



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO PROPULSADO CON FUERZA HUMANA CON LA CAPACIDAD DE CAMBIAR SU GEOMETRÍA ESTRUCTURAL PARA TRANSPORTAR NIÑOS DE HASTA TRES AÑOS**

**AUTOR: RAMIRO LLÁNEZ**

**DIRECTOR: ING. FÉLIX MANJARRÉS**

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema se genera a partir de que en nuestro país ya que no existen vehículos que cambien su geometría estructural, por lo que mediante este proyecto se logrará establecer las ventajas que tiene conjuntamente este vehículo. Tomando que conjuntamente este vehículo tiene beneficios tanto de carro de bebe y una tricicleta. Sin duda alguna el desarrollo de este tipo de vehículos siempre resulta como un apoyo al medio ambiente desarrollando una tendencia sana.



# JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto abarca el conocimiento de diseño mecánico tomando en consideración los esfuerzos que afectan directamente a la estructura, analizando los materiales y la deformación que estos tendrán, iniciando con un proceso de diseño que involucra la necesidad, para luego plantear la necesidad concreta, también realizando análisis y síntesis hasta concluir con el diseño final que se enfoca a la contribución para la aplicación de la seguridad, eficiencia y disminución de pérdidas mecánicas en los sistemas del vehículo.



# OBJETIVOS

## Objetivo general

Diseñar y construir un vehículo propulsado por fuerza humana con la posibilidad de cambiar su geometría estructural para transportar niños de hasta tres años.



# Objetivos específicos

- Plantear el diseño concurrente de un sistema mecánico que permita el cambio de su geometría de tricicleta a una carriola para niños.
- Seleccionar los materiales idóneos para el diseño de la tricicleta carriola.
- Analizar los parámetros de ingeniería sobre la estructura y el sistema mecánico para validar el diseño.
- Seleccionar elementos de máquinas requeridos para el sistema de frenos, sistema de transmisión y ergonomía tanto para el conductor como para el acompañante.
- Gestionar y ejecutar el proceso de manufactura de la tricicleta carriola, e implementar cada uno de los componentes de los distintos sistemas en el vehículo.
- Ejecutar el protocolo de pruebas necesario para validar la construcción del sistema mecánico de la tricicleta carriola en distintos escenarios.



# DISEÑO, SIMULACIÓN Y SELECCIÓN DE COMPONENTES



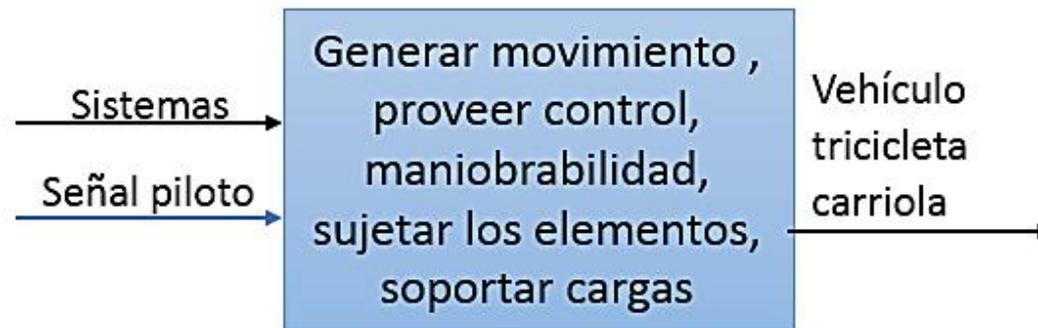
# Análisis funcional

El análisis funcional es una técnica propuesta por el ingeniero estadounidense Lawrence D. Miles, cuyo propósito es de separar la acción que se efectúa el componente o mecanismo, para de este modo buscar nuevas soluciones a un mismo problema.



# Desarrollo de los diagramas funcionales

## Módulo principal

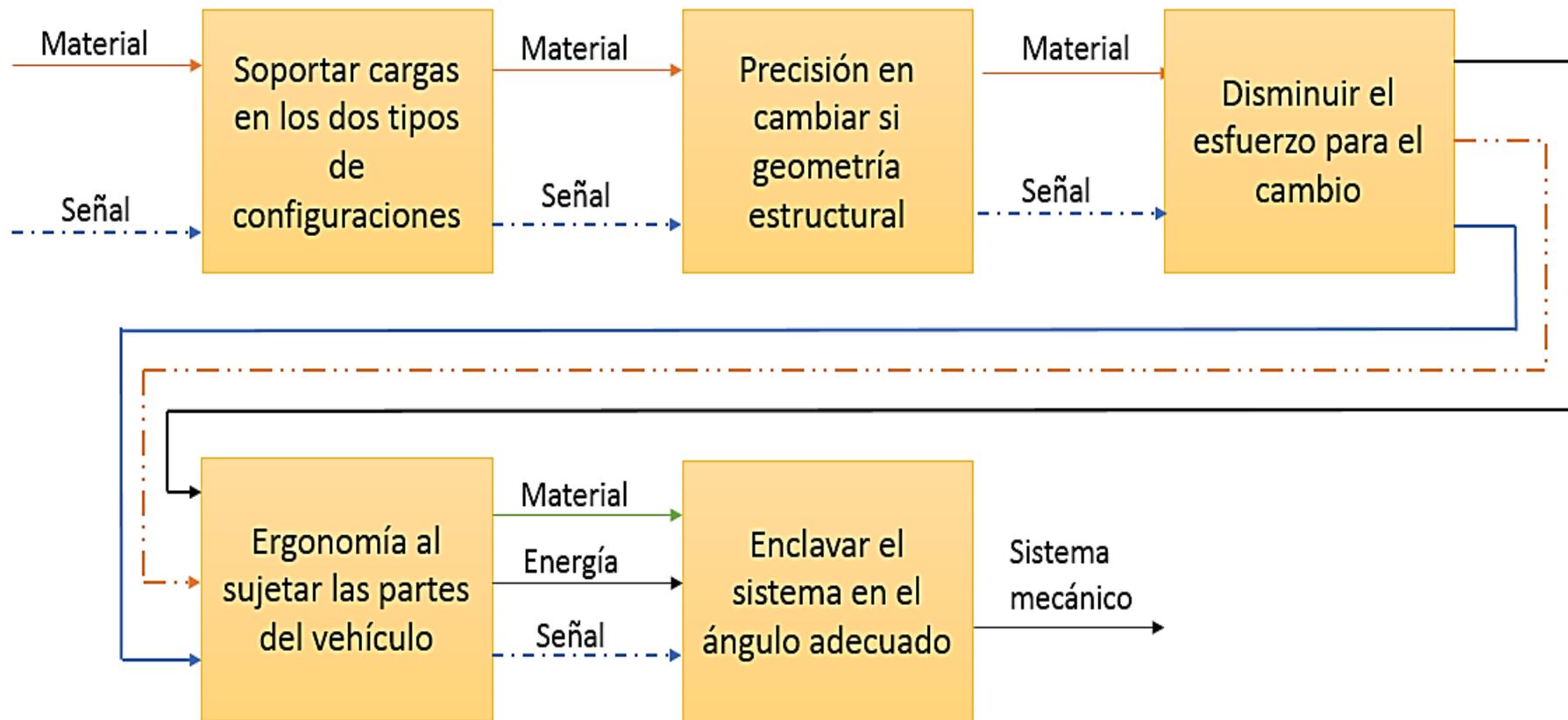


# Sistema mecánico

La función del sistema mecánico se basa esencialmente en cambiar la geometría estructural de una tricicleta a una carriola, mediante un mando mecánico que controle la libertad de giro que debe poseer el sistema



# División modular de sistema mecánico



# Alternativas para el sistema mecánico

<b>Doble placa con ajuste</b>	<b>Eje pivotado</b>	<b>Eje con enclavamiento</b>
Media eficacia para el cambio de geometría	Media eficiencia para el cambio de geometría	Alta eficiencia
Media alta precisión de enclavamiento	Precisión media de enclavamiento	Alta precisión de enclavamiento
Bajo ruido y vibración	Baja vibración en el cambio	Soporta vibraciones
Fácil desmontaje del sistema	Liviano	Construcción más sólida y compleja
Bajo mantenimiento de lubricación	Bajo mantenimiento	Alto índice de mantenimiento
Económica	Económica	Costo elevado
Soporta altas cargas	Soporta cargas medias	Soporta cargas medias



# Evaluación de Alternativas para el sistema mecánico

Ponderación /100	Características	Doble placa con ajuste	Eje pivotado	Eje con enclavamiento
20	Costo	18	16	12
10	Mantenimiento	9	8	8
15	Peso	14	15	13
10	Tamaño	9	9	8
15	Eficacia de cambio	14	14	14
15	Soporta vibraciones	14	13	13
15	Propiedades mecánicas	15	14	14
100	Total	93	89	82



# Dimensiones mínimas y máximas de diseño

<b>Ancho mínimo del vehículo</b>	750 mm
<b>Ancho máximo del vehículo</b>	800 mm
<b>Distancia mínima entre ejes</b>	1200 mm
<b>Distancia máxima entre ejes</b>	1300 mm
<b>Alto mínimo del vehículo</b>	900 mm
<b>Alto máximo del vehículo</b>	1000 mm
<b>Velocidad máxima del vehículo</b>	25 Km/h



## Alternativas ideales para el vehículo

Estructura	Cuadro simple
Sistema de transmisión	Cadenas
	Ejes Isis y Octalink
	Rodamientos de bolas
Sistema de Dirección	Mecanismo de eslabones
Sistema de frenos	Disco perforado eje trasero
	Mordazas fijas
	Pinzas para ruedas delanteras
Ergonomía y seguridad	Asiento de goma
	Asiento con arnés de 3 puntos de anclaje
	Cascos de seguridad



# ANÁLISIS Y CÁLCULOS DEL VEHÍCULO



## Relación de transmisión

Para encontrar la relación de transmisión se usará el programa Renold Chain Drive Selector el cual nos ayudará hallar la relación entre las ruedas dentadas las cuales conforman el sistema de transmisión del vehículo. Y en la relación de transmisión trabajaremos con una rueda dentada delantera con  $n=44$  y un conjunto de ruedas dentadas trasero progresivo con 7 ruedas dentadas entre  $n=28$  y  $n=12$ . Además tomando a los dos piñones del templados con  $n=10$  cada uno.



## Datos

## Cálculo

## Ayuda

## Info

## Datos de rendimiento

- Potencia de entrada  
 Carga de trabajo  N  
 Torque (rueda conductora)
- Velocidad de entrada (Conductora)  rpm  
 Velocidad lineal de la cadena

## Número de dientes

- Rueda conductora (Z1)   
 Rueda conducida (Z2)   
 Relación (Z2/Z1) 0.6363

## Selección de cadena

- Selección automática   
 Selección manual

## Tipo de producto

## Distancia entre centros/Número de eslabones

- Será redondeado a un número par de eslabones  mm  
 Será redondeado a un número impar de eslabones  
 Valor fijo (tensor de cadena requerido)  
 Número de eslabones

## Clasificación de carga

## Características de la máquina conductora

- Funcionamiento suave  
 Ligéramente impulsiva  
 Medianamente impulsiva

## Características de la máquina conducida

- Funcionamiento suave  
 Medianamente impulsiva  
 Áltamente impulsiva

## Lubricación

- Funcionamiento en seco (sin lubricación).  
 Lubricación inadecuada (en relación a la lubricación).  
 Lubricación según lo recomendado  
 Mejor que la recomendada

## Unidades

- Sistema métrico  
 Sistema anglosajón

## Condiciones ambientales

- Ambiente normal  
 Ambiente abrasivo  
 Aplicación interior  
 Aplicación exterior

# RENOLD Synergy



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

**Cadena Renold Synergy 06 B (ISO 606) simple****La vida de trabajo de la cadena es > 30000 h.**

y está dentro de su capacidad de resistencia al desgaste, es decir, después de este periodo se alcanzara el 3% de alargamiento.

Potencia:	$P = 0.123 \text{ kW}$	Paso:	$p = 9.525 \text{ mm}$
Torque:	$T = 58.7 \text{ Nm}$	ISO Carga de rotura:	$F_b = 11100 \text{ N}$
Velocidad de entrada:	$n = 20 \text{ rpm}$	Superficie de contacto:	$f = 0.28 \text{ cm}^2$
Velocidad lineal de la cadena:	$v = 0.139 \text{ m/s}$	Masa:	$q = 0.39 \text{ kg/m}$
Carga de trabajo:	$F = 883 \text{ N}$	Longitud de cadena:	$l = 1638.3 \text{ mm}$
Fuerza dinámico:	$F_d = 883 \text{ N}$	Distancia entre	$a = 647.25 \text{ mm}$
Fuerza centrífuga:	$F_f = 0 \text{ N}$	Número de dientes:	$X = 172$
Fuerza total:	$F_g = 883 \text{ N}$		
Presión del cojinete:	$p_r = 31.535 \text{ N/mm}^2$		

Factor de seguridad:           estático: 12.5           dinámico: 12.5

Ruedas:	No. de dientes:	Rueda conductora (Z1): 44	Rueda conducida (Z2): 28	Relación: $i = 0.6363$
	Diámetro primitiva:	Rueda conductora (Z1): 133.517 mm	Rueda conducida (Z2): 85.071 mm	
	Clasificación de carga:	Funcionamiento suave	Funcionamiento suave	

Condiciones ambientales: Ambiente normal, Aplicación interior

Lubricación recomendada: Lubricación manual.

**06 B (ISO 606) 1-fach Renold Synergy**

06 B (ISO 606) 2-fach Renold Synergy

06 B (ISO 606) 3-fach Renold Synergy

Imprimir



# Relación de transmisión

Rueda dentada delantera	Ruedas dentadas traseras	Relación de transmisión
n = 44	n = 28	0.6363
	n = 24	0.5454
	n = 22	0.5
	n = 18	0.409
	n = 16	0.3636
	n = 14	0.3181
	n = 12	0.2727

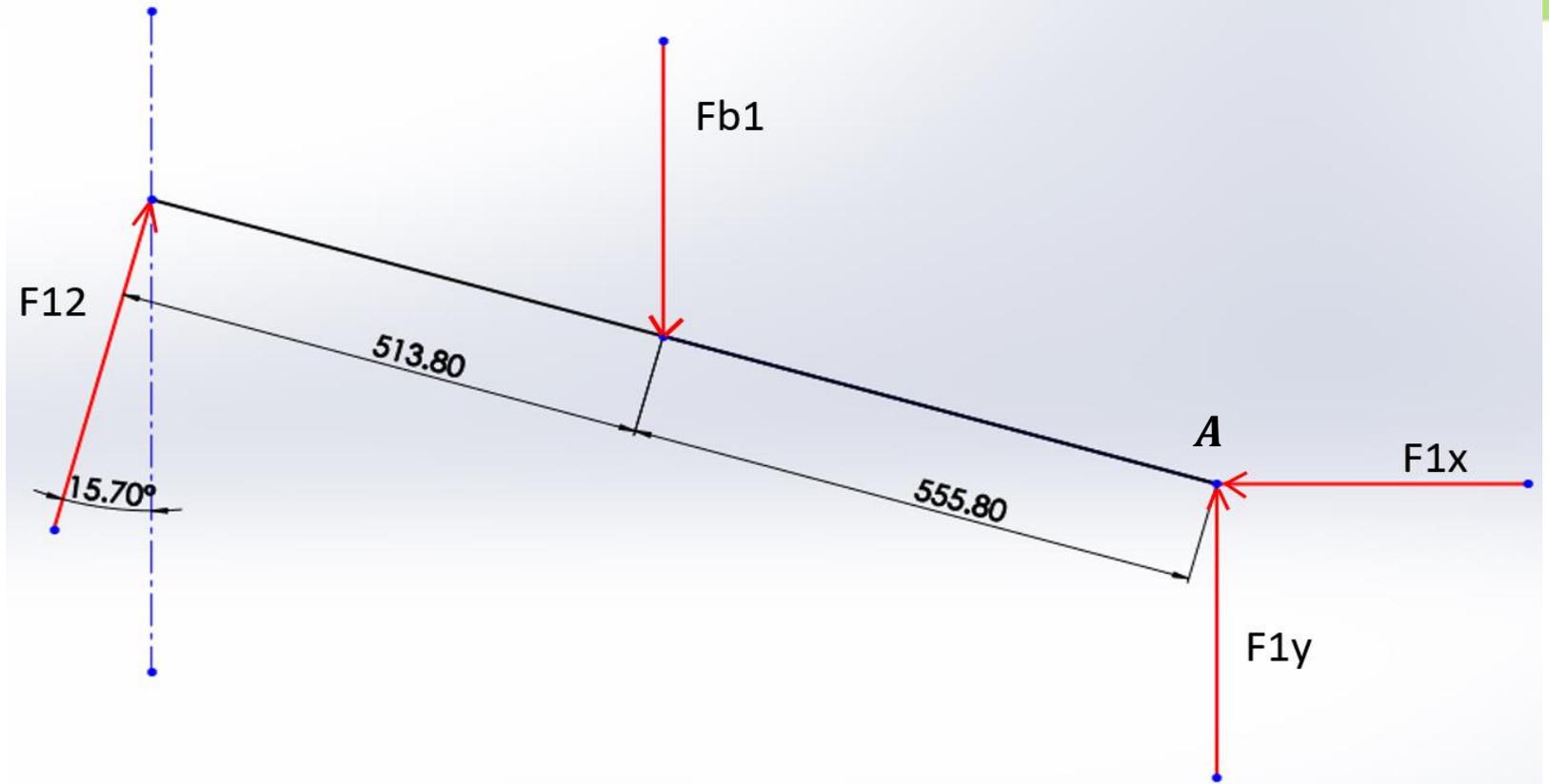


## **Análisis en la estructura de la tricicleta carriola**

Para el análisis se ha tomado en consideración los valores reales de los pesos que soportara la estructura, los cuales están considerados en un adulto con 90 kg y un niño de 3 años de edad con una masa de 30 kg.



# Diagrama de cuerpo libre de la estructura (Elemento 1)



$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_{12x} - F_{1x} = 0$$

$$F_{1x} = 128,68 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{12y} - F_{b1y} + F_{1y} = 0$$

$$F_{1y} = 424,12 \text{ N}$$

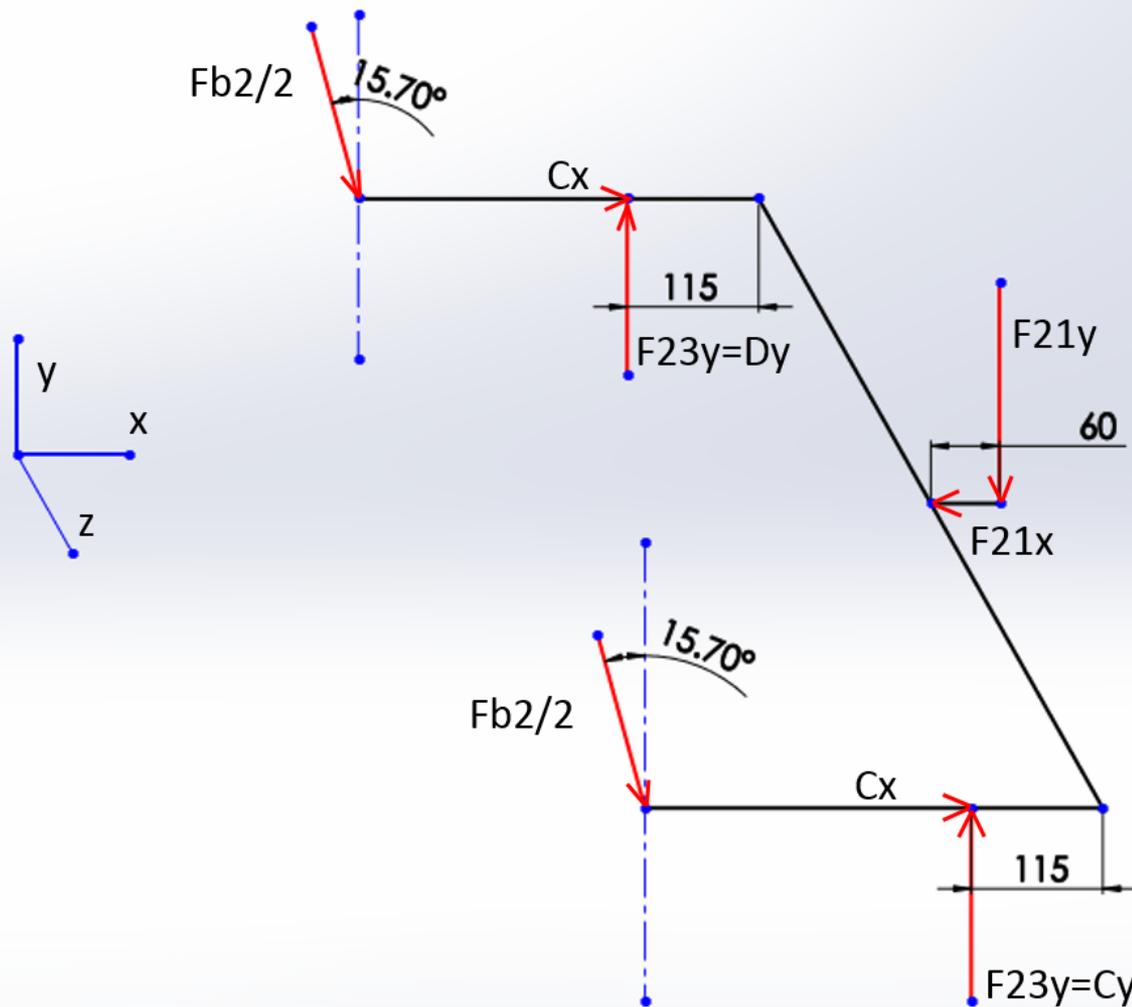
$$\Sigma M_A = 0$$

$$\text{Sen}15,7^\circ(555,8)(F_{b1}) + \text{Sen}15,7^\circ(1069,6)(F_{12}\text{Cos}15,7^\circ) = 0$$

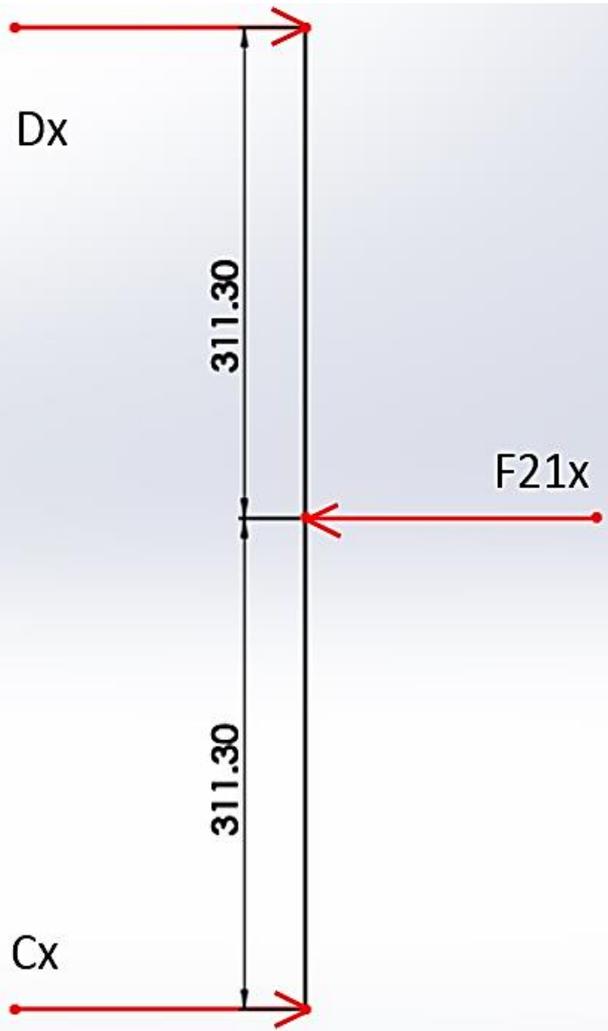
$$F_{12} = 476,56 \text{ N}$$



# Diagrama de cuerpo libre del divisor (Elemento 2)



# Plano xy



$$\Sigma F_x = 0$$

$$C_x + D_x = F_{21x}$$

$$D_x = 62,35 \text{ N}$$

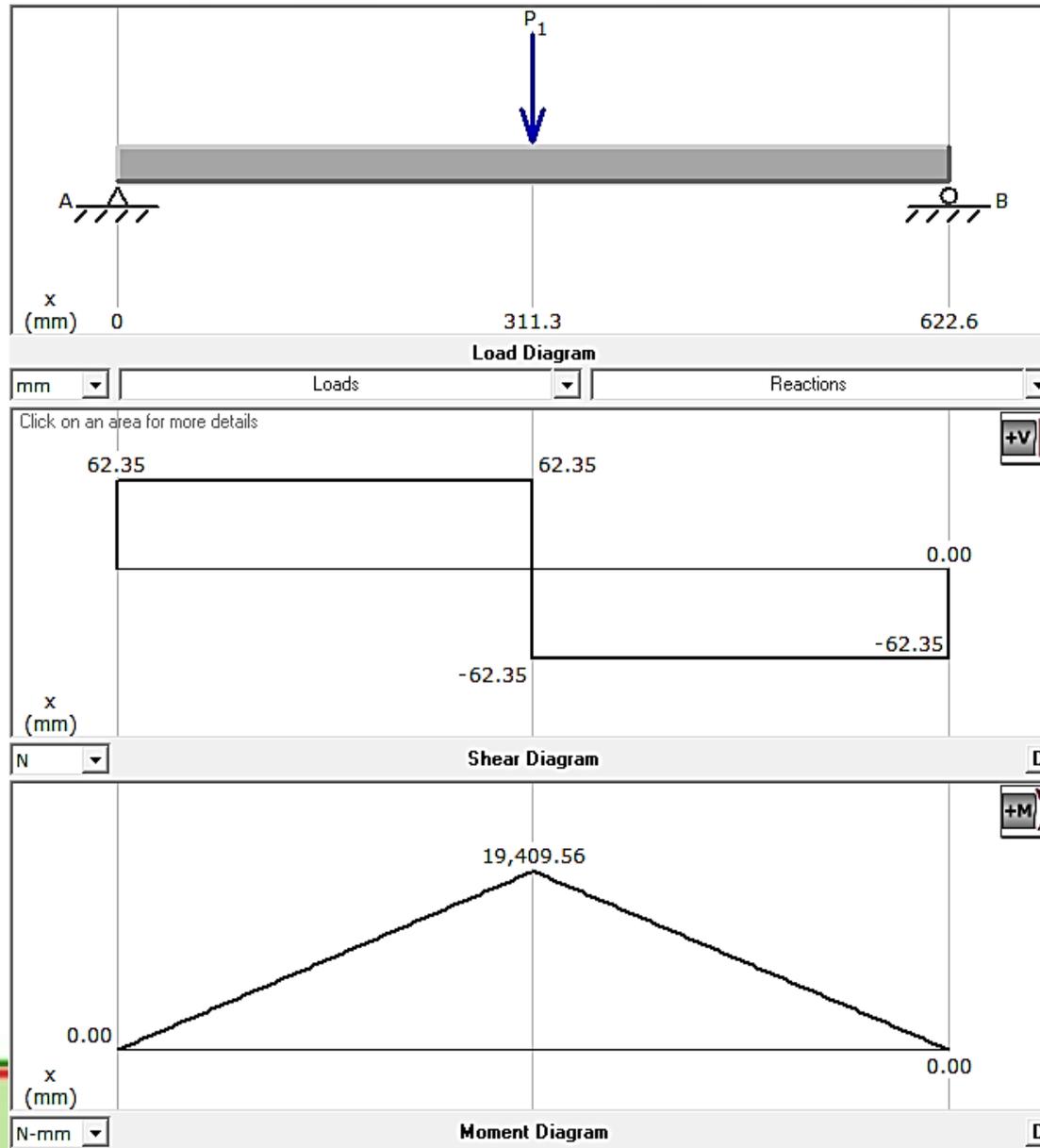
$$\Sigma M_D = 0$$

$$(622,6)C_x - (124,70)(311,3) = 0$$

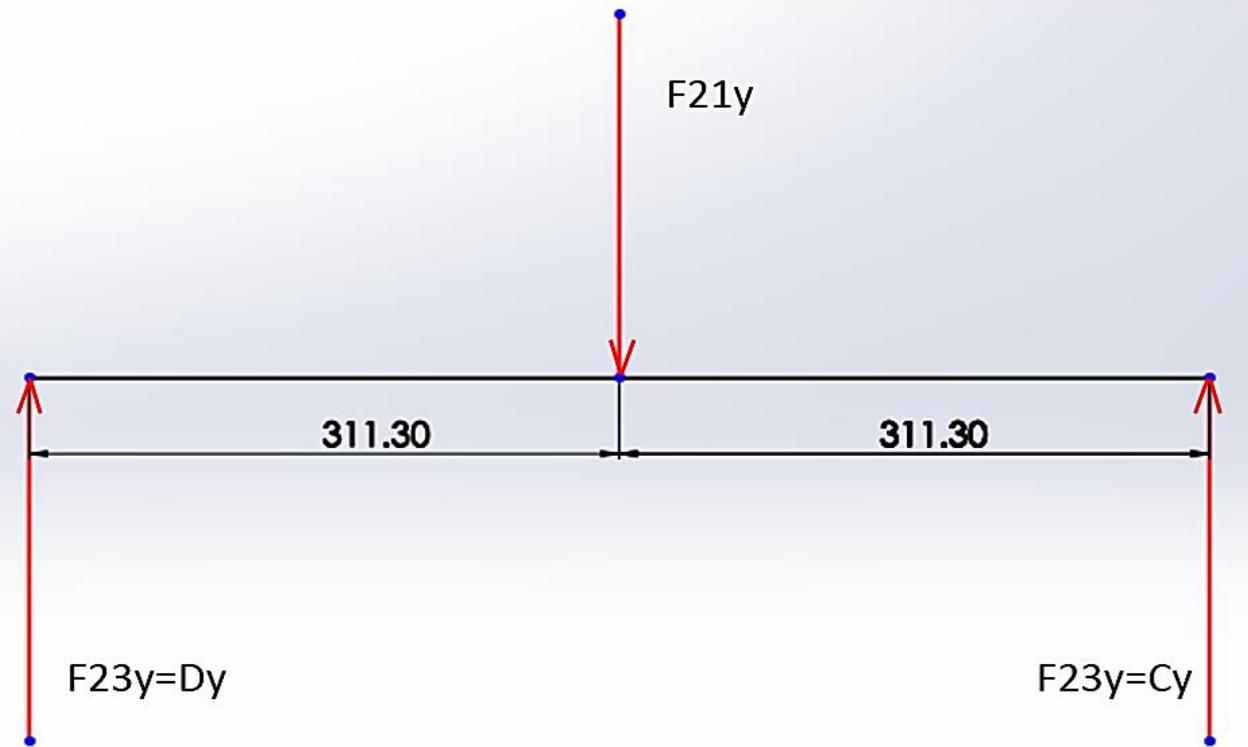
$$C_x = 62,35 \text{ N}$$



# Diagrama de fuerzas y momentos en el plano xy



# Plano yz



$$\Sigma F_y = 0$$

$$D_y + C_y - F_{b2} - F_{21y} = 0$$

$$D_y = 336,38 \text{ N}$$

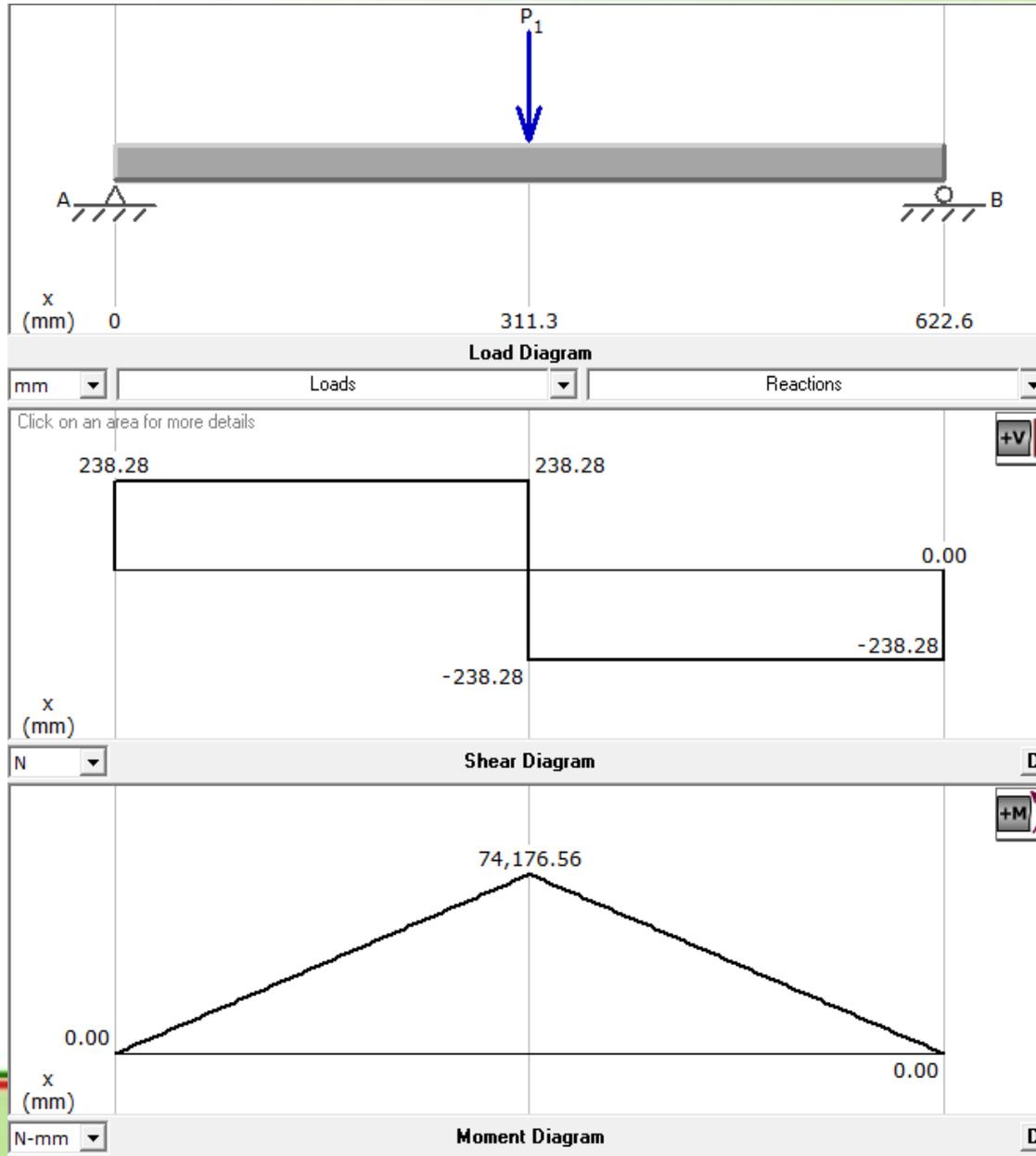
$$\Sigma M_D = 0$$

$$(622,6)C_y - F_{21y}(311,3) - F_{b2}(311,3) = 0$$

$$C_y = 336,38 \text{ N}$$



# Diagrama de fuerzas y momentos en el plano yz



## Diseño del elemento 2

Esfuerzo principal  $M$  máx.

$$\sigma_{m\grave{a}x} = \frac{Mm\grave{a}x}{5} - \frac{Mc}{I} = \frac{32M}{\pi d^3}$$

Esfuerzo cortante  $\tau$  máx

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \frac{16T}{T1d^3}$$

## Bidireccional

( $\sigma_x$ )

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{32(19409,5)}{\pi(38^3 - 34^3)}$$

$$\sigma_x = 12,69 \text{ MPa}$$



$(\sigma y)$

$$\sigma y = \frac{32M}{\pi d^3}$$

$$\sigma y = \frac{32(148353,13)}{\pi(38^3 - 34^3)}$$

$$\sigma y = 48,53 \text{ MPa}$$

$$\text{Torque } \tau xy = \tau yx = 16 \frac{T}{\pi d^3}$$

$$\tau yx = \tau xy = 8,98 \text{ MPa}$$



$$\sigma_A; \sigma_B = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_A; \sigma_B = \frac{12,69 + 48,53}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{12,69 - 48,53}{2}\right)^2 + 8,98^2}$$

$$\sigma_1 = 62,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_3 = -1,29 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_3 + \sigma_3^2}$$

$$\sigma' = 63,16 \text{ MPa}$$



## Stainless steel, austenitic, AISI 304, wrought, annealed

### Mechanical properties

Young's modulus	190	- 203	GPa
Shear modulus	74	- 81	GPa
Bulk modulus	134	- 151	GPa
Poisson's ratio	0.265	- 0.275	
Shape factor	62		
Yield strength (elastic limit)	205	- 310	MPa
Tensile strength	510	- 620	MPa
Compressive strength	205	- 310	MPa
Flexural strength (modulus of rupture)	205	- 310	MPa
Elongation	45	- 60	%
Hardness - Vickers	170	- 210	HV
Hardness - Rockwell B	75	- 85	
Hardness - Rockwell C	* 0	- 13.4	
Hardness - Brinell	149	- 201	MPa
Fatigue strength at 10 <sup>7</sup> cycles	229	- 253	MPa
Fatigue strength model (stress range)	* 142	- 196	MPa
<small>Parameters: Stress Ratio = 0, Number of Cycles = 1e7</small>			
Fracture toughness	55	- 71	MPa.m <sup>1/2</sup>
Mechanical loss coefficient (tan delta)	* 9.5e-4	- 0.0013	



### Thermal properties

Melting point	1.4e3	- 1.45e3	°C
Maximum service temperature	750	- 925	°C
Minimum service temperature	-273		°C
Thermal conductivity	14	- 17	W/m.K



**$S_y = 203 \text{ MPa}$  Acero inoxidable AISI 304**

$$\begin{aligned} n &= \frac{S_y}{\sigma'} \\ &= \frac{203 \text{ MPa}}{63,16} \\ \mathbf{n} &= \mathbf{3,214} \end{aligned}$$



# Análisis de posiciones en el cambio de geometría estructural

Datos

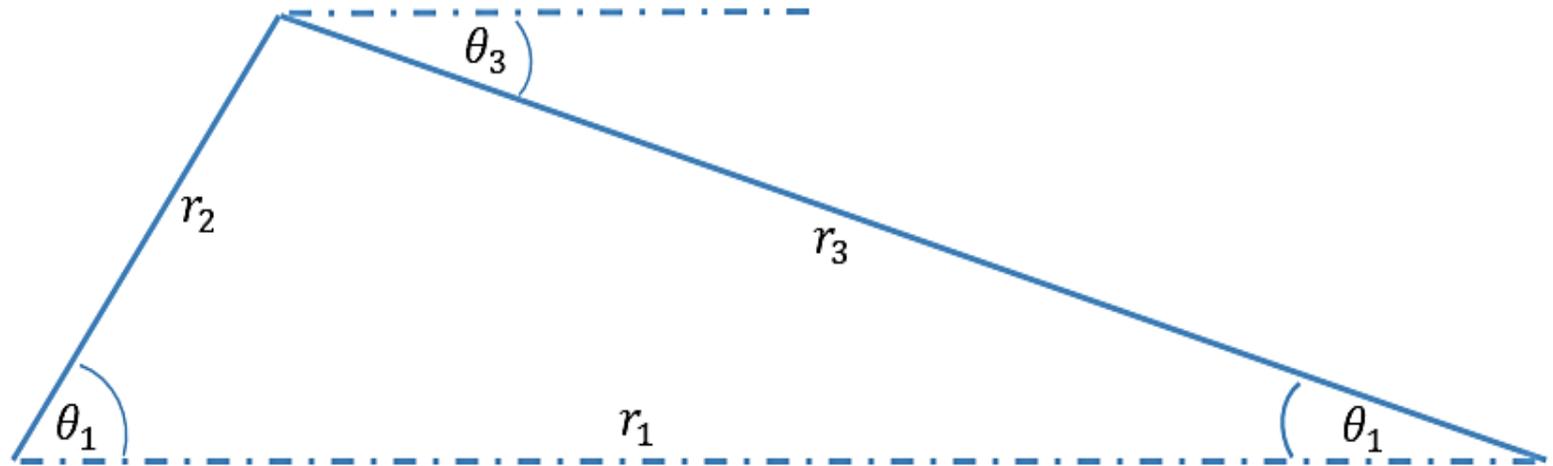
$$r_2 = 365 \text{ mm}$$

$$r_3 = 1030 \text{ mm}$$

$$\theta_1 = 17.25^\circ - 160.25^\circ$$

$$\theta_2 = 56^\circ - 67.5^\circ$$

$$\theta_3 = 17.25^\circ - 199.25^\circ$$



$$r_1 = r_2 + r_3$$

$$r_1 \cdot e^{\theta_1 \cdot i} = r_2 \cdot e^{\theta_2 \cdot i} + r_3 \cdot e^{\theta_3 \cdot i}$$

$$r_1 \cdot (\cos \theta_1 + i \cdot \sin \theta_1) = r_2 \cdot (\cos \theta_2 + i \cdot \sin \theta_2) + r_3 \cdot (\cos \theta_3 + i \cdot \sin \theta_3)$$

$$a) r_1 \cdot (\cos \theta_1) = r_2 \cdot (\cos \theta_2) + r_3 \cdot (\cos \theta_3)$$

$$b) r_1 \cdot (\sin \theta_1) = r_2 \cdot (\sin \theta_2) + r_3 \cdot (\sin \theta_3)$$

a) y b) se eleva al cuadrado y se suma

$$r_1^2 = (r_2 \cdot \cos \theta_2 + r_3 \cdot \cos \theta_3)^2 + (r_2 \cdot \sin \theta_2 + r_3 \cdot \sin \theta_3)^2$$

$$r_1^2$$

$$= r_2^2 \cdot \cos^2 \theta_2 + (2 \cdot r_2 \cdot \cos \theta_2 \cdot r_3 \cdot \cos \theta_3) + r_3^2 \cdot \cos^2 \theta_3 + r_2^2 \cdot \sin^2 \theta_2 + (2 \cdot r_2 \cdot \sin \theta_2 \cdot r_3 \cdot \sin \theta_3) + r_3^2 \cdot \sin^2 \theta_3$$

$$r_1^2 = r_2^2 + r_3^2 + 2r_2r_3(\cos \theta_2 \cdot \cos \theta_3 + \sin \theta_2 \cdot \sin \theta_3)$$

$$r_1^2 = r_2^2 + r_3^2 + 2r_2r_3 \cdot \cos(\theta_2 - \theta_3)$$

$$c) r_1 = \sqrt{r_2^2 + r_3^2 + 2r_2r_3 \cdot \cos(\theta_2 - \theta_3)}$$



Se reemplaza c) en b)

$$\text{sen}\theta_1 = \frac{r_2 \cdot (\text{sen}\theta_2) + r_1 \cdot (\text{sen}\theta_2)}{\sqrt{r_2^2 + r_3^2 + 2r_2r_3 \cdot \cos(\theta_2 - \theta_3)}}$$

$$\theta_1 = \text{sen}^{-1} \left( \frac{r_2 \cdot (\text{sen}\theta_2) + r_1 \cdot (\text{sen}\theta_2)}{\sqrt{r_2^2 + r_3^2 + 2r_2r_3 \cdot \cos(\theta_2 - \theta_3)}} \right)$$

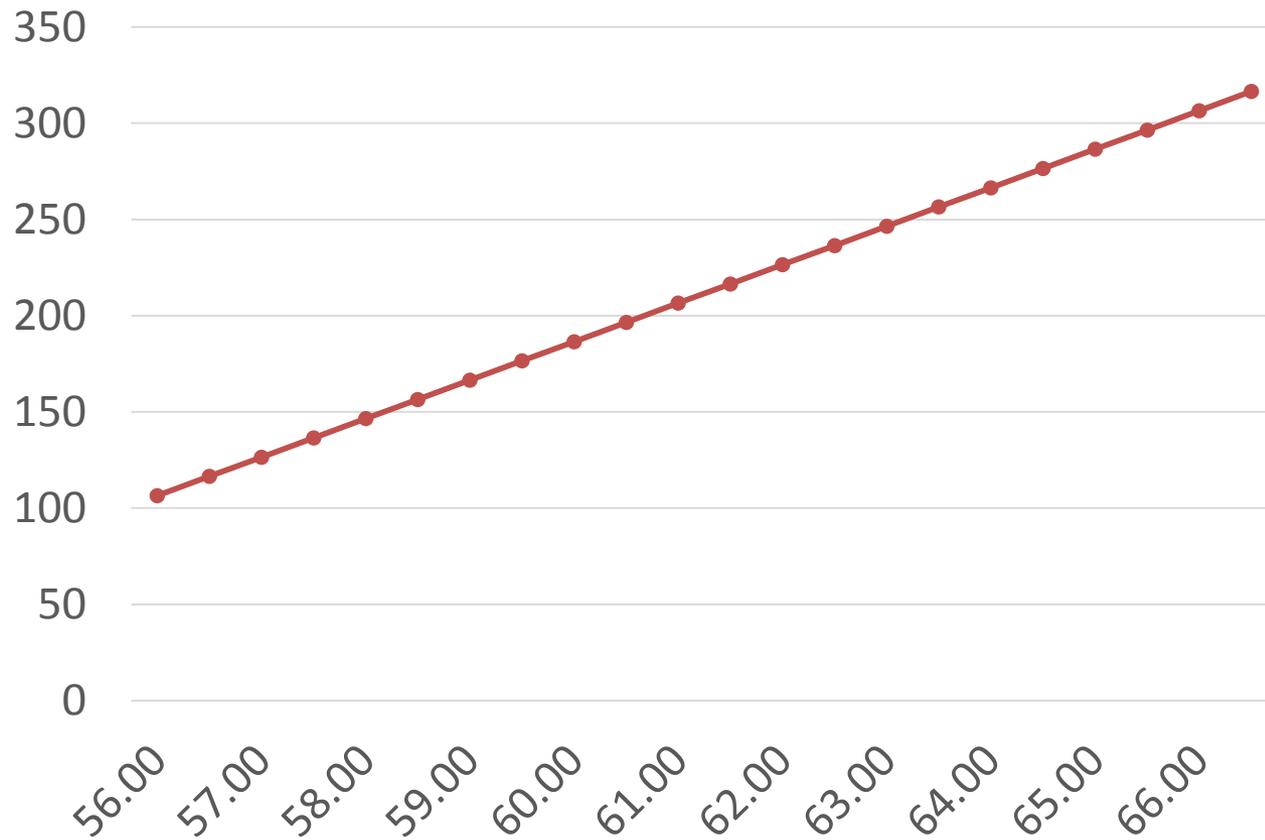


# Datos de posiciones de los eslabones del vehículo

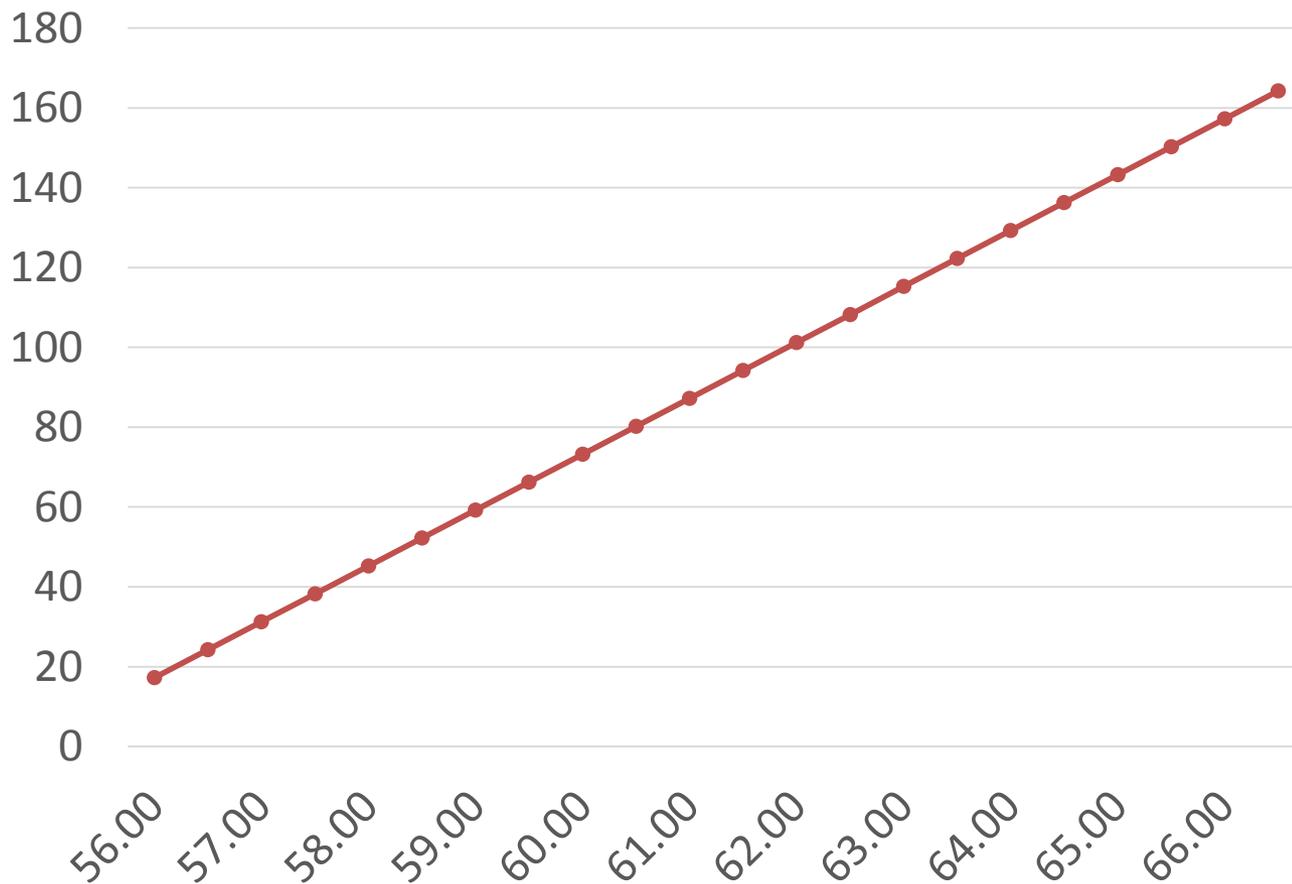
theta 2	theta3	theta 1	r1
56.00	106.5	17.25	1190
56.50	116.5	24.25	1254
57.00	126.5	31.25	1296
57.50	136.5	38.25	1360
58.00	146.5	45.25	1422
58.50	156.5	52.25	1395
59.00	166.5	59.25	1360
59.50	176.5	66.25	1325
60.00	186.5	73.25	1290
60.50	196.5	80.25	1255
61.00	206.5	87.25	1220
61.50	216.5	94.25	1185
62.00	226.5	101.25	1150
62.50	236.5	108.25	1115
63.00	246.5	115.25	1080
63.50	256.5	122.25	1045
64.00	266.5	129.25	1010
64.50	276.5	136.25	975
65.00	286.5	143.25	940
65.50	296.5	150.25	905
66.00	306.5	157.25	870
66.50	316.5	164.25	835



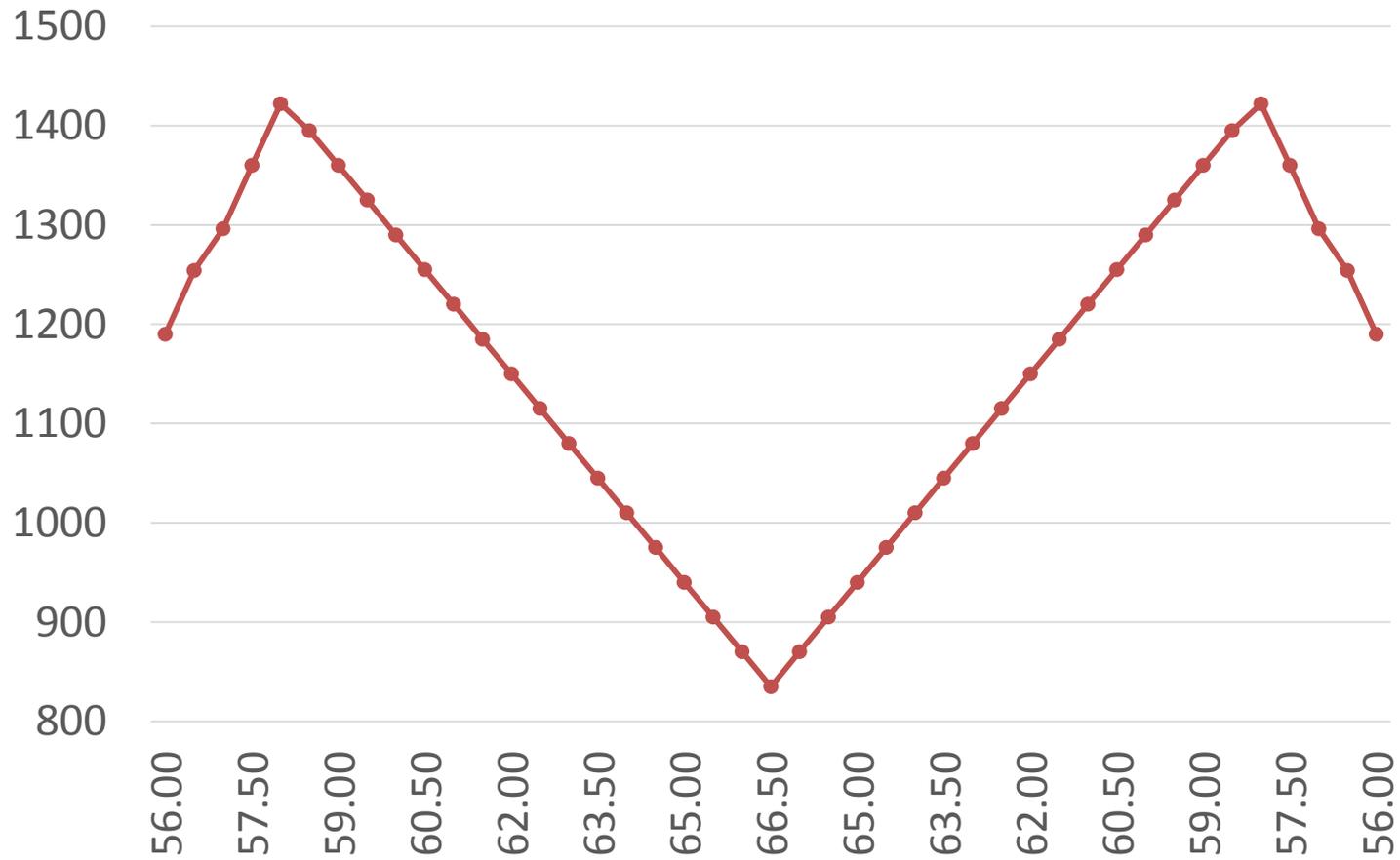
Theta 2 vs theta 3



## Theta 2 vs tetha 1



Theta 2 vs r1



# **SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DE LA TRICICLETA CARRIOLA**

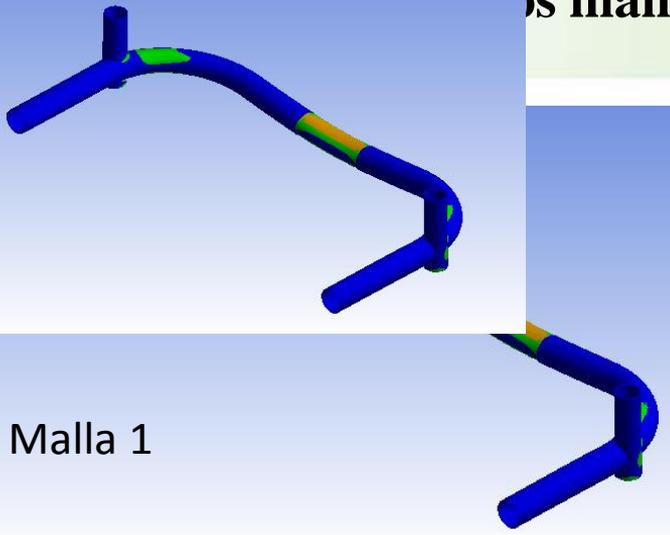


# Selección del mallado ideal

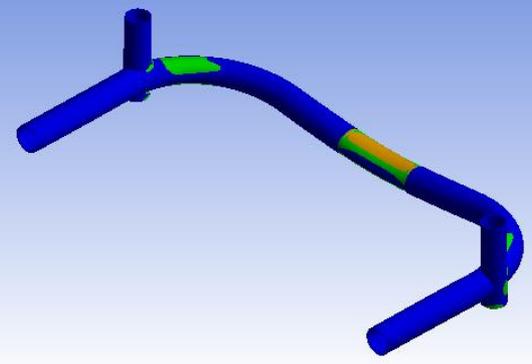
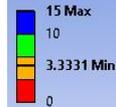
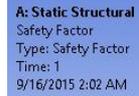
	$\sigma_{max}$ MPa	$\delta$ mm	$\epsilon$ mm/m m	$F_s$	Tamaño
<b>REAL</b>	<b>63,16</b>	<b>0,018</b>		<b>3,22</b>	
Malla 1	62,68	0,022	0,00029	3.338	2.00 mm
Malla 2	64.63	0,022	0,00027	3.333	2.25 mm
<b>Malla 3</b>	<b>66.36</b>	<b>0.022</b>	<b>0.00028</b>	<b>3.26</b>	<b>1.80 mm</b>
Malla 4	68.76	0.022	0.00028	3.106	1.75 mm



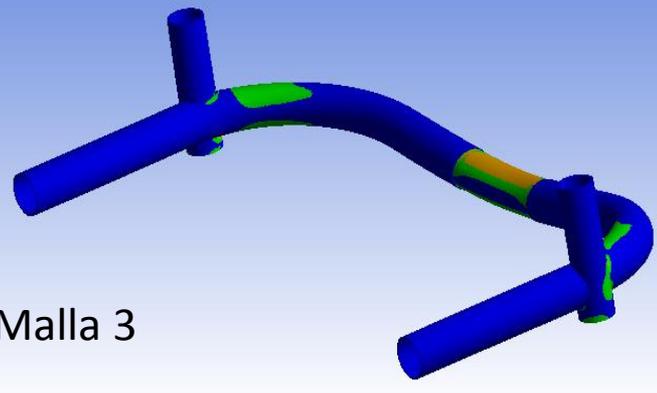
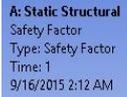
# os mallados



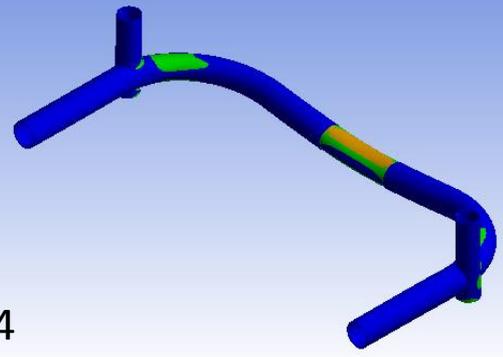
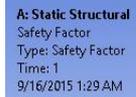
Malla 1



Malla 2



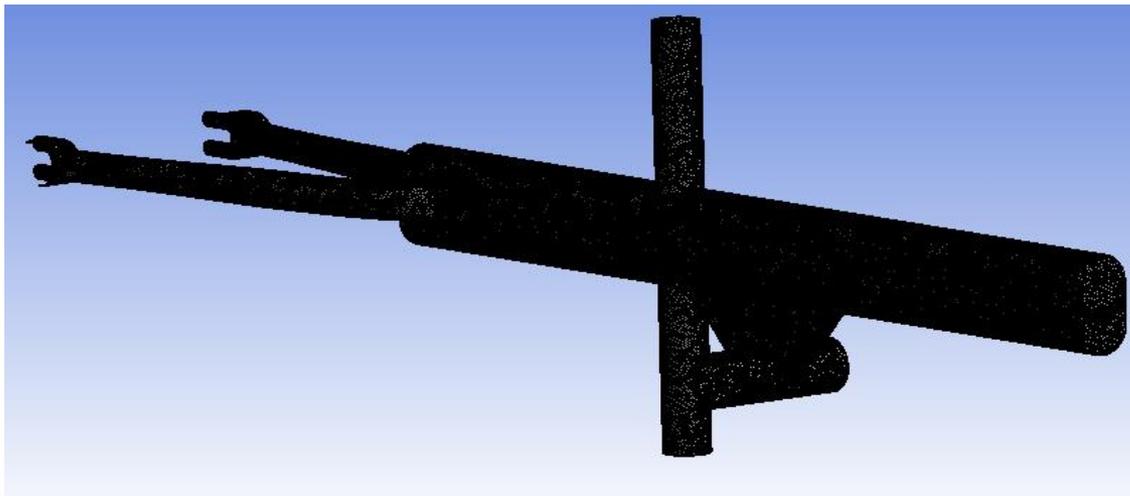
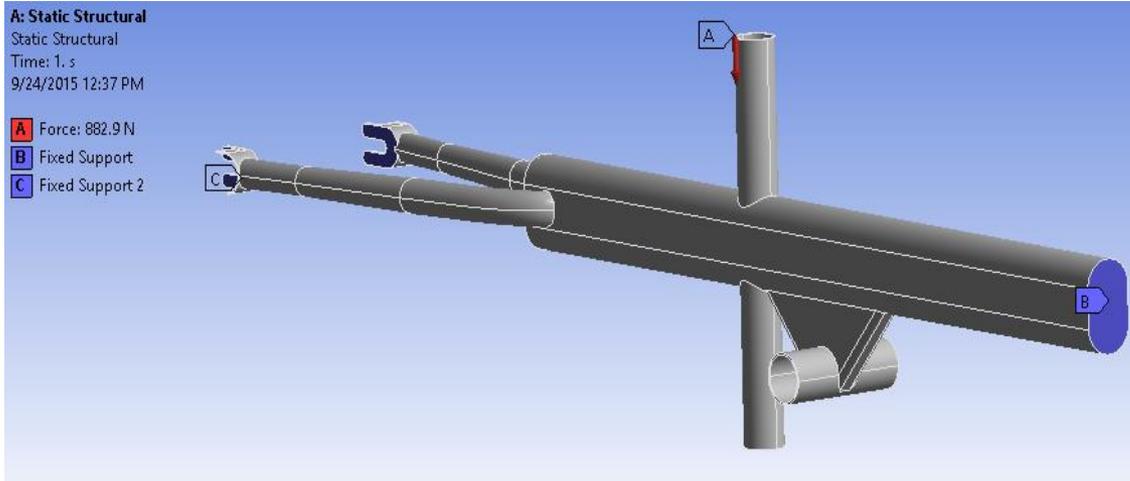
Malla 3



Malla 4



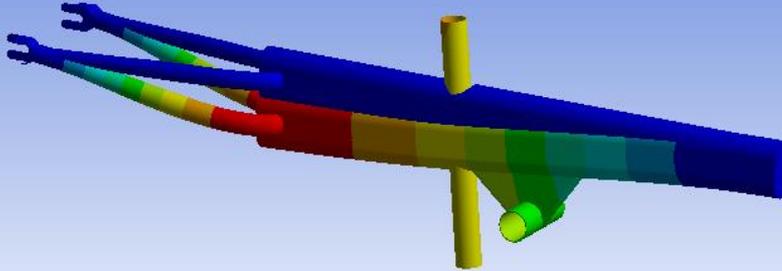
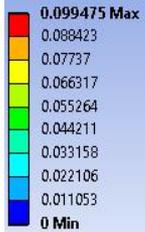
# Simulación de la estructura



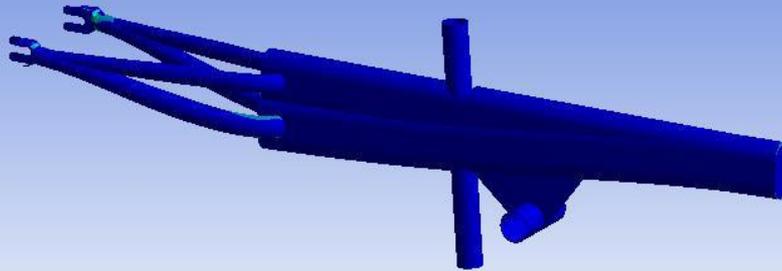
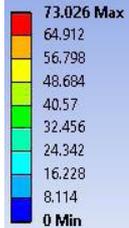
Datos	Valor
Fuerza	882.9 N
B y C	Soporte
Nodos	3581614
Elementos	2446647



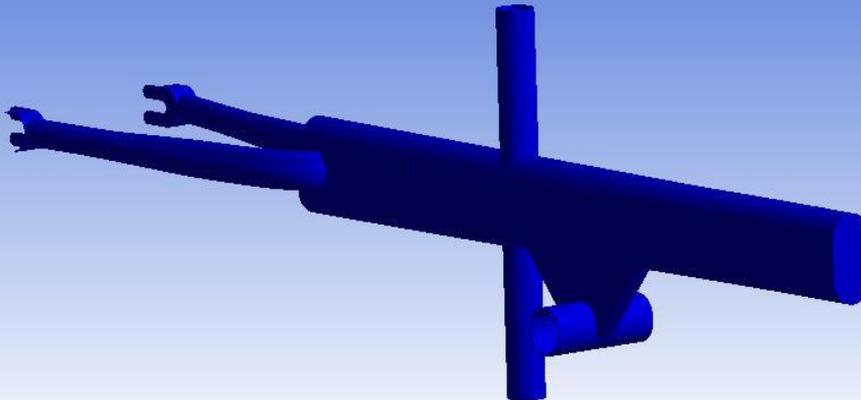
**A: Static Structural**  
 Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 1  
 9/24/2015 12:43 PM



**A: Static Structural**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 9/24/2015 12:46 PM



**A: Static Structural**  
 Safety Factor  
 Type: Safety Factor  
 Time: 0.11111  
 9/24/2015 12:28 PM

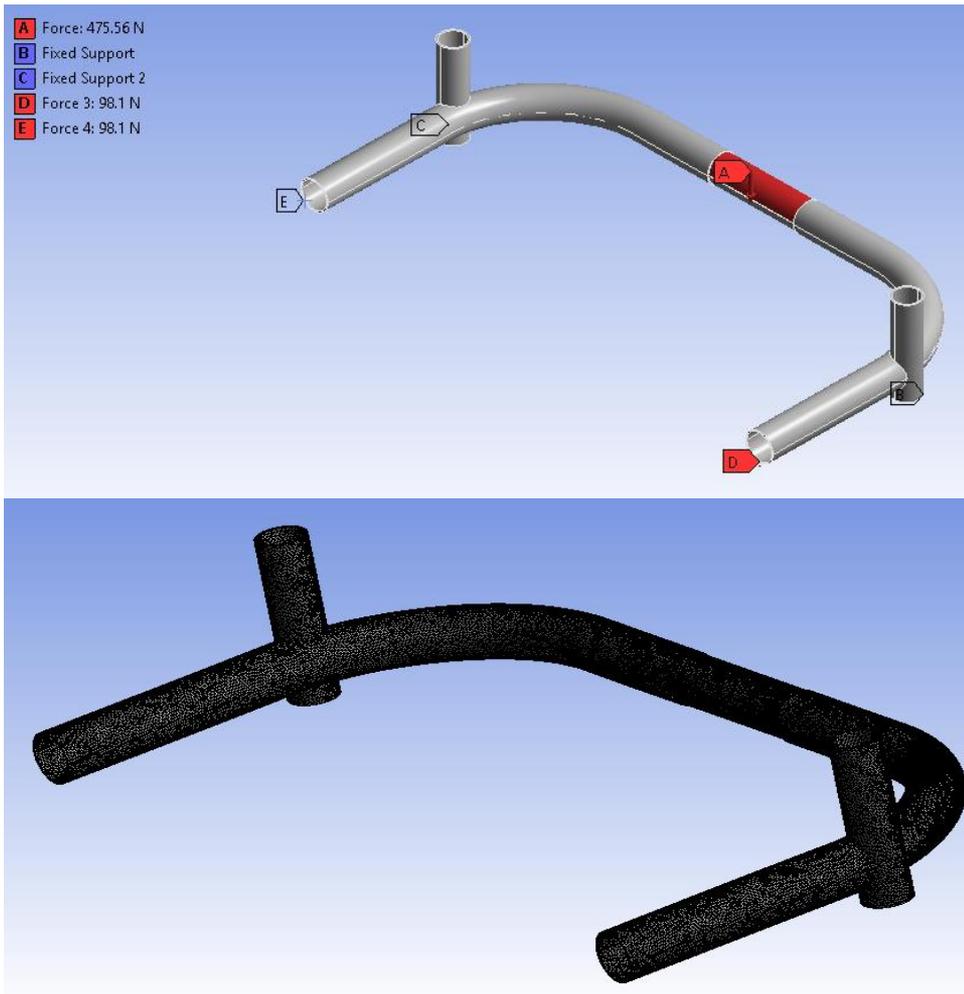


DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Deformación Total	0.09	mm
Esfuerzo Máximo	71.026	MPa
Factor de Seguridad	2.83	



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

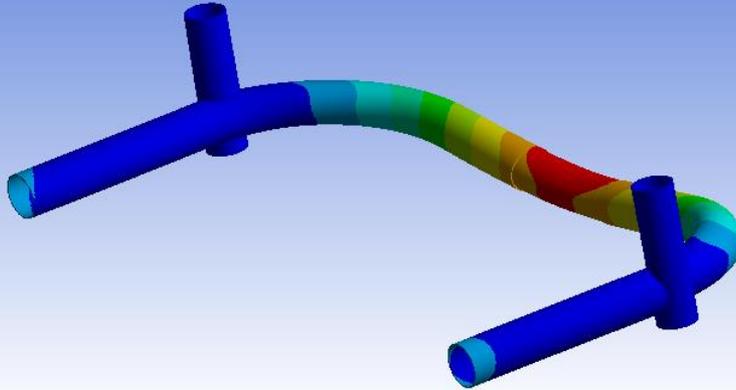
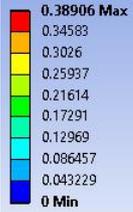
# Simulación del divisor



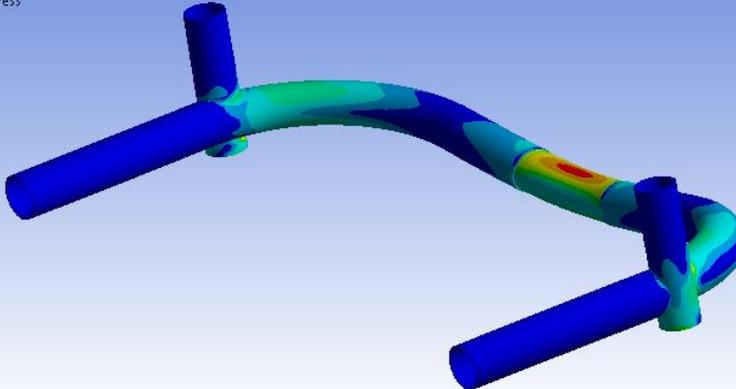
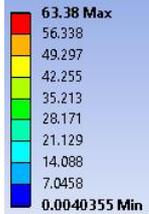
Datos	Valor
Fuerza 1	475.56 N
Fuerzas 2 y 3	98.1 N
B y C	Soporte
Nodos	484361
Elementos	243902



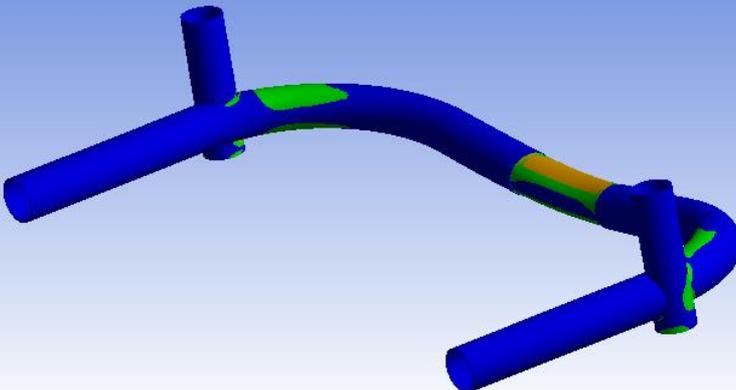
**A: Static Structural**  
 Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 1  
 9/24/2015 10:54 PM



**A: Static Structural**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 9/24/2015 10:53 PM



**A: Static Structural**  
 Safety Factor  
 Type: Safety Factor  
 Time: 1  
 9/24/2015 10:51 PM



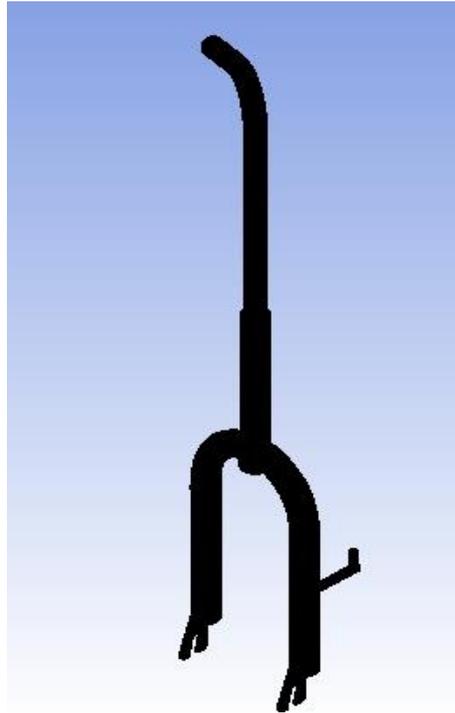
DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Deformación Total	0.389	mm
Esfuerzo Máximo	63.38	MPa
Factor de Seguridad	3.266	



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

# Simulación del soporte delantero

- A** Fixed Support
- B** Fixed Support 2
- C** Force: 338.28 N

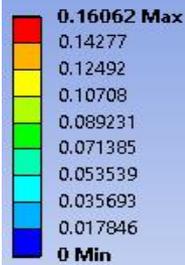


Datos	Valor
Fuerza	338.28 N
A y B	Soporte
Nodos	374717
Elementos	192583

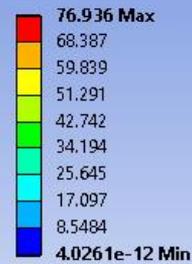


**A: Static Structural**

Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 1  
 9/24/2015 11:19 PM

**A: Static Structural**

Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 9/24/2015 11:18 PM

**A: Static Structural**

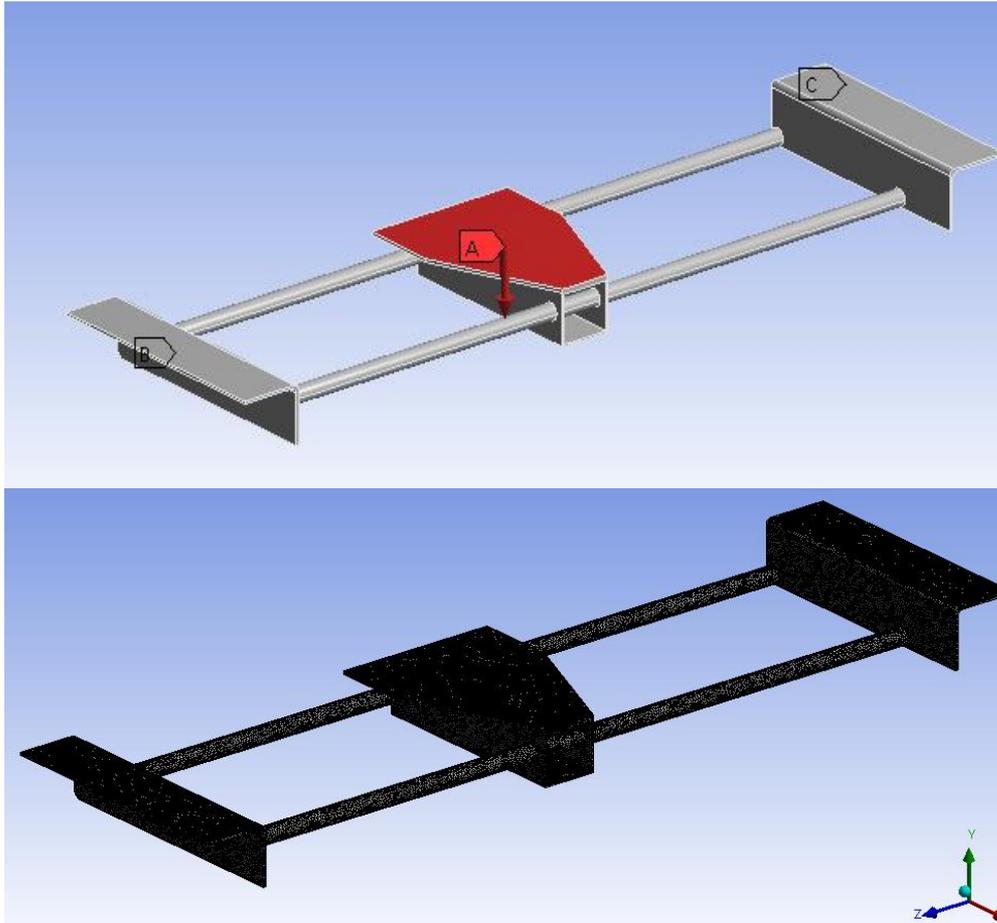
Safety Factor  
 Type: Safety Factor  
 Time: 1  
 9/24/2015 11:17 PM



DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Deformación Total	0.1606	mm
Esfuerzo Máximo	76.936	MPa
Factor de Seguridad	2.691	



# Simulación de la base delantera

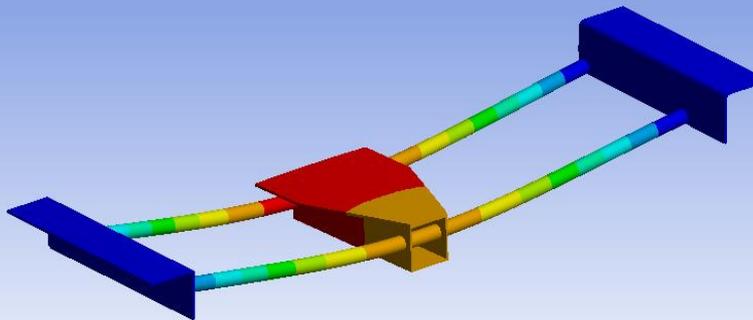


Datos	Valor
Fuerza	180 N
B y C	Soporte
Nodos	309930
Elementos	519240



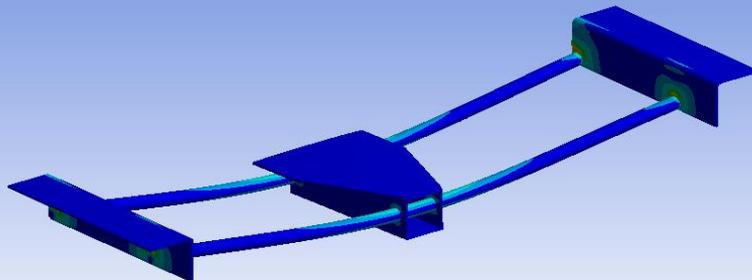
**A: Static Structural**  
 Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: mm  
 Time: 1  
 10/2/2015 12:02 AM

0.8041 Max  
 0.71475  
 0.62541  
 0.53607  
 0.44672  
 0.35738  
 0.26803  
 0.17869  
 0.089344  
 0 Min



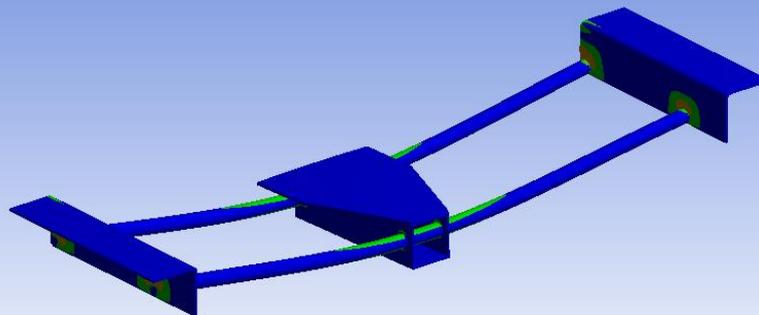
**A: Static Structural**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: MPa  
 Time: 1  
 10/2/2015 12:16 AM

115.48 Max  
 102.64  
 89.814  
 76.983  
 64.153  
 51.322  
 38.492  
 25.661  
 12.831  
 8.3895e-9 Min



**A: Static Structural**  
 Safety Factor  
 Type: Safety Factor  
 Time: 1  
 10/2/2015 12:18 AM

15 Max  
 10  
 5  
 1.7926 Min  
 0

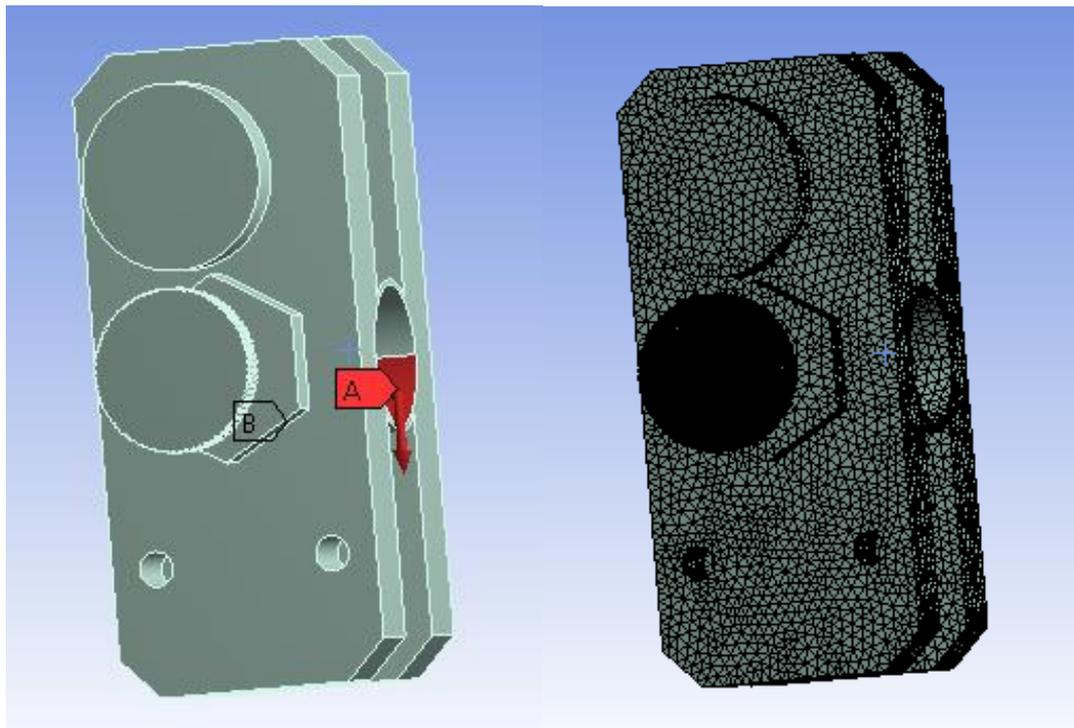


DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Deformación Total	0.8	mm
Esfuerzo Máximo	115.48	MPa
Factor de Seguridad	1.7926	



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

# Simulación del sistema mecánico

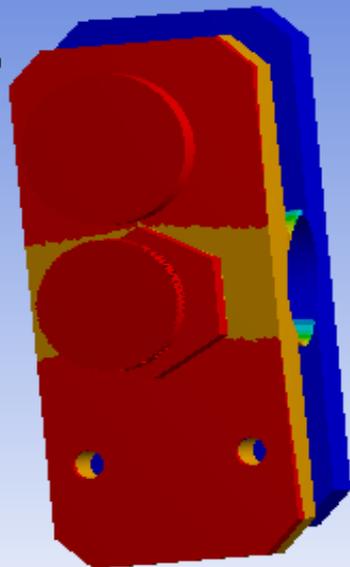
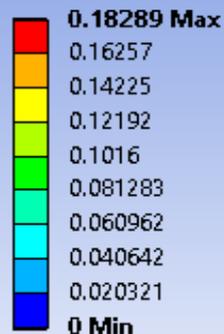


Datos	Valor
Fuerza	476.56 N
B	Soporte
Nodos	236401
Elementos	351054



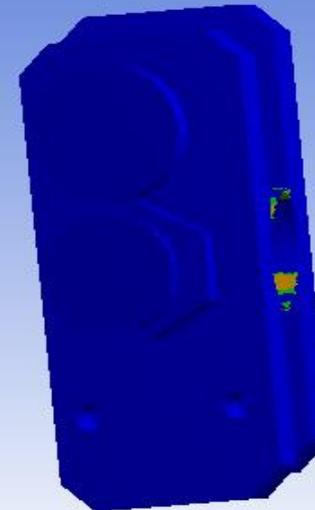
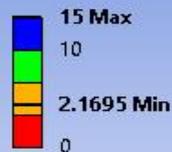
**A: Static Structural**

Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 1  
10/1/2015 10:33 PM



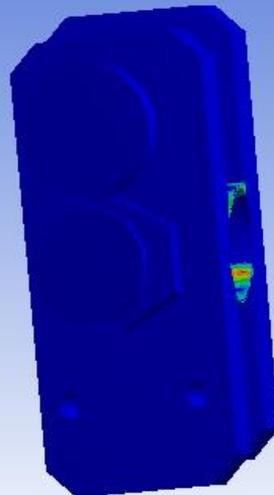
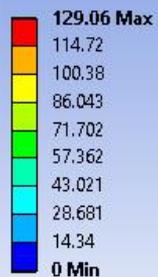
**A: Static Structural**

Safety Factor  
Type: Safety Factor  
Time: 1  
10/1/2015 10:36 PM



**A: Static Structural**

Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
Unit: MPa  
Time: 1  
10/1/2015 10:35 PM



DENOMINACIÓN	VALOR	UNIDAD
Deformación Total	0.182	mm
Esfuerzo Máximo	126.06	MPa
Factor de Seguridad	2.1695	





# Aluminum, 6061, wrought, T6



Layout: All attributes

Show/Hide

## General properties

### Designation

Al alloy: 6061-T6 (wrought)

UNS number	A96061		
Density	2.67e3	- 2.73e3	kg/m <sup>3</sup>
Price	* 1.57	- 1.73	USD/kg

## Composition overview

### Composition (summary)

Al/1Mg/.6SiCuCr

Base Al (Aluminum)

### Composition detail

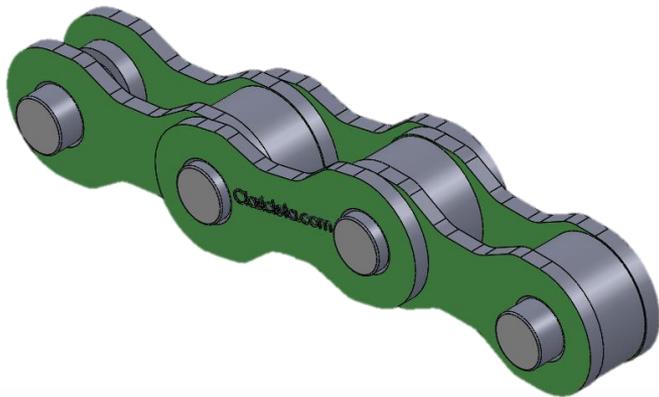
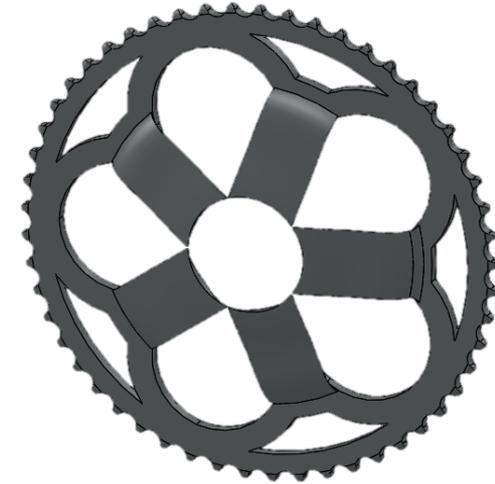
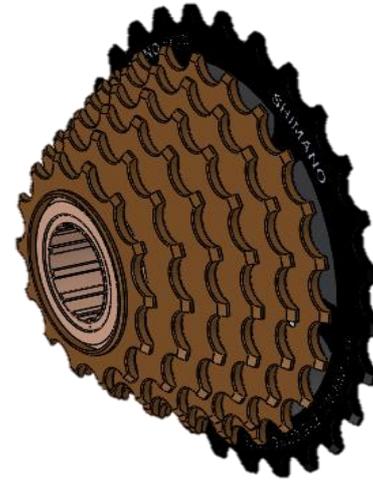
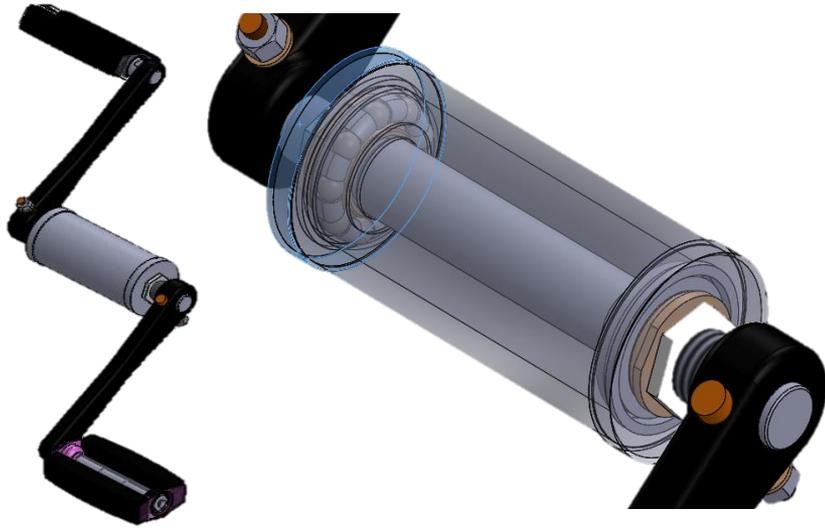
Al (aluminum)	97	- 99	%
Cr (chromium)	0	- 0.6	%
Cu (copper)	0	- 0.6	%
Mg (magnesium)	1		%
Si (silicon)	0	- 0.6	%

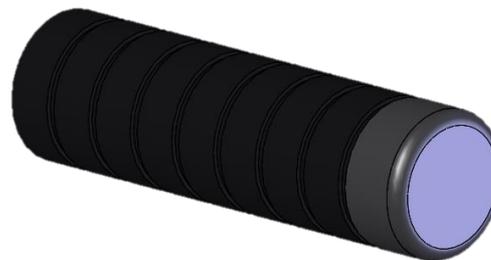
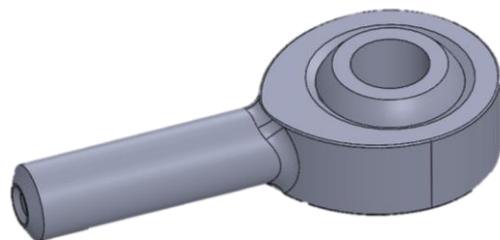
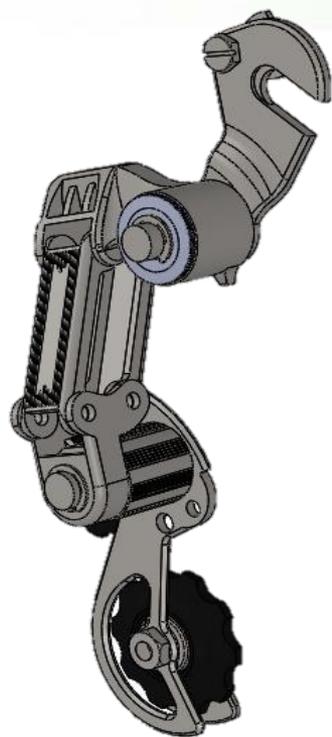
## Mechanical properties

Young's modulus	68	- 74	GPa
Shear modulus	25	- 27	GPa
Bulk modulus	65	- 72	GPa
Poisson's ratio	0.325	- 0.335	
Shape factor	27		
Yield strength (elastic limit)	193	- 290	MPa
Tensile strength	241	- 320	MPa
Compressive strength	207	- 290	MPa
Flexural strength (modulus of rupture)	193	- 290	MPa



# Detalle de los accesorios





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



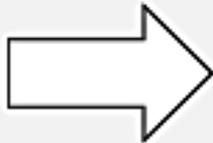
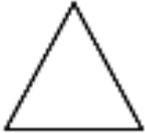
# **PROTOCOLO DE PROCESO DE MANUFACTURA, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE**



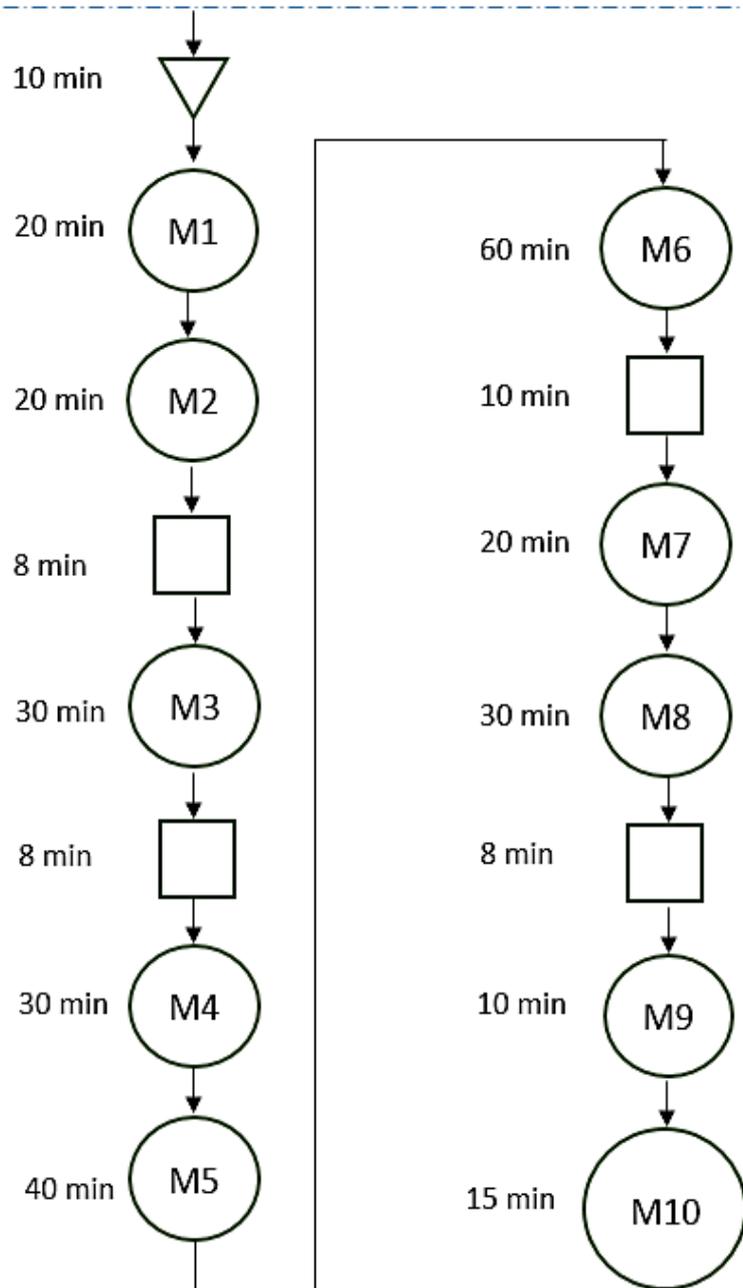
# Cursograma sinóptico del montaje

Caracterización	Significado
<b>M1</b>	Montaje del mecanismo y divisor sobre la estructura
<b>M2</b>	Montaje de la rueda posterior en la estructura
<b>M3</b>	Montaje del soporte delantero derecho
<b>M4</b>	Montaje del soporte delantero izquierdo
<b>M5</b>	Montaje de las ruedas delanteras
<b>M6</b>	Montaje del sistema de frenos
<b>M7</b>	Montaje del sistema de dirección
<b>M8</b>	Montaje del sistema de transmisión
<b>M9</b>	Montaje del asiento del niño
<b>M10</b>	Montaje del asiento del conductor



Caracterización	Significado
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Almacenamiento
	Espera

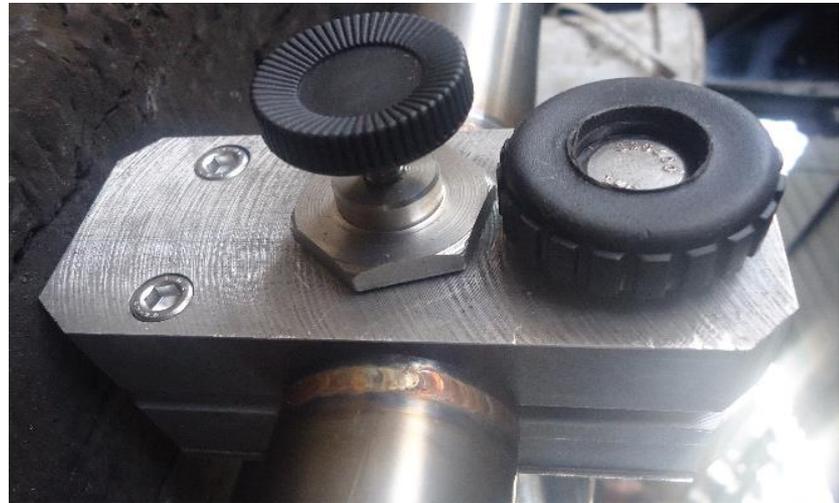
Montaje integral del vehículo



# Construcción de la estructura



# Construcción y montaje del sistema mecánico



# Construcción y montaje sistema de dirección



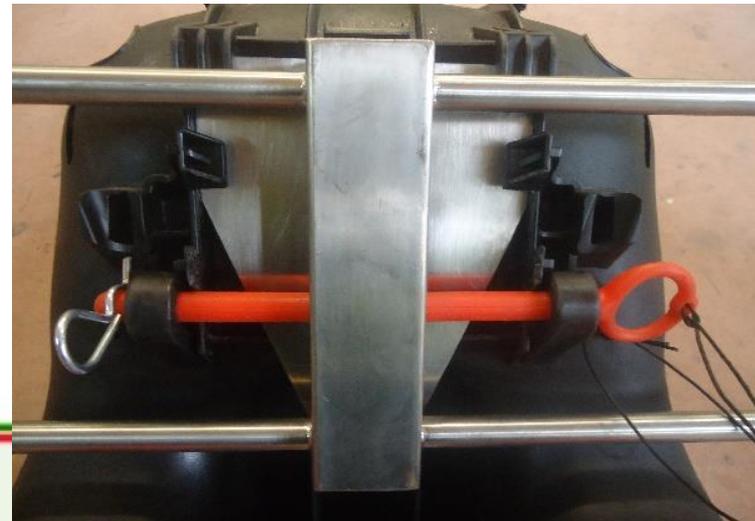
# Montaje del sistema de frenos



## Montaje del sistema de transmisión



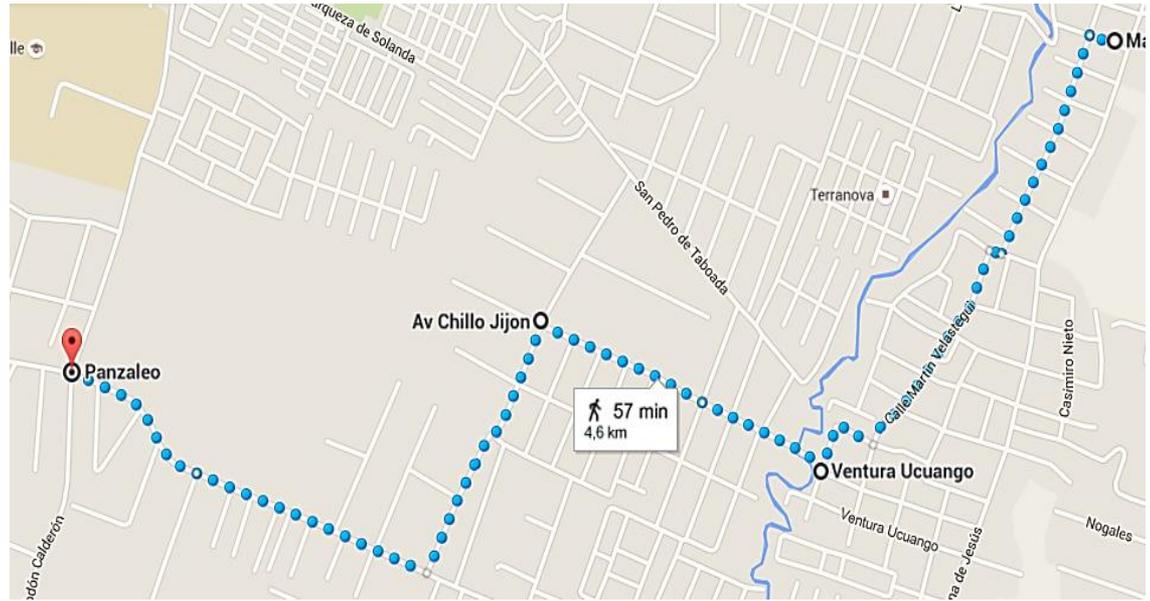
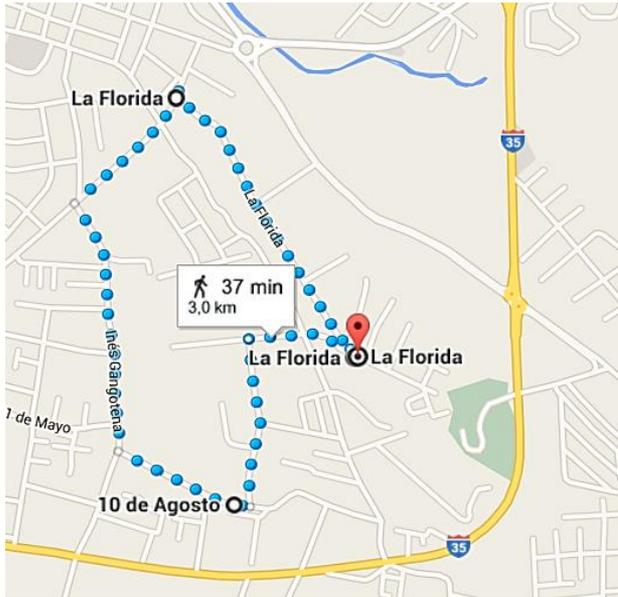
## Montaje del sistema de los asientos



# PROTOCOLO DE PRUEBAS



# Escenario de pruebas





# Manual de usuario



# TRICICLA



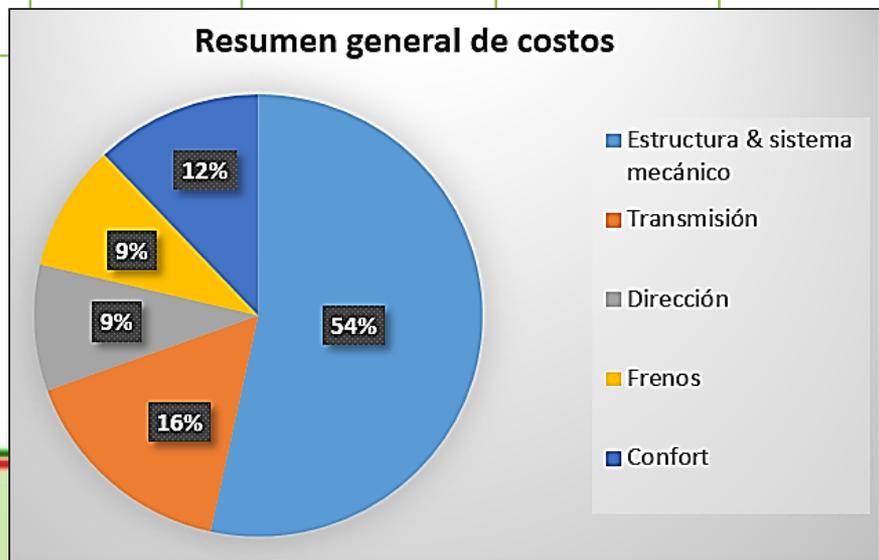
**MANUAL DE USUARIO**

Ramiro Lláneez



# Análisis global de costos

Sistema	Material	Accesorios	Procesos	Herramientas/ Equipos	Total
Estructura & sistema mecánico	210.31	112.5	249.14	99.56	671.51
Transmisión	21.25	102.32	54.75	23.60	201.92
Dirección	32.25	26.24	18.90	14.85	92.24
Frenos	5.50	73.45	20.25	16.99	116.19
Confort	8.75	85.75	35.75	12.00	142.25
<b>Total vehículo</b>					<b>1224.11</b>



# CONCLUSIONES

- El resultado de la investigación realizada entregó conceptos esenciales para los sistemas mecánicos dentro de los vehículos que proporcionan un eventual cambio en su geometría estructural, adicionalmente el proceso en el que se encontró un método ideal para el análisis de los elementos tomando en consideración un elemento base para el cálculo, el cual sirvió de partida para el análisis del vehículo en general.
- Se diseñó y construyó una tricicleta carriola con características idóneas para el transporte de un pasajero y el conductor, proporcionando una alternativa para movilizarse de un lugar a otro sin tener que dejar el vehículo cuando se requiera ingresar a centros comerciales ya que presenta la ventaja de cambiar su geometría estructural para convertirse en una carriola
- El material idóneo para la estructura es el acero inoxidable AISI 304 ya que presenta buenas propiedades mecánicas y a su vez se puede encontrar en el mercado, para el sistema mecánico se realizó en aleación de aluminio 6061 T6 de igual forma por su precio y su facilidad de encontrar en el mercado



# CONCLUSIONES

- Se analizó todos los puntos primordiales para que el diseño sea viable, teniendo en consideración las alternativas que se encuentra normalmente para este tipo de vehículos y las características que estos presentan, lo que nos ayudó a validar el diseño de la tricicleta carriola
- Para el sistema de frenos se seleccionó frenos en V para la parte frontal y en disco para la parte trasera, tomando en cuenta que el frenado es indispensable para los vehículos se seleccionó en marca Shimano lo que asegura su efectividad. Para la transmisión los ejes y catarinas de 7 velocidades de marca Shimano.



# CONCLUSIONES

- En el diseño estructural se indicó que gracias a su geometría es capaz de soportar cargas mayores a 1000 N lo que nos indica que puede soportar a personas con masa mayor a 100 kg, y también a un niño con una masa máxima de 40 kg, lo que hace valedero al diseño del vehículo, tomando en cuenta las características mencionadas el factor de seguridad obtenido en la estructura es 2.83, para el divisor es 3.26, para los soportes de la ruedas es 2.6, para la base del asiento del niño es 1.79 y finalmente el sistema mecánico con factor de seguridad de 2.17, lo que garantiza la fiabilidad del diseño
- Se realizó las pruebas de campo en los distintos escenarios y se verificó su funcionalidad tanto en zonas rurales como La Florida y Capelo en el cantón Rumiñahui como en zonas urbanas como el centro de la ciudad de Sangolquí y dentro de los centros comerciales. Desempeñándose exitosamente sobre todos estos escenarios de pruebas.



# GRACIAS



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ



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