



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

AUTORES:

**RODRIGO DANIEL MOLINA REDROBAN
DIEGO FERNANDO PÉREZ QUEVEDO**

**DIRECTOR: ING. TORRES GUIDO
CODIRECTOR: ING. IZA HENRY**

**LATACUNGA
2015**



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

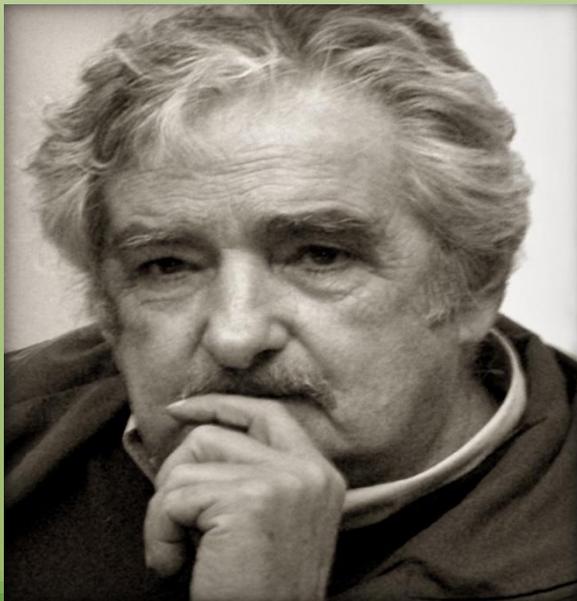
**TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MINI AUTO CON
PUERTA BASCULANTE PARA UNA PERSONA”**





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“LOS UNICOS DERROTADOS EN EL MUNDO SON LOS QUE DEJAN DE LUCHAR, DE SOÑAR Y DE QUERER”



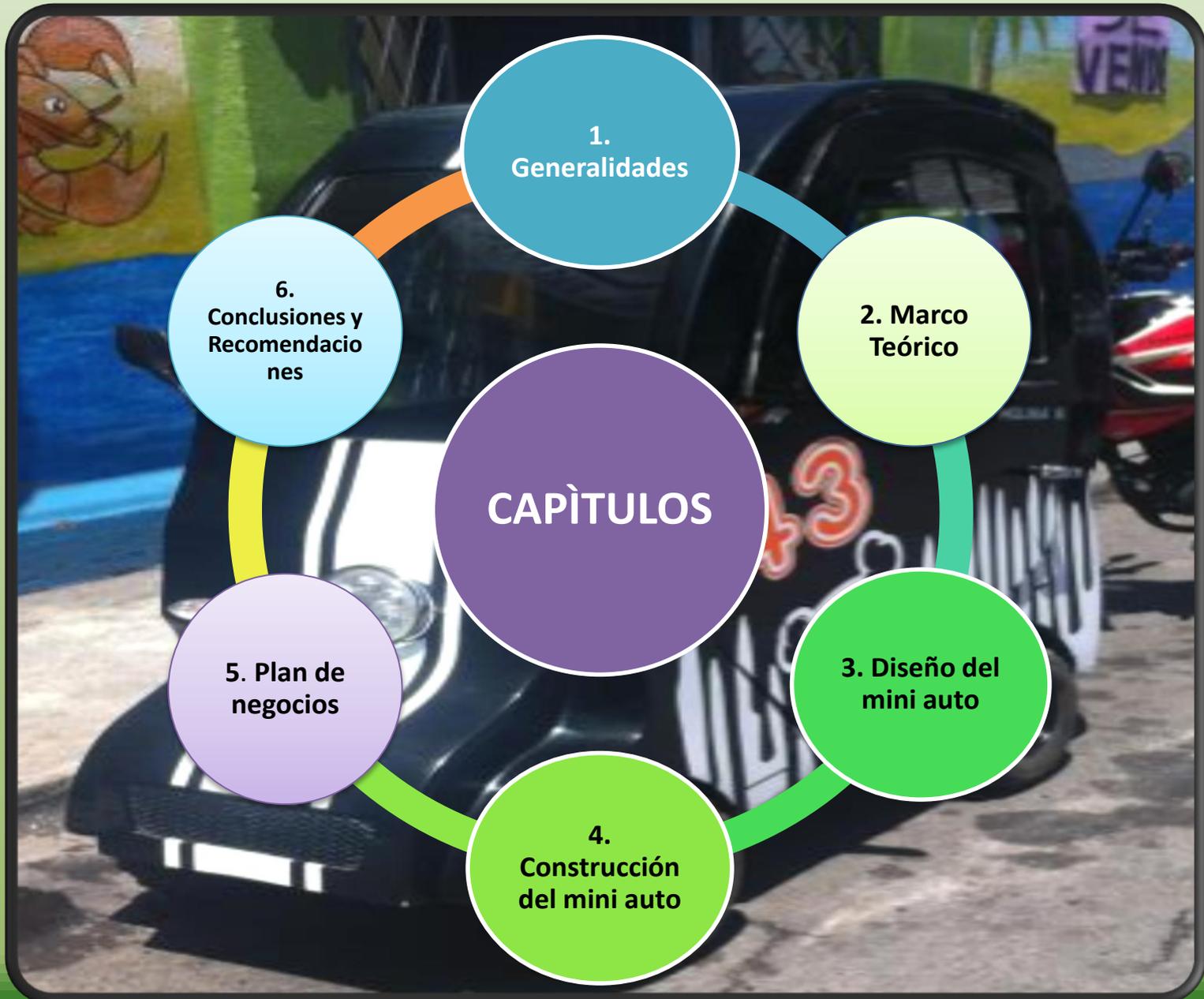
PEPE MUJICA



RESUMEN

El proyecto consiste en diseñar y construir un mini auto personal para que tenga gran agilidad y que cumpla con las características y normas de funcionamiento como es seguridad, confort. El diseño y análisis del vehículo automotor personal se realizó mediante el software SolidWorks 2014, el cual permite verificar que los diferentes elementos mecánicos cumplan con un adecuado factor de seguridad, permitiendo y asegurando así el correcto funcionamiento del vehículo.

Esquema Capítular





CAPITULO 1

GENERALIDADES

ANTECEDENTES

El proyecto responde a la necesidad de realizar una investigación en el diseño y construcción de un mini auto con la finalidad de determinar los parámetros de diseño para el correcto funcionamiento y seguridad para el conductor.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

JUSTIFICACION

Este proyecto da la oportunidad de la investigación e innovación tecnológica en nuestro país acerca de la producción de autos unipersonales por la problemática de congestión vehicular en las ciudades urbanas.



OBJETIVOS

Objetivo General

- ❖ Diseñar y construir un mini auto personal con puerta basculante.

Objetivos Específicos

- ❖ Diseñar los mecanismos de dirección del mini auto
- ❖ Diseñar la estructura del bastidor del prototipo
- ❖ Realizar la simulación del bastidor mediante la aplicación de software SolidWorks 2014
- ❖ Realizar las respectivas pruebas de funcionamiento



CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

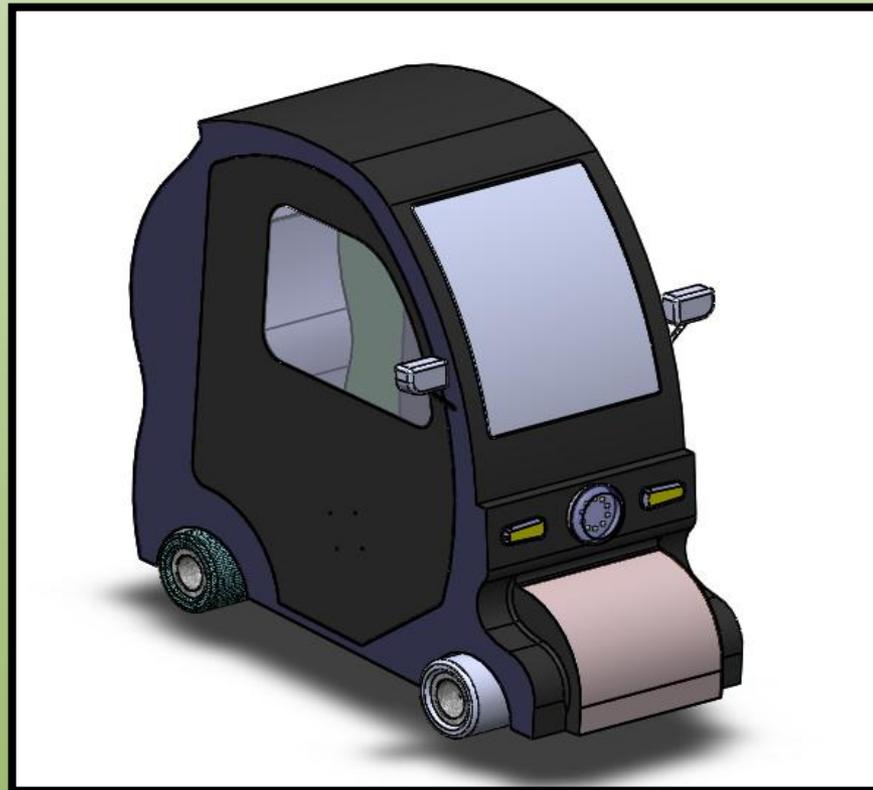
El proyecto está basado en la idea de construcción de un mini vehículo de uso personal de bajo costo de construcción y consumo de combustible para lo cual se empezó con el diseño, la selección de partes y finalizamos con la construcción del mismo en base a parámetros económicos personales y normas de diseño de un mini auto.





CAPÍTULO 3

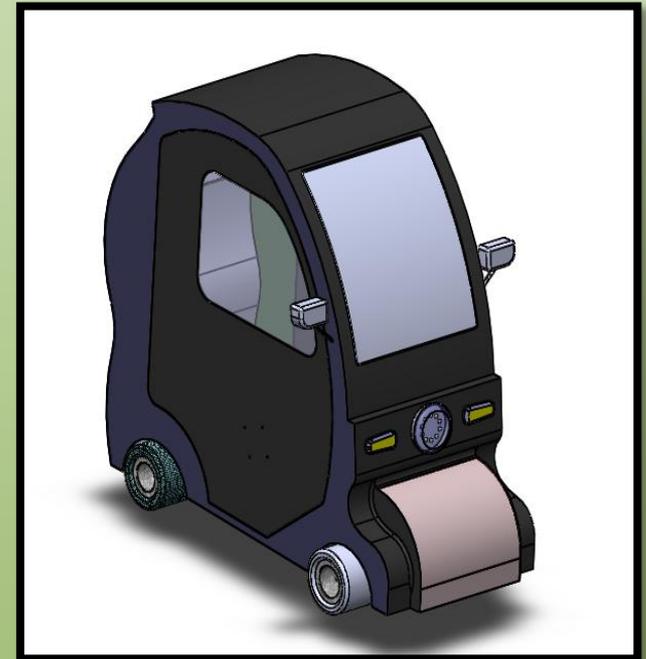
Diseño y Selección de elementos





GENERALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL MINI AUTO.

- El prototipo tendrá la capacidad para una persona siendo propulsado por un motor de combustión interna, transmisión por cadena.





MASA DE ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL MINI AUTO

ELEMENTOS	MASA kg
Chasis tubular	8
Bastidor	8
Transmisión	5
Carrocería	20
Llanta y frenos	15
Suspensión	15
Dirección	7
Sistema eléctrico	3
Pedales y sistemas de cambios	3
Persona promedio del 95% percentil x 1	75
Motor mono cilíndrico 2 tiempos	21
Total	180



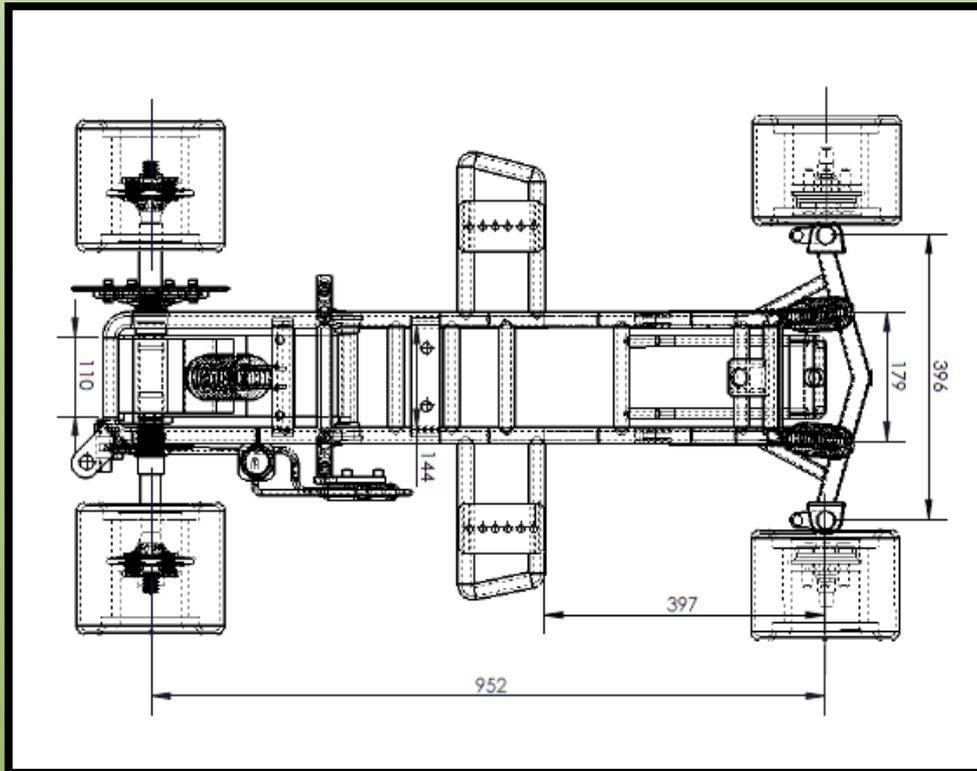
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

MODELACIÓN Y ANÁLISIS PRELIMINAR

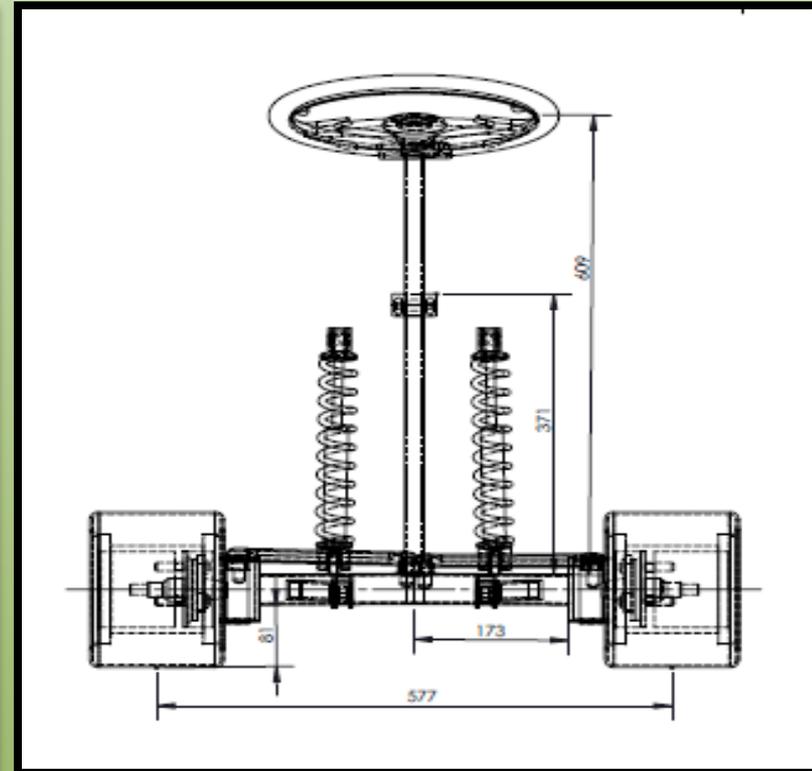


A. GEOMETRÍA PRELIMINAR DEL PROTOTIPO

DISTANCIA ENTRE EJES



ANCHO DE VÍA





CARGAS

CARGAS MUERTAS

CARGA MUERTA	MASA (kg)
Chasis tubular	8
Bastidor	8
Transmisión	5
Carrocería	20
Llanta y frenos	15
Suspensión	15
Dirección	7
Sistema eléctrico	3
Pedales y sistemas de cambios	3
Total	84

Fuerza generada por carga muerta

$$F_{cm} = m_{mt} * a$$

Dónde:

- F_{cm} = Fuerza generada carga muerta
- m_{mt} = Masa de carga muerta
- a = Aceleracion, gravedad ($g = 9.8 \frac{m}{s^2}$)

$$F_{cm} = 84 \text{ kg} * 9.8 \frac{m}{s^2}$$
$$F_{cm} = 823.2 \text{ N}$$

Fuerza bajo un factor critico

$$F_{m(30\%)} = F_m + 0.3(F_m)$$
$$F_{m(30\%)} = 823.2 \text{ N} + 0.3(823.2 \text{ N})$$
$$F_{m(30\%)} = 1070.16 \text{ N}$$



CARGAS VIVAS

CARGA VIVA	MASA (kg)
Persona promedio del 95% percentil (75 Kg X 1)	75
Motor mono cilíndrico 2 tiempos	21
Total	96

Fuerza generada por cargas vivas

$$F_{cv} = m * a$$

Dónde:

- F_{cv} = Fuerza generada por carga viva
- m = masa del ocupante

$$F_{cv} = 96\text{kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{cv} = 940.8 \text{ N}$$

Carga viva con un factor crítico

$$F_{cv(30\%)} = F_{pl} + 0.3(F_{cv})$$

$$F_{cv(30\%)} = 940.8 \text{ N} + 0.3(940.8 \text{ N})$$

$$F_{cv(30\%)} = 1223.04\text{N}$$



CARGA TOTAL

Determinación de la carga total

Σ Carga muerta + Carga viva = Carga total

$$\Sigma (84 + 96) \text{kg} = 180 \text{ kg}$$

$$m_t = 180 \text{ kg}$$

Determinación de la fuerza total

$$F_t = F_{cv(30\%)} + F_{cm(30\%)}$$

Dónde:

F_t = Fuerza total generada

$F_{cm(30\%)}$ = Fuerza generada carga muerta mas un 30%

$F_{cv(30\%)}$ = Fuerza generada carga viva mas un 30%

$$F_t = 1070.16 \text{ N} + 1223.04 \text{ N}$$

$$\underline{F_t = 2293.2 \text{ N}}$$



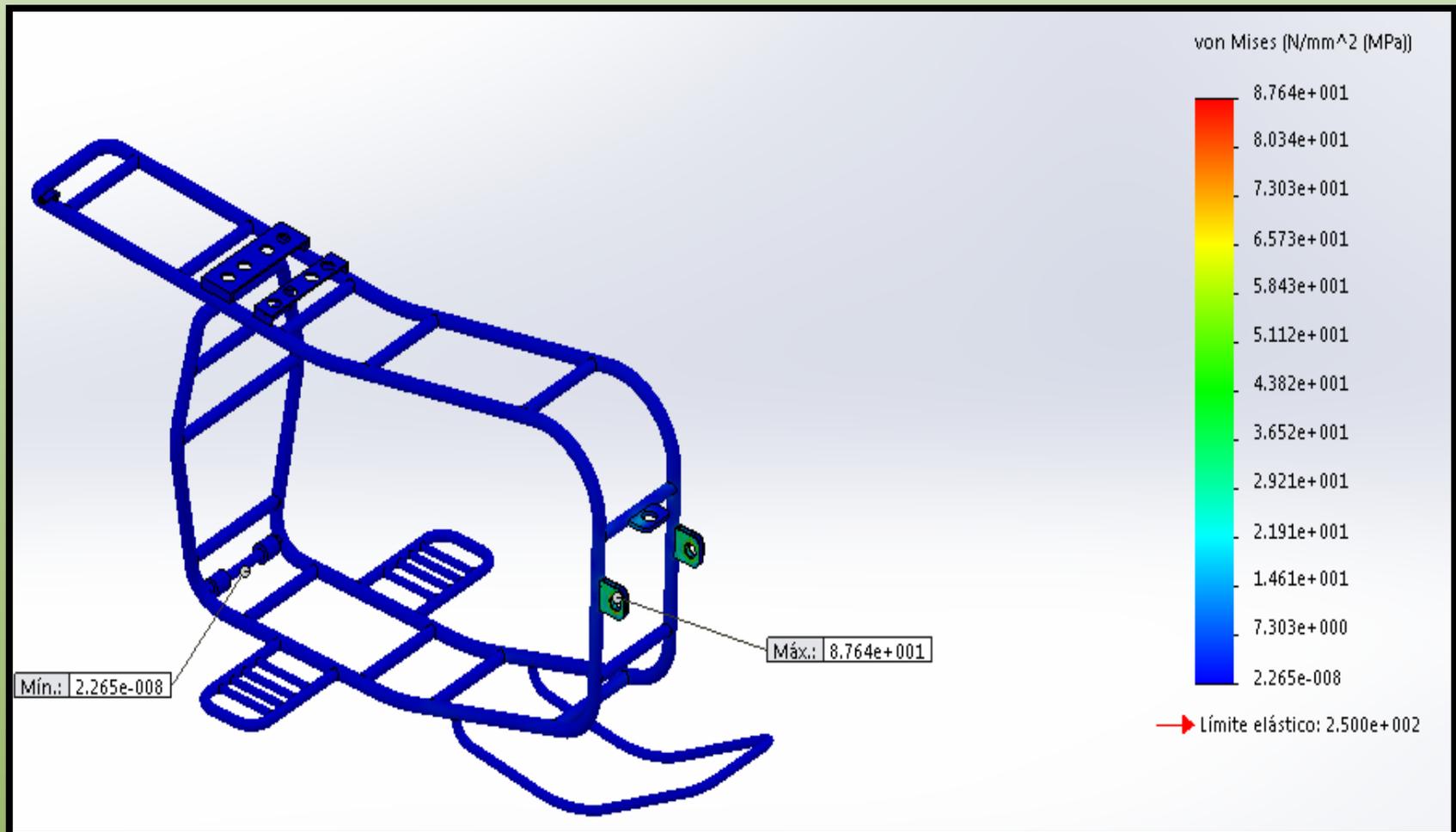
Análisis de esfuerzo máximo principal del bastidor

La estructura tubular soporta un esfuerzo máximo de 87.64 MPa, la cual se produce en la zona de bases de la suspensión delantera y el material con el que fue fabricado alcanza un límite elástico de 290 MPa que constituye el material utilizado ASTM – A 500, por lo que el diseño del bastidor es seguro y se ha seleccionado correctamente el material.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	2,265 N/m ² Nodo: 74561	87,64 N/m ² Nodo: 10455



Análisis de esfuerzo máximo principal del bastidor





Análisis sistema base dirección

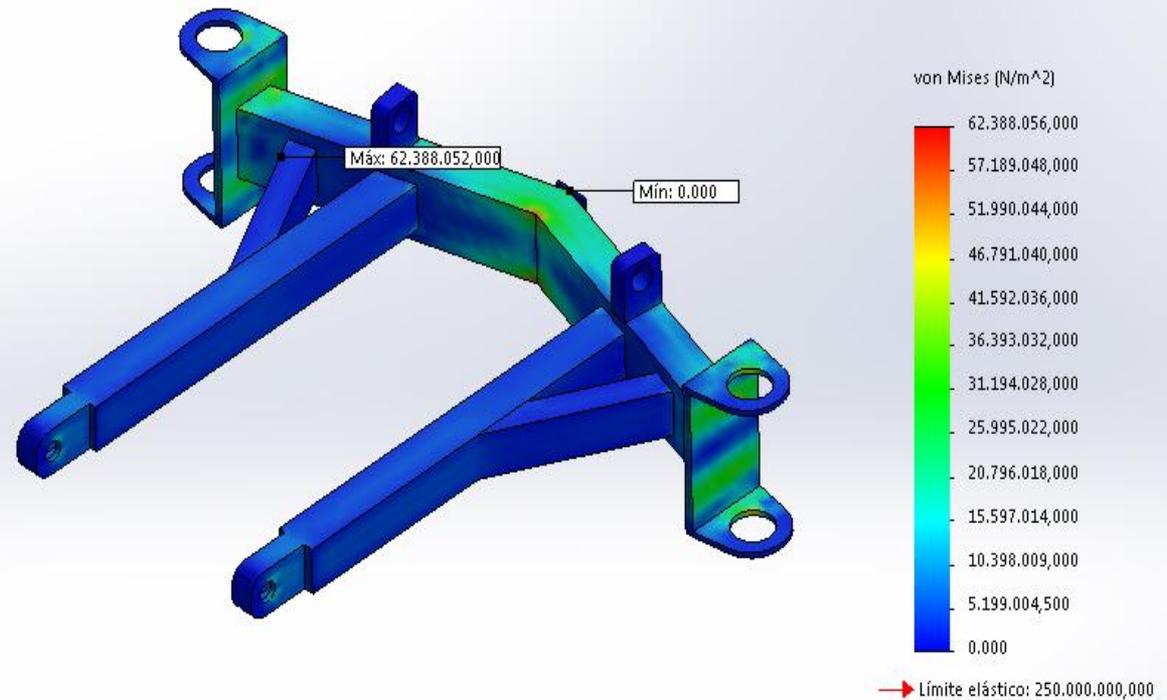
Se puede apreciar el esfuerzo máximo en el tren de dirección que se produce en la zona cercana al montaje del pin de la mangueta de dirección, con un valor de 62.388 MPa, el cual se encuentra por debajo del límite de fluencia que ofrece el material empleado 290 MPa que constituye el acero estructural de tubo cuadrado ASTM – A 500.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	0 N/m ² Nodo: 20570	62,388e+007N/m ² Nodo: 18120



Análisis sistema base dirección.

Nombre de modelo: ANALISIS SISTEMA DE SUSPENSION
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Pre determinado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1
Valor global: 0 a 6.23881e+ 007 N/m²





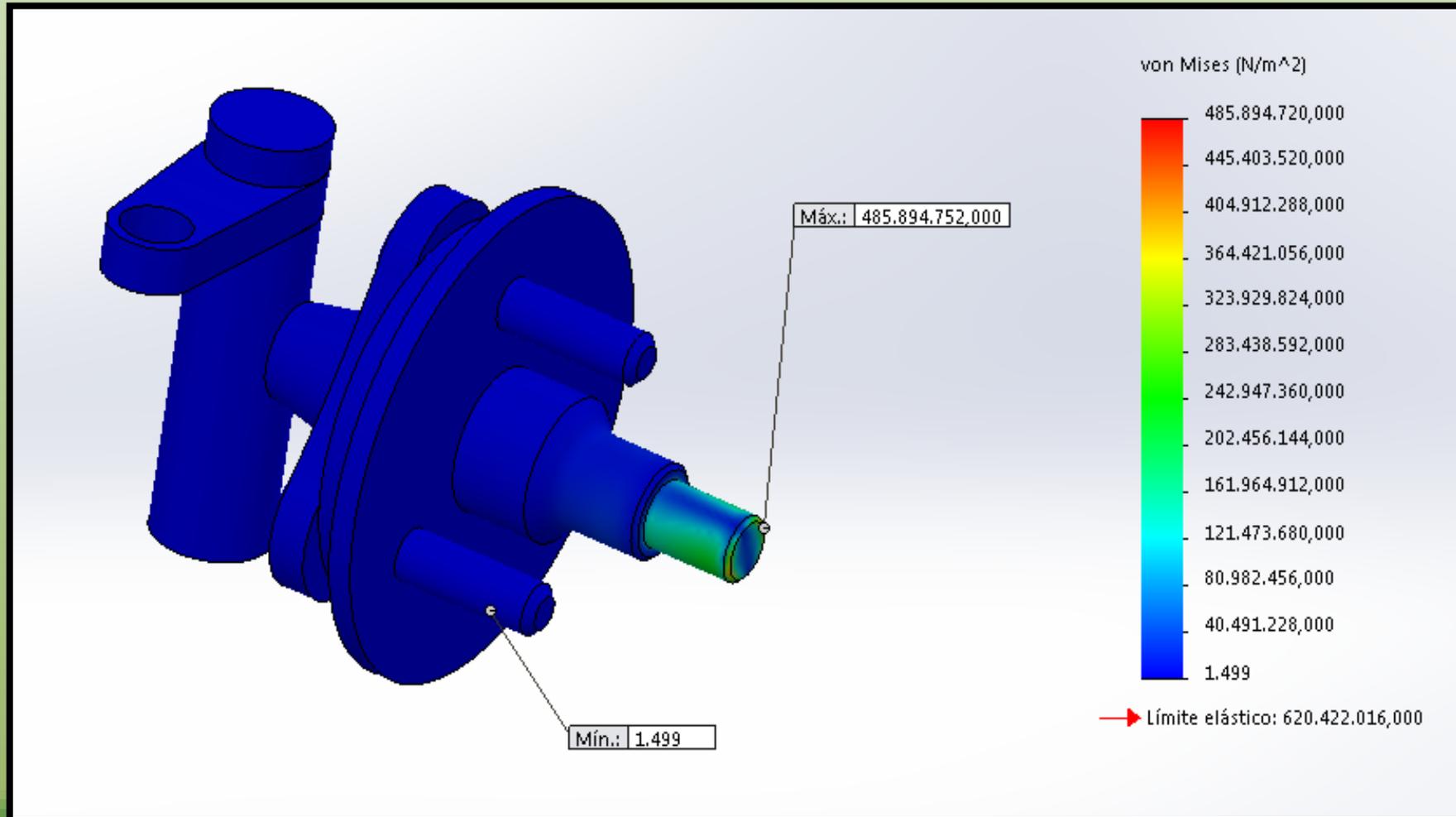
Análisis de esfuerzo principal máximo conjunto mangueta-eje

El esfuerzo máximo del conjunto mangueta-eje se produce en la punta del eje, cercano a la parte final del eje, su valor es de 485.89 MPa que se denota en la tabla, por lo que se encuentra por debajo del límite de fluencia del material que ofrece el material empleado (620.4 MPa), Acero Aleado (SS).

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	1.49936 N/m ² Nodo: 53413	4.85895e+008 N/m ² Nodo: 78



Análisis de esfuerzo principal máximo conjunto mangueta-eje





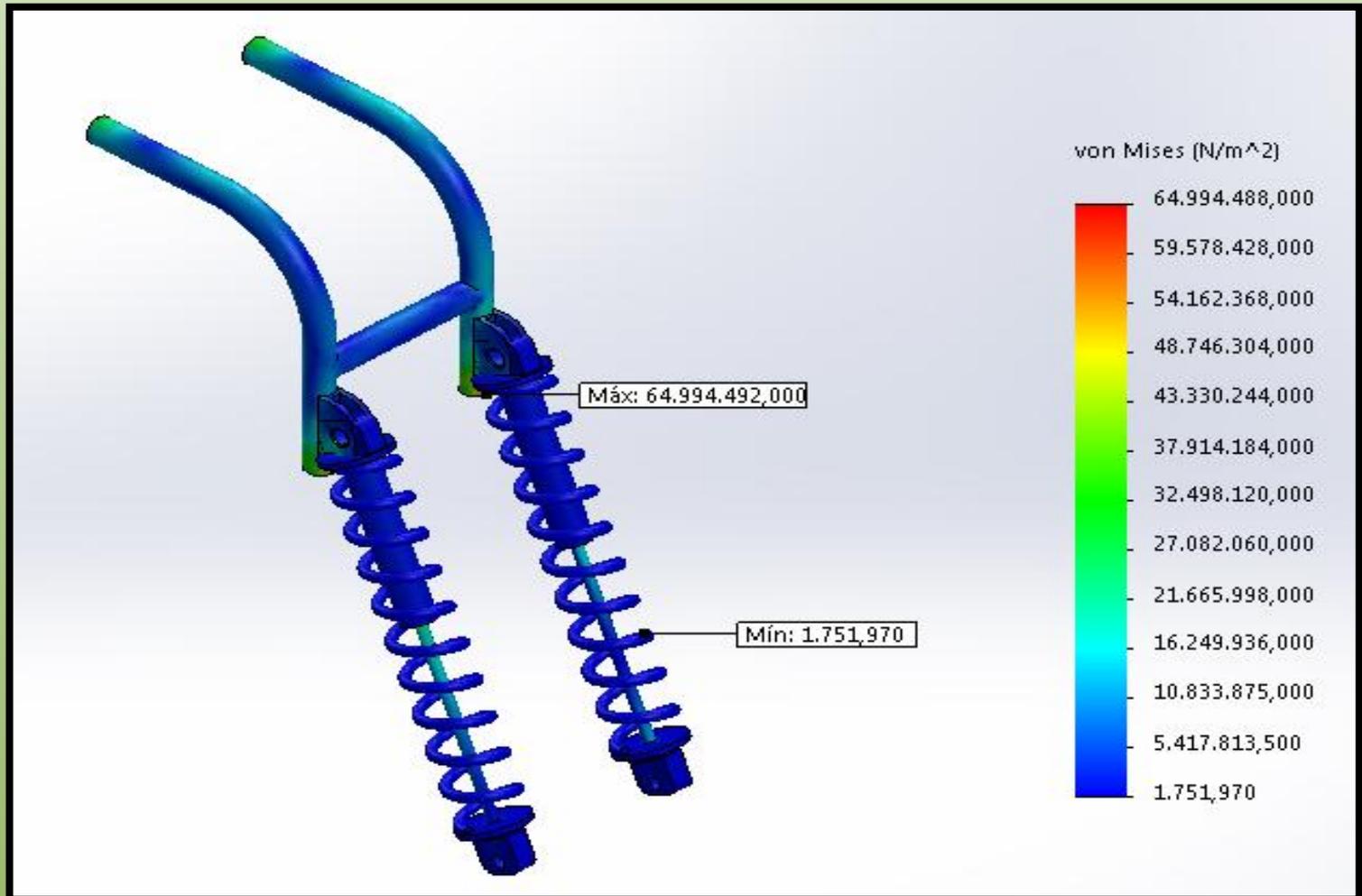
Análisis de esfuerzo de Von Mises suspensión.

El esfuerzo máximo de la suspensión delantera se produce en la zona inferior de las horquillas de suspensión, con un valor de 64,99 (MPa), Nodo: 94857, el cual se encuentra por debajo del límite de fluencia del material que es de 450 MPa, denotada en la tabla.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	1751.97 N/m ² Nodo: 37166	6.49945e+007 N/m ² Nodo: 94857



Análisis de esfuerzo de Von Mises suspensión





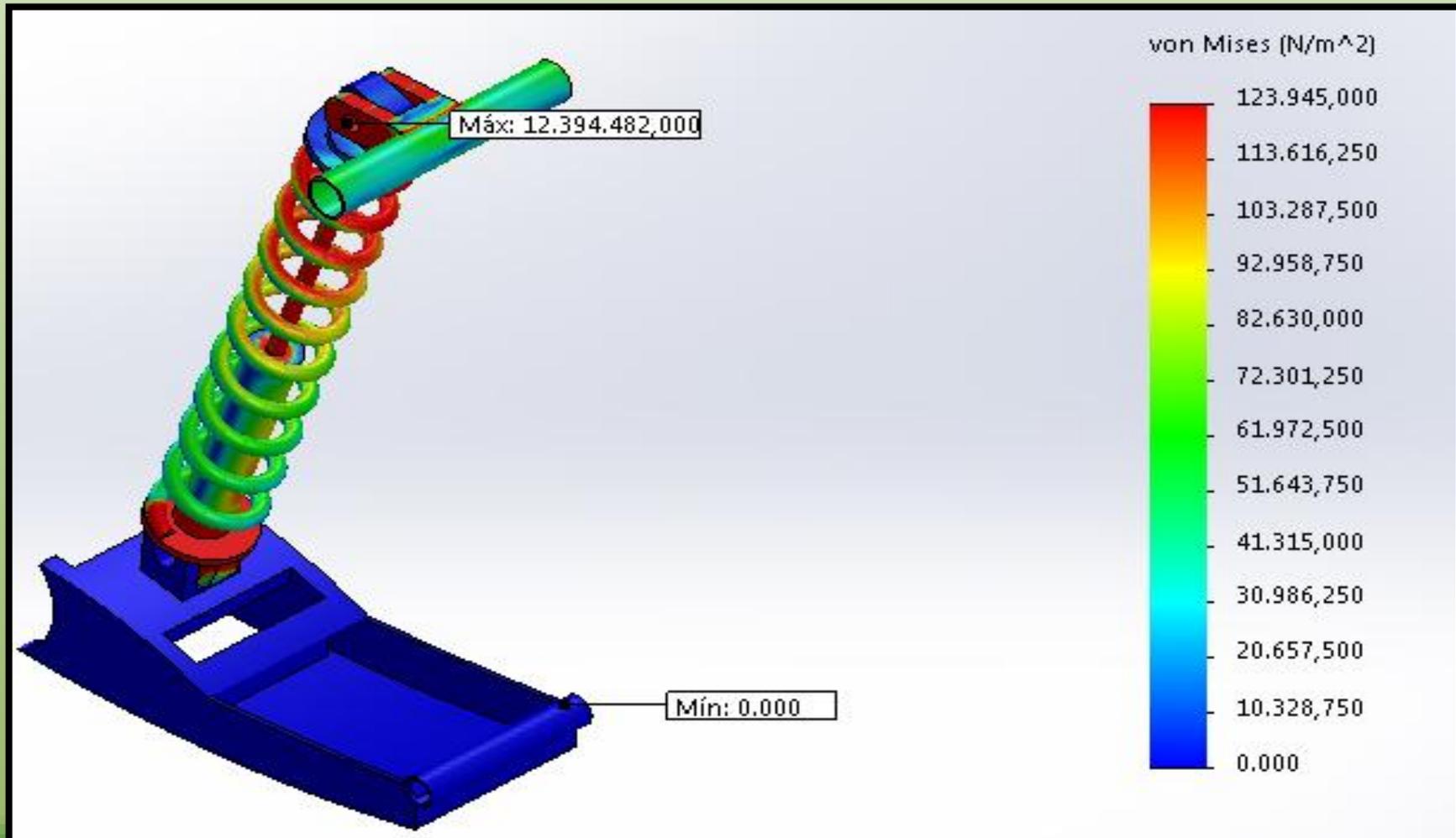
Análisis de esfuerzos de Von Mises base posterior

El esfuerzo máximo ocasionado por situación de fuerzas se produce en la zona superior del con junto conector de la suspensión posterior, con un valor de 12,39 (MPa), Nodo: 139792, el cual se encuentra por debajo del límite de fluencia del material que es de 250 MPa denotada en la tabla.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/m ² Nodo: 1	1.23945e+007 N/m ² Nodo: 139792



Análisis de esfuerzos de Von Mises base posterior





Esfuerzo máximo resultantes del sistema de freno

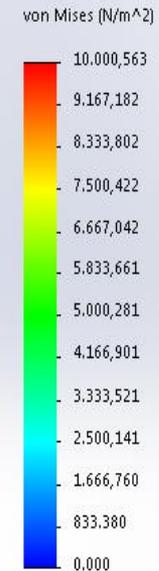
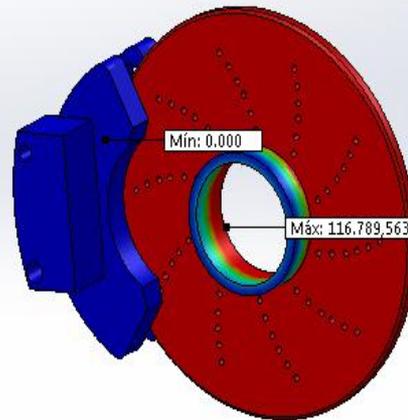
El esfuerzo máximo en el disco de freno se produce en toda la parte circular del disco, su valor es de 116.7 MPa, por lo que se encuentra por debajo del límite de fluencia del material, que ofrece el material empleado (620.4 MPa), Acero Aleado (SS).

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	0 N/m ² Nodo: 67477	116790 N/m ² Nodo: 10432



Análisis de esfuerzos de Von Mises en el sistema de freno

Nombre de modelo: SISTEMA DE FRENOS PARTES estudio
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 1
Valor global: 0 a 116790 N/m²





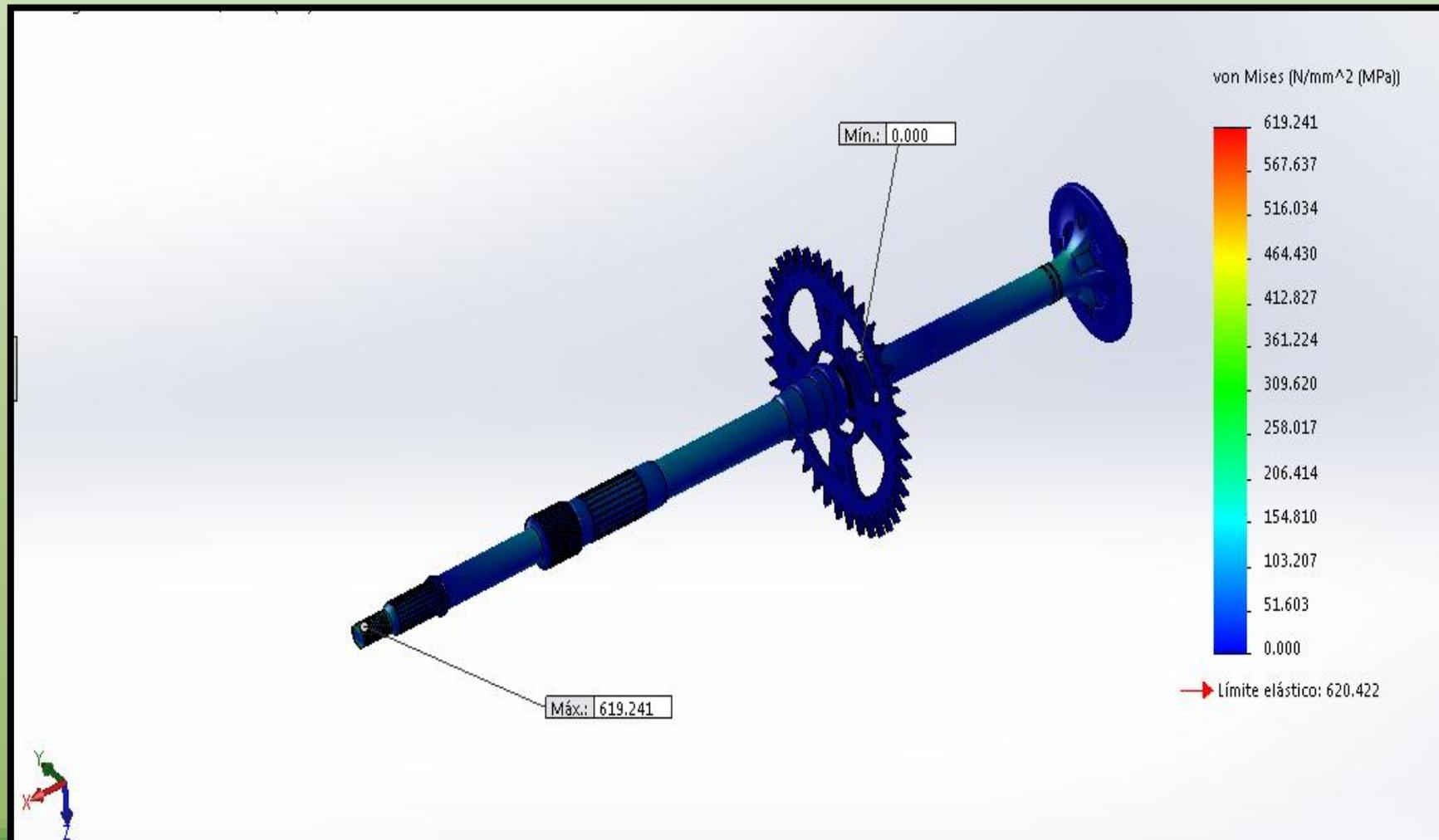
Esfuerzos resultantes en el eje de transmisión.

El esfuerzo máximo del eje se produce en la zona de punta del eje posterior es decir que la fuerza producida por una frenada brusca más la fuerza generada por la acción de una curva dan como resultado un esfuerzo considerable en este punto, con un valor 61,9242 MPa, el cual se encuentra por debajo del límite de fluencia del material empleado (620 MPa.), Acero aleado tipo SS.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0 N/m ² Nodo: 1	6.19241e+008 N/m ² Nodo: 287665



Análisis de esfuerzo máximo principal del eje.





PRUEBAS AERODINÁMICAS

Parámetros aire a nivel del mar

Temperatura ambiental del aire en la costa = 15 °C

Presión atmosférica = 101325 Pa

Densidad del aire = 1.225kg/m³

Viscosidad cinemática = 1.46x10⁻⁵m²/seg

Viscosidad dinámica = 1.789x10⁻⁵Pa.seg

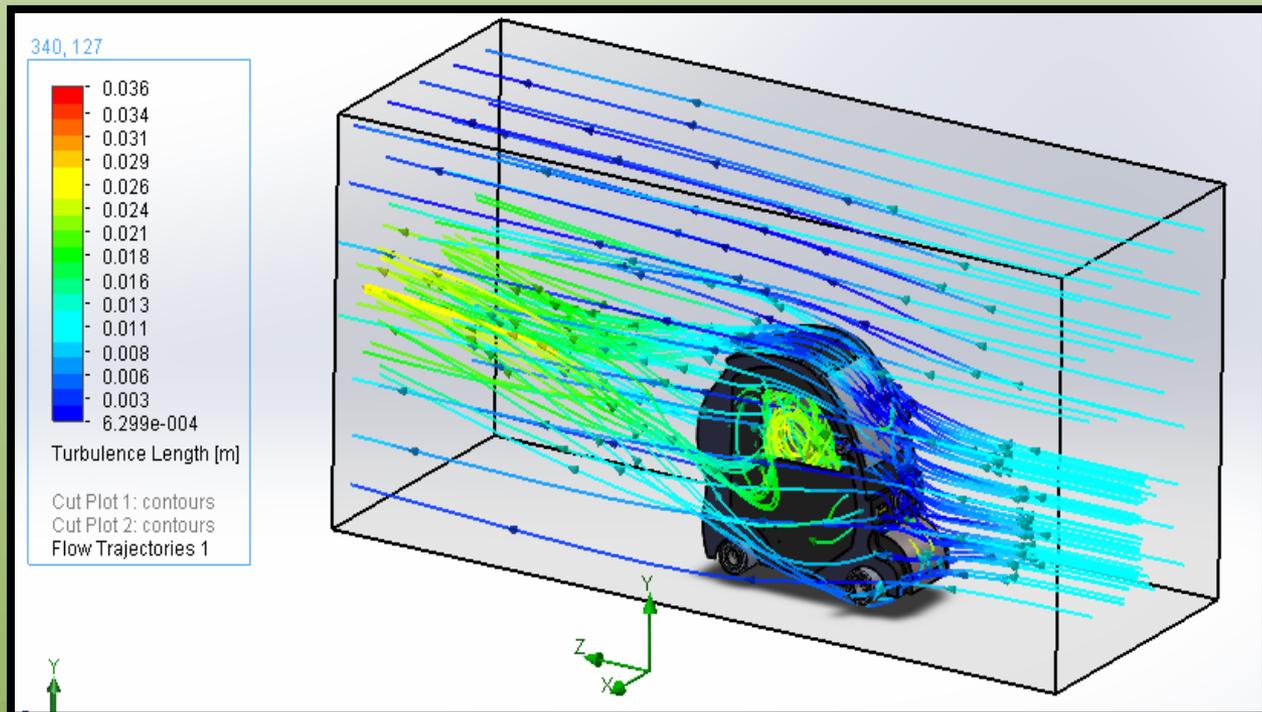
Velocidad promedio del vehículo = 50 km/h ; 22.22 m/s

Área transversal del vehículo perpendicular al movimiento del aire = Ancho= 0.636 m, Altura = 1.318 m, At= 0.838 m²



MOVIMIENTO DEL FLUIDO

Se puede apreciar de manera clara que en la parte posterior del mini auto se tiene un flujo turbulento y caótico ya que las líneas de flujo no siguen la trayectoria de la forma del vehículo motivo por el cual se tiende a frenar.





Capítulo 4

Construcción del mini-auto

En este capítulo se observa los procesos, máquinas-herramientas, herramientas y ensamblaje utilizadas en la construcción del mini-auto para una persona.





A. Montaje de la dirección





B. Montaje del sistema de frenos





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

C. Montaje de la suspensión





D. Construcción y montaje del chasis





E. Montaje sistema eléctrico





F. Construcción de la carrocería





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



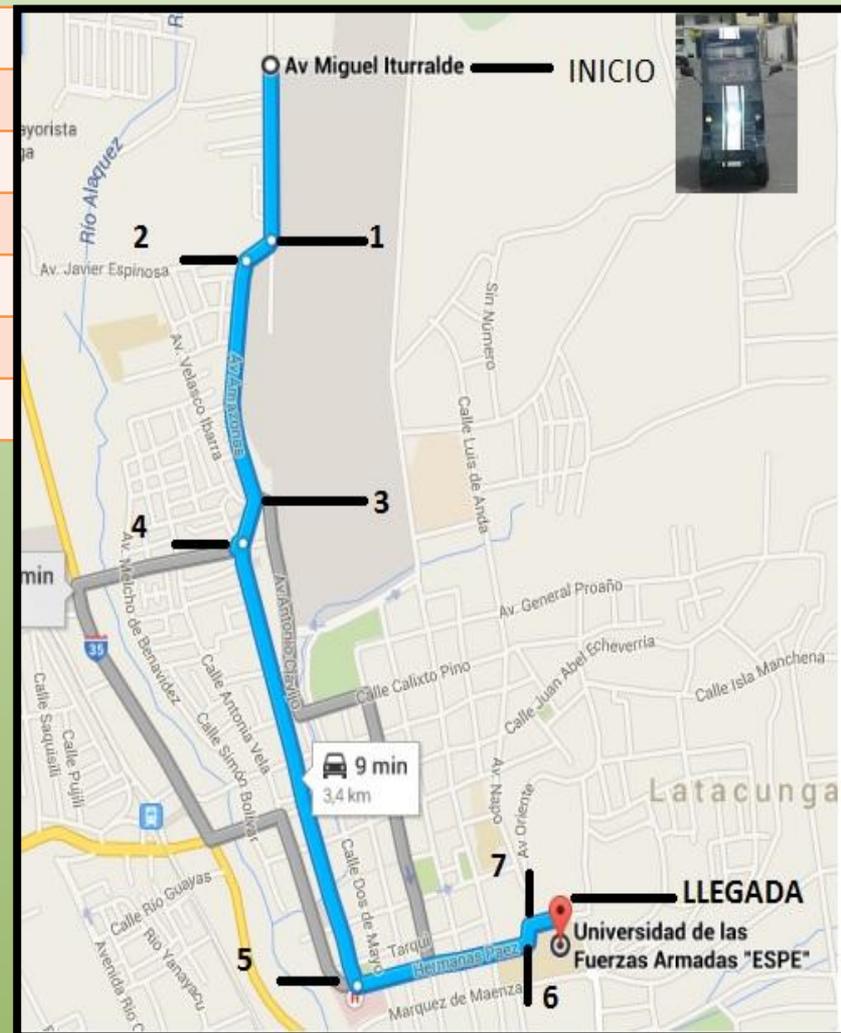
FICHA TECNICA

MOTOR	Tipo	4 tiempos enfriado por aire
	Cilindrada	125cc
	No. Cilindros	1cilindro/2valvulas
	Potencia	10kw a 7500rpm
	Torque máx.	13.5N.m * 6000rpm
	Velocidad máx.	50km/h
	Arranque	Eléctrico
BASTIDOR	Estructura tubular	Tubo ASTM A500
	Distancia al piso	26 cm
SUSPENSION	Delantera	doble amortiguador con resorte helicoidal
	Trasera	monoshock
TRANSMISION	Tipo	Cadena
	Marcha	3 marchas y reversa
	Embrague	semiautomático
DIRECCION	Mecánica	SI
FRENO	Delantero	No tiene
	Posterior	Disco
CARROCERIA	FIBRA DE VIDRIO	

Escenario de pruebas

Escenario de pruebas				
20 de febrero del 2015				
Conductor : Diego Pérez				
Camarógrafo: Rodrigo Molina				
Ubicación : Cotopaxi / Cantón / Latacunga				
Tipo calzada	Longitud	Curvas	Tiempo	Sector
Asfalto	3.4km	7	9min	Urbano

En la tabla se visualiza los datos de maniobrabilidad del mini auto la cual se realizó a una velocidad promedio de 30 km/h iniciando la ruta en la Av. Miguel Iturrealde y finalizando en la ESPE, con un promedio de radios en curva de 50° como se observa en la figura .

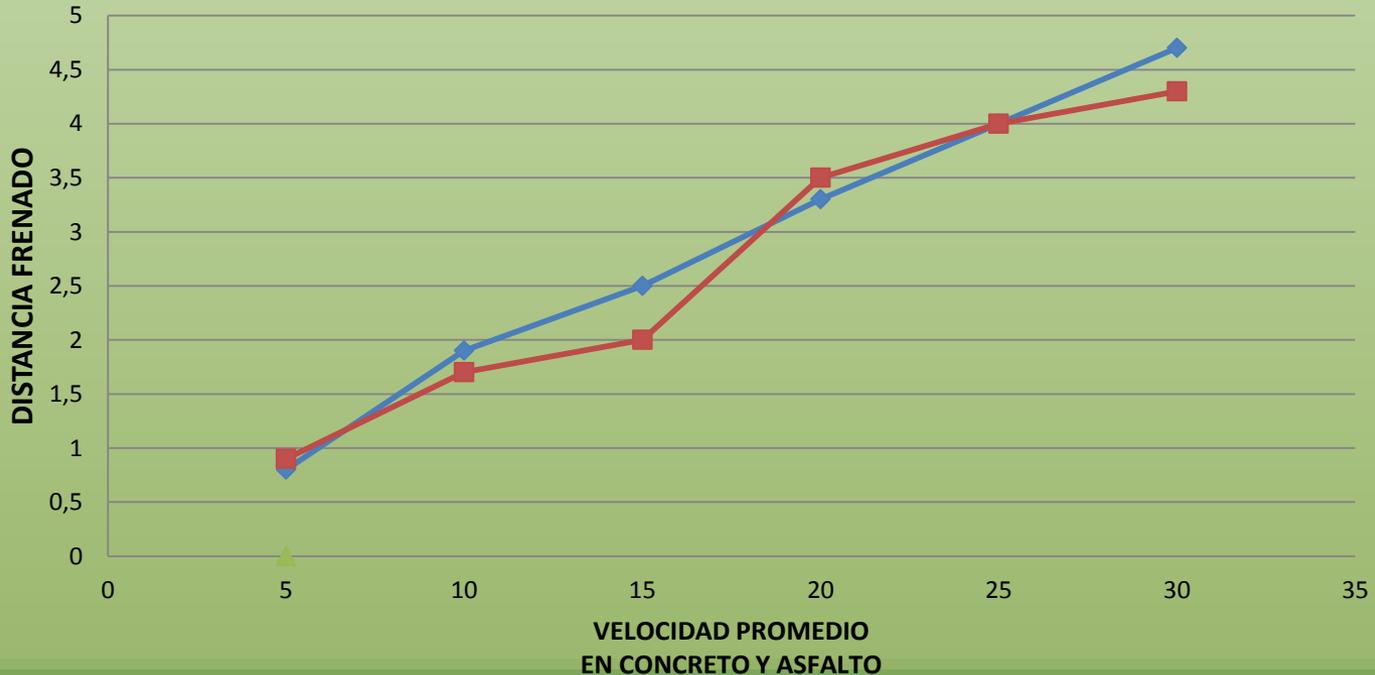




Prueba de test de frenos

TIPO	Velocidad Promedio (km/h)	Distancia de frenado (m)	2 ruedas bloqueadas simultáneamente
Concreto	30	4,7 m	ok
Asfalto	30	4,3 m	ok

DISTANCIA VS VELOCIDAD DE FRENADO





AUTONOMIA DEL VEHICULO

AUTONOMÍA DEL VEHÍCULO	
Consumo de combustible	3.8(L)/100(km)
Capacidad del tanque	6.1(L)
Autonomía	133(km)
Tipo de combustible	SUPER (92 octanos)

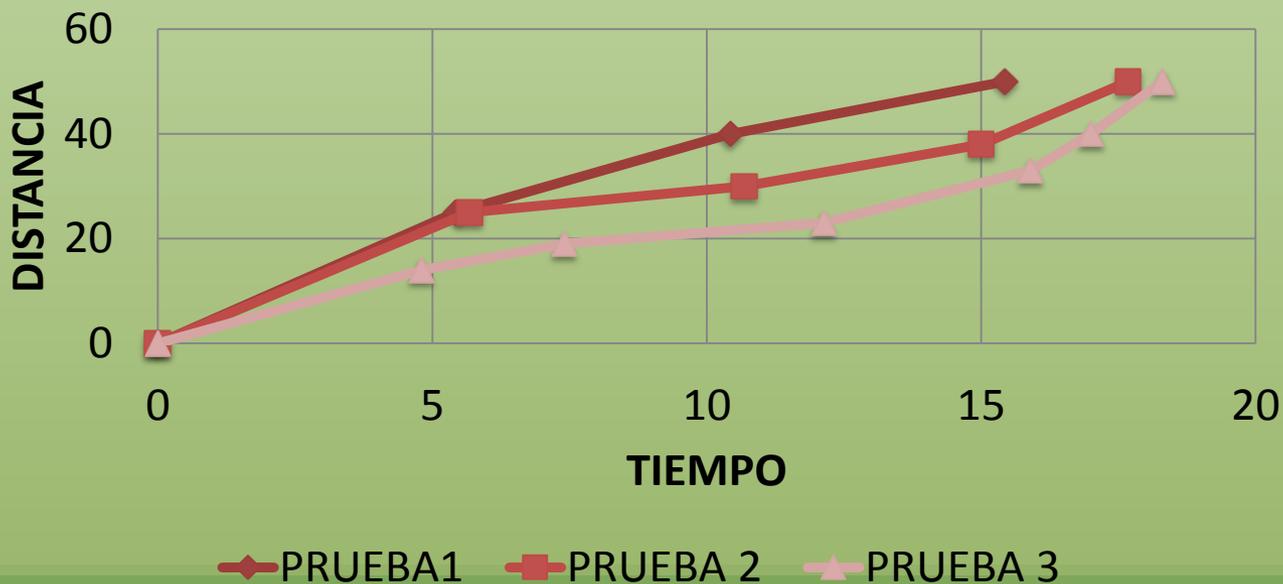




Pruebas de velocidad

Pruebas	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad m/s
Prueba 1	15,43	50	48
Prueba 2	17,68	50	46
Prueba 3	18,3	50	42
Promedio	17,14	50	45,33

DISTANCIA VS TIEMPO





Capítulo 5

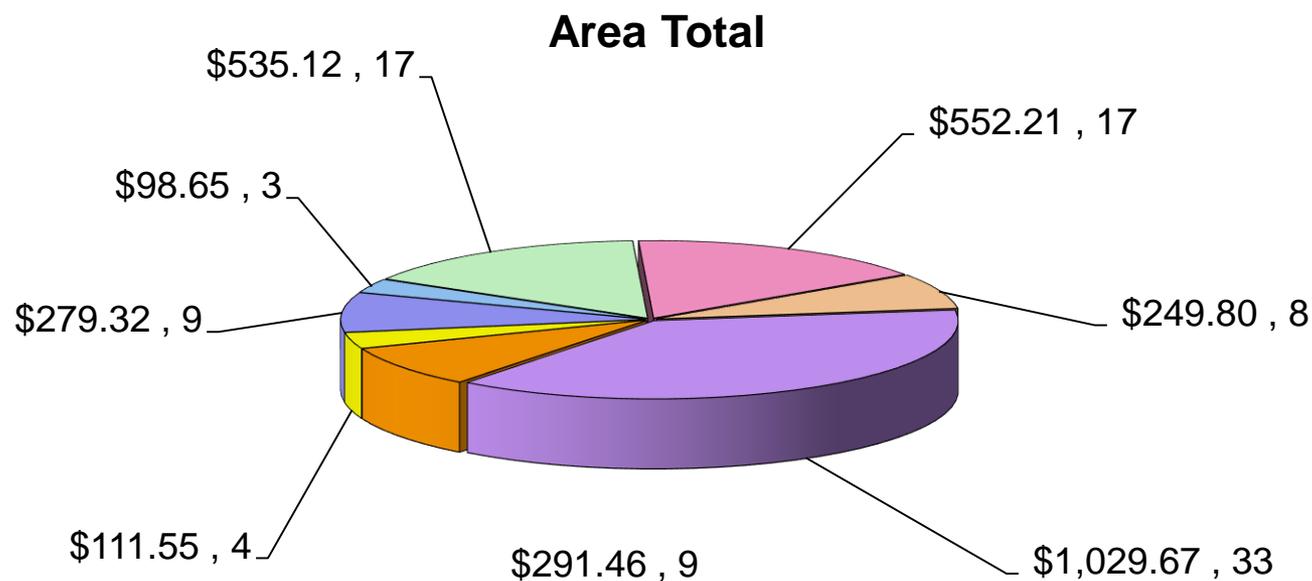
Plan de Negocios

Resumen básico de costos

Área Total	Partes	Materiales	Procesos	Sujetadores	Total \$
1	Sistema de Frenos	86,59	-	12,06	98,65
2	Motor & Transmisión	520,84	-	14,28	535,12
3	Estructura & Cuerpo	406,36	129,77	16,08	552,21
4	Sistema Electrónico	249,32	-	0,48	249,80
5	Pintura & Acabados	1.263,00	10,43	6,24	1.279,67
6	Sistema de Dirección	216,00	62,08	13,38	291,46
7	Sistema de Suspensión	101,40		10,15	111,55
8	Neumáticos y Llantas	260,00		19,32	279,32
	Total del Mini Auto	3.103,51	202,28	91,99	3.397,78



Composición Total de las Áreas de Mini Auto



■ Sistema de Frenos

■ Motor & Transmision

■ Estructura & Cuerpo

■ Sistema Electronico

■ Pintura & Acabados

■ Sistema de Dirección

■ Sistema de Suspensión

■ Neumaticos y Llantas



Valor Actual Neto VAN

El valor actual neto es muy importante para la valoración de inversiones en activos fijos, a pesar de sus limitaciones en considerar circunstancias imprevistas o excepcionales de mercado. Si su valor es mayor a cero, el proyecto es rentable, considerándose el valor mínimo de rendimiento para la inversión

$$\underline{VAN = \$1.142.401,32}$$

El VAN en este análisis es de \$1.142.401,32 es mayor a cero, así que el proyecto es rentable.



Tasa Interna de Retorno TIR

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión es el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir".

$$\underline{\underline{TIR = 68,89\%}}$$



Análisis Costo- Beneficio

- VAN (INGRESOS) = \$ 26.025.634,05
- VAN (EGREGOS) = \$ 24.883.232,73

- $Costo - Beneficio = \frac{VAN \text{ Ingresos}}{VAN \text{ Egresos}}$

- $Costo - Beneficio = \frac{26.025.634,05}{24.883.232,73}$

Costo – Beneficio = 1,05

Cuando el resultado del análisis Costo/Beneficio es mayor a uno demuestra que el proyecto es viable.



Conclusiones del Plan de Negocio DIRO S.A.

- Una vez concluido el análisis económico-financiero del proyecto se obtuvo la información necesaria para tomar la decisión de aceptar o no la ejecución del mismo.
- El proyecto generará ingresos al estado a través del pago de impuestos y de servicios básicos.

Recomendaciones Plan de Negocio DIRO S.A.

- La puesta en marcha del proyecto, significara la creación de plazas de trabajo, contribuyendo en forma directa a disminuir el desempleo del sector.
- Elaborar estrategias de comercialización con el fin de acaparar exitosamente el mercado y lograr un crecimiento sostenido optimizando los recursos al máximo.



CAPITULO 6

CONCLUSIONES

- Se calculó técnica y matemáticamente los parámetros necesarios para poder dimensionar correctamente los elementos de los sistemas complementarios (bastidor, suspensión, dirección, frenos y de carrocería) del mini auto.
- Se seleccionó adecuadamente los distintos elementos mecánicos que intervienen directamente en los sistemas de dirección, suspensión y frenos.
- Se ha elegido una dirección mecánica, por las siguientes características: económica, liviana y sin consumo de energía eléctrica.
- Se diseñó y construyó el bastidor y carrocería para un vehículo monoplaza, haciendo uso de manufactura ecuatoriana y recurriendo a herramientas informáticas.
- Se determinó que el comportamiento dinámico del mini auto permite que las cargas generadas por transferencia de masas en curvas, sean distribuidas de tal forma que tienda a tener un equilibrio por acción de movimiento del centro de masas.



RECOMENDACIONES

- La construcción y adaptación del mecanismo de dirección, suspensión, frenos y carrocería, se debe realizar bajo normas de seguridad y procesos de calidad de manufactura.
- No se debe exceder la velocidad máxima promedio de conducción recomendada para el prototipo del mini auto.
- Se debe realizar una inspección visual periódica y de mantenimiento adecuado a los diferentes sistemas del mini auto para brindar seguridad al conductor.
- Reunir información previa al diseño y construcción, para reducir costos si el caso lo ameritara.
- Construir los componentes con materiales más sofisticados que permitan reducir sus pesos, de esta manera optimizar el rendimiento del mini auto.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS...