

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

REDISEÑO DE LAS MANGUETAS POSTERIORES DEL VEHÍCULO PROTOTIPO PARA COMPETENCIA EN FÓRMULA SAE

AUTORES: CRISTIAN RICARDO CEPEDA PAREDES
CHRISTIAN ALEXANDER TUPIZA QUIMBIULCO
DIRECTOR: ING. OSCAR ARTEAGA
LATACUNGA 2018



CONTENIDO

1) OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

2) METAS

3) HIPÓTESIS

4) FÓRMULA STUDENT

5) DISEÑO

6) CONSTRUCCIÓN

7) MONTAJE

8) PRUEBAS

9) CONCLUSIONES

10) RECOMENDACIONES



OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

Objetivo General

- Rediseñar las manguetas traseras del prototipo Formula FESPE del año 2012 mediante la utilización de software CAE y construirlo en materiales livianos para mejorar la relación peso/potencia del vehículo.

Objetivos específicos

- Analizar la influencia que tiene la metodología de la optimización en el rediseño de las manguetas traseras de un prototipo formula.
- Diseñar las manguetas traseras del formula FESPE del año 2012 utilizando software CAD.
- Simular las cargas a las que se encuentran sometidas las manguetas traseras mediante software CAE para la reducción de masas en el diseño.
- Construir las manguetas traseras para el Formula FESPE del año 2012 rediseñada.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

METAS

1. Utilizar la metodología de la optimización y rediseño como herramienta para eliminar peso de las manguetas traseras de un prototipo formula student.
2. Analizar el alcance que tiene la optimización en el diseño de las manguetas sin afectar el factor de seguridad al segundo mes de trabajo.
3. Diseñar las manguetas traseras con la ayuda de software CAD y CAE manteniendo los puntos de anclaje para el tercer mes de trabajo.
4. Construir las manguetas traseras para el prototipo Formula FESPE 2012 a base de Aluminio para ser montado en el vehículo en el cuarto mes de trabajo.
5. Realizar pruebas establecidas en el Reglamento de la Formula SAE y validar el funcionamiento de las manguetas traseras en el quinto mes de trabajo.



HIPÓTESIS

El rediseño de la mangueta trasera del prototipo Formula FESPE 2012 reducirá el peso del vehículo y soportará los ensayos reglamentados por la competencia Formula Student Germany.



FÓRMULA STUDENT

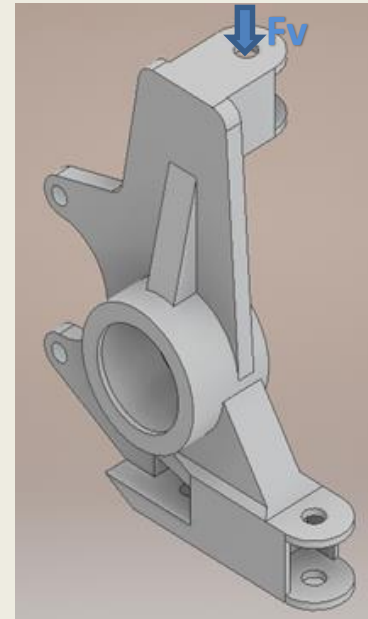
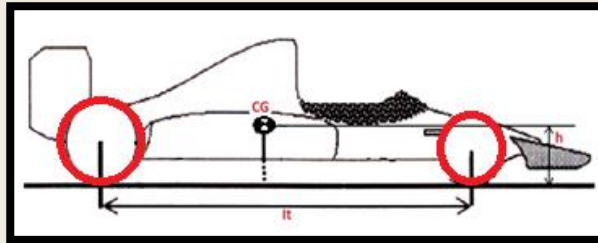
- El objetivo de este tipo de competencia, es que los estudiantes universitarios trabajen en el diseño, fabricación y desarrollo de un vehículo prototipo de competencias.



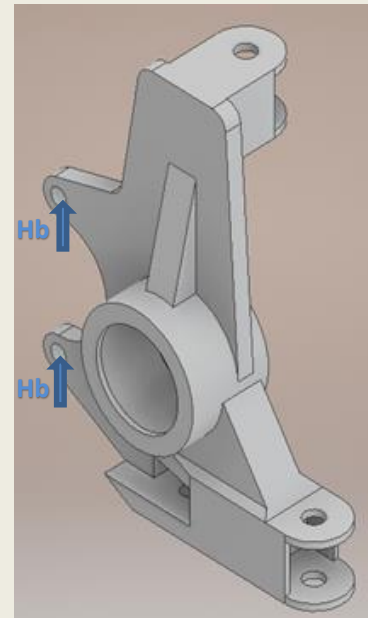
DISEÑO

Determinación de cargas

Carga total vertical	$F_v = 5003,19 \text{ N}$	$F_v = W + F$ Donde: W: peso del vehículo F: transferencia de cargas longitudinales
----------------------	---------------------------	--



Fuerza de fricción	$H_b = 1368,41 N$	$H_b = (m_t * a) - H_a$ <p>Donde: m_t: masa teórica. a: aceleración. H_a: fuerza de fricción en el punto A</p>
--------------------	-------------------	--



Incremento de la carga en las ruedas

$$F_o = 3600,6 N$$

$$F_o = \frac{W}{2} + \frac{F_{centrif} * h}{T_c}$$

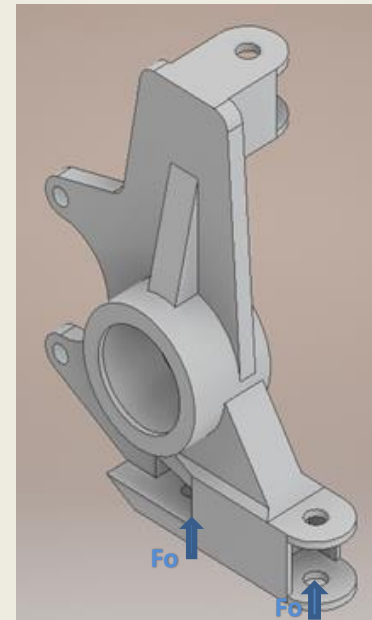
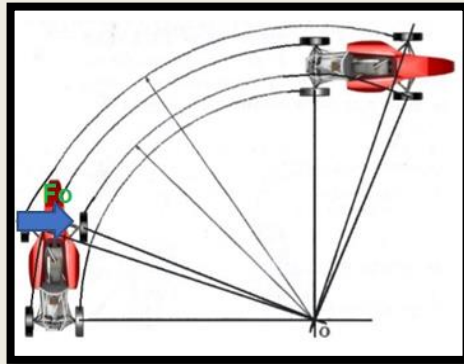
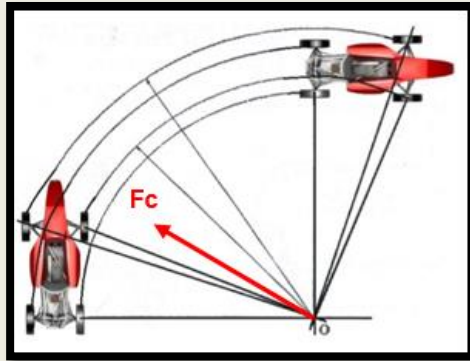
Donde:

W: peso del vehículo

Fcentrif: fuerza centrífuga.

h: altura del centro de gravedad.

Tc: ancho de vía delantero.



Fuerza aplicada en la junta de dirección de la mangueta

$$F_{yr} = 293,81 N$$

$$F_{yr} = mt * \frac{V2^2}{R} * \frac{A}{It}$$

Donde:

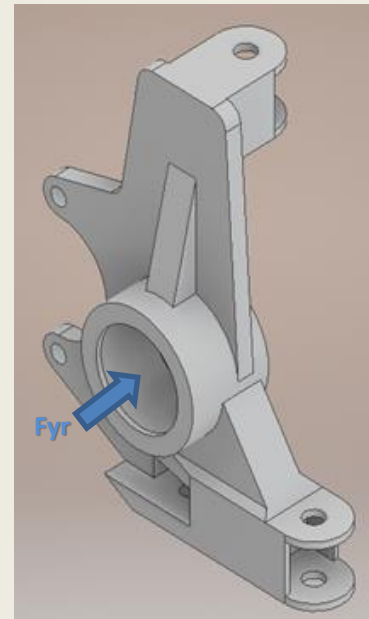
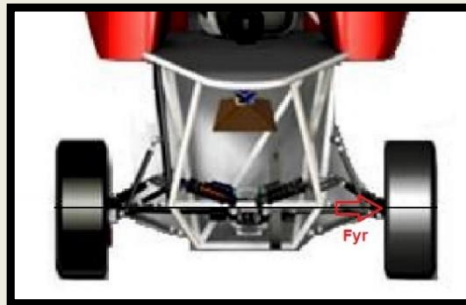
mt: masa teórica.

V2: velocidad del vehículo en curva.

R: radio de curvatura.

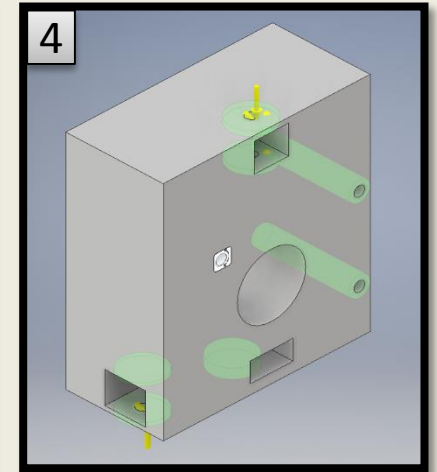
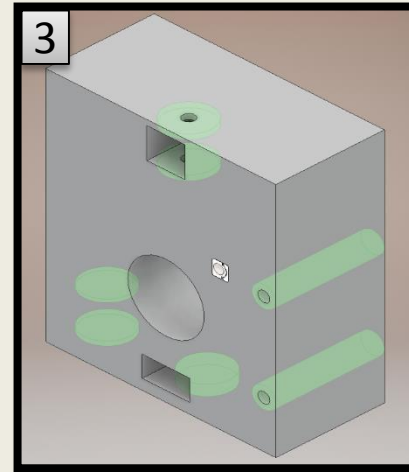
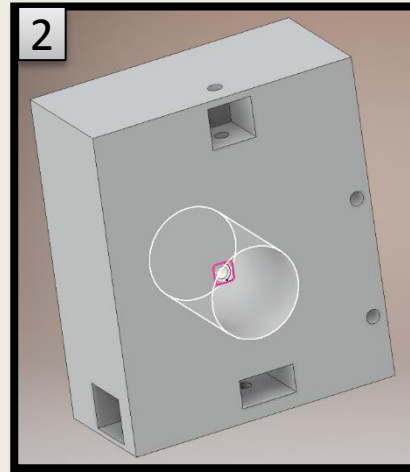
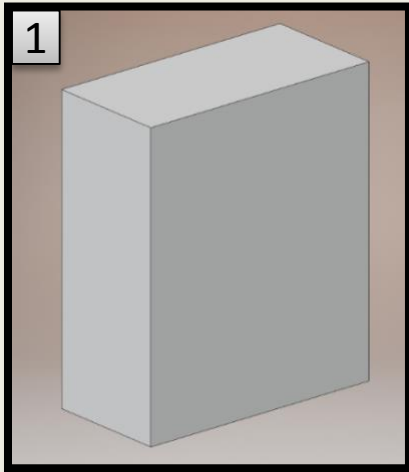
A: distancia del eje posterior al centro de gravedad.

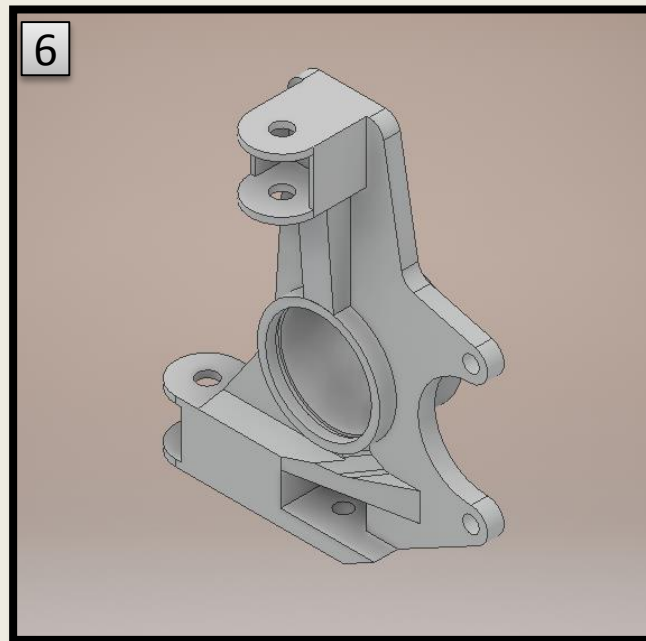
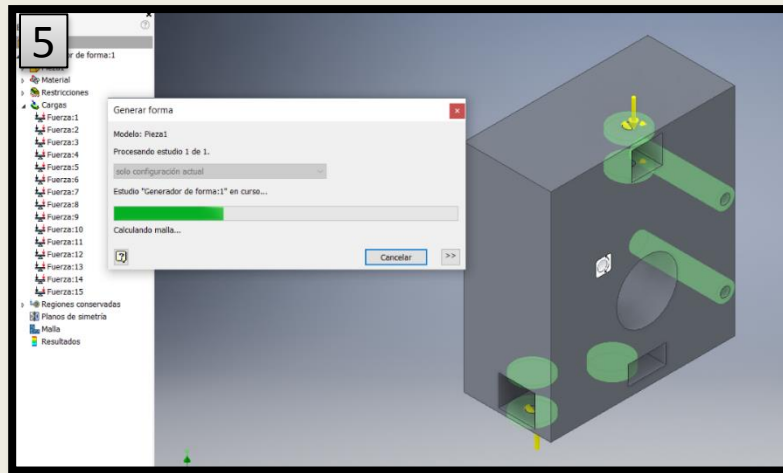
It: batalla.



OPTIMIZACIÓN DE LA MANGUETA MEDIANTE SOFTWARE

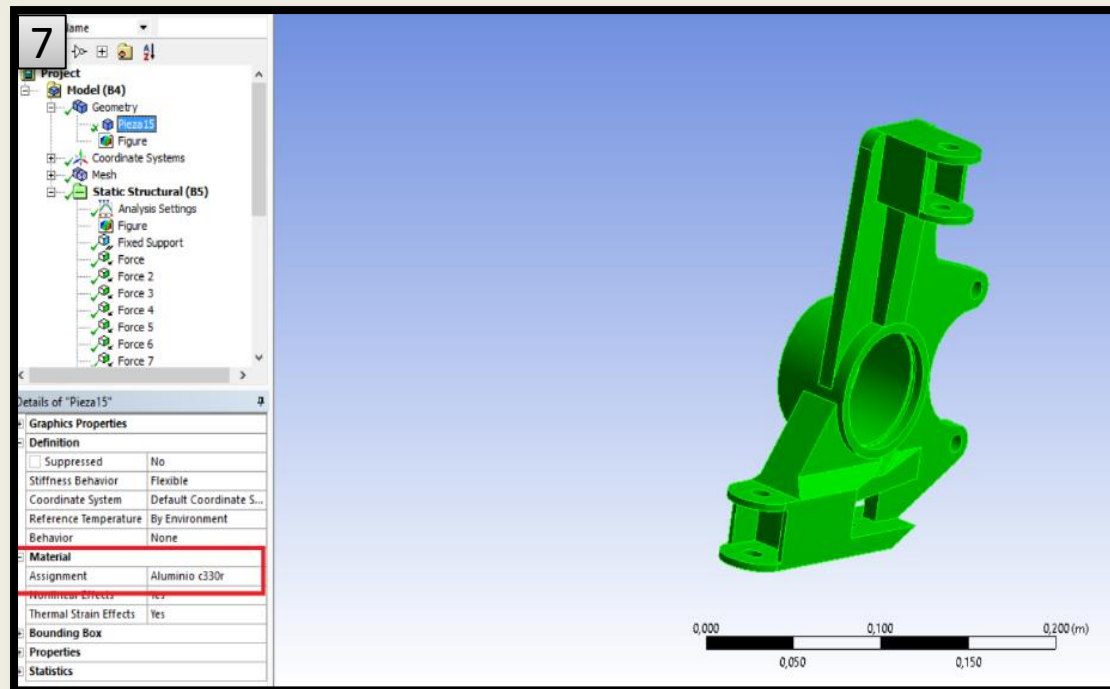
El diseño geométrico de la mangueta se la realizo mediante software de diseño





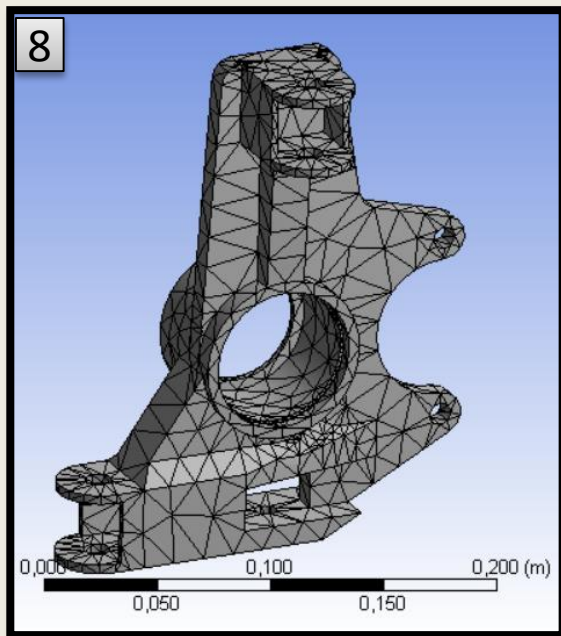
SIMULACIÓN DE LA MANGUETA MEDIANTE SOFTWARE.

Para esto utilizamos un software de simulación de cargas, este programa nos ayuda a simular el trabajo que realizara nuestra mangueta, al momento que este sea sometido a las diferentes cargas.



MALLADO

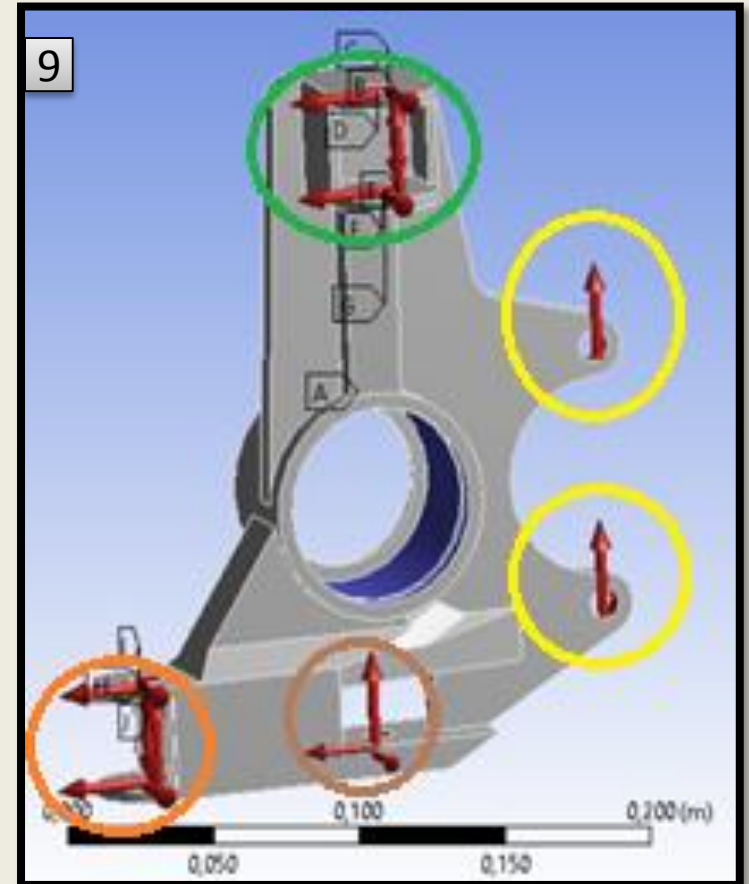
Modificamos el mallado para que nos de un valor Jacobino mas cercano a uno, generando una mallado de tipo tetraédrico.



Mesh Metric	Jacobian Ratio (Gauss Points)
<input type="checkbox"/> Min	8,6652e-002
<input type="checkbox"/> Max	1,
<input type="checkbox"/> Average	0,95341
<input type="checkbox"/> Standard Deviation	8,3643e-002

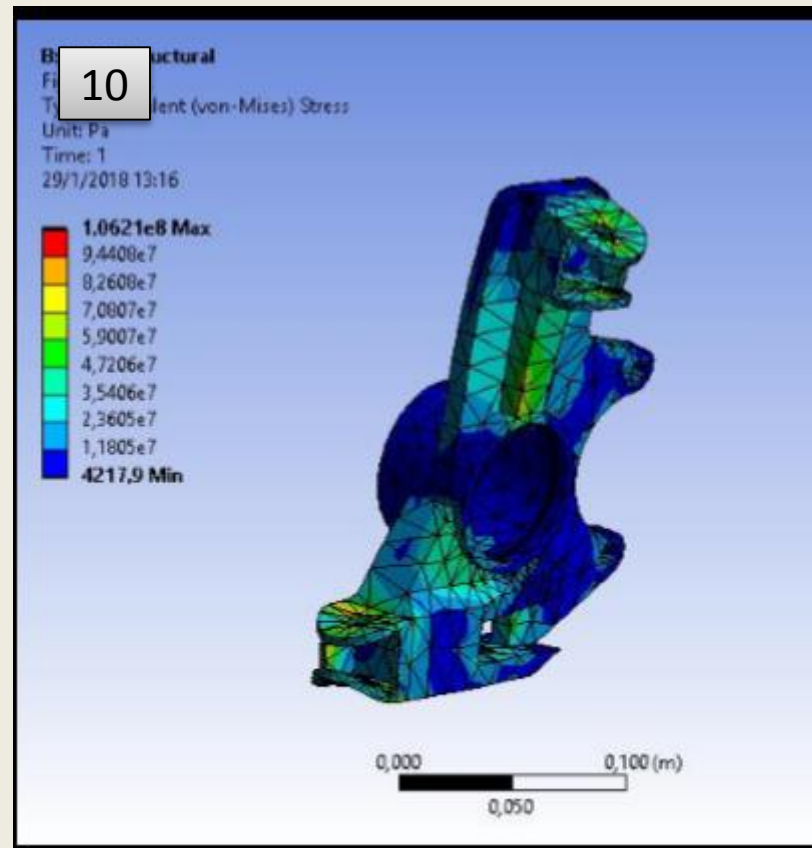
SIMULACIÓN

Carga total vertical o Carga de la suspensión superior	$Fv = 5003,19 \text{ N}$ $Fv1 = 2501,6 \text{ N}$ $Fvs = 1250,78 \text{ N}$
Fuerza de fricción o Fuerza de la mordaza	$Hb = 1368,41 \text{ N}$
Incremento de la carga en las ruedas o fuerza de dirección, aceleración, carga,	$Fo = 3600,6 \text{ N}$ $Fos = 1800,3 \text{ N}$ $Foi = 1800,3 \text{ N}$
Incremento de la carga en las ruedas o fuerza de dirección, aceleración, carga,	$Fo = 3600,6 \text{ N}$



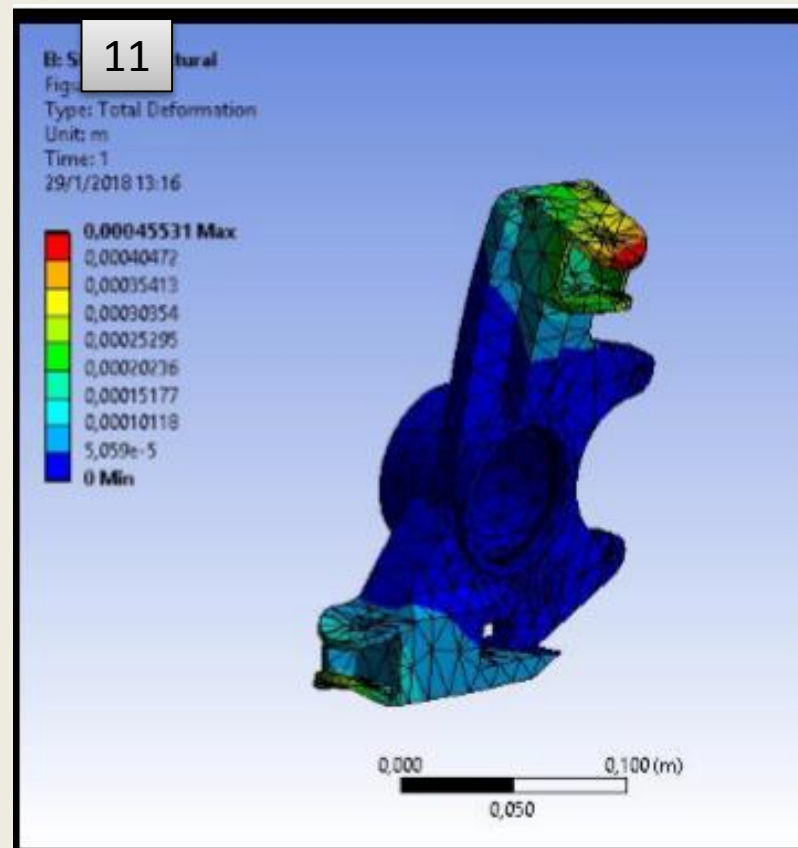
VON MISES

El resultado de esfuerzo von mises da un valor máximo de 106,21 Mpa.



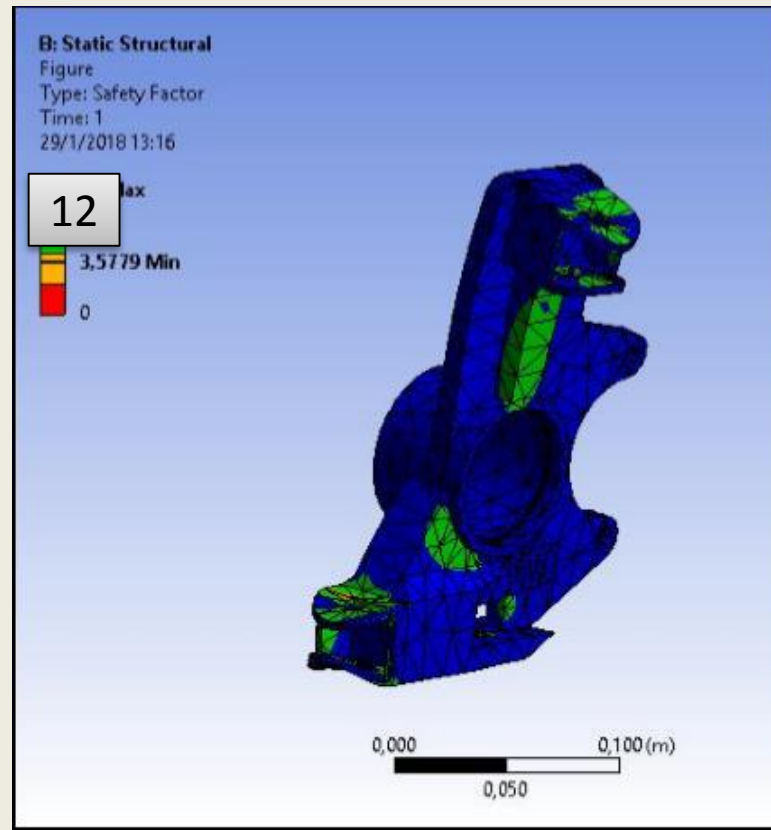
DEFORMACIÓN

El resultado de la deformación total, dio un valor mínimo de 0 mm y un valor máximo de 0,456 mm.



FACTOR DE SEGURIDAD

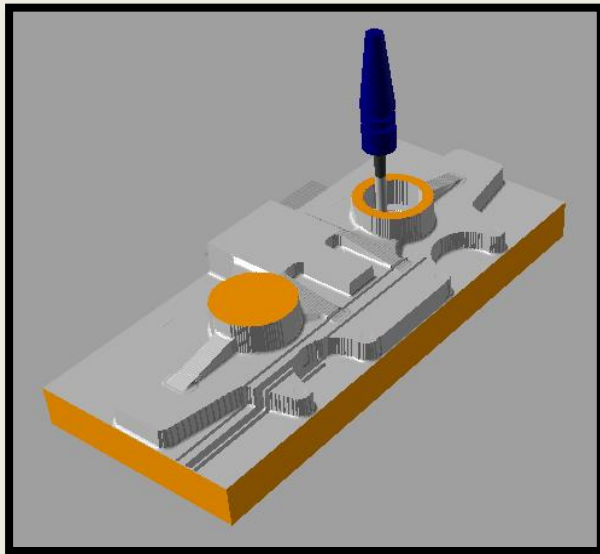
El resultado del factor de seguridad dio un valor de 3,57



CONSTRUCCIÓN

Proceso de mecanizado por software.

Para realizar el proceso de mecanizado se utilizó el software Mach3 CNC.



Proceso	Herr.	Avance mm/min
Desbaste	End mill 12	0,35
Acabado	Ball mill 6	0,25

Proceso de mecanizado por CNC

El proceso de mecanizado se lo realiza mediante una máquina CNC Kondia de tres ejes, las manguetas a construir se las realizaron en un bloque de aluminio c330r de 100 x 200 x 475 mm.





MONTAJE

Se colocaron las manguetas en el vehículo prototipo para competencia en fórmula SAE utilizando los mismos elementos de sujeción utilizados en el anterior diseño, a continuación se detalla el proceso:



PRUEBAS

Aceleración

En esta prueba se mide el tiempo de aceleración del vehículo en una recta de 75 m, donde se verifica cuanto tiempo es capaz de desarrollar el vehículo en el tramo y observando si las manguetas cumplen con la prueba aplicada

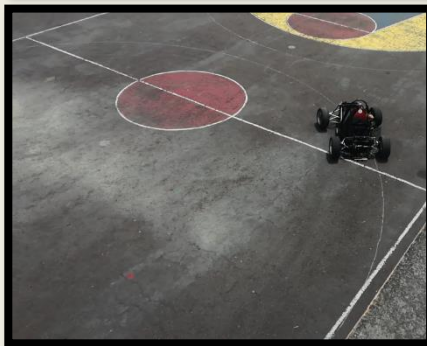
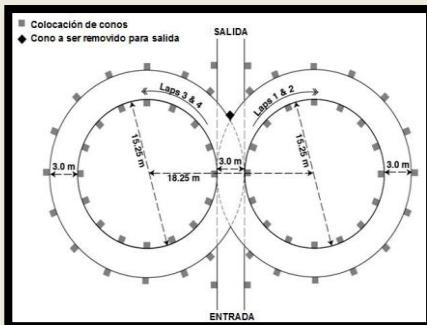


# Prueba	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Cumplió la prueba
Uno	6,7	14,19	✓
Dos	6,5	14,53	✓
Tres	6,2	15,09	✓
Cuatro	5,8	15,93	✓

$$V_{prom} = \frac{V_1 + V_2 + \dots + V_n}{n}$$
$$V_{prom} = 14,93 \frac{m}{s}$$

Maniobrabilidad Skidpad

Esta prueba consiste en avalar la habilidad que tiene el vehículo para tomar una curva, el circuito tiene dos círculos de 15,25 m de diámetro, donde el vehículo deberá dar una vuelta hacia la izquierda en el primer círculo y termina el circuito en el segundo círculo entrando por la derecha formando así un 8.



# Prueba	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Cumplió la prueba
Uno	26,42	3,63	✓
Dos	21,85	4,39	✓
Tres	19,15	5,01	✓
Cuatro	17,36	5,51	✓
Cinco	16,76	5,74	✓
Seis	14,41	6,65	✓

$$V_{prom} = 5,16 \frac{m}{s}$$

Autocross

Para esta prueba se recorre un circuito cerrado que tenga curvas y rectas, de esta manera se observara el comportamiento del vehículo y las manguetas al tomar estos tramos.



# Prueba	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Cumplió la prueba
Uno	51,15	14,08	✓
Dos	48,32	14,9	✓
Tres	46,89	15,36	✓

$$V_{prom} = 14,78 \frac{m}{s}$$

CONCLUSIONES

- La mangueta tiene un valor de esfuerzo máximo Von Mises de 106,21 Mpa y el aluminio c330r tiene 380 Mpa, por lo que al ser mayor, este material resulta eficaz para la construcción del proyecto.
- El resultado de deformación máxima de la mangueta es 0,00045531 m, lo que representa un valor menor a un milímetro, el cual no generó ningún problema al ser sometido a las pruebas dinámicas en el vehículo.
- El factor de diseño de las manguetas dio como resultado 3,57, lo que demuestra que el proyecto al ser construido en el aluminio c330r será seguro, puesto que se encuentra en el rango de seguridad para elementos de máquina sometidos a cargas de incertidumbre.
- La mangueta posterior de aluminio tiene un peso de 1,54 Kg, representa el 61,6% del peso de la mangueta de acero antes elaborada por lo que se comprobó la eficiencia del diseño y la construcción.
- En la prueba de aceleración el vehículo fue sometido a un tramo en línea recta de 75 m, con una velocidad promedio de 14,93 m/s, donde se pudo observar que la mangueta no sufrió ningún daño y cumplió con la prueba sin ninguna novedad.
- En la prueba de maniobrabilidad el vehículo fue sometido a un skid-pad donde se pudo verificar la habilidad que tiene el vehículo para tomar curvas con una velocidad promedio de 5,16 m/s y observar que las manguetas posteriores no sufrieron ningún daño al realizar este circuito.
- En la prueba de autocross se sometió al vehículo a un recorrido que consta de cinco curvas, dos de ellas cerradas, cuatro rectas y un peralte, con una velocidad promedio de 14,78 m/s, donde se comprobó que las manguetas posteriores resistieron y no sufrieron ningún tipo de daño al ser sometidas a un largo recorrido.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

RECOMENDACIONES

- Para futuros diseños es recomendable seguir bajando el peso de la mangueta puesto que con el uso de los diferentes programas de análisis de diseño como Catia, Adams, HyperWorks y Lotus LSA, se puede verificar donde existe exceso de material sin afectar el factor de diseño.
- Antes y después de cada prueba se recomienda realizar una inspección visual e instrumental de cada sistema y componente para verificar posibles fallas y fisuras.
- Para diseños posteriores se recomienda realizar una geometría más compleja por lo que al ser construidas en fresadoras CNC, no habría ninguna complicación al tratar de reducir el porcentaje de peso del elemento.





“
Cuando todo parezca estar en tu
contra, recuerda que los aviones
despegan con el aire en contra, no a
favor
— Henry Ford —
”



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA