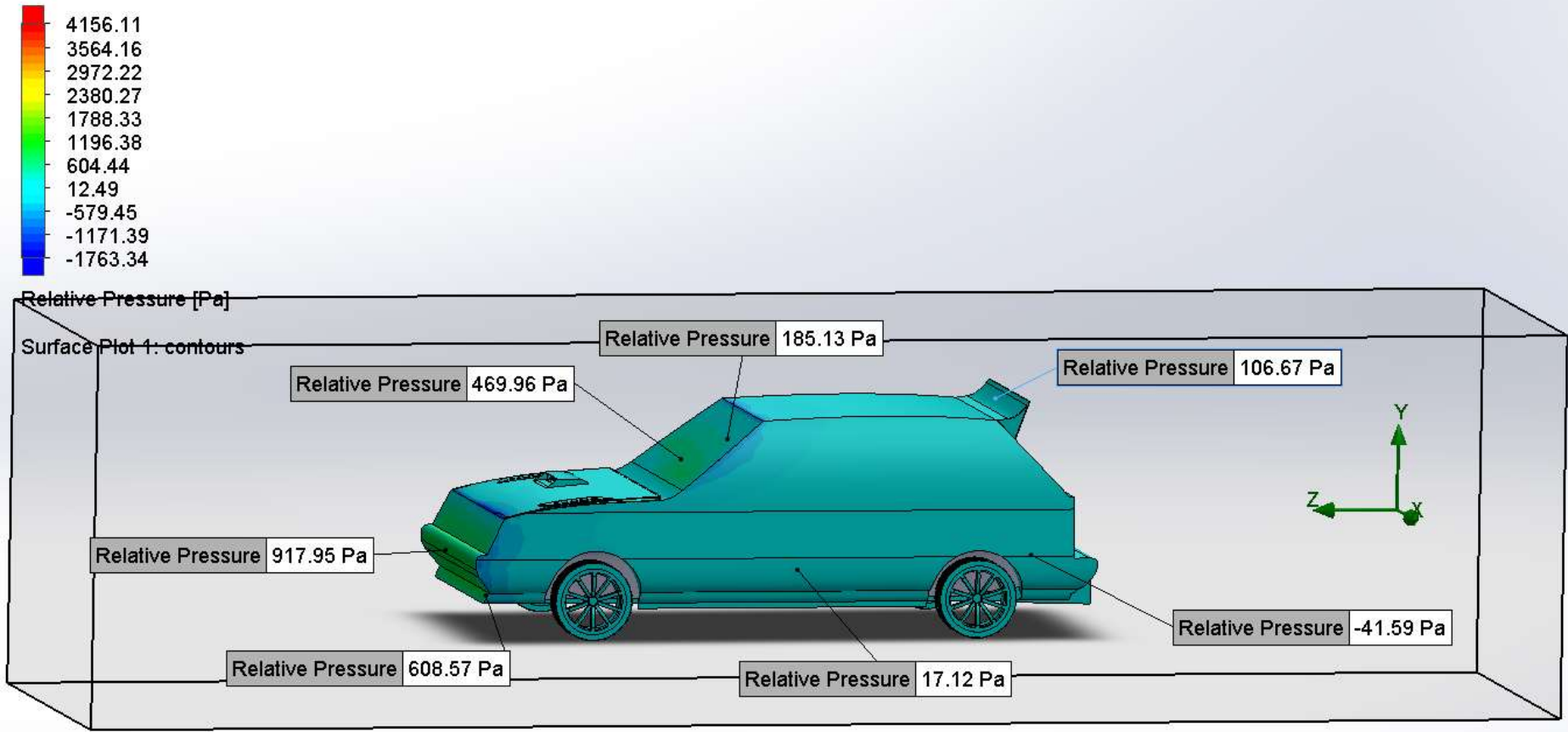
# ELEMENTOS Y FUNCIONES DE LA CARROCERÍA



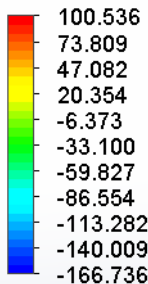
# DESARROLLO DEL PROYECTO



# ANÁLISIS DE PRESIÓN RELATIVA

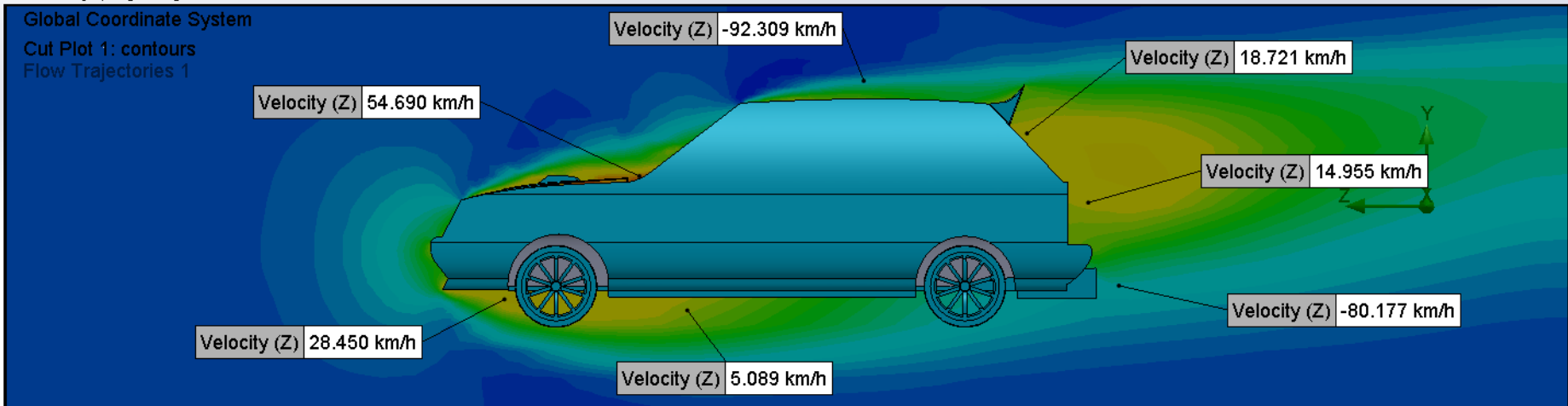


# ANÁLISIS DE VELOCIDADES



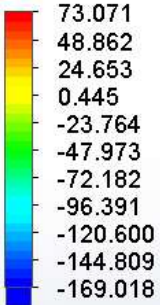
Velocity (Z) [km/h]

Global Coordinate System  
Cut Plot 1: contours  
Flow Trajectories 1

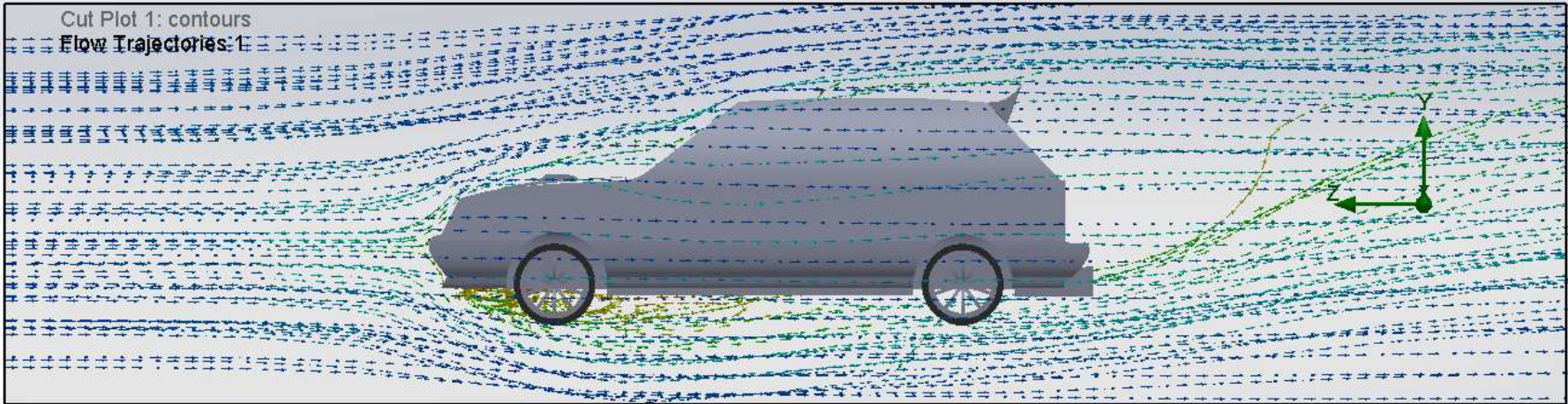


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# ANÁLISIS DE FLUJO DE AIRE



Velocity (Z) [km/h]  
Global Coordinate System



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

# ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

Modelo sin kit de  
aerodinámica

Modelo con kit de  
aerodinámica

Fuerza de arrastre (N)

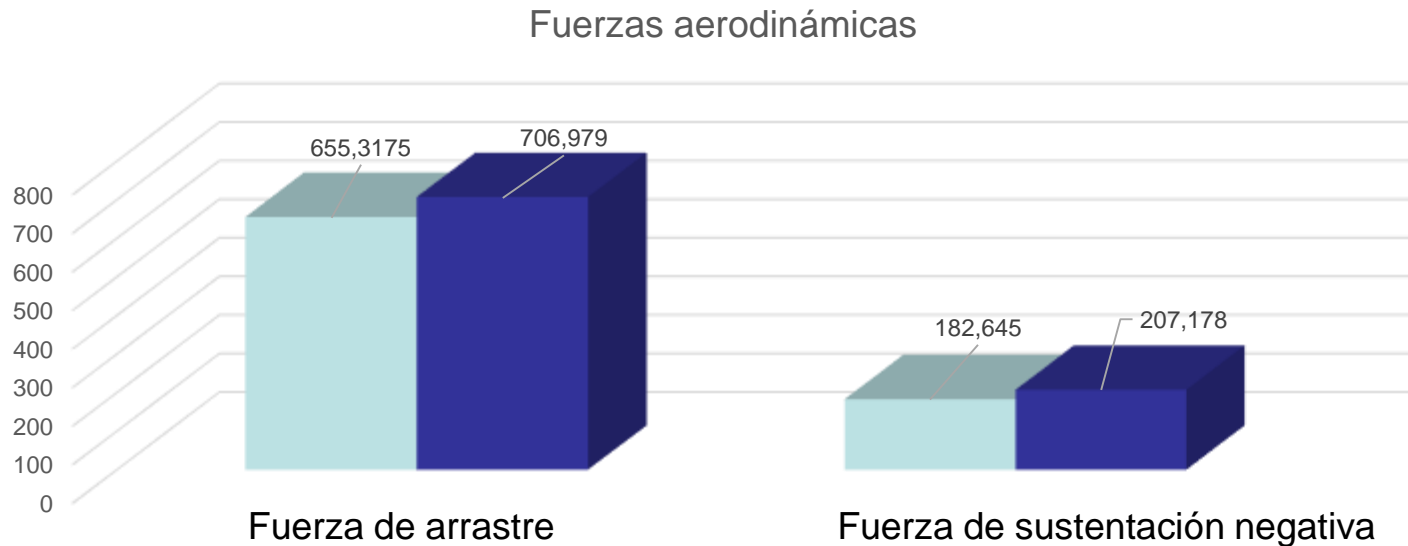
655,317

706,979

Fuerza de sustentación  
negativa (N)

182,645

207,178



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



# Cálculos coeficientes aerodinámicos sin implementación del kit aerodinámico

$$C_x = \frac{2 \cdot F_x}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

$$C_L = \frac{2 \cdot F_x}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

$$C_x = \frac{2 \cdot (655,3176 \frac{kg \cdot m}{s^2})}{1,184 \frac{kg}{m^3} \cdot (38,889 \frac{m}{s})^2 \cdot 1,5711 m^2}$$

$$C_x = 0,466$$

$$C_L = \frac{2 \cdot (182,6457 \frac{kg \cdot m}{s^2})}{1,184 \frac{kg}{m^3} \cdot (38,889 \frac{m}{s})^2 \cdot 1,5711 m^2}$$

$$C_L = 0,129$$



# Cálculos coeficientes aerodinámicos con la implementación del kit aerodinámico

$$C_x = \frac{2 \cdot F_x}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

$$C_L = \frac{2 \cdot F_x}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

$$C_x = \frac{2 \cdot (706,979 \frac{kg \cdot m}{s^2})}{1,184 \frac{kg}{m^3} \cdot (38,889 \frac{m}{s})^2 \cdot 1,621 m^2}$$

$$C_x = 0,4871$$

$$C_L = \frac{2 \cdot (207,178 \frac{kg \cdot m}{s^2})}{1,184 \frac{kg}{m^3} \cdot (38,889 \frac{m}{s})^2 \cdot 1,621 m^2}$$

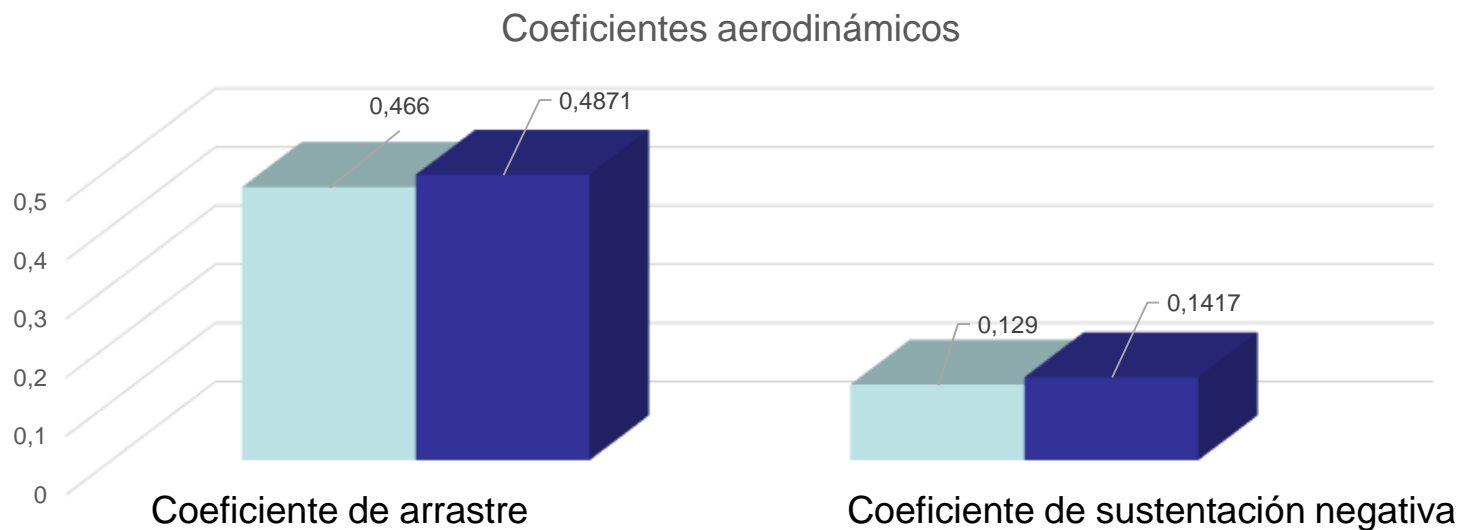
$$C_L = 0,1427$$





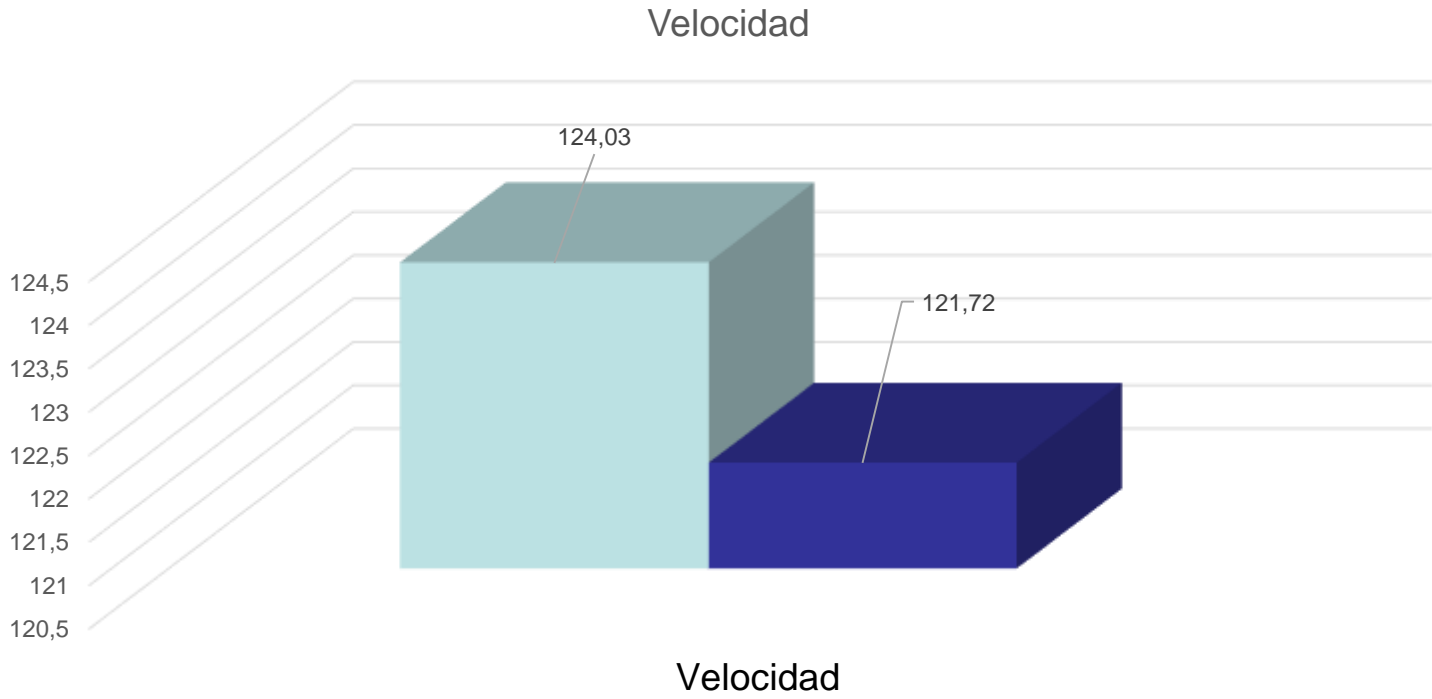
# ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

	Modelo sin kit de aerodinámica	Modelo con kit de aerodinámica
<b>Coefficiente de arrastre</b>	0,466	0,4871
<b>Coefficiente de sustentación negativa</b>	0,129	0,1417



# ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

	Modelo sin kit de aerodinámica	Modelo con kit de aerodinámica
Velocidad (Km/h)	124,030	121,72



# APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS



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

# APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS



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



# APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS



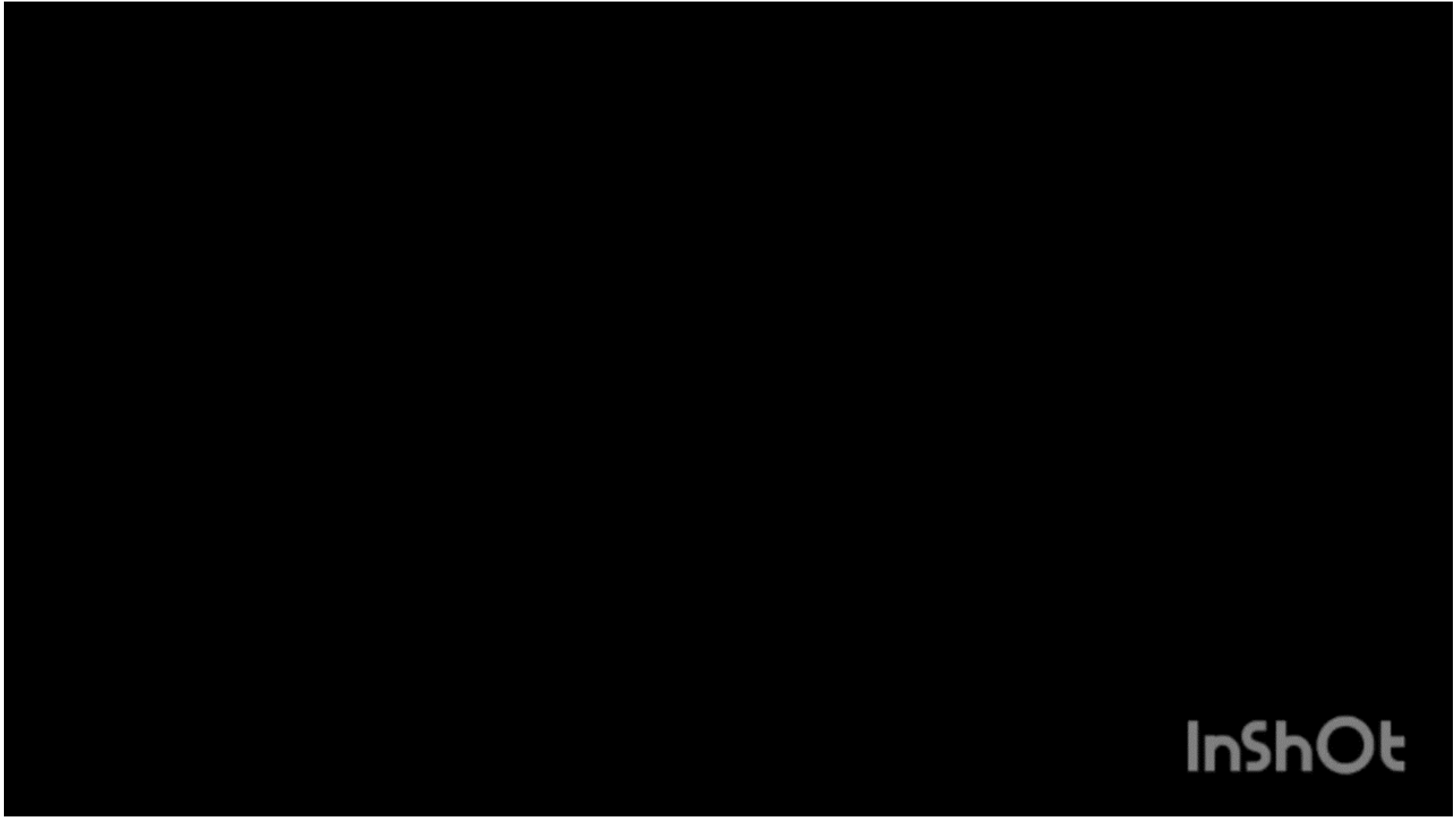
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS



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

# VIDEO



InShot



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

# CONCLUSIONES

- Por medio de los análisis realizados se obtuvo un aumento en las fuerzas aerodinámicas, debido a esto se presentan valores superiores en los coeficientes de arrastre y sustentación negativa con valores iniciales de 0,466 y 0,129 respectivamente antes de la implementación del kit y valores de 0,4871 y 0,1417 posterior a la aplicación del kit aerodinámico, esto representa un aumento de 2.1% para el coeficiente de arrastre y 1.27% para el coeficiente de sustentación negativa, de esta manera se mejora el tiempo realizado por el vehículo en curva del circuito.
- Tras la implementación del paquete aerodinámico en el modelado, existe mayor resistencia aerodinámica, su velocidad disminuye en rectas debido al arrastre que generan los componentes de este kit aun sin variar su potencia, sin embargo, las curvas son tomadas con mayor velocidad y se presenta estabilidad en el vehículo, esto gracias al aumento del coeficiente de sustentación negativa.





# CONCLUSIONES

- En los lugares donde se presentan las presiones más altas de igual forma se evidencian las velocidades más bajas y por ende mayores valores de la fuerza de sustentación negativa, presentando un valor de 182,646 N antes de implementar el paquete aerodinámico y un valor de 207,178 N después de la implementación del kit, evidenciando un aumento del 11.85% en la fuerza de sustentación negativa llegando a presentar mayor adherencia del vehículo en curvas del circuito.
- Mediante el análisis del libro “Teoría de los vehículos automóviles”, el cual ha permitido dar conocer los recursos para el cálculo y valores de los coeficiente de resistencia aerodinámica y resistencia de sustentación, gracias a esto se encontró la sustentación de los valores obtenidos por medio del programa Solidworks para determinar la ganancia en la aerodinámica del vehículo.



# CONCLUSIONES

- Para conseguir disminuir la resistencia al avance, la inclinación del capot no debe ser superior a los 30° respecto a la horizontal, la misma que de sobrepasarse de esta es necesario modificar el tipo de suspensión para reducir la altura del vehículo, sin embargo, esta inclinación no debe sobrepasar los 45° puesto que llega a afectar la visibilidad del conductor provocada por los rayos solares.
- Se realizó la investigación pertinente a cada uno de los ítems que se necesitaban para realizar los diseños respectivos de los componentes aplicados, teniendo en cuenta la normativa vigente en la FEDAK 2022 para el tipo de aplicación que tendrá el automóvil.



# RECOMENDACIONES

- Es necesario utilizar el análisis por túnel de viento o una prueba de pista del modelado una vez ya implementado el paquete aerodinámico, de modo que se pueda obtener mejores resultados que sean cercanos a la realidad, esto posterior a efectuar cualquier cambio al automóvil para el ámbito de competición.
- Para mejorar el análisis y el rendimiento aerodinámico antes, durante y después de aplicar el paquete se recomienda realizar un estudio más extenso y puntual en los demás coeficientes aerodinámicos, como es el coeficiente de resistencia lateral ( $C_y$ ), resultados que permite mejorar el estudio y aprovechar el comportamiento y eficiencia de los flujos aerodinámicos, así como también de las presiones generadas alrededor de la superficie de la geometría propuesta.



# RECOMENDACIONES

- Para futuros proyectos sobre la optimización de la Aerodinámica del Vehículo Suzuki Forza 1, es necesario que tengan en cuenta el estudio del comportamiento dentro del automóvil cuando las ventanas estén abiertas de modo que se optimice el efecto paracaídas, que provocara la disminución de la velocidad.
- Cualquier modificación que se lleve a futuro es necesario que se realicen nuevas simulaciones y estudios del comportamiento del vehículo a velocidades distintas, esto con la finalidad de obtener resultados beneficiosos que garanticen que los distintos coeficientes y el efecto suelo no se vean afectados.



**"Si una persona no tiene sueños no tiene razón de vivir, soñar es necesario aun cuando el sueño va más allá de la realidad, para mi soñar es uno de los principios de la vida"**

Ayrton Senna



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